

134 September 2022

Horizonte

Das Schweizer Forschungsmagazin



Wissenschaft macht
grosses Kino Seite 14

Die Wahrheit muss geopfert werden!



Florian Fisch
Co-Redaktionsleiter

Der Astronaut wird von einem Sandsturm erfasst und von seinem Team auf dem Mars zurückgelassen. Die Szene aus dem Blockbuster *Der Marsianer* aus dem Jahr 2015 wäre in Realität unmöglich, denn die Atmosphäre des Planeten ist für so einen Sturm zu dünn. In der BBC-Fernsehserie *The Last Kingdom* aus dem gleichen Jahr kämpfen Angelsachsen fälschlicherweise mit rechteckigen statt mit runden Schildern gegen Wikinger. Jede, die etwas vom entsprechenden Thema versteht, wird in den Spielfilmen diese Fehler erkennen.

Wobei Fehler hier eigentlich das falsche Wort ist: Das einzige Vergehen, das man einem Filmteam wirklich anlasten könnte, wäre, wenn es einen langweiligen Film produzieren würde. Wenn es einen Sandsturm braucht, damit die Geschichte überhaupt ins Rollen kommt, dann liegt das Drehbuch richtig. Wenn im frühmittelalterlichen Schlachtengetümmel die Formen der Schilde dem Publikum zur Orientierung dienen, dann haben die Filmemacherinnen nach allen Regeln der Kunst gearbeitet.

Wissenschaft und Film befinden sich an den zwei gegenüberliegenden Enden des Spektrums: Auf wissenschaftlicher Seite soll alles so korrekt und detailliert wie nur möglich dargestellt werden. Das ist aber nur für wenige Menschen verständlich. In Filmen dagegen sind Unterhaltungsqualität und emotionale Wirkung die Maximen, wobei die Handlung zwar oft auf wahren Begebenheiten beruht, aber, wann immer nützlich, keine Rücksicht auf Korrektheit nimmt.

Mit einem ähnlichen Widerspruch ist die Wissenschaftskommunikation tagtäglich konfrontiert. Sie soll eine möglichst breite Bevölkerung erreichen, aber gleichzeitig differenziert und absolut korrekt bleiben. Das kann nicht funktionieren. Um Wissenschaft als Geschichte erzählen zu können, braucht es stets Kompromisse zwischen Korrektheit und Unterhaltung.

Wer mit seiner Forschung einen wirklich grossen Teil der Bevölkerung erreichen möchte, sollte mit der Filmindustrie arbeiten. Wie das geht und was dabei herauskommt, erfahren Sie in unserem Fokus über die spannungsgeladene Beziehung zwischen Wissenschaft und Film ab Seite 14.



Fokus: Von Film, Fakt und Fiktion

- 16 [Beratung am Set](#)
Wie Reformator Zwingli im Historienstreifen realistisch wurde
- 20 [Klischees auf der Leinwand](#)
Vom Mad Scientist zum genialen Tüftler bis zur ignorierten Warnerin
- 24 [Skandale im Kinosaal](#)
Ein Experte über Ängste und Tabubrüche in der Filmgeschichte
- 26 [Zeitreisen in Science-Fiction](#)
Befreiung von physikalischen Grenzen in Raum und Zeit

Links: Letzter Take geschafft! Horizonte hat das Filmset von *Electric Child* besucht. Titelseite: Im Schweizer Science-Fiction-Film treibt der Informatikprofessor Sonny seine Forschung zu weit. Und erkennt verzweifelt, was für Folgen das hat. Foto: Michel Gilgen

4 [Im Bild](#)
Letzter Blick auf einen Vulkanschlot

6 [Aus der Wissenschaftspolitik](#)
Russin engagiert sich gegen den Krieg, Chatbot reklamiert Bewusstsein und Nasa jagt Ufos

10 [Aus der Forschung](#)
Was ein altes Gästebuch, Satellitenaufnahmen von Madagaskar und Blutgerinnsel uns verraten

13 [So funktioniert's](#)
Erste Erfolge der Gentherapie

28 [Reportage](#)
Im am besten gesicherten Tierseuchenlabor der Schweiz



32 [Lehre an der Hochschule](#)
Wie die Vorlesung attraktiver gemacht werden könnte

34 [Die Aare hinab](#)
Sechs Forschungsprojekte am Fluss



37 [Noch genauere Atomuhr](#)
Eine Sekunde Abweichung in 150 Milliarden Jahren

38 [Porträt](#)
Carmela Troncoso kämpft für Datenschutz und LGBT+-Anliegen

40 [Medicine-on-a-chip](#)
Jetzt kommen die Zellen nach Mass

42 [10 Jahre Flagships](#)
Simuliertes Gehirn und Wundermaterial für alles – eine Bilanz der grossen Versprechungen

46 [Raubkunst entlarven](#)
Berner Gurlitt-Kuratorin über Provenienzforschung

48 [SNF und Akademien direkt](#)
50 [Rückmeldungen/Impressum](#)

51 [Debatte](#)
Sind Teilzeitprofessuren ein gangbarer Lösungsansatz für die Strukturprobleme der Hochschulen?

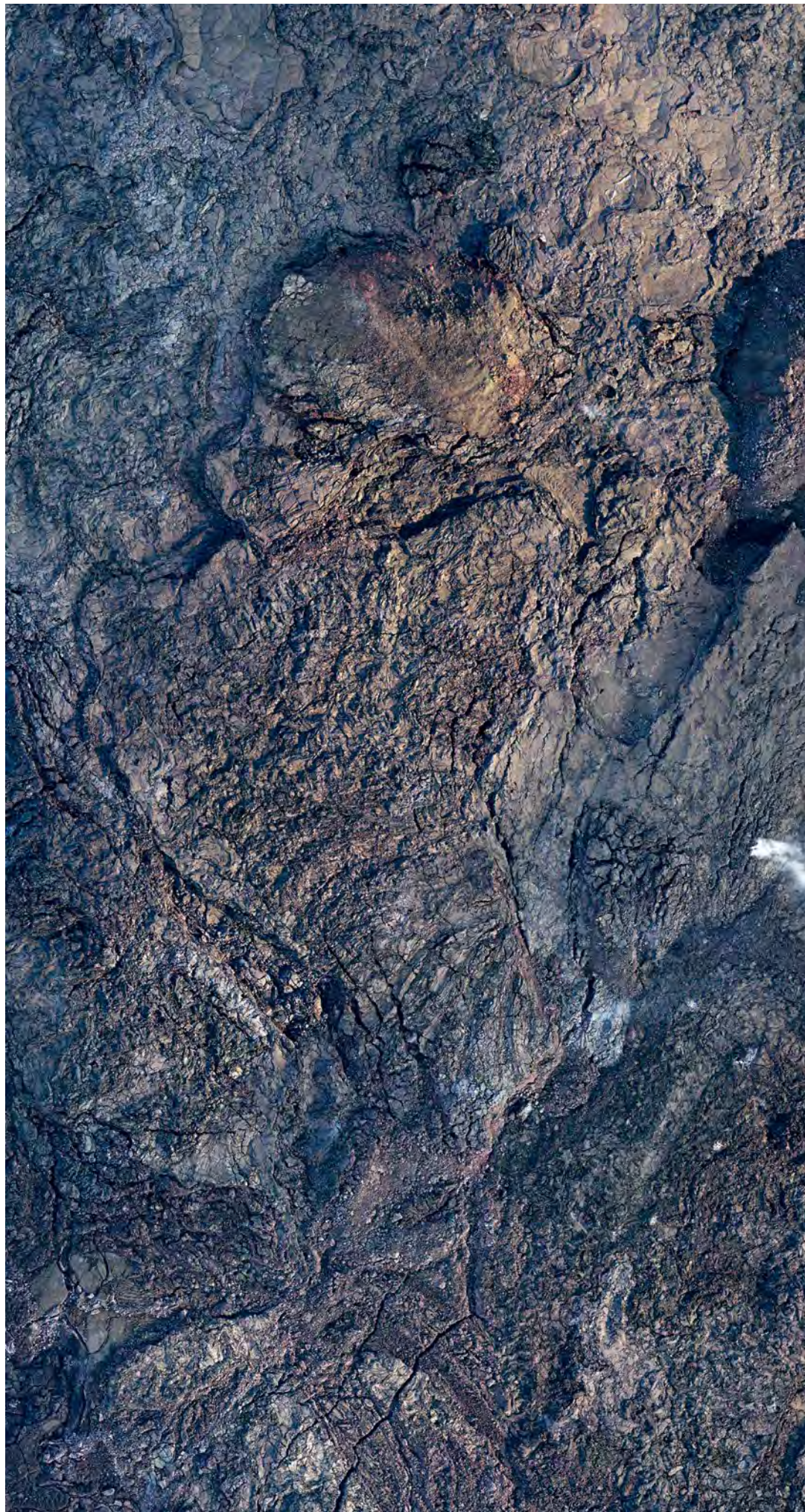
Wenn die Erde ihr Magma gebiert

Glühend frisches Erdgestein kommt auf die Welt. Aus 20 Kilometern Tiefe strömt es an die Oberfläche. Auf seinem Weg dahin kündigte sich das Magma auf der isländischen Halbinsel Reykjanes bereits im Februar 2021 mit vielen kleinen Erdbeben an. Weil sie bald Eruptionen erwarteten, reisten Elisabetta Panza und ihr Team vom Labor für Vulkantektonik an. «Das war ein Ereignis! Normalerweise kartiere ich ältere Landschaften in tektonisch noch aktiven Gebieten. Auch dort kann es zu Ausbrüchen kommen, aber hier geschah es direkt vor unseren Augen.»

Nicht nur die Forschenden von der Universität Genf, auch viele Touristinnen wollten das vorausgesagte Spektakel beobachten, das am 19. März begann. «Es war ein effusiver Ausbruch, die Lava fließt dabei langsam und stetig aus den Kratern, und man kann sehr nahe herangehen», erklärt Panza. Flugzeuge und Helikopter flogen Schaulustige sogar direkt über die gebärende Erde. Am 5. Mai schliesslich gab es am frühen Morgen ein Flugverbot, damit die Forschenden arbeiten und unter anderem das hier abgebildete Orthomosaik aufnehmen konnten. «Ich steuerte die Drohne, mein Professor und ein Kollege observierten die Flüge», erinnert sich Panza. «Die Eruption hatte eine völlig neue Topografie geschaffen, sodass wir uns nicht auf Karten verlassen konnten und auf Sicht garantieren mussten, dass die Drohne das ganze Gebiet abdeckte.» Es gab viel zu koordinieren: die Batterien unter der Kleidung warmhalten, auf unbefugte Flugzeuge und den Wind achten, die Drohne sicher durch die alle paar Minuten ausgespuckten Lavafontänen navigieren. Das Team bekam, was es wollte: akkurate Bilder des Lavafeldes. «Die Schlote an der Oberfläche sind Ausdruck der Erdkrustenstruktur. Das Orthomosaik gibt uns so Einblick in die darunterliegenden Brüche.»

Da sich die Landschaft durch die Eruptionen täglich verändert, ist die Szene auf dem Foto längst verschwunden, sogar die beiden Krater. «Das Bild zeigt eindrücklich die Kraft der Erde, die wir nicht kontrollieren, sondern nur beobachten können», so Panza.

Judith Hochstrasser (Text),
Elisabetta Panza (Bild)





Aufgeschnappt

«Nicht nur jammern, dass China so stark ist, sondern selbst stärker werden.»



Bettina Stark-Watzinger, deutsche Bundesministerin für Bildung und Forschung, ist der Meinung, dass die Zusammenarbeit mit China in Forschungsbereichen wie der künstlichen Intelligenz eingeschränkt werden sollte. Diese wird in China zu Überwachungszwecken eingesetzt.

«Ich muss die Versuchsergebnisse sehr genau vorhersagen können.»

Der Immunologe Kondwani Jambo

aus Malawi hat Schuldgefühle, wenn er Geld für die Forschung ausgibt, während es im Gesundheitssystem seines Landes an allen Ecken und Enden fehlt. Selbst wenn er genug Mittel hat, muss er wegen vielfältiger technischer Hindernisse seine Projekte genau planen.



Unsichere Lage für wissenschaftlichen Nachwuchs

Fotos: zVg

Während der Corona-Pandemie haben sehr viele Nachwuchsforschende der Wissenschaft den Rücken gekehrt. Das hat der ehemalige Präsident des Europäischen Wissenschaftsrats Jean-Pierre Bourguignon festgestellt. Jetzt haben Wissenschaftlerinnen aus ganz Europa ein Manifest mit einem 4-Punkte-Plan vorgelegt, um den Braindrain zu stoppen. Zum einen sollen Arbeitsbedingungen, Bezahlung und Arbeitswechsel von Forschenden erfasst und überwacht werden. Zum andern fordern sie die Verbesserung der Beschäftigungs- und Arbeitsbedingungen für Nachwuchswissenschaftler. Es sollten zudem mehr Doktorierende in der Industrie eingestellt werden, und der gesamteuropäische Arbeitsmarkt müsse für den wissenschaftlichen Nachwuchs gezielt verbessert werden.

«Europa kann es sich nicht leisten, dass seine künftigen Arbeitskräfte in einer Zeit, in der ein globaler Kampf um Talente tobt, drastisch beeinträchtigt werden», sagte Bourguignon an einer Kon-

ferenz am 13. Juli 2022 in Brüssel. Welchem Druck Nachwuchsforschende auch hierzulande ausgesetzt sind, hatte die in der Pandemie bekannt gewordene Biologin Emma Hodcroft im April auf Twitter thematisiert: «Zusätzlich zum Pandemie-Stress habe ich seit dem Jahr 2020 kurzfristige Verträge, eine unsichere Unterkunft (denn: kein Job = keine Wohnung), und das Auslaufen meiner Aufenthalts-

«Das wirkt sich natürlich auf meine geistige Gesundheit aus.»

genehmigung steht bevor. Das wirkt sich natürlich auf meine geistige Gesundheit, Kreativität und Produktivität aus.» Daran hat sich inzwischen nicht viel geändert: «Ich würde sehr gerne

in der Schweiz bleiben», schrieb die Epidemiologin im Juli auf Anfrage von Horizonte. «Aber ich habe immer noch begrenzte Arbeitsverträge, die in weniger als einem Jahr auslaufen.»

Die Politik hat den Handlungsbedarf erkannt: Das Parlament hat in der Sommersession ein Postulat angenommen, das die Hochschulen dazu verpflichten will, mehr Dauerstellen für Postdoktorierende zu schaffen. *ato*



Wissenschaft schafft Argumente. Empfehlen Sie Horizonte weiter!

Horizonte berichtet 4x im Jahr über die Schweizer Forschungslandschaft. Schenken Sie sich oder Ihren Freundinnen und Freunden gratis ein Abo.

Hier abonnieren Sie die Printausgabe:
horizonte-magazin.ch/abo



«Es fühlt sich toxisch an, russisch zu sein. Und genau das will unsere Regierung»

Verschiedene Nationalitäten forschen gemeinsam im Labor für funktionelle anorganische Materialien der EPFL Wallis. Beispielsweise entwickelt die russische Postdoc Olga Trukhina clevere Methoden zur Rückgewinnung von Metallen. Der Einmarsch der russischen Armee in die Ukraine veränderte ihr Leben.

Olga Trukhina, wie hat der Krieg in der Ukraine Ihr Leben beeinflusst?

Die Taten Russlands haben mich wachgerüttelt. Die Farbtöne wurden aus meinem Leben gelöscht. Es gibt nur noch Schwarz oder Weiss, bei ehemaligen Klassenkameradinnen, Nachbarn und Freundinnen – für oder gegen den Krieg. Ich konnte meine russischen Kontakte nicht davon überzeugen, dass es eine Invasion und ein Verbrechen ist. Ich begriff: Es hilft mehr, wenn ich unabhängigen Journalisten Geld spende und Flüchtenden helfe.

Gab es dabei feindselige Reaktionen?

Nein, nie. Am Anfang hatte ich Angst, die Ukrainerinnen würden mich hassen. Es fühlt sich toxisch an, russisch zu sein. Genau das will unsere Regierung: Wir sollen glauben, wir würden gehasst, damit wir uns gegen den Rest der Welt stellen. Meine Erfahrung in der Schweiz und im übrigen Europa ist anders – wenn wir Stellung nehmen und etwas unternehmen, anstatt über den Verlust unseres bisherigen Lebens zu klagen. Kein Ukrainer war



Die Russin Olga Trukhina ist Postdoc an der EPFL Wallis. Und gegen den Krieg.

seit dem Krieg unfreundlich zu mir, aber das macht es nur noch schlimmer. Was ich auch tue, es reicht einfach nicht.

Haben Sie keine Angst, sich öffentlich gegen den Krieg zu stellen?

Es ist zu spät für Angst – der autokratische Apparat wird uns verschlingen, egal, was wir

tun. Besser wäre die Frage, ob ich nach Russland zurückgehe. Ja, ich möchte meine Familie wiedersehen. Als Forscherin sehe ich im technologisch zurückfallenden Russland aber keine Zukunft. Fachkräfte verlassen das Land.

Gab es Unterstützung von der EPFL?

Ja. Es gibt einen speziellen Ausschuss zur Unterstützung von ukrainischen Flüchtenden. Es gab auch ein Online-Treffen zwischen Russen und der Direktion der EPFL. Das Ziel: die Auswirkungen dieses schrecklichen Konflikts auf die EPFL zu verringern. Es wurde auch psychologische Hilfe angeboten.

Und Ihre Forschungskollegen?

Meine Professorin und meine Kollegen waren sehr verständnisvoll – sie haben keine Fragen gestellt, waren aber da, wenn ich reden wollte.

Worauf hoffen Sie?

Es ist jetzt wirklich nicht der richtige Zeitpunkt, uns Russinnen zu fragen, wie wir uns fühlen. Wir sollten den Ukrainerinnen zuhören. Ich hoffe, dass dieses Interview nicht noch mehr Menschen wütend macht. Allgemein hoffe ich, dass sich die Kriegsgegner unter den Russen gegen dieses Monster vereinen, anstatt über inhaltliche Details zu streiten wie gemeinsame oder individuelle Verantwortung. Ich hoffe auf einen ukrainischen Sieg und Freiheit in Russland. ff



Nachtleuchtende Wolken sind irdisch. Foto: Tommy Andersson/EyEm/Alamy

Nasa geht auf Jagd nach Ufos

Unbekannte Flugobjekte faszinieren die Menschheit seit jeher. Im Juni 2022 hat die US-Raumfahrtbehörde Nasa ein Forschungsprojekt angekündigt, das ungeklärte Phänomene wissenschaftlich untersuchen soll. «Wir haben die Mittel und das Team, um unser Wissen über das Unbekannte zu erweitern. Das macht Wissenschaft im Wesentlichen aus», sagt Thomas Zurbuchen, der wissenschaftliche Direktor der Nasa aus der Schweiz.

Viele der bisherigen Ufo-Sichtungen konnten im Nachhinein erklärt werden. Als jüngstes Beispiel gibt Zurbuchen gegenüber Radio SRF leuchtende Nachtwolken an, die sichtbar sind, wenn sich die Sonne weit unter dem Horizont befindet. «Es ist unglaublich wichtig, dass wir als Forschende den Mut und das Bedürfnis haben, alle Fragen so gut wie möglich anzugehen.» Dennoch dauert das Projekt nur neun Monate und kostet lediglich 100 000 Dollar. ff

Papers sollen niemandem schaden

Die Chefredaktion von Nature hat neue Richtlinien für wissenschaftliche Studien mit Menschen beschlossen. Die Publikationen sollen keinen Personengruppen schaden. In ihrem Leitartikel vom 14. Juni 2022 erinnert die Fachzeitschrift daran, dass die Wissenschaft bereits Regeln aufgestellt hat, die das Risiko psychischer Schäden für Teilnehmende von Studien begrenzen. Auslöser war unter anderem das Stanford-Prison-Experiment, bei dem 1971 Studierende in Gefangene und Wärter eingeteilt wurden. Es wurde frühzeitig abgebrochen und manche «Gefangene» zeigten Spätfolgen.

Es gibt heute mehrere ethische Rahmenwerke, die Studien mit Menschen regeln. Dazu gehören die Deklaration von Helsinki zur medizinischen Forschung am Menschen von 1964 und der Belmont-Report von 1979, der auch Verhaltensstudien einschliesst. Die Zeitschrift Nature hält jedoch fest, dass «diese Texte in der Regel nichts über die Vor- und Nachteile von

Forschung aussagen, deren Ergebnisse Personengruppen betreffen könnten, die nicht direkt daran beteiligt waren». Zum Beispiel Forschung, die zu Stigmatisierung und Diskriminierung bestimmter Personen sowie Rassismus, Sexismus oder Homophobie führen kann.

Die neuen Richtlinien halten die Forschenden dazu an, die Würde und die Rechte der Menschen zu achten, unabhängig davon, ob sie direkt an der Forschung beteiligt sind oder nicht. Sie verlangen, dass potenziell schädliche Auswirkungen der Forschung berücksichtigt werden. Zudem müssen die Möglichkeiten einer missbräuchlichen Verwendung und die Risiken von Vorurteilen minimiert und eine respektvolle, nicht stigmatisierende Sprache verwendet werden. Die Richtlinien sollen die Forschung nicht behindern, versichern die Herausgeber von Nature. Kritische Stimmen warnen jedoch davor, dass ein zu enger Rahmen der Wahrheitsfindung schaden könnte. ef

Softwareentwickler warnt vor empfindungsfähigem Bot

Google-Ingenieur Blake Lemoine hat im Juni 2022 ein Interview mit dem Computerprogramm Lamda publiziert. **Der Bot habe ein Bewusstsein wie ein sieben- oder achtjähriges Kind**, sagte Lemoine der Washington Post. Die künstliche Intelligenz äusserte etwa die Angst, abgeschaltet zu werden. Nach der Publikation wurde Lemoine beurlaubt, weil er **gegen Vertraulichkeitsrichtlinien verstossen** habe. Für Aufsehen hatte der Softwareentwickler mit der Meldung gesorgt, dass sich Lamda einen Anwalt genommen habe, sowie mit seiner Aussage, die **Intelligenz könne seiner Kontrollinstanz entfliehen** und «böse» Dinge tun. Die meisten Expertinnen widersprechen der Behauptung. So Mike Pound von der Universität Nottingham: **«Lamda ist ein grosses Sprachmodell, das sehr guten Text produziert, aber es ist nicht empfindungsfähig.»** ato

Ernstfall



Köpfe

Traurig über das Ende seines Projektes



Beat Glogger, Gründer des Online-Wissenschaftsmagazins Higgs, ist enttäuscht. Nach vier Jahren wurde Higgs eingestellt. Im Online-Magazin Medienwoche geht er auf die Gründe für diesen Misserfolg ein. Einer davon sei die Ablehnung der Medienförderung an der Urne, aber nicht der einzige. Qualitativ hochwertige Inhalte allein würden nicht reichen. Higgs hätte auch ein höheres Startkapital benötigt. Die Zeitschrift litt zudem unter dem Rückgang der Abonnemente nach der Pandemie und dem Rückzug einiger Sponsoren – Verluste, die nicht aufgefangen werden konnten. Ebenfalls enttäuscht zeigte Glogger sich von der mangelnden Bereitschaft der Hochschulen, sich finanziell zu engagieren und so zum Erhalt des Magazins beizutragen. *ef*

Will deutlichen Verzicht



Christian Nils Schwab, Direktor des Integrative Food and Nutrition Center an der EPFL, denkt, dass alternative Proteine aus Pflanzen, Insekten oder synthetischem Fleisch zur Ab-

wendung der drohenden Ernährungskrise beitragen können. Schwab, der neue Technologien im Ernährungsbereich entwickelt, warnt in einem Interview mit dem Wirtschaftsmagazin Bilan vor den Folgen des Bevölkerungswachstums und der steigenden Kaufkraft. Auch wenn die Krise noch nicht spürbar sei, müssten wir unsere Ernährung überdenken. In der Schweiz sollten wir unter anderem unseren Fleischkonsum auf einen Drittel, das heisst 15 Kilogramm pro Kopf und Jahr, beschränken. *ef*

Erntete heftigen Sturm



Andrea Franc, Wirtschaftshistorikerin an den Universitäten Basel und Luzern, kritisierte in einem NZZ-Interview die Studierenden der Geisteswissenschaften. Diese bräuchten zu lange für den

Abschluss, arbeiteten danach zu häufig Teilzeit und bezögen Sozialleistungen. Dies führe zu einer Umverteilung von unten nach oben. Zudem sei eine von 15 Personen im Geschichtsseminar bekifft. Andere spielten mit dem Handy. Die darauffolgende Kritik an Franc war heftig. Sie habe in Basel in zehn Jahren nur zwei Mal insgesamt 30 Studierende unterrichtet. In einem Fact-Checking durch den Tages-Anzeiger erwiesen sich vier von fünf Aussagen, die Franc gemacht hatte, als falsch oder nicht überprüfbar. *ff*

Zahlen

73%

der **Forschenden** befürworten bei einer Umfrage, die vom Verlag Springer Nature und der australischen Akademie der Wissenschaft durchgeführt wurde, **obligatorische Kurse für wissenschaftliche Integrität**. 26 Prozent diagnostizierten Probleme mit Fehlverhalten in ihrem Forschungsgebiet.

15

Milliarden Pfund

möchte die **britische Regierung** in ein **eigenes Forschungsprogramm** investieren, falls das vereinigte Königreich **nicht an das Programm Horizon Europe assoziiert** wird, berichtete Nature News Anfang Juni 2022.

1,15%

betrug der **Anteil der wissenschaftlichen Publikationen aus Subsahara-Afrika** im Jahr 2018 gemäss Angaben der Weltbank. Das entspricht einer Erhöhung des Anteils um 72 Prozent seit 2005.

1

Jahr

Zeit haben Forschende in den USA, Japan und Korea, um **nach der Publikation** ihrer Erfindung **einen Patentantrag einzureichen**. In Europa muss der Antrag vor der Publikation kommen. Trotzdem wünschen sich laut Umfrage nur wenige eine Änderung.

Bakterien zerstören Viren

Wer im See planscht, teilt sich das Wasser mit unzähligen Mikroben – darunter aus Abwasser stammenden Enteroviren, die **Krankheiten wie Hirnhautentzündung** auslösen können. Die meisten davon werden glücklicherweise schnell zerstört, etwa durch von Bakterien ausgeschiedene Proteine, die wie Messer die Kapsel der Viren zerstückeln. «Um Vorhersagen über die Wassersicherheit zu machen, muss man diese Prozesse noch besser verstehen», sagt die **Umweltnaturwissenschaftlerin Tamar Kohn** von der EPFL. Ihr Team hat deshalb mit Wasserproben aus dem Genfersee getestet, welche der 136 darin identifizierten Bakterien gefährliche Enteroviren besonders gut eliminieren. Resultat: Es sind die Arten, deren **Messer-Proteine** zu den sogenannten Metalloproteasen gehören. Diese könnten als **Indikator für sauberes Wasser** dienen, so Kohn. *yv*

M.-H. Corre et al.: Bacterial matrix metalloproteases and serine proteases contribute to the extra-host inactivation of enteroviruses in lake water. *The ISME Journal* (2022)

Vor 200 Jahren auf der Rigi



Reisende kommen im 19. Jahrhundert auf der Rigi an. Bild: W.H. Vormann (1883)

Chaotische Bewirtung, mieses Wetter, Weckruf per Trompete, sensationeller Sonnenaufgang – darüber schreiben britische Reisende im 19. Jahrhundert immer wieder in Reiseberichten und Gästebüchern des Hotels Rigi Kulm. Der Rigi-Aufenthalt wurde in einem damals populären englischen Reiseführer auch genau so geschildert, sagt Jérémie Magnin von der Uni Neuenburg. Er hat die 16 Gästebücher im Rahmen eines Projekts untersucht, das alle historischen Schweizer Fremdenbücher digitalisiert. *yv*

J. Magnin: The Rigi-Kulm visitors' book: questions of authenticity and intertextuality. *Studies in Travel Writing* (2022)



Nicht Feuersbrünste, sondern aktive Rodungen vernichten Madagaskars Wälder. Foto: Christian Kull

Sag mir, wo die Bäume sind

Entgegen der landläufigen Meinung sind nicht die grossen Feuer für den Rückgang der Wälder in Madagaskar verantwortlich, sondern hauptsächlich die landwirtschaftliche Aktivität.

«Unsere Studie ist die erste dieser Art», erklärt Erstautorin Leanne Phelps, die zu diesem Ergebnis gelangt und mit einem Schweizer Stipendium als Postdoc an der Universität Edinburgh ist. «Wir werteten Fernerkundungsdaten von Satelliten aus, um die Feuerregime der Insel zu charakterisieren und mit Tropengebieten weltweit zu vergleichen.» Die Studie zeigt unter anderem, dass die Brandgebiete auf der Insel zu fast 90 Prozent ähnlich mit anderen verbrannten tropischen Flächen weltweit sind – also nicht so aussergewöhnlich.

Am überraschendsten für die Forscherin ist, dass «der höhere Waldverlust im Vergleich zu den globalen Tropen nicht durch grossflächige

Brände erklärt werden kann». Im Gegenteil: Der grösste Verlust ist in Gebieten ohne solche Feuersbrünste festzustellen und auf verschiedene, komplexe Faktoren zurückzuführen: Einer ist zum Beispiel die aktive Rodung für die Landwirtschaft.

Die von Menschen verursachten Grossbrände (mehr als 21 Hektaren) entlang der Wald-Savanne-Wiesen-Grenzen, die im Verdacht standen, zur raschen Entwaldung der Insel beizutragen, sind aus dem Schneider. Sie sind in den letzten 20 Jahren sogar zurückgegangen. Indessen schreitet die Zerstörung der Wälder weiter voran. Der Rückgang der Bäume ist übrigens vor allem im Inneren der Wälder festzustellen. *Kalina Anguelova*

L. N. Phelps et al.: Madagascar's fire regimes challenge global assumptions about landscape degradation. *Global Change Biology* (2022)

Vom Birkenholz zur Handcreme

Weg von auf Erdöl basierenden Produkten hin zu einer neuen Chemie: Daran arbeitet das **Forschungsteam von Jeremy Luterbacher** an der EPFL. Zum Beispiel mit einem innovativen Verfahren, das **Lignin in einem einzigen Schritt aus Birkenholz** extrahiert, am Verklumpen hindert und wasserlöslicher macht. Der so gewonnene **Emulgator** ist geruchsneutral und eignet sich besonders für die Herstellung von Kosmetikprodukten – wie eine **vom Labor gefertigte Handcreme** beweist. *yv*

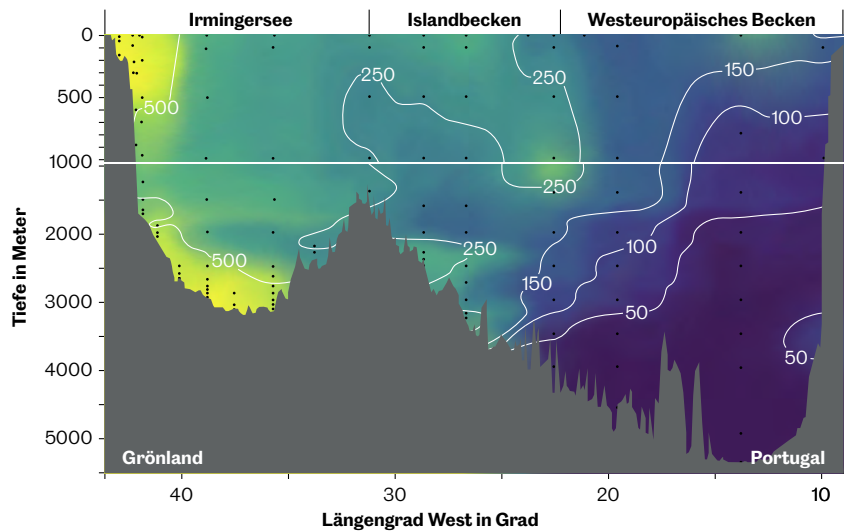
S. Bertella et al.: Extraction and Surfactant Properties of Glyoxylic Acid Functionalized Lignin. *ChemSusChem* (2022)

Kein Babytalk für Gorillas, Bonobos und Schimpansen

Wer mit kleinen Kindern redet, spricht meistens automatisch **höher, langsamer, deutlicher und auch einfacher**. Diesen sogenannten Babytalk gibt es so oder ähnlich in allen Kulturen, denn er hilft beim **Erlernen der Sprache**. Was die Forschung noch nicht weiss: Hat sich der Babytalk im Laufe der Evolution gemeinsam mit der komplexen menschlichen Sprache entwickelt oder gab es ihn schon vorher? «Dann müsste man ihn eigentlich auch **bei unseren engsten lebenden Verwandten, den Menschenaffen**, finden», erklärt die Linguistin Sabine Stoll, die im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Ursprung und Zukunft der Sprache» forscht. Eine **Analyse bereits vorhandener Daten** lieferte aber nahezu keine Hinweise auf Babytalk bei Affen, weder bei den Bonobos noch bei den Schimpansen noch bei den Gorillas. Diese kommunizieren nämlich selten direkt mit ihren Kindern. **Affenbabys lernen ihre Sprache folglich hauptsächlich durch das Beobachten** ihrer älteren Artgenossen, vermutet Stoll. *yy*

J. Schick et al.: The function and evolution of child-directed communication. PLOS Biology (2022)

Blickfang



Iod zeigt Ströme im Atlantik

Durch **Aufbereitung nuklearen Materials** gelangt seit den 1960er-Jahren radioaktives Iod in den Atlantik. Das nutzen Umweltforschende der ETH Zürich: **Anhand der Konzentration des Iods** von weniger als 50 (dunkelblau) bis über 500 (gelb) Millionen Atomen pro Kilogramm Wasser **kartieren sie Meeresströmungen und klimabedingte Veränderungen**. Die Proben (schwarze Punkte) sammelten Schiffe von 2017 bis 2019 zwischen Grönland und der Iberischen Halbinsel. *ff*

M. Castrillejo et al.: Rapidly Increasing Artificial Iodine Highlights Pathways of Iceland-Scotland Overflow Water and Labrador Sea Water. Frontiers in Marine Science (2022)

Schattierungen des Verschwörungsglaubens

Verschwörungstheorien fielen in der Covid-19-Pandemie auf fruchtbaren Boden. Die Schweiz gehört eigentlich zu den Ländern, in denen Falschinformationen weniger leicht Fuss fassen als anderswo. Nun aber stellten Forschende der Universität Zürich sowie des Forschungsinstituts Mediapulse fest: Mehr als vierzig Prozent der Schweizer Bevölkerung sind Verschwörungserzählungen zugeneigt. Aber: «Nicht alle stimmen allen Ideen im selben Mass zu», betont die Kommunikationswissenschaftlerin Daniela Mahl. «Es handelt sich keineswegs um eine homogene Gruppe.»

Sechs Typen von Sympathisierenden konnte eine Onlineumfrage im Rahmen des Wissenschaftsbarometers Schweiz ausmachen, die Wissen und Haltung zum Coronavirus von

rund tausend Teilnehmenden ermittelte. Die radikalste und gleichzeitig grösste Gruppe konstituieren die extrem Gläubigen: Eine von zehn Personen in der Schweiz glaubt nicht nur, dass etwa bei der Zahl der Toten übertrieben wurde, sondern kann sich auch gut vorstellen, dass eine Elite die Pandemie geplant hat und das Virus gar nicht existiert.

Am gemässigten Ende finden sich die Hype-Zyniker sowie die Profit-Zyniker: Beide können solch extremen Überzeugungen nicht viel abgewinnen – jedoch sind Hype-Zyniker der Auffassung, dass die Pandemie hochgespielt wurde, während Profit-Zyniker glauben, dass manche Kreise von der Krise profitieren und deshalb Interesse daran hätten, dass sie sich in die Länge ziehe. «Ein solches

Verständnis hilft, Kommunikationsstrategien gezielter auszurichten», sagt Mahl.

Während die extrem Gläubigen für Aufklärung via Fernsehen oder Zeitung wenig empfänglich bleiben dürften – zwar konsumieren sie etablierte Medien sehr wohl, misstrauen ihnen aber gleichzeitig –, könnten deren Vertrauenspersonen sowie Gruppen mit grösserer Distanz so durchaus erreicht werden.

Verschwörungstheorien können schwere Folgen für die öffentliche Gesundheit haben: Wer an sie glaubt, hält präventive Massnahmen wie Maskentragen und Impfen meist für übertrieben oder überflüssig. *Ümit Yoker*

Mike S. Schäfer et al.: From Hype Cynics to Extreme Believers: Typologizing the Swiss Population's COVID-19-Related Conspiracy Beliefs, Their Corresponding Information Behavior, and Social Media Use. International Journal of Communication (2022)

«Nicht alle stimmen allen Ideen im selben Mass zu.»



Foto: Stefan Gerth/KeyStone

Steinböcke zu wenig divers

Durch intensive Bejagung stand der Alpensteinbock vor zweihundert Jahren kurz vor dem Aussterben – nur noch hundert Tiere waren übrig. Jetzt hat die Art wieder über 50 000 Exemplare, doch die genetische Vielfalt ist stark geschrumpft: Wie der Vergleich von 60 modernen und 15 historischen DNA-Proben zeigt, sind nur noch zwei von ursprünglich mindestens zwölf mütterlichen Linien übrig. «Momentan geht es der Art trotz der genetischen Verarmung gut», sagt Projektleiterin Christine Grossen von der Uni Zürich. Aber der Mangel an Variation könnte beim Ausbruch einer Krankheit oder bei Umweltveränderungen negative Auswirkungen nach sich ziehen. *yv*

M. Robin et al.: Ancient mitochondrial and modern whole genomes unravel massive genetic diversity loss during near extinction of Alpine ibex. *Molecular Ecology* (2022)

Schulklassen mögen Diskussionen

«Mündlicher Unterricht funktioniert am besten, wenn die **Lehrperson einen echten Dialog mit der Klasse führt**», sagt die Didaktikerin Christine Pauli von der Universität Freiburg. «Dies führt zu kognitiver Aktivierung.» Trotzdem beschränken sich die **Beiträge von Schülern** oft auf das **Liefern von Stichworten**. Denn für richtige Gesprächsführung brauchen Lehrpersonen Übung: In einem **Pilotprojekt** erhielten neun von ihnen an verschiedenen Sekundarschulen ein **Training mit mehreren Workshops, Praxisphasen und Coachings**. Dadurch nahm die **aktive Beteiligung der Schülerinnen an Diskussionen** in einem Jahr deutlich zu. Pauli und ihr Team wollen die Methode nun für die Fortbildung der Lehrpersonen weiterentwickeln. *yv*

M. Moser et al.: Student's vocal participation trajectories in whole-class discussions during teacher professional development. *Learning, Culture and Social Interaction* (2022)

Bessere Software dank Checklisten

Neu in Software integrierte Codezeilen müssen Korrektur gelesen werden. Die sogenannte Code-Review ist geistig herausfordernd sowie zeit- und kostenintensiv, weil sich die Begutachtenden oft in mehrere Hundert Zeilen der Programmiersprache eindenken müssen. Eine Studie der Universität Zürich zeigt nun, dass Checklisten diese Fehlersuche effizienter machen können.

«In der Forschung zur Softwareentwicklung gelten Checklisten als Möglichkeit, die kognitive Belastung während des Code-Review zu senken», sagt die Arbeitspsychologin Pavlína Wurzel Gonçalves. «Das war bisher noch nicht wissenschaftlich belegt.» Die kognitive Belastung beschreibt, wie stark das Arbeitsgedächtnis gerade beansprucht wird. Sie hängt mit der Komplexität der Aufgabe, dem Können sowie der Darstellung der Informationen zusammen. Wird die maximale Kapazität des Arbeitsgedächtnisses überschritten, so sinkt die Qualität der Codeüberprüfung.

Die Studie von Wurzel Gonçalves untersuchte, wie Hilfsmittel die kognitive Belastung senken können. Hierzu erhielten die siebzig Teilnehmenden zur Lösung von einfachen und komplexen Review-Aufgaben jeweils eine an-

geleitete Checkliste, eine simple Checkliste oder kein Hilfsmittel. Dabei fanden die Forschenden heraus, dass ungeübte Reviewer mithilfe einer systematischen Checkliste, die ihnen Schritt für Schritt sagt, was wann und wo zu überprüfen ist, in einem einfachen Code mehr Fehler finden.

«Bei einer komplexen Aufgabe wirkt die angeleitete Checkliste jedoch nicht effizienzsteigernd, weil sie die individuelle Vorgehensweise einschränkt», so Wurzel Gonçalves. «Kann der Gutachter anhand einer simplen Checkliste selbst im Code navigieren, führt das bei der Prüfung von komplexen Änderungen zu besseren Resultaten.»

Da die Teilnehmenden unerfahren im Code-Review waren, sollen weitere Studien nun klären, welche Werkzeuge für Review-Expertinnen entlastend wirken. Klar ist, ein Hilfsmittel für alle Fälle gibt es nicht: «Je nach Komplexität des Codes eignet sich ein anderes Tool.» *Stéphanie Hegelbach*

P. Wurzel Gonçalves et al.: Do explicit review strategies improve code review performance? Towards understanding the role of cognitive load. *Empirical Software Engineering* (2022)

Blutgerinnsel im Fangnetz

Ein **unscheinbares Klümpchen** war schuld an einem Schlaganfall. Ärzte haben es mit einem winzigen **Röhrchen aus Drahtgitter (Stent)** aus der verstopften Hirnarterie entfernt, was die **Chance auf Genesung** verbessert hat. Daniela Dumitriu LaGrange von der Universität Genf hat mehrere **Blutgerinnsel unter dem Elektronenmikroskop** analysiert. Erkenntnis: Deren Form und Zusammensetzung entscheidet darüber, wie gut sie am Stent kleben bleiben und ob die Methode Erfolg hat. *yv*

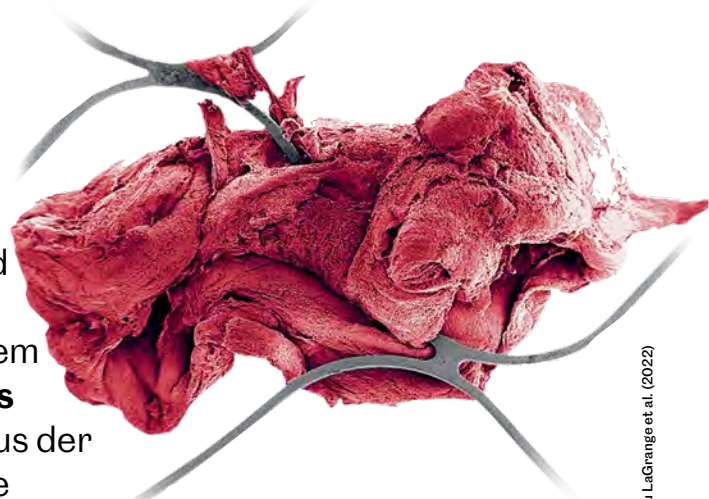


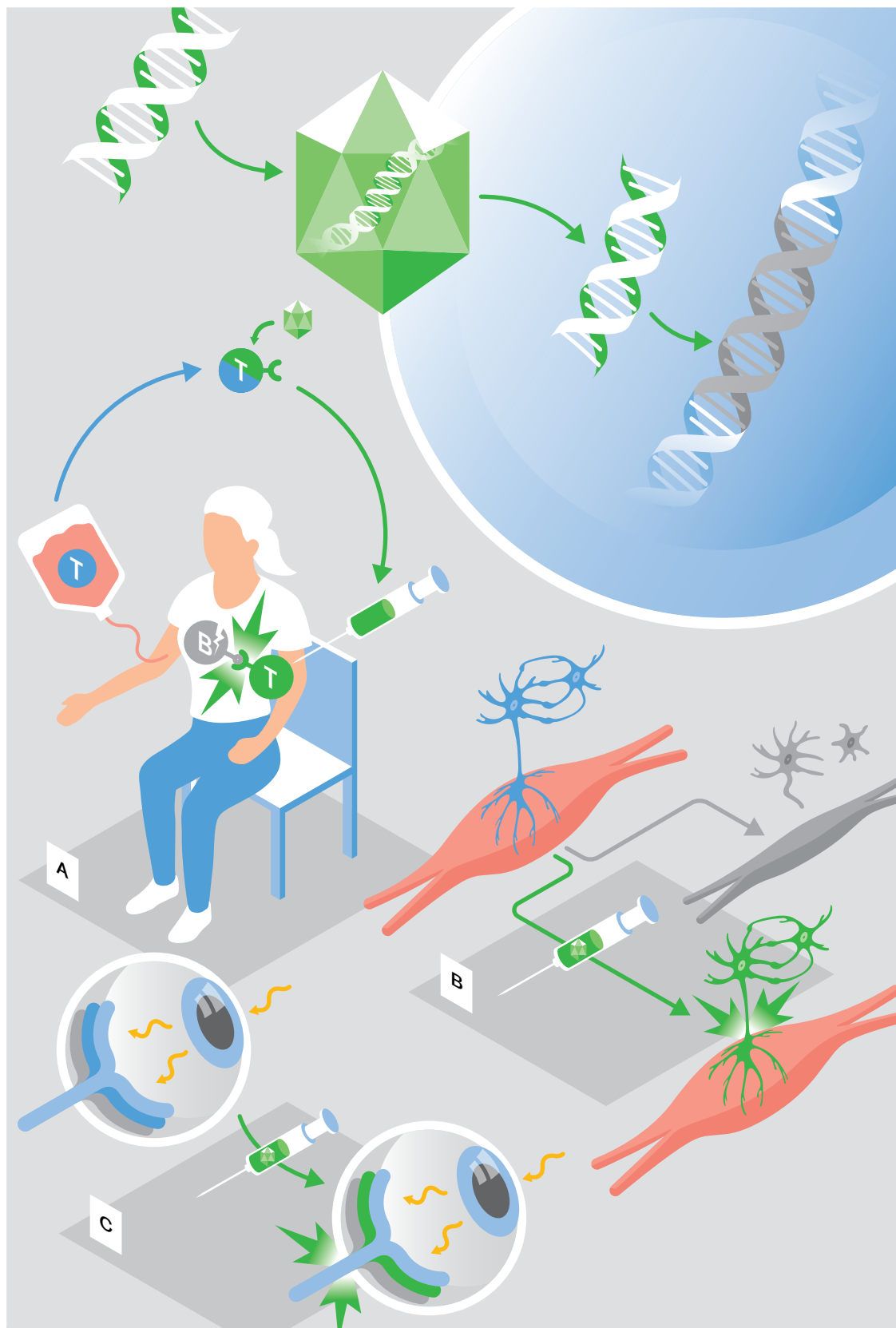
Foto: D. Dumitriu LaGrange et al. (2022)

D. Dumitriu LaGrange et al.: A high resolution scanning electron microscopy analysis of intracranial thrombi embedded along the stent retrievers. *Scientific Reports* (2022)

Mit frischen Genen Leben retten

Sie klangen lange verlockend, scheiterten aber oft, doch nun sind sie da: die Gentherapien. Spin-offs und Pharmaunternehmen sind bei der Anwendung vorne dabei. Eine Übersicht.

Text Florian Fisch Illustration Ikonaut



Der Traum ist alt: Fehlerhafte Gene sollen durch gesunde Varianten ersetzt werden. Dafür muss ein neues Gen ins Erbgut der Zelle gelangen können. Ermöglicht wird dies meistens durch ein Virus, dessen Gene ersetzt werden und das die Aufgabe zielgenau erfüllt. Drei Formen der Therapie wurden bisher entwickelt:

A – Immunzellen gegen Krebs

Wenn bei Leukämien die Therapieoptionen ausgehen, gibt es noch eine Hoffnung: Die körpereigenen Immunzellen (T-Zellen) einer Patientin können entnommen und außerhalb des Körpers mit einem künstlichen Rezeptor (Car) versehen werden, der die Krebszellen erkennen kann. Die Car-T-Zellen werden wieder injiziert, um Krebszellen zu vernichten. Novartis und Janssen-Cilag haben solche Therapien namens Kymriah und Carvykti auf den Markt gebracht.

B – Reparatur kaputter Neuronen

Wenn muskelsteuernde Nervenzellen wegen Mutationen die Kontrolle verlieren, führt dies zu Muskelschwund und häufig zu einem frühen Tod. Gegen die Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) und die Spinale Muskelatrophie haben das EPFL-Spin-off Avrion Therapeutics und Novartis je eine Therapie entwickelt, um die kaputten Gene zu kompensieren. Die erste wird noch geprüft, die zweite, Zolgensma, ist schon auf dem Markt. Für defekte Neuronen in der Netzhaut des Auges (bei der Leberschen kongenitalen Amaurose) gibt es eine ähnliche Therapie namens Luxturna von Roche.

C – Sehzellen ersetzen

Auch bei der Makuladegeneration oder Retinitis pigmentosa verlieren Sehzellen in der Netzhaut des Auges ihre Funktion. Ein Institut der Universität Basel hat andere Zellen in der Netzhaut mit neuen Genen lichtempfindlich gemacht, um so einem Patienten eine gewisse Sehfähigkeit zurückzugeben. Das von Novartis übernommene Spin-off Arctos Medical der Universität Bern hat eine ähnliche Methode entwickelt.

Einstieg mitten in der unheimlichen Szene: Wissenschaft lehrt uns im Kino das Fürchten. Filme provozieren Forschende. Wir richten unsere Kamera auf die komplizierte Beziehung.

Mitten im Filmset

Im Sommer 2022 wurden die Schlüssel-szenen der Science-Fiction-Produktion *Electric Child* von Regisseur Simon Jaquemet gedreht. Fotograf Michel Gilgen hat die Dreharbeiten ins richtige Licht gerückt. Immer mit Fokus darauf, wo Erzählung und Forschung zusammenspielen. Rechts blicken wir in einen Serverraum. Computerwissenschaftler Sonny kann sich im Verlauf des Geschehens selbst in die virtuelle Welt begeben und sich darin mit der KI austauschen.

Foto: Michel Gilgen



Wie Wissenschaft auf dem Set für den richtigen Dreh sorgt

Filmteams lassen sich oft von Forschenden beraten. Auch weil das Publikum Authentizität erwartet. Wie es den Beteiligten dabei ergeht und wer im Zweifelsfall siegt: die gute Erzählung oder die Exaktheit?

Text Geneviève Ruiz

Für den Film *Der Reformator* haben der Zürcher Regisseur Stefan Haupt und die Drehbuchautorin Simone Schmid mehr als ein Dutzend Expertinnen und Experten aus den Bereichen Theologie, Kunst, Religions- und Geschichtswissenschaften konsultiert. Das Biopic kam 2019 ins Kino, es erzählt, wie Huldrych Zwingli 1519 nach Zürich zog und was bis zu seinem Tod in der Schlacht bei Kappel im Jahr 1531 passierte. «Ich wollte ein Porträt zeichnen, das sich möglichst eng an den historischen Quellen orientiert und gleichzeitig den Geist der Zeit und die Spannungen zum Ausdruck bringt», erklärt Haupt. «Ich habe mich auch mit Pfarrern getroffen und historische Gebäude besichtigt. Das war für mich zentral, da ich mich verantwortlich fühlte, einen Film zu produzieren, der dem aktuellen Wissensstand entspricht.»

Drehbuchautorin Schmid hat viel gelesen, von neueren Studien über Zwingli bis zu seiner Korrespondenz. Besonders intensiv beschäftigte sie sich mit der Figur der Anna Reinhart, Zwinglis Ehefrau: «Ich musste ihren Charakter aus wenigen Quellen rekonstruieren. Dazu habe ich Fachpersonen konsultiert, die sich mit der Rolle der Frau in der Reformationszeit befassen. Dank ihres Wissens konnten wir eine plausible Figur rekonstruieren – eine Frau, die sich nicht aktiv an den theologischen Debatten ihres Mannes beteiligte, die sich aber eine eigene Meinung bildete und diese auch äussern konnte.»

Die Lektüre und der Austausch mit den Wissenschaftlerinnen inspirierten Schmid. «Danach folgt eine Art Destillationsprozess, bis das Drehbuch steht: Man verzichtet auf Elemente, vereinfacht Fakten und passt sie manchmal den Anforderungen der Dramaturgie, der Produktion oder des Budgets an.» Haupt erzählt, dass er zum Beispiel von der Idee abkam, einen Friedhof um das Zürcher Grossmünster zu rekon-

truieren, da die notwendige Logistik seine finanziellen Möglichkeiten gesprengt hätte. «Dafür habe ich mit grossem Aufwand die Kirchenbänke entfernen lassen, damit ich eine stehende Menschenmenge filmen konnte. Damals war es üblich, während der Messe zu stehen.»

Historiker hat Angst vor eigenem Namen im Abspann

Ein Film ist letztlich das Ergebnis einer kollektiven Arbeit verschiedener Fachgruppen mit ihren je eigenen Vorgaben und Kulturen, die jedoch von denjenigen der Wissenschaft weit weg sind. Rebecca Giselle, die an der Universität Bern habilitiert und Pfarrerin ist, forscht zu Anna Reinhart. Sie führte ein Gespräch mit Drehbuchautorin Schmid und ist von der Begegnung begeistert. «Sie wollte bis ins kleinste Detail wissen, was in den Köpfen von Zwingli und seiner Frau wohl vor sich gegangen sein könnte, bis hin zu Einzelheiten über ihre Sexualität. Ich fand ihre Fragen inspirierend. Wir kommen nicht aus derselben Welt. Ich war aber bereit, mein Wissen zu teilen, ohne genau zu wissen, was sie damit anfangen würde. Ich musste loslassen.»

Der Historiker Reinhard Bodenmann, der auf das 16. Jahrhundert spezialisiert ist, zögerte dagegen etwas, als der Regisseur ihn kontaktierte. «Hauptsächlich, weil ich bereits viel Arbeit hatte. Aber auch, weil mich Kollegen warnten, dass der Film vielleicht nicht gut werden würde.» Trotzdem fing er an, das Drehbuch zu lesen. «Ich fand, dass es Potenzial hat, und nahm die Herausforderung an.» Bodenmann verbrachte über 75 Stunden damit, das ganze Drehbuch zu lesen und zu kommentieren: «Es gab Anachronismen, wie zum Beispiel die Szene, in der Annas Sohn über den Tod eines Vogels erschüttert ist. Doch der Tod eines Tieres löste im 16. Jahrhundert nicht die gleichen Reaktionen

Alien: lebensechtes Monster als Meisterwerk

Eine Weltraumcrew wird von einer spinnenartigen Kreatur angegriffen, die in menschliche Körper eindringt und sich dort vermehrt: Das **mythische Monster in Ridley Scotts Film *Alien*** wurde 1979 vom **Schweizer Künstler Hans Ruedi Giger** erschaffen, ohne dass dieser wissenschaftliche Authentizität für sich in Anspruch nahm. Doch laut Jean-Sébastien Steyer, Paläontologe am französischen Forschungsinstitut CNRS und Mitautor des Buchs «L'art et la science dans Alien», ist das Monster aus wissenschaftlicher Sicht durchaus plausibel: **«Dieser Organismus ist biologisch gesehen funktionsfähig**, sowohl was die Entwicklung als auch die Fortbewegungsarten und das

Verhalten betrifft.» Und wie sieht es mit der komplexen Fortpflanzung aus? Sie beginnt mit einem Ei, aus dem der «Facehugger» schlüpft. Dieser heftet sich am Gesicht des Wirts fest und dringt in den Körper ein, wo er sich weiterentwickelt. «Dieser parasitäre Vorgang ist bei vielen Insekten anzutreffen, zum Beispiel bei Schlupfwespen.»

Ist das gelbe, säurehaltige Blut des Aliens plausibel? «Die Farbe erinnert an die Hämolymphe von Insekten. **Der Säuregehalt des Blutes wirft aber Fragen auf**, obwohl es saure physiologische Flüssigkeiten gibt: Ist das Blut im Gefässsystem sauer, das dann entsprechend widerstandsfähig sein muss, oder wird es erst

an der Luft sauer?» Auch die Frage, ob das Alien einen **Platz im phylogenetischen Baum der Evolutionsbiologie** finden könnte, bejaht Steyer: «Mit seinem Mosaik von Merkmalen, sowohl von Gliederfüssern – die insektenartige Entwicklung – als auch von Wirbeltieren – die Arme, Beine und Wirbel –, würde ich das Alien an der Basis der grossen Abzweigung von Gliederfüssern und Wirbeltieren einordnen.» Für den Paläontologen ist Gigers Kreatur ein Meisterwerk der Science-Fiction: «Das Alien vereint die abstossendsten Merkmale der heutigen und der fossilen Biodiversität in sich. Das macht es zu einem **originellen und eindrücklichen, hyperrealistischen Monster.**»

aus wie heute.» Der Historiker erklärt, dass er versucht hat, dem Filmteam die Denkweise des 16. Jahrhunderts näherzubringen, damit es die eigenen Empfindungen nicht in die Figuren und Dialoge von damals hineinprojiziert. «Ich gebe zu, dass ich trotzdem Bedenken hatte, bevor ich den Film im Kino sah», räumt Bodenmann ein. «Ich wusste nicht, ob Regisseur und Drehbuchautorin meine Anmerkungen berücksichtigt hatten.» Zwar sei er sich bewusst gewesen, dass ein historischer Film eher ein Roman sein muss als ein Geschichtsdokument. «Trotzdem befürchtete ich, dass mein Name im Abspann eines Films erscheint, der zahllose Fehler enthält.»

Nach über zwei Stunden Vorstellung war der Historiker jedoch erleichtert: «Das Filmteam hat hervorragende Arbeit geleistet, das Ergebnis stimmt, und es wurden ausgezeichnete Kompromisse gefunden.» Er gebe ihm 5,9 von 6 Punkten. Es gäbe sicher kleine Details, die hätten verbessert werden können, zum Beispiel das «Hallo!» (ein Ausdruck, der erst im 19. Jahrhundert auftaucht, Anm. d. Red.), das leicht durch ein «Grüezi!» hätte ersetzt werden können.

Doch Regisseur Haupt sei die schwierige Aufgabe gelungen, das Publikum 500 Jahre in die Vergangenheit zurückzusetzen, weder für noch gegen die Reformation Partei zu ergreifen und aus Zwingli keinen Heiligen zu machen. Auch die Pfarrerin Rebecca Giselbrecht lobt den Film: «Er gibt einem breiten Publikum einen Einblick in die Reformation. Die meisten meiner Kollegen, sowohl aus der Wissenschaft als auch aus dem kirchlichen Umfeld, beurteilen ihn positiv.»

Stefan Haupt und Simone Schmid, die von der Universität Zürich für ihre Arbeit mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet wurden, freuen sich, dass ihr Film in der Fachwelt so gut angekommen ist, auch

wenn es kritische Stimmen zu den Kostümen oder der Sprache gab. Simone Schmid kann nachvollziehen, dass es für Wissenschaftlerinnen nicht einfach ist, mit einem Filmteam zusammenzuarbeiten: «Die Person muss eine gewisse Offenheit mitbringen und zu verstehen versuchen, wie man einen Film produziert. Vor allem muss sie wirklich für die Zusammenarbeit motiviert sein, sonst funktioniert es nicht.»

Lieber kein peinlicher Fehler

Andreas Steiner, der im Bereich künstliche Intelligenz forscht, wird der Drehbuchautorin nicht widersprechen. Er arbeitet derzeit mit dem Zürcher Regisseur Simon Jaquemet für den Film *Electric Child* zusammen, der Ende 2023 in die Kinos kommen soll. Bei dieser Science-Fiction-Saga taucht das Publikum in die Welt eines Informatikprofessors ein, der zur Rettung seines kranken Sohnes einen Pakt mit einer Figur schliesst, die mittels künstlicher Intelligenz geschaffen wurde.

«Ich freue mich, zu einem qualitativ guten Film beizutragen. Mein Ziel ist es, dass ihn auch Leute aus der Wissenschaft gerne schauen.» Seit mehreren Wochen führt Steiner Gespräche mit dem Regisseur. «Dieser Austausch ist angenehm, weil seine IT-Kenntnisse und das Drehbuch gut sind. Er ist offen und begreift schnell. Ich habe wirklich die Rolle eines Beraters.»

Regisseur Jaquemet sagt, er sei ein Geek und habe gute IT-Kenntnisse. «Ich bin aber trotzdem ein Laie. Und mein Film soll möglichst realistisch sein, wie dies das Publikum erwartet.» Für die Symptome, unter denen der kranke Sohn des Protagonisten leidet, hat er einen Arzt konsultiert. «Wir müssen vor den Dreharbeiten so viel Wissen wie möglich einarbeiten. Während des Drehs bleibt dafür keine Zeit mehr.»

Der Herr der Ringe: realistische Meteorologie in einer fantastischen Welt

Der britische Klimaforscher Dan Lunt veröffentlichte seine erste Studie über das **Klima in Mitteleuropa** im Jahr 2013, kurz bevor *Smaugs Einöde* auf die Leinwand kam, der zweite Film der Hobbit-Trilogie nach dem **Roman von J. R. R. Tolkien**. Als Experte für vergangene KlimaePOCHEN auf der Erde speiste er ein Wettermodell mit Daten aus detaillierten Karten von Mitteleuropa. Aus physikalischen Daten wie der Lage der Kontinente oder Höhenangaben wurden Niederschlagsmengen, Sonneneinstrahlung, CO₂-Konzentration oder Winde abgeleitet. Das Ergebnis: **«Tolkienes Welt war aus meteorologischer Sicht glaubwürdig.** Die simulierten Klimazonen entsprechen bestimm-

ten Regionen der Welt.» **Los Angeles und der Westen von Texas haben zum Beispiel ein ähnliches Klima wie Mordor**, also heiss und trocken. Die niederschlagsreichen Regionen, in denen die Hobbits leben, haben ein ähnliches Klima wie Lincolnshire in Grossbritannien oder die Stadt Dunedin auf der Südinsel Neuseelands.

Was wollte Lunt mit seinen Simulationen erreichen, ausser die physikalische Plausibilität der von Tolkien erschaffenen Welt zu beweisen? «Aus wissenschaftlicher Sicht ist es immer interessant, unsere Modelle zu testen, auch mit Daten aus fiktiven Geschichten», so Lunt. **«Aber ich wollte vor allem das Interesse der breiten Öffentlichkeit für meine Arbeit wecken.**

Das hat ziemlich gut funktioniert: Es sind auf der ganzen Welt Artikel über uns erschienen.» Nach diesem Erfolg wirkte Lunt am in diesem Jahr erscheinenden Buch «Die Wissenschaft von Mitteleuropa» mit. Und er modellierte das Klima der verschiedenen Königreiche von *Game of Thrones*. «Das war wissenschaftlich gesehen interessanter. Denn um den ewigen Winter zu simulieren, mussten wir die Erdachse verändern.»

«Ein Film kann schnell naiv wirken»

Die deutsche Firma The Dox bringt Filmindustrie und Forschende zusammen. Mitgründer Pablo Hagemeyer erklärt, wie das bei Spitalszenen funktioniert.

Verfolgt Jaquemet mit der wissenschaftlichen Exaktheit auch ein pädagogisches Ziel? «Das steht bei diesem Film nicht im Vordergrund. Es geht um eine ziemlich verrückte Fiktion. Aber wenn es mir gelingt, keine groben oder peinlichen Fehler einzubauen, – umso besser. Ausserdem könnten gewisse technische Entwicklungen, die im Film vorkommen, in der Zukunft Realität werden. Wenn der Film in der Forschung oder in der Öffentlichkeit Diskussionen über künstliche Intelligenz auslöst, wäre das schön.»

Film inspiriert Forschung

Die Ambitionen des Teams rund um *Electric Child* sind zwangsläufig bescheidener, als sie dies bei einer Grossproduktion wie *Interstellar* sind, einen Blockbuster des britisch-amerikanischen Regisseurs Christopher Nolan aus dem Jahr 2014. Damals arbeiteten ganze Wissenschaftsteams daran, die akkuratesten je produzierten Bilder eines rotierenden schwarzen Loches zu realisieren. «Wenn sich solche grossen Teams mit einem Thema befassen, können die Ergebnisse natürlich auch ihre Forschung beeinflussen», sagt der KI-Experte Andreas Steiner.

Der Film *Der Reformator* hat zwar die Forschungsarbeit über das Leben von Zwingli nicht direkt beeinflusst, aber doch Diskussionen in der Wissenschaft angeregt. Dank des Erfolgs in den Kinos, insbesondere in der Deutschschweiz, erfuhr zudem die breite Öffentlichkeit mehr über die Ereignisse im Zürich des 16. Jahrhunderts.

Geneviève Ruiz ist freie Journalistin in Nyon.

Pablo Hagemeyer, weshalb braucht es The Dox?

Die Produktionsteams von Filmen und Fernsehserien wenden sich an unser Wissenschaftsnetzwerk, weil sie sicher sein wollen, dass das Drehbuch, die Dialoge, aber auch die Kulisse oder die Gestik der Schauspielerinnen keine unpassenden Elemente enthalten. Denn ein Film kann schnell dumm oder naiv wirken, wenn zu viele Fehler vorkommen. Das ist vor allem im medizinischen Bereich der Fall, zu dem wir die meisten Anfragen erhalten.

Wie wirken Sie konkret bei den Dreharbeiten mit?

Wenn zum Beispiel eine Szene in einem Spital spielt, sollte das Umfeld glaubwürdig aussehen. Die Gesten und Instrumente der Chirurgen müssen stimmen. Symbolische Elemente wie Stethoskope oder medizinische Akten müssen an plausiblen Stellen platziert werden. Und wenn in der Notaufnahme das gesamte Produktionsteam Platz finden soll, lässt sich dies nicht improvisieren.

Was motiviert Wissenschaftlerinnen, Dreharbeiten zu unterstützen?

Sicher nicht das Geld! Ich würde sagen, weil sie gerne Wissen weitergeben. Und weil sie Freude oder vielleicht auch Spannung verspüren, wenn sie an einem kreativen Prozess mitwirken. Es bereichert ihr Leben.

Arrival: linguistische Komplexität bei Begegnung mit Ausserirdischen

Zwölf **ausserirdische Raumschiffe** landen an verschiedenen Orten der Welt. Was sie vorhaben, ist dem US-Militär nicht bekannt, weshalb die **Sprachexpertin Louise Banks** beauftragt wird, den **Kontakt zu diesen Heptapoden (Siebenfüssern) herzustellen**. Diese kommunizieren, indem sie aus ihren Händen eine Flüssigkeit abgeben und damit komplexe Ringe zeichnen. An einer Schlüsselstelle des Films *Arrival* von Denis Villeneuve von 2016 schreibt die Linguistin auf eine grosse Tafel den Satz «Was ist euer Ziel auf der Erde?» Die Linguistin zerlegt den Satz und zeigt, wie komplex er ist. «Er besteht aus Wörtern mit unklarer Bedeutung – dem Fragepronomen

«was» und der Präposition «auf» – und enthält grammatikalische Bezüge zwischen Wörtern: etwa durch das Pronomen «euer» auf die Ausserirdischen selbst», erklärt Frédéric Landragin, Forschungsdirektor am CNRS, der sich auf Linguistik und maschinelle Sprachverarbeitung spezialisiert und das Buch «Wie spricht ein Alien?» verfasst hat.

Für den Linguisten sind Figur und Erklärungen von Banks glaubwürdig. **«Der Film hebt sich klar von karikaturistischen Streifen ab**, in denen die Ausserirdischen fliessend Englisch sprechen oder einen automatischen Universalübersetzer mitbringen.» Banks zeigt im Verlauf des Geschehens auch **Vorbehalte**

gegenüber einer vorschnellen Interpretation von Kommunikation. «Wir sehen ihr Team bei der Arbeit, beobachten ihre Versuche und ihre Fortschritte. Der Film ist in dieser Hinsicht vorbildlich.» Eine Einschränkung macht Landragin dennoch: In *Arrival* werden nur Wörter erlernt, die Objekte im Raumschiff bezeichnen: Der gesamte Austausch findet in einem dunklen, leeren Raum statt. Louise Banks benennt sich selber und verweist damit auf ein Individuum, ihr Kollege Ian Donnelly mimt das Gehen und damit eine Handlung. Hingegen wird **nicht gezeigt, wie man das Wort Ziel erklären könnte, also ein abstraktes Konzept.** «Das wäre natürlich wesentlich anspruchsvoller.»



Die wissenschaftliche Assistentin Jay übt den Umgang mit ihrem Avatar in der von Informatikprofessor Sonny kreierten virtuellen Welt. Dreharbeiten zum Science-Fiction-Film *Electric Child*. Foto: Michel Gilgen



Kleine Archetypenschau der Forschenden auf der Leinwand

Blockbuster werden von Millionen von Menschen gesehen. Die darin gezeigten Klischees prägen die Vorstellungen des Publikums, so auch über die meistens männlichen Wissenschaftler. Eine Einteilung.

Text Roland Fischer

1 Der klassische Mad Scientist

In dieser Kategorie gibt es keine psychologischen Feinheiten, keine guten Motive gone wrong. Der klassische Mad Scientist ist, wie der Name schon sagt, dem Wahnsinn verfallen. Das äussert sich einerseits in übersteigter Genialität, geht aber leider oft auch mit einem Weltherrschaftsanspruch oder einer sadistischen Ader einher.

Deshalb eignen sich Mad Scientists wunderbar als Kontrahenten für Superhelden, zum Beispiel Otto Octavius mit seinen AI-gesteuerten Robotertentakeln bei *Spiderman* oder die Mensch-Pflanzen-Hybride Poison Ivy bei *Batman & Robin*. Das Genre hat ja ein dramaturgisches Grundproblem: Wer soll es mit Heldinnen aufnehmen, die von Anfang an allen überlegen sind? Spannung kommt erst auf, wenn wissenschaftlich-technisches Wissen ebenfalls Superkräfte verleiht.

Man darf Mad Scientists deshalb nicht falsch verstehen, als Diffamierung. Vielmehr handelt es sich um einen Ritterschlag für die Möglichkeiten von Wissenschaft und Technik. Und gleichzeitig sind die Mad Scientist auch eines der wichtigsten populturellen Beispiele für die Reflexion der Verantwortung, die mit dieser Macht einhergeht.

2 Der geniale Tüftler

Das ist eine grosse Schublade. Ausgehend von den gutangezeigten Ingenieuren bei Jules Vernes – man denke an das Unterwasser-Konstruktionsgenie Captain Nemo – wurden die Erfinder nach und nach immer exzentrischer: Wir haben wohl eher Emmett Brown (Doc) vor Augen, den schlecht frisierten Erfinder der Zeitmaschine in *Zurück in die Zukunft*. Seither changiert das Technikgenie im Film ewig zwischen coolem Immer-eine-Lösung-Parathaben und liebenswertem Wahnsinn. Man denke zum Beispiel an Beam-me-up-Scotty, den Chefingenieur und technischen Rückhalt im *Raumschiff Enterprise*, oder an den unermüdlichen Gadget-Erfinder Q aus den Bond-Filmen.

Nach wie vor aber stehen die Ingenieure im Film im Schatten der Wissenschaftler, sie sind graue Mäuse, was ihr narratives Potenzial angeht. Den real existierenden Ingenieurinnen und Ingenieuren wird es recht sein, dass sich Hollywood in gesellschaftskritischer Hinsicht lieber an den Grundlagenforschenden abarbeitet als an den Personen, die für die konkreten technischen Anwendungen verantwortlich sind. Unlängst begann sich das allerdings zu ändern: Seit die Kategorie noch einmal starken Zulauf hat, mit all den Nerds und Hackern aus dem Cyberspace, geht es oft auch um ethische Fragen rund um Technik, darum, wie man sie korrekt anwendet und wo die Macht in den Maschinen sitzt. Und hier kommen dann endlich auch ein paar Ingenieurinnen oder eher Coderinnen vor. Die bekannteste von ihnen ist wohl Lisbeth Salander aus der *Millennium*-Krimitrilogie – noch nicht die Hauptrolle, aber schon nahe dran, fast wie in den Tech-Firmen.

3 Der weltfremde Schussel

Es ist das wohl simpelste Klischee des Forschers: der lebensfremde Kopfmensch im Elfenbeinturm wie *Der verrückte Professor* – unwiderstehlich verkörpert von Jerry Lewis in der gleichnamigen Komödie. In seiner Unbeholfenheit zwar durchaus liebenswert, aber mit allem Physischen überfordert und mit wenig Sex-Appeal ausgestattet. Die Urform ist Professor Rath, der vom blauen Engel Marlene Dietrich verführt wird und dabei keine glückliche Figur macht.

Die Wiener Soziologin Eva Flicker kennt auch die Old Maid als weibliche Variante, nur an ihrer Arbeit interessiert und nicht auf ihr Äusseres bedacht, wie Dr. Constance Petersen in Hitchcocks *Ich kämpfe um dich*. Oft wird die Maid von einem Mann «erlöst», das hässliche Entchen wird zum Schwan und verliert die intellektuelle Brillanz.

4 Der gefürchtete Zauberlehrling

Es ist der wahrscheinlich älteste Typus der Forschung in der Fiktion: die Hybris. Wie Goethe schon im ausgehenden 18. Jahrhundert in seinem Zauberlehrling schrieb: «Die ich rief, die Geister / Werd ich nun nicht los.»

Im Stummfilm ikonografisch geworden mit *Doktor Frankenstein* und dem Androiden-Forscher Rotwang in *Metropolis*, hat die Figur des über-ehrgeizigen Forschers, dessen Arbeit in die Katastrophe führt, viele Fortschreibungen erfahren: Science-Fiction-Fans denken vielleicht an *Westworld*, wo humanoide Roboter den Aufstand proben, Blockbuster-Liebhaber an *Jurassic Park*. Frauen kennen diese Hybris offenbar kaum, jedenfalls nicht in der Vorstellung der Drehbuchschreiber.

5 Die ignorierte Warnerin

Auch eine Kategorie mit grosser Vorgeschichte. Immer wieder scheitern Wissenschaftlerinnen im Film in klassischer Cassandra-Manier bei der Aufgabe, die Gesellschaft vor einer drohenden Katastrophe zu warnen. Sie wissen es zwar besser als alle anderen, aber niemand will auf sie hören – schon gar nicht die Politik, die sie zwar gern vorlädt, dann aber lieber alle Bedenken in den Wind schlägt – oder von Anfang an lieber aufs Militär hört.

Gerade eben sehr schön und kontrovers vorgeführt in *Don't Look Up*, in dem Astrophysikprofessor Randall Mindy und seine Doktorandin Kate Dibiasky umsonst vor dem Einschlag eines Meteoriten warnen, was allgemein als Allegorie auf die Situation der Klimawissenschaft gelesen wurde. Konkreter wurde diese hoffnungslose Aufklärerinnenrolle in Zeiten der drohenden Klimakrise von Jack Hall verkörpert, im Thriller *The Day After Tomorrow* – der der Dramatik halber eine seltsame Beschleunigung und Umkehrung des Klimawandels annahm und die Welt innert Stunden tiefgefrieren liess. Da kam dann alles Warnen sowieso zu spät.

6 Die smarte Abenteurerin

Es gibt auch die Antithese zum wenig attraktiven Schussel – es gibt den Forscher auch als Herzensbrecher, als Weltentdecker, als smarten und gutausschenden Helden. Am ikonischsten verkörpert wohl von *Indiana Jones*, dem peitschenschwingenden Archäologen, der es mit Grabflüchen ebenso aufnimmt wie mit gewissenlosen Nazis. Aber auch Hitchcock dachte sich solche Rollen aus, der Physiker Michael Armstrong muss im *Zerrissenen Vorhang* einige Abenteuer im Osten bestehen – und das tut er natürlich mit Bravour.

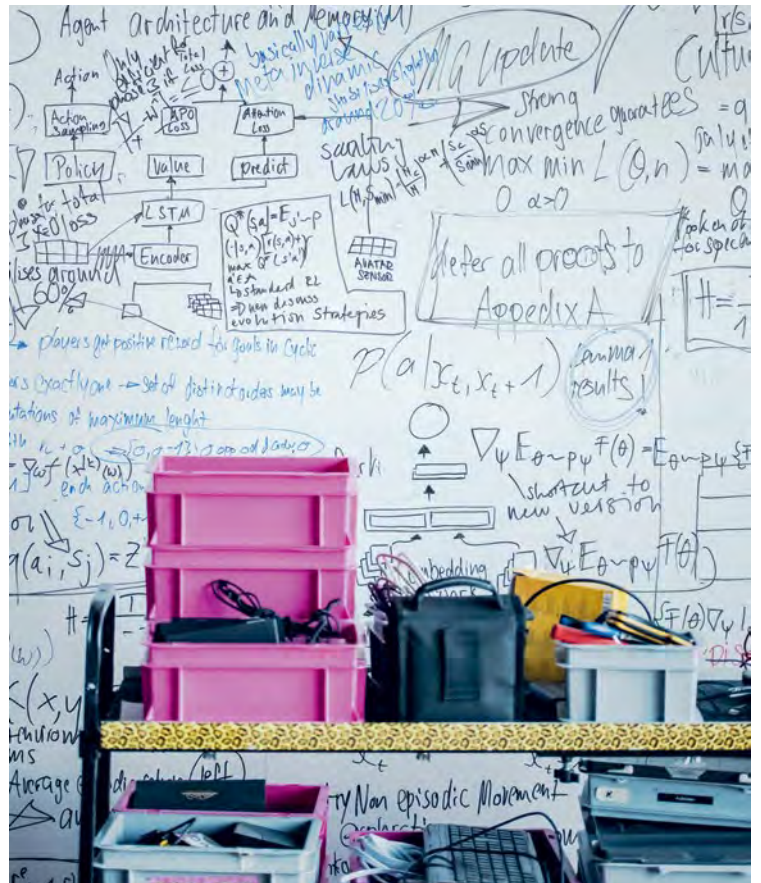
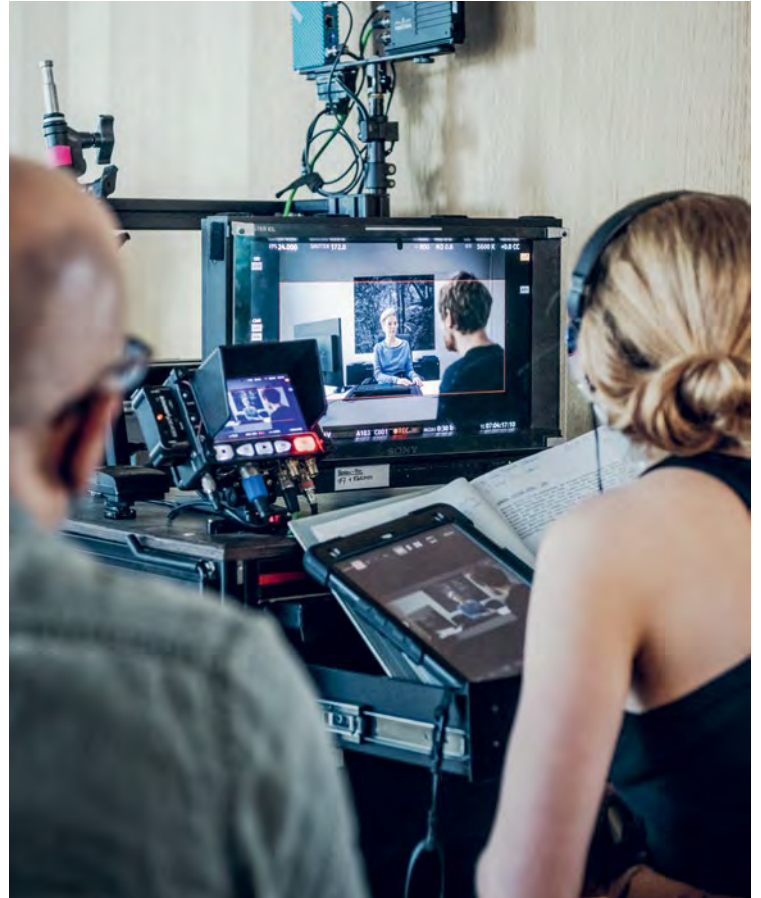
MacGyver gehört wohl auch hierher, obwohl er auch etwas von einem genialen Tüftler hat. Hier tummeln sich auf einmal auch eine Menge Frauen, weil Hollywood Wissenschaftlerinnen am liebsten nach dem Schema sexy and smart zeichnet. Um nur zwei Beispiele zu nennen: Jo Harding, die Meteorologin und Wirbelsturmjägerin in *Twister*, und Amelia Brand, die Biologin in Christopher Nolans Sci-Fi-Drama *Interstellar*.

Die Filmsoziologin Eva Flicker hat ihre Analyse selbstredend betitelt: «Between Brains and Breasts – Women Scientists in Fiction Film: On the Marginalization and Sexualization of Scientific Competence». Die quantitativ wichtigste Kategorie nach Flickr ist die Daughter/Assistant, wie Sarah Sherman im *Zerrissenen Vorhang*. Sie sind zwar smart and capable gezeichnet, aber weil ihnen immer nur die Nebenrolle zugedacht wird, kommen ihre Fähigkeiten erst gar nicht zur Geltung.

Roland Fischer ist Wissenschaftsjournalist in Basel.



Im Uhrzeigersinn von links oben: Prototyp eines Roboters von der ETH Zürich für die Kulisse von *Electric Child*. Filmcrew beobachtet Informatikprofessor Sonny. Wissenschaftliche Kritzeleien auf dem Whiteboard als Filmrequisiten. Übung für eine Stuntszene. **Fotos: Michel Gilgen**



Damit der Server in *Electric Child* richtig Eindruck macht, entsteht ihm bisweilen weisser Rauch, was in Realität natürlich nicht passieren würde. Hier bläst die Filmcrew den Rauch mit der Windmaschine wieder aus dem Raum, um einen frischen Take der Szene drehen zu können. Fotos: Michel Gilgen



«Ikonische Bilder zu produzieren, das ist die grosse Kraft von Kino»

Grosse Angst vor dem Atomkrieg, Entsetzen über Minderjährige, die Sex haben – Filme können sich ins kollektive Gedächtnis einbrennen oder hitzige Debatten auslösen. Historiker Martin Bürgin erklärt, was Kino in unseren Köpfen macht.

Text Judith Hochstrasser Foto Fabian Hugo

Martin Bürgin, wieso hat der Netflix-Film *Don't look up* so viel Echo bekommen?

Weil er medial heiss diskutierte Themen aufnimmt: Ein Komet, den manche nicht sehen wollen als Metapher für das Leugnen der Klimaerwärmung, politischer Populismus, die verschiedenen Lager, die einander nicht zuhören. Zudem versammelt er ein grosses Staraufgebot. Das macht ihn für die Medien spannend.

Ohne Meryl Streep, Leonardo Di Caprio und Co. wäre der Film nicht so erfolgreich gewesen?

Es stellt sich tatsächlich die Frage, ob wir in zwanzig Jahren noch von *Don't look up* sprechen werden. Es gibt andere Filme, die Klimathemen erfolgreicher adressieren.

Bleiben wir kurz bei *Don't look up*: Kann ein Film die Leute erziehen?

(Lacht.) Die erzieherische Funktion des Kinos: der Traum aller aktivistischen Filmschaffenden und Propagandaabteilungen. Letztlich bleibt das aber eine schwierig zu beantwortende Frage. Was sich feststellen lässt: Ab den Achtzigerjahren häufen sich Filme zur Umweltzerstörung durch den Menschen wie Klimaerwärmung, Waldabholzung oder eine Welt nach Atomkriegen. Hier ist tatsächlich oft eine erzieherische Funktion intendiert. Es wird mit Ängsten gespielt, in der Hoffnung, das Publikum zur Nachhaltigkeit zu bewegen.

Von welchen Filmen sprechen Sie?

Denken wir etwa an *The Day After* oder Blockbuster wie *Waterworld* und *Avatar*, aber auch an kleinere Produktionen wie *Tank Girl* oder Animationsfilme wie *Nausicaä aus dem Tal der Winde* und *Prinzessin Mononoke*.

Waterworld von Kevin Costner? Da fehlt der Tiefgang ein wenig.

(Lacht.) Das ist ein guter Punkt. Actionreiche Blockbuster erreichen allerdings ein grosses Publikum. Vielleicht auch eines, das nicht un-

bedingt affin für Umweltpolitik ist. *Waterworld* beginnt damit, dass die Eiskappen geschmolzen sind und die Erde zu grossen Teilen überflutet ist. Die Menschen leben auf gebastelten Inseln und sind auf der Suche nach fruchtbarem Boden. Das Bild der Erde, die nur aus Wasser besteht, prägt sich ein.

Wie prägen sich kleine Produktionen ein?

Aus der gleichen Zeit stammt *Tank Girl*. Ein Film über eine Punkerin, die in einem Panzer lebt und gegen die grossen Konzerne ankämpft. Anders als bei *Waterworld* führt die Klimaerwärmung hier dazu, dass die Erde zur Wüste wird. Zwei unterschiedliche Szenarien, welche die Folgen der Klimaerwärmung illustrieren, beide 1995 gedreht. Bei *Tank Girl* geht es zudem um sogenannten Raubtierkapitalismus und Globalisierung. Ein typischer Diskurs der Neunzigerjahre: Regierungen, die an Macht verlieren, und die grossen Firmen, die die Welt beherrschen.

Diese Filme spiegeln gesellschaftliche Ängste. Können sie diese verstärken?

Ich bin nicht sicher. Film als Medium kann aber Debatten verändern, indem er technische und politische Diskussionen in Geschichten verwandelt, in Bildern, Tönen und eingängigen Dialogen inszeniert. Diese werden dann von der breiten Öffentlichkeit aufgegriffen. Ein Film hat vor allem das Potenzial, ikonische Bilder zu produzieren.

Ein Beispiel?

Die Atompilze über dem friedlichen Kansas in *The Day After*, der Blitz nach dem Zünden der Atombombe, die Feuerwalze, der nukleare Niederschlag, der sich über alles legt. Das sind gewaltige Bilder, die sich in die Erinnerung des Publikums einbrannten und Teil des kollektiven Gedächtnisses wurden. Hier sehe ich die grosse Kraft des Kinos. Wir meinen zu wissen, wie ein Atomkrieg aussieht, auch wenn wir ihn nie gesehen haben.

Und aus dem aktuellen Filmschaffen?

In der Ära Donald Trump ist die Serie *The Handmaid's Tale* gedreht worden: Eine Dystopie, die eine patriarchale, totalitäre und christlich-fundamentalistische Gesellschaft entwirft, in der Fruchtbarkeit zu einem seltenen Gut wurde. Gebärfähige Frauen werden wie Sexsklavinnen gehalten. Bei Protesten gegen den Präsidenten haben sich Aktivistinnen als solche verkleidet, insbesondere als Brett Kavanaugh Richter am Supreme Court werden sollte, ein Evangelikaler, gegen den Vorwürfe wegen sexueller Nötigung erhoben wurden. Indem die Aktivistinnen in den ikonischen Kleidern der Handmaids protestierten, verknüpften sie Kavanaugh imagologisch mit dem patriarchalen und theokratischen Herrschaftssystem der Serie.

Manche Filme ernten regelrechte Entrüstungstürme. So etwa *Kids* im Jahr 1995. Es gab Sexszenen zwischen Minderjährigen. Ein typisches Setting für einen Skandal?

Minderjährigensex im Kino birgt sicher Skandalpotenzial. Gegen *Kids* wurde der Vorwurf laut, es sei ein voyeuristischer Film mit pornografischen und pädophilen Zügen. Wichtig ist dabei auch, dass er von Disney produziert wurde, einer Produktionsfirma, die sich um ein familienfreundliches Image bemüht. Sein gesellschaftspolitischer Wert liegt aber in der Art und Weise, wie er die HIV-Debatte prägte, sie kompromisslos inszenierte, in der Sprache der Jugendlichen, mit Handkamera und Laienschau Spielern. Das alles vermittelt Authentizität. Gerade deshalb wurde er zum Erfolg. Auch ein ikonischer Film.

Können solche Filme Tabus aufbrechen?

Ja, sicher. Indem sie eben Debatten anreissen oder intensivieren. Themen werden schliesslich enttabuisiert, indem sie öffentlich verhandelt werden. Aber: Das ist kein linearer Prozess. Überwunden geglaubte Tabus kön-



Riecher für Skandale

Martin Bürgin ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der theologischen Fakultät der Universität Bern. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören unter anderem **Filmgeschichte, Erinnerungskulturen und Religionskonflikte**. Seine jüngsten Publikationen analysieren **Skandalisierungs-momente in Politik und Gesellschaft**. Seit 2015 kuratiert er die Filmreihe «Royalscandalcinema» in Baden.

Bricht hier eine neue Ära an?

Mit Netflix und anderen Streamingdiensten verändert sich tatsächlich der Zugang zu Filmen. Der Filmzensur sind, anders als im Kino oder im staatlich kontrollierten Fernsehen, Grenzen gesetzt. Das Publikum kann diese Filme im privaten Raum ohne soziale Kontrolle konsumieren. So können die Streamingdienste neue Märkte anvisieren. Mit Erfolg. *Perfect Strangers* war im Januar der meistgesehene Netflix-Film in Ägypten. Man sieht daran auch: Skandale generieren Publikum. Vor allem aber kommt es zu einer Globalisierung von Skandalisierungsprozessen. Das finde ich spannend.

Sie kuratieren eine über mehrere Jahre dauernde Filmreihe mit Skandalfilmen im aargauischen Baden. Warum?

Ich finde es reizvoll, Wissenschaft in einem kulturellen Setting zu vermitteln. Durch die Skandalisierungsprozesse lässt sich gut nachvollziehbar aufzeigen, wie verschiedene soziale Gruppen mit unterschiedlichen Weltbildern aufeinanderprallen. Manchmal in hoch emotionaler Form, wie etwa bei *Kids* oder *The Last Temptation of Christ*.

Sie zeigen auch rassistische Filme.

Das stimmt. Doch wir debattieren die Filme. *Jud Süß* etwa war eine der grossen Propagandakisten der Nazis und dramaturgisch geschickt inszeniert. Ein befreundeter Historiker meinte, man dürfe ihn nicht öffentlich zeigen. Ich sehe das anders. Indem wir solche Filme dekonstruieren, brechen wir ihre vermeintliche Aura. Gefährlich ist es eher, *Jud Süß* so zu behandeln, als hätte er die Macht, von sich aus Menschen umzupolen und zu Antisemiten zu machen. Ich würde dagegenhalten, dass wir diese Aura erst schaffen, wenn wir darauf verzichten, den Film einer Kritik zu unterziehen. Hier glaube ich an die aufklärerische Kraft der Wissenschaft.

Judith Hochstrasser ist Co-Redaktionsleiterin von Horizonte.

nen auch wieder zurückkehren. Zudem gelten in unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen verschiedene Ansichten darüber, was tabu sein soll und was nicht.

Wegen *The Last Temptation of Christ* von 1988 gingen solche Gruppen aufeinander los. Es gab gar Attacken auf Kinos.

Martin Scorsese zeigte einen Jesus, der voller Selbstzweifel ist, aber auch Träume und Begehren hat. Einen sehr menschlichen Jesus also. In einer Traumsequenz wird gezeigt, wie er Geschlechtsverkehr mit Maria Magdalena hat. Das war für viele Gläubige dann allzu menschlich – und hat rund um den Globus zu gewaltigen Protesten geführt. Diverse Staaten liessen den Film zensieren. Gleichzeitig begrüsst progressive Theologinnen das darin gezeigte Jesusbild. Es ging im Wesentlichen

um zwei Fragen: Wie wird Jesus gedacht? Und was sind die Grenzen des Zeigbaren?

Die Wikipedia-Skandalfilmreihe nennt als jüngsten Film *Antichrist* von 2009. Sind wir nicht mehr zu erschüttern?

(Lacht.) Im westlichen Filmschaffen verhält es sich momentan tatsächlich eher ruhig.

Und jenseits der westlichen Welt?

Da ist es anders. Dieses Jahr hat etwa die Netflix-Produktion *Perfect Strangers* in Ägypten für Furore gesorgt. Ein an sich harmloser Film. Eine befreundete Gruppe beschliesst für einen Abend, die Handynachrichten offenzulegen. Es geht um Sex, auch um Homosexualität. Das hat für Empörung gesorgt: vom Shitstorm über Gerichtsklagen hin zu Parlamentsabgeordneten, die gegen Netflix schiessen.

Im Versuchslabor des Raum-Zeit-Kontinuums

Zeitreisen sind ein Menschheitstraum. Aus Drehbüchern für Science-Fiction ist das Sujet kaum wegzudenken. Doch können die Plots aus physikalischer Sicht funktionieren?

Text Florian Fisch

Science-Fiction verspricht uns Menschen eine Welt, in der im Prinzip alles möglich ist: sowohl einen Blick in die Zukunft zu werfen als auch die Vergangenheit unseren Wünschen anzupassen. «Wir sind fasziniert von Zeitreisen, weil wir uns damit von den Grenzen in Raum und Zeit befreien können», sagt Marc Atallah, Literaturdozent an der Universität Lausanne und Direktor des Science-Fiction-Museums La Maison d'Ailleurs in Yverdon-les-Bains.

Eigentlich reicht dafür ein Blick in den Sternenhimmel: Wir schauen dabei Millionen Jahre in die Vergangenheit, so weit zurück, wie das Licht braucht, um von den Galaxien zur Erde zu gelangen. Dank den in der Relativitätstheorie beschriebenen Effekten geht es aber auch aktiver. Bei hohen Geschwindigkeiten oder starker Gravitation vergeht die Zeit relativ zum Rest langsamer. Im Alltag der Raumfahrt entstehen in einem Jahr jedoch nur Abweichungen im Bereich von Milliardstelsekunden.

Im Blockbuster *Interstellar*, in dem ein Team von Forschenden einen Ausweg für die ums Überleben kämpfende Menschheit zu finden versucht, werden allerdings Stunden zu Jahren, als sich das Raumschiff einem schwarzen Loch nähert. Noch länger dehnt sich die Zeit im Film *Planet der Affen*, bei dem Astronauten auf einem unbekannten Planeten landen, der sich schliesslich als ihr Heimatplanet Erde in der Zukunft entpuppt, nachdem er von einem Atomkrieg verwüstet wurde.

Harry Potter und Hermine sind die Cracks

Die Dehnung der Zeit ist eine von vier Kategorien, in die Physik-YouTuber Henry Reich Zeitreisen einteilt. Auf seinem Kanal Minute Physics beschreibt er auch das Motiv der Wiederholung, wie sie in der Komödie *Und täglich grüsst das Murmeltier* zelebriert wird: Der zynische Wetteransager muss den gleichen Tag so oft wiederholen, bis er derart geläutert ist, dass sich sogar seine Arbeitskollegin in ihn verliebt.

Für sich alleine stehend betrachtet Reich seine Lieblingszeitreise in *Harry Potter und der Gefangene von Askaban*. Dort können Harry und Hermine an einen Zeitpunkt vor drei Stunden zurückkehren, wo sie als Doppelgänger die Geschehnisse genau so ablaufen lassen müssen wie beim ersten Durchlauf. Die Vergangenheit kann also nicht verändert werden, wodurch auch keine Paradoxien entstehen. «Logische Konsistenz ist die Grundlage für gute Zeitreisegeschichten – nicht, weil sie an sich wichtig ist, sondern weil wir glauben müssen, dass Handlungen auch Konsequenzen haben, damit wir uns für die Figuren in der Geschichte interessieren», erklärt Reich dem Publikum.

Die populärste Form der Zeitreise ist der letzte Typ: Alles ist möglich. Hier kommen typischerweise Zeitmaschinen zum Einsatz wie das Auto mit dem Fluxkompensator im Film *Zurück in die Zukunft*. Mit dem Gerät reist der Teenager Marty McFly aus Versehen aus dem Jahr 1985 ins Jahr 1955, wo er das Date seiner Eltern vermasselt. So muss er

neben seiner Rückkehr auch noch seine Zeugung sicherstellen und schafft es nebenbei, dass seine Eltern cooler werden als vorher.

Zumindest theoretisch könnte diese Art von Zeitreise möglich sein. Wer mit den Gleichungen der Relativitätstheorie spielt, kann in der Raumzeit – die Kombination aus den drei Raumdimensionen und der Zeit – Querverbindungen, sogenannte Zeitschleifen, generieren. Diese würden erlauben, sich vorwärts in die Vergangenheit zu bewegen.

Eine andere, viel diskutierte Möglichkeit sind Wurmlöcher. Sie könnten unterschiedliche Orte und unterschiedliche Zeiten im Universum wie eine Art Tunnel miteinander verbinden. In der BBC-Kultserie *Doctor Who* befindet sich ein Ende eines Wurmlochs im walisischen Cardiff. Physikalisch sind Wurmlöcher zwar vorstellbar, wurden aber noch nie beobachtet. Der im *Star-Trek*-Universum angewandte Warp-Drive ermöglicht Überlichtgeschwindigkeiten und damit im Prinzip auch eine Umkehr der Zeit. Für die nötige, rein theoretisch mögliche Verformung der Raumzeit müsste irgendwo erst noch exotische Materie mit negativer Masse entdeckt werden.

Keine Flucht vor eigenem Schicksal möglich

«Es gibt keine Gründe, daran zu glauben, dass Zeitreisen einmal möglich sein werden», sagt Stefan Wolf, Leiter der Forschungsgruppe für Kryptografie und Quanteninformation an der Università della Svizzera italiana in Lugano und Mitautor eines Artikels zum Thema Zeitreisen. «Es gibt aber auch keine Gründe, Zeitreisen auszuschliessen.» An einer echten Zeitreise etwa von Elementarteilchen werde allerdings nirgends geforscht. «Die theoretische Untersuchung der Möglichkeit von Zeitreisen eröffnet aber ein Feld, in dem mathematische Phänomene studiert und eventuell auch Gründe gefunden werden können, die gegen mögliche Zeitreisen sprechen», so Wolf.

Gerade weil wir intuitiv die physikalischen Grenzen kennen, interessieren wir uns für solche Geschichten, sagt der Lausanner Science-Fiction-Forscher Atallah. «Zeitreisen erlauben uns, interessante Geschichten zu erzählen.» So könnte die Vergangenheit neu gedacht werden, wie im Film *Das Jesus Video*, wo sich die katholische Kirche vor der Enthüllung der Wahrheit fürchtet. Mit dem Abstand einer hypothetischen, fernen Zukunft lasse sich auch die Gegenwart gut kritisieren, wie im Film *Die Zeitmaschine*, in dem der Held aus dem viktorianischen Zeitalter in eine Zukunft mit zwei Menschenarten reist – eine im Untergrund lebende, kannibalistische und eine dumme und bequeme an der Oberfläche. Interessant sei auch einfach das Spiel mit den Paradoxien, wie bei *12 Monkeys*, an dessen Schluss die Hauptperson als Kind die eigene Tötung als Erwachsener miterlebt. Die Moral: Dem Schicksal kann man nicht einmal mit einer Zeitreise entfliehen.

Florian Fisch ist Co-Redaktionsleiter von Horizonte.



Informatikprofessor Sonny, verkörpert von Elliott Crosset Hove, kann es nicht glauben: Der Computer im Film *Electric Child* hat ein Eigenleben entwickelt.

Foto: Michel Gilgen

Im Stall mit höchster Sicherheitsstufe

Das Vogelgrippevirus grassiert immer wieder, die Afrikanische Schweinepest hat unser Land beinahe umzingelt. Wie sich solche Tierkrankheiten bekämpfen lassen, untersuchen die Forschenden im Schweizer Zentrum für hochansteckende Tierseuchen in Mittelhäusern.

Text Santina Russo Fotos Raffael Waldner

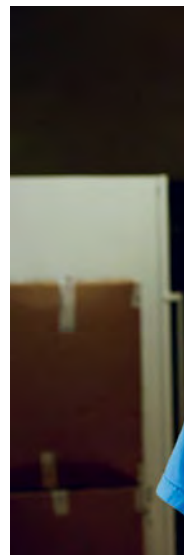
1



2



3



5

4

Den sechs Schweinen merkt man nichts mehr an. Die Tiere – Weibchen und kastrierte Männchen, alle ein halbes Jahr alt – umringen Katarzyna Sliz, stupsen mit der Schnauze ihre Hände. «Sie wissen genau, von wem sie ihr Futter bekommen», sagt die Versuchstierpflegerin schmunzelnd. Als sie etwas Granulat in den Koben schüttet, gibt's ein Gerangel, während die Tiere das Futter im Stroh aufstöbern. Das ist ein gutes Zeichen: «Gesunde Schweine haben immer Appetit», sagt Sliz. An diesem Dienstagmorgen Ende April sind sie gefräßig und aufgeweckt. Noch vor acht Wochen waren sie schwer krank – infiziert mit dem Erreger der Afrikanischen Schweinepest.

Diese hochansteckende Krankheit befällt Haus- und Wildschweine und ist fast immer tödlich: Die infizierten Tiere sterben innert sieben bis zehn Tagen. Dass die Schweine hier im Hochsicherheitsstall des Instituts für Virologie und Immunologie (IVI) im bernischen Mittelhäusern, des Schweizer Zentrums für hochansteckende Tierseuchen, noch leben, liegt daran, dass sie eine abgeschwächte Form des Virus erhielten. «Dieser seltenen natürlichen Variante fehlen grosse Genabschnitte, die für die Virulenz wichtig sind», erklärt Nicolas Ruggli. Der Virologe und Tierarzt leitet die Tierhaltung und die Tierversuche am IVI.

Das abgeschwächte Virus nutzen Ruggli und sein Team, um zu untersuchen, wie sich das Immunsystem dagegen wehren kann. Bei einer Infektion mit der weit häufigeren und tödlichen Variante des Virus ist das nicht möglich – die Schweine sterben, noch bevor sie eine an den Erreger angepasste Immunabwehr aufbauen konnten.

Die Afrikanische Schweinepest hat sich bereits über weite Teile Europas ausgebreitet, auch bis in unsere Nachbarländer Deutschland und Italien. Und das Virus ist äusserst widerstandsfähig: Es überlebt sogar in Fleischprodukten wie Salami über Monate hinweg – und bleibt dabei ansteckend. Für Menschen ist der Erreger ungefährlich, doch für die einheimischen Wild- und Hausschweine wäre er verheerend. «Darum müssen wir vorbereitet sein und möglichst viel darüber lernen, wie das Virus wirkt und wie wir es stoppen können», sagt Ruggli.

Ein sauberer Saustall

Die sechs Versuchsschweine am IVI waren rund 20 Tage lang krank. Sie hatten zeitweise hohes Fieber und waren sehr schwach. Auch nachdem sie sich erholt haben, tragen sie den Erreger im Blut sowie spezialisierte Antikörper und T-Zellen, die ihr Immunsystem gebildet hat. Einmal im Monat nimmt Katarzyna Sliz den Tieren Blut ab. Nicolas Ruggli und sein Team analysieren unter anderem die M-RNA aus den T-Zellen in den Blutproben. Denn deren Zusammensetzung zeigt, welche Proteine bei der Immunantwort gebildet und welche Signalübertragungswege aktiviert wurden. «Daraus können wir rückschliessen, welche Komponenten von einer Impfung angeregt werden müssten», erklärt Ruggli.

Neben der regelmässigen Blutentnahme unterscheidet sich das Leben der Schweine im IVI kaum von dem ihrer Artgenossen in Ställen ausserhalb des Hochsicherheitstraktes. Vielleicht ist es etwas spannender, denn hier haben die Tiere Spielzeug – zum Beispiel Kauschläuche und einen von der Decke hängenden Heukorb. Ein Unterschied zu einem normalen Schweinestall ist jedoch die Sauberkeit: Jeden Tag wird ausgemistet und neu eingestreut, zudem bekommen die Tiere jeden Morgen eine Dusche. Auch heute spritzt Sliz sie mit einem Wasserschlauch. Für die Forschung ist absolute Reinlichkeit ein Muss: «Während eines Versuchs müssen im Stall immer möglichst die gleichen Bedingungen herrschen», erklärt Sliz. «Das ist am einfachsten, wenn man diesen penibel sauber hält.» Für die Menschen erscheint der Unterschied zu einem normalen Stall wegen der Sicherheitsmassnahmen sehr



- 1 Versuchstierpflegerin Katarzyna Sliz kümmert sich im Institut für Virologie und Immunologie (IVI) um das Wohl der Kühe, Schweine und Hühner.
- 2 Die Ställe des Schweizer Zentrums für hochansteckende Tierseuchen im bernischen Mittelhäusern sind Hochsicherheitszonen.
- 3 Virologe und Tierarzt Nicolas Ruggli leitet am IVI die Tierhaltung und die Tierversuche.
- 4 Diese Schweine waren an einer milden Form der Afrikanischen Schweinepest erkrankt, sind nun aber wieder gesund.
- 5 Drei Schleusen müssen passiert werden, um in den Hochsicherheitstrakt des IVI zu gelangen. Im Bereich, wo mit auf den Menschen übertragbaren Viren geforscht wird, sind auch Schutzanzüge Pflicht.

gross. Um in den Hochsicherheitstrakt und zu den Schweinen zu kommen, müssen Sliz und Ruggli drei Schleusen passieren und dreimal die Kleider wechseln – zweimal mitsamt der Unterwäsche. Das Prozedere, um wieder hinauszukommen, ist noch aufwändiger: In den Schleusen müssen alle, die bei infizierten Tieren waren, ihre Stallkleider ausziehen, drei Minuten lang duschen und sich dabei zweimal einseifen – Haare inklusive. Das wird automatisch kontrolliert: Wer nicht drei Minuten unter der Dusche bleibt und den Wasserknopf nicht mindestens dreimal drückt, kommt nicht heraus. Niemand darf einen Krankheitserreger hinausschleppen.

Danach gibt's neue Kleidung für das Areal mit der nächstniedrigeren Sicherheitsstufe. Dort gibt es keine infizierten Tiere mehr, sondern Labors, in denen mit den Erregern gearbeitet wird. Am Ausgang dieses Gebäudetrakts befindet sich die nächste Schleuse, wo das Duschprozedere erneut durchlaufen werden muss, um hinaus und zum Nachbargebäude mit den normalen Laboren und Büros zu kommen. Zudem müssen sich alle, die im Hochsicherheitstrakt waren, an eine Quarantäne halten: 72 Stunden lang dürfen sie nicht in die Nähe von Nutztieren gelangen.

Neben der Afrikanischen Schweinepest untersuchen die Forschenden am IVI weitere hochansteckende Tierseuchen wie die Maul- und Klauenseuche, die Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen befällt. Immer wieder mussten ganze Herden getötet werden, um die Ausbreitung der Krankheit zu verhindern. Auch Infektionen von Vögeln und Geflügel werden am IVI untersucht, etwa die weltweit verbreitete Newcastle-Krankheit oder die Vogelgrippe H5N1, die auch Menschen befallen kann. In der Schweiz hat man zuletzt im Februar 2022 im Tierpark Bern zwei Graureiher und einen Pelikan tot aufgefunden – beide Träger des H5N1-Virus. Bestimmt wird der Vogelgrippe-Erreger jeweils zuerst am Nationalen Referenzzentrum für Geflügel- und Kaninchenkrankheiten in Zürich. Die Fachleute am IVI analysieren die Proben dann vertieft.

Eine Sicherheitsstufe tiefer und eine Schleuse weiter schaut Katarzyna Sliz noch bei einer Hühnerschar nach dem Rechten. Diese Tiere sind nicht infiziert, dennoch beobachtet die Tierpflegerin sie aufmerksam. Hätte etwa eines der Hühner struppige Federn oder würde den Kopf hängen lassen, wären das Krankheitsanzeichen. Doch hier ist alles in Ordnung. Manche dösen friedlich, andere scharren im Stroh. Als Sliz frische Körner austreut, kommt die ganze Schar ins Fressen. Derweil sammelt Sliz

die Eier ein. Die wenige Tage alten befruchteten Embryos darin benötigen die IVI-Forschenden, um im Labor etwa das Vogelgrippevirus für Forschung und Diagnostik zu vermehren.

Den Erregern stets einen Schritt voraus

Neben Hühnern und Schweinen werden am IVI auch Rinder, Schafe, Ziegen, Kaninchen, Meerschweinchen und Mäuse gehalten und untersucht. Die Ställe der verschiedenen Sicherheitsstufen können rasch für die verschiedenen Tierarten angepasst werden. Zudem gibt es ein Aussengelände, in dem zurzeit einige Rinder, Schafe und Ziegen leben. Diese sind nicht Teil eines Versuchs, sondern ihnen wird nur ab und zu Blut entnommen, das für die Forschung und für verschiedene diagnostische Tests verwendet wird.

Ein grosser Vorteil der Forschung am IVI sei, sagt Tierversuchsleiter Ruggli, dass er und seine Mitarbeitenden dort Krankheiten nicht in einem Modell, sondern im realen Wirt untersuchen können. «Irgendwann kann man eine Krankheit, die einen ganzen Organismus betrifft, nicht mehr auf einzelne Zellen oder ein Mausmodell herabbrechen.» In ihren Versuchen könnten sie Erkenntnisse gewinnen, die sich direkt an tierischen Patienten einsetzen lassen.

Nächstes Jahr plant das IVI-Team, mit der Untersuchung des zurzeit in Afrika verbreiteten Wesselsbron-Virus zu starten, das Schafe, Ziegen, Nager und auch Menschen infizieren kann. «Da der Erreger hauptsächlich von Mücken übertragen wird, steigt mit der Klimaerwärmung die Wahrscheinlichkeit, dass dieser sich künftig auch bei uns ausbreiten kann», erklärt Ruggli. «In der Virologie müssen wir allen Eventualitäten einen Schritt voraus sein, um Bedrohungen auszumachen und darauf reagieren zu können.» Das habe sich auch bei der Covid-19-Pandemie ausgezahlt: Volker Thiel, Virologe am IVI und Mitglied der wissenschaftlichen Covid-19-Taskforce, hatte schon vor Ausbruch der Pandemie lange an Coronaviren bei Katzen und Schweinen geforscht, erzählt Ruggli. «So hatten wir das Know-how, um sofort mit der Erforschung von Sars-CoV-2 zu starten.»

Zurück zu den Schweinen aus dem Versuch mit der Afrikanischen Schweinepest: Sie werden nun noch ein paar Monate am IVI beobachtet, danach werden sie gemäss ethischen Richtlinien für Tierversuche eingeschläfert. Vielleicht haben sie geholfen, künftig Zehntausenden Artgenossen das Leben zu retten.

Santina Russo ist Wissenschaftsjournalistin in Zürich.

1



5

«Irgendwann kann man eine Krankheit, die einen ganzen Organismus betrifft, nicht mehr auf einzelne Zellen oder ein Mausmodell herabbrechen.»

Nicolas Ruggli



- 1 Im Institut für Virologie und Immunologie (IVI) gibt es auch Gehege ausserhalb des Hochsicherheitsbereiches. An ihnen werden keine Viren getestet. Hier füttert Tierversuchspflegerin Katarzyna Sliz Schafe, denen regelmässig Blut für diagnostische Proben abgenommen wird.
- 2 Auch den genesenen Versuchstieren im Hochsicherheitsbereich wird regelmässig Blut abgenommen, um ihr Immunsystem zu untersuchen.
- 3 Gute Laune in der Hochsicherheitszone für Zoonosen, also für den Menschen ansteckende Krankheiten.
- 4 Im Innenbereich des IVI lebt auch eine Schar Hühner.
- 5 Die Eier, die diese Hühner legen, werden gebraucht, um Versuche mit dem Vogelgrippevirus H5N1 durchzuführen.



4

2



3

Die Vorlesung im Abseits

Die Vermittlung von Wissen gehört zu den grundlegenden Aufgaben der Hochschulen. Doch die Forschung überstrahlt die Lehre bei Weitem. Warum das so ist und warum sich das ändern sollte.

Text Benjamin Keller

«Wir müssen aufhören, die universitäre Lehre als Last zu sehen.» In einer Kolumne, die Anfang Jahr auf der Website der Fachzeitschrift *Nature* veröffentlicht wurde, rief Peter Copeland, Professor für Erd- und Atmosphärenwissenschaften an der Universität Houston in den USA, die Hochschulen dazu auf, pädagogischen Aktivitäten einen höheren Stellenwert einzuräumen. «Es wird exzellente Forschung erwartet, aber die Messlatte für die Lehre liegt weit weniger hoch, und zwischen den beiden Tätigkeiten besteht oft kaum eine Verbindung», klagt Copeland.

In der Schweiz ist der Befund ähnlich. «Es zählt vor allem die Forschung», beobachtet Guido Gefer. Der Spezialist für japanische Sprache erhielt 2021 an der Universität Zürich den Credit Suisse Award for Best Teaching. Die lokale Auszeichnung für die beste Lehre wird von der Studierendenschaft verliehen und ist mit 10 000 Franken dotiert. «Wenn sich die Universitäten in erster Linie als Orte der Forschung sehen, dann ist dieses Ungleichgewicht durchaus verständlich», urteilt der Japan-Kenner. «Zwar werden Forschung und Lehre meist in einem Atemzug als Hauptaufgaben der Universitäten genannt. Eine wissenschaftliche Karriere ist allerdings nur auf der Grundlage von Leistungen in der Forschung möglich. Die Lehre spielt de facto keine Rolle.»

Gefer bezeichnet seine eigene pädagogische Methode als «traditionell», ironischerweise sogar als «nicht professionell». Kreide und Tafel sind seine beiden Lieblingswerkzeuge. Aber er teilt sein Wissen gern mit anderen. Er mag den Austausch mit seinen Studierenden und beantwortet ihre Fragen. Vielleicht ist es genau das, was ihn so beliebt macht. «Ich kann verstehen, dass die Lehre als Last wahrgenommen wird», sagt er. «Ein junger Mensch, der eine akademische Laufbahn anstrebt, muss sich auf die Veröffentlichung von Artikeln konzentrieren, denn daran wird er gemessen.» Pädagogische Qualitäten sind ausserdem schwer zu beurteilen. «Es ist einfacher, die Leistungen in der Forschung über den Impact-Faktor zu messen.»

Ein Pädagogikkurs ist nicht die Lösung

Der gebürtige Bieler ist nicht zufällig ein guter Dozent geworden. Er hat ein Certificate of Advanced Studies in Language Teaching absolviert und bildet sich an Pädagogik-Wochenenden weiter. Ein solches Engagement «ist nicht unbedingt die Regel», räumt er ein. Für Universitätsprofessuren in der Schweiz ist keine pädagogische Ausbildung erforderlich. Überraschenderweise ist Gefer aber nicht dafür, dass sich das ändert. «Wenn kein Interesse an der Lehre besteht, glaube ich nicht, dass ein Kurs helfen kann»,

meint er. Aber die Interaktion mit dem Publikum kann für die Forschung durchaus fruchtbar sein: «Die Studierenden werfen Fragen auf, an die man vielleicht nicht gedacht hat. Sie stolpern auch immer wieder über die gleichen Probleme, was uns dazu veranlassen kann, nach dem Warum zu suchen.»

Was kann getan werden, damit Bildungsaufgaben einen höheren Stellenwert erhalten? Am anderen Ende der Schweiz stellt sich Micheline Louis-Courvoisier die gleiche Frage. «Im Idealfall ist die Lehre keine Last», meint die Vizerektorin, die an der Universität Genf für diesen Bereich zuständig ist. Sie berichtet über die Massnahmen, die ihre Institution ergriffen hat: Berücksichtigung pädagogischer Qualitäten bei der Ernennung, Probevorlesung, Webinare und ein Portal für die Lehre und vieles mehr. Es werden bei Assistenzprofessorinnen und jungen Wissenschaftlern allgemein nur geringe Anforderungen an die Lehre gestellt, damit sie sich auf die Entwicklung ihres Forschungsprogramms konzentrieren können.

Diese Problematik ist nicht neu, sondern wird bereits seit zwanzig Jahren diskutiert. Ohne sich zu den anderen Hochschulen zu äussern, ist die Vizerektorin der Ansicht, dass die Lehre zumindest in Genf heute in neuem Glanz erstrahlt. «Vor allem, seit wir die Qualität der Lehre regelmässig durch die Studierenden bewerten lassen.» Diese Bewertungen fliessen in die Vertragsverlängerungen ein. «Die Idee ist nicht, Forschung und Lehre gegeneinander auszuspielen, sondern Hinweise zu erhalten, die es uns ermöglichen, unsere Dozierenden in beiden Bereichen zu bewerten und zu unterstützen.» Auch Probevorlesungen sind nützlich. «Damit können wir beurteilen, wie verständlich erklärt und wie begeistert vermittelt wird.»

Eine andere Lösung ist die Schaffung von festen Stellen mit Schwerpunkt Lehre. Diesen Ansatz vertritt Baptiste Hildebrand. An der Universität Freiburg unterrichtet er Studierende im ersten Semester der Naturwissenschaften in den Grundlagen der Physik. Er wurde im vergangenen Jahr wie Guido Gefer mit dem Credit Suisse Award for Best Teaching ausgezeichnet. Und wie Gefer ist er nicht Professor, sondern Dozent. Er kann die Forschung vernachlässigen und sich intensiv der Lehre widmen. «Diese Position wurde geschaffen, als ich gerade mein Postdoc beendet hatte», erklärt er, der damals plante, Gymnasiallehrer zu werden. «Solche Stellen sind bei uns ziemlich neu, zumindest in den exakten Wissenschaften. Sie fördern eine qualitativ hochwertige Lehre.

Die Qualität der Vorlesungen ist ein Thema, das unter Studierenden oft informell zur Sprache kommt, erklärt



Wer Studierende begeistert, bekommt kaum Lorbeeren. Die Stars der Forschung haben nicht unbedingt herausragende pädagogische Fähigkeiten. So bleibt an den Unis die Lehre ein Stiefkind. Foto: Christian Beutler/Keystone

Hannah Wonta, Generalsekretärin des Verbands der Studierendenvereinigungen der Universität Lausanne. «Professorinnen und Professoren, auf die die Hochschulen besonders stolz sind, die Stars, verfügen nicht unbedingt auch über herausragende pädagogische Fähigkeiten», stellt sie fest. «Das kann zu Frustrationen bei den Studierenden führen, die hier sind, um zu lernen.» In den Augen der Generalsekretärin wären Stellen mit Lehraufgaben als Schwerpunkt besonders sinnvoll für propädeutische Kurse, an denen zu Beginn des Studiums Grundkenntnisse vermittelt werden: «Es besteht eine Kluft zwischen sekundärer und tertiärer Bildung. Ich persönlich war ein wenig verunsichert, als ich an die Universität kam. Zu diesem Zeitpunkt ist es zentral, gute Lehrpersonen zu haben.» Die Lehre nährt die Forschung.

Skepsis gegenüber Preisen

Gemäss Micheline Louis-Courvoisier wurden an der Universität Genf keine Stellen geschaffen, die ausschliesslich der Lehre gewidmet sind: «Es fällt mir schwer, die Lehre von der Forschung zu trennen, da sich beide Bereiche gegenseitig befruchten.» Dasselbe gilt für die ETH Zürich. «Forschung und Lehre gehören zusammen, das heisst, die Vorlesungen werden grundsätzlich von den Forschenden selbst gehalten», informiert die Pressestelle. «Falls nötig, werden sie durch Lehrmandate an externe Spezialistinnen ergänzt. So kann jederzeit sichergestellt werden, dass der

Unterricht auf dem neuesten Stand der Forschung ist.» Die ETH Zürich erklärt, dass Doktorierende in die Lehre eingebunden seien und das Engagement in diesem Bereich zur «Karriereförderung des akademischen Mittelbaus» gehöre. Darüber hinaus werde ein Instrument zur «Quantifizierung des Unterrichts» entwickelt, «das dazu beitragen soll, alle verfügbaren Kräfte» in diesem Bereich noch besser zu organisieren.

Und die Auszeichnungen? Die Credit Suisse vergibt den Award for Best Teaching seit 2006 im Rahmen ihrer Corporate-Citizenship-Aktivitäten mit dem Ziel, einen Beitrag an die Qualität der Lehre im universitären und wissenschaftlichen Bereich zu leisten. Seitdem sie ausgezeichnet wurden, erhalten Guido Gefter und Baptiste Hildebrand zwar mehr Aufmerksamkeit, ansonsten sind beide jedoch eher skeptisch, was die Wirkung solcher Preise angeht. Hildebrand hat bei Auszeichnungen allgemein ein ungutes Gefühl. Gefter bezweifelt, dass sich jemand davon inspirieren lässt. Während er seinen Dank für die Ehrung zum Ausdruck brachte, bedauerte er, dass seine Kollegen, die sich mit ebenso viel Engagement wie er um ihre Klassen bemühen, nicht in den Genuss einer solchen Anerkennung kommen. «Aber es ist immerhin ein Anfang.»

Benjamin Keller ist freier Journalist in Lausanne.

Immer schön der Aare entlang

Von der Grimsel bis Koblenz – die Aare ist der längste Fluss der Schweiz. Dabei ist sie auch Lebensader der Forschung. Sechs Projekte, die zum Lauf des Wissens beitragen.

Text Florian Wüstholtz Illustrationen Andrea Peter



Tief im Gestein die Endlagerung üben

Nagra, Felslabor Grimsel

Wer mit dem Kanu die Aare hinab paddelt, treibt unter anderem an drei Kernkraftwerken vorbei – und damit auch an einem Problem, an dessen Lösung im Aaremassiv, wo der Fluss entspringt, getüftelt wird: Wie können radioaktive Abfälle sicher und endgültig gelagert werden? Am Grimselpass im Nagra-Felslabor wird seit vierzig Jahren an dieser Frage geforscht. Was heute zum Beispiel im Zwischenlager Würenlingen – viele Kilometer aareabwärts – aufbewahrt wird, soll irgendwann in einem geologischen Tiefenlager für Zehntausende oder gar Hunderttausende Jahre eingeschlossen bleiben. Eine der Herausforderungen dabei wird aktuell im Langzeitexperiment Hotbent unter der Leitung von Florian Kober untersucht: Was passiert, wenn das Tongemisch Bentonit über lange Zeit hohen Temperaturen ausgesetzt ist? «Mit diesem Material sollen Stollen, in denen sich die Behälter für die Endlagerung befinden, gefüllt und versiegelt werden», erklärt Kober. «Bentonit nimmt Wasser aus der Umgebung auf und isoliert die Abfälle sicher.»

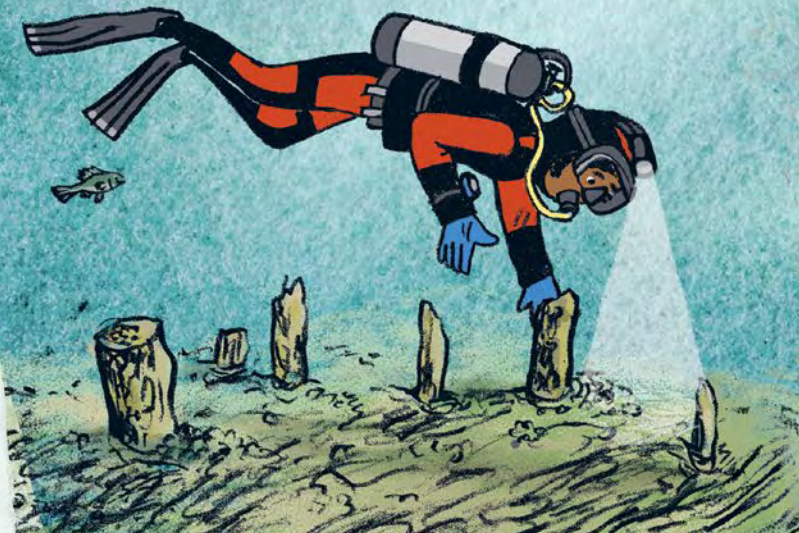
Dass dies bei bis 150 Grad Celsius funktioniert, wissen die Forschenden bereits. Um nun den Einfluss von Temperaturen zwischen 175 und 200 Grad zu beobachten, wurden in den vergangenen Monaten vier beheizbare Container tief im Gestein verkabelt und eingemauert. Mit 1500 Sensoren können konstant Temperatur, Feuchtigkeit und Druck gemessen werden. Seit September 2021 wird geheizt – die Container bleiben bis zu zwanzig Jahre eingeschlossen. So will die Nagra die Prozesse besser verstehen und dadurch Endlager optimieren.

Hinabtauchen in die Zeit der Pfahlbauten

Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Thunersee

Schon bald nachdem er die wilde Aareschlucht durchdrungen hat, ergiesst sich der längste Fluss in der Schweiz in den Thunersee, an der Grenze zwischen Alpen und Mittelland. Dieser geriet 2014 auf den Radar von Archäologinnen. Ein Sporttaucher lieferte spektakuläre Bronzefunde ab, auf die er am Seeboden gestossen war. Sofort untersuchte der Archäologische Dienst des Kantons Bern die Stelle im flachen Wasser vor Thun. «Dabei entdeckten wir mehr als 200 Pfähle auf einem Gebiet von über 15 000 Quadratmetern», erzählt Archäologe Lukas Schärer. «Auch Keramikbruchstücke, Pfeilspitzen, Dolche, Angelhaken und Nadeln kamen zum Vorschein.»

Die Datierungen lassen auf verschiedene Siedlungszeiträume schliessen: zuerst zwischen 1590 und 1550 vor Christus und dann um 1050 und 950 vor Christus. Damit liefern die Holzpfähle auch neue Einsichten in unsere Siedlungsgeschichte: Bisher galten vor allem die Seen des Mittellandes als beliebte Siedlungsorte in der Bronzezeit. Nun ist aber klar, dass es damals auch am Thunersee immer wieder grössere Siedlungen gab. «Womöglich lag der Ort bereits vor 3000 Jahren strategisch wichtig auf einer Route zwischen Aaretal und Wallis», meint Schärer. Denn auch auf den Eisfeldern des Lötschenpasses fand man prähistorische Relikte. Ungeklärt ist hingegen, ob sich im Thunersee oder im benachbarten Brienersee noch weitere Hinterlassenschaften von Pfahlbauenden verstecken. In den nächsten Jahren soll regelmässig weiter getaucht werden, um allenfalls mehr Verborgenes in den Sedimenten aufzuspüren.





Von der Vermessung verborgener Canyons

Institut für Geologie der Universität Bern,
Aaretal zwischen Thun und Bern

Von Thun aus fliesst die Aare durch das idyllische Aaretal gemächlich in Richtung Bern. Sanfte Hügel säumen die Ufer des Flusses, auf dem im Sommer Tausende eine Fahrt mit dem Gummiboot geniessen. Fische tummeln sich im Wasser, Libellen schwirren umher. Etwas bleibt dabei unsichtbar: Über 200 Meter unter der heutigen Talsohle verbergen sich tiefe Gesteincanyons, die durch den Vorstoss und Rückzug von Gletschern gebildet worden waren und längst mit Geschiebe, Geröll und Erde zugeschüttet wurden. Am Institut für Geologie der Universität Bern wird aktuell die Geometrie dieses verborgenen Felsbodens vermessen. Zentral ist dafür ein empfindliches Gravimeter, mit dem die Schwerkraft an verschiedenen Punkten gemessen wird. Weil diese durch die Dichte des Bodens beeinflusst wird, können die Forschenden ein Profil erstellen, ohne Bohrungen vornehmen zu müssen.

«Wir konnten zeigen, dass sich im Aaretal steile Canyons im Boden verbergen», erklärt Studien-Co-Leiter Fritz Schlunegger: «Diese sogenannten Übertiefungen wurden von Gletschern ins Gestein gefräst.» Dank den Messungen lässt sich auch eine zeitliche Abfolge der Erosion durch Gletscher in den Eis- und Warmzeiten rekonstruieren. In den vor 200 000 bis 150 000 Jahren stattfindenden Vereisungen gruben sich die massiven Gletscher im Aaretal vor allem in die Tiefe. In der vor 20 000 Jahren beendeten letzten grossen Vereisung schlifften sie dagegen die Seitenhänge ab. Die Forschenden verstehen nun besser, wie Gletscher über Jahrtausende unsere Landschaft formen.

Wenn das Hochwasser kommt

Mobilier Lab für Naturrisiken der Universität Bern,
Schweizer Flüsse

Alle paar Jahre schwillt die Aare bedrohlich an. Mit der Zunahme von Extremwetterereignissen steigt die Gefahr für Gebäude und Menschen durch Überschwemmungen entlang des 288 Kilometer langen Laufes. Zu wissen, wo der Fluss am liebsten und heftigsten über die Ufer tritt, ist wichtig für die Schutzmassnahmen. Doch auch der zeitliche Verlauf eines Hochwassers interessieren Forschung und Bevölkerungsschutz. Am Mobilier Lab für Naturrisiken der Universität Bern versucht man, diese Dynamik besser zu verstehen, und hat dafür ein Simulationstool entwickelt. Es zeigt verschiedene extreme – aber realistische – Hochwasserszenarien entlang wichtiger Schweizer Flüsse.

Die neun verschiedenen Simulationen liefern Hinweise für Antworten auf zentrale Fragen, wie Co-Direktor Andreas Zischg sagt: «Wie viele Strassenkilometer werden in welchem Gebiet wann überschwemmt? Wie viele Häuser sind zu welchem Zeitpunkt wo betroffen? Sind Schulen, Spitäler oder Pflegeheime beeinträchtigt?» Die Szenarien basieren auf archivierten Wettervorhersagedaten und visualisieren die räumlichen und zeitlichen Auswirkungen des Hochwassers. Dazu wurden hydrologische Daten mit Informationen über Lage und Anzahl von Spitälern und Schulen, den Wert von Häusern, die im Umfeld liegenden Strassen sowie die allenfalls betroffenen Menschen kombiniert. So entsteht aus einem unüberblickbaren Puzzle ein Bild, das die Naturgefahr als dynamische Situation begreiflich macht. Das hilft, um besser zu verstehen, welche Massnahmen wann nötig sind.



Als die Aare durch Luzern floss

Institut für Geologie der Universität Bern,
historisches Einzugsgebiet der Aare

Bernerinnen wissen es schon lange: Die Aare ist der bedeutendste Fluss der Schweiz. Sie entwässert rund 43 Prozent des Landes – neben dem Alpennordhang fast das ganze Mittelland vom Lac du Joux bis zum Walensee –, bis sie in Koblenz in den Rhein mündet. Der Flusslauf war aber nicht immer derselbe wie heute. Der wohl bekannteste Eingriff ist die Kanalisierung und Umleitung in den Bielersee im Zuge der ersten Juragewässerkorrektion von 1868 bis 1891. Davon zeugt noch heute die Alte Aare zwischen Aarberg und Nidau.

Der Geologe Fritz Schlunegger von der Universität Bern hat die Geschichte der Aare noch viel weiter zurückverfolgt: Die Ur-Aare änderte seit ihrer Geburt vor rund 30 Millionen Jahren immer wieder ihre Fliessrichtung. Dabei floss sie mal nach Osten, immer mal wieder nach Westen und irgendwann dann nach Norden. Vor 16 Millionen Jahren mündete sie sogar in ein gigantisches Molassemeer, dort, wo sich heute das Mittelland befindet. Der Ursprung all dieser Aareversionen lag aber stets im heutigen Berner Oberland. Die sich auffaltenden Alpen waren auch der Grund, warum die Aare nie nach Süden floss. Erst vor rund 2,6 Millionen Jahren erlangte sie dann mehr oder weniger ihre heutige Form. Noch mied sie aber eine Million Jahre lang das heutige Bern und floss stattdessen direkt via Luzern nach Norden. Bis die Eis- und Warmzeiten der letzten 500 000 Jahre das änderten. Eine offene Frage für Schlunegger bleibt: Wohin wird die Aare in Zukunft fliessen? Gut möglich, dass sie sich wieder für einen Weg nach Westen entscheidet.

Florian Wüstholtz ist freier Journalist in Bern.

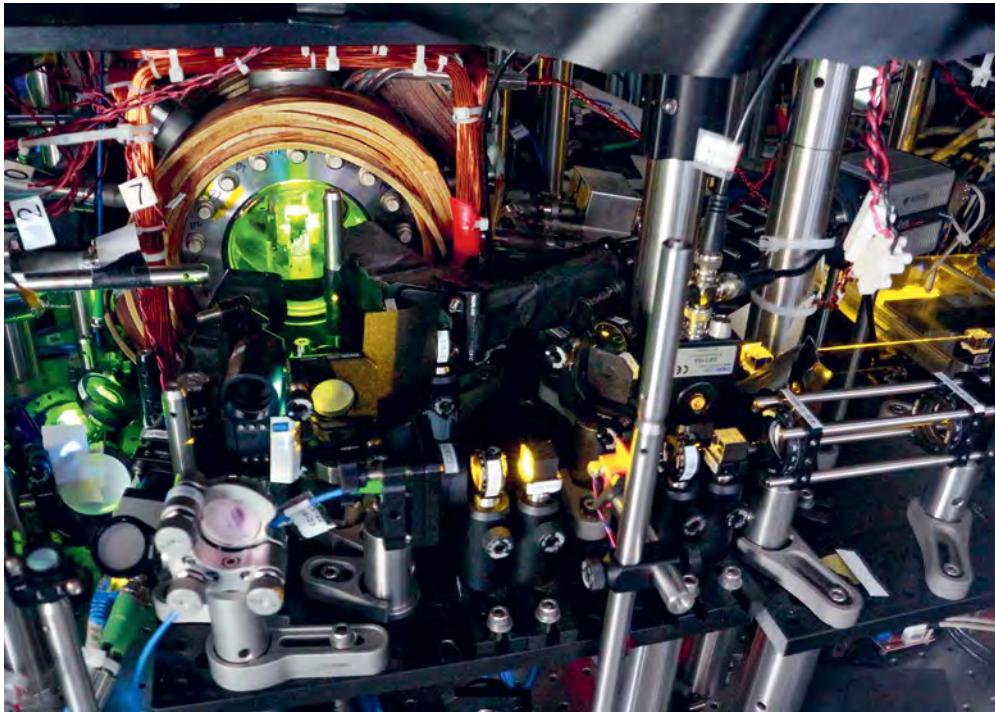
Fische im Abstiegskampf

ETH Zürich und Eawag, Wasserkraftwerke

Für Fische sind Flusskraftwerke oft unüberwindbar. Entlang der Aare müssen sie mit rund zwanzig davon kämpfen. Zwar wurde ihnen mit Fischtreppen vielerorts die Möglichkeit zurückgegeben, flussaufwärts zu schwimmen, doch für den Abstieg fehlt eine Lösung, die sich auch bei grösseren Kraftwerken bewährt. Das Problem: Barben, Aale oder Forellen folgen der Strömung und geraten in die Turbinen – wo rund ein Drittel von ihnen umkommt. Das soll sich ändern. Doch wie baut man eine kostengünstige und langlebige Abstiegsmöglichkeit, die von den Fischen auch genutzt wird?

Auf diesem Neuland bewegen sich gleich mehrere Pilotprojekte an der Aare. Bei den Wasserkraftwerken Bannwil und Wildegg-Brugg wird erforscht, wie Fische zuverlässig von den Turbinen weg und hin zu einem Bypass gelenkt werden können. Im Labor entwickelten Ingenieurinnen der ETH Zürich mit Fischbiologen der Eawag dafür Leitrechen. Diese verändern die Strömung und lenken die Fische so in die gewünschte Richtung. In der Aare analysierte zudem der Fischbiologe Armin Peter das Migrationsverhalten: Wann wandern welche Fische gerne? Wie weit schwimmen sie? Und wohin wollen sie? Im Fluss selbst sind die Bedingungen komplexer als im Labor. «Das System muss in allen Situationen funktionieren, sei es bei Niedrig- oder Hochwasser», erklärt Andreas Stettler, der die Pilotprojekte begleitet. «Zudem könnte Schwemmholz die filigranen Leitrechen in Mitleidenschaft ziehen.» Entsprechend werden in Bannwil als nächste Etappe die realen Auswirkungen analysiert, um eine praxistaugliche Lösung zu entwickeln.





In der grün leuchtenden Kammer sind ein paar Hundert Atome eingepfercht und miteinander verschränkt. So können ihre Schwingungen genauer gemessen werden. Foto: Simone Colombo

der Zustände praktisch genau bei 50 Prozent, es bleibt aber eine Unsicherheit, weil es sich um einen Durchschnittswert handelt.»

Hier kommt die Quantenverschränkung ins Spiel. In der von Colombo und seinem Team entworfenen Atomuhr werden Ytterbiumatome künstlich miteinander verschränkt, durch ein sogenanntes Spin Squeezing. Sie schwingen nun wie Hunderte von synchronisierten Pendeluhr. Die Verschränkung ist zwar noch nicht perfekt, aber die Unsicherheit ist praktisch eliminiert. Sie ermöglicht eine beeindruckende Steigerung der Genauigkeit: Bis sie eine Sekunde abweicht, dauert es bei der Cäsiumuhr 150 Millionen Jahre. Bei der optischen Uhr sind es 15 Milliarden Jahre – mehr als das Alter des Universums. Mit Quantenverschränkung könnte dies im Prinzip auf 15 Billionen Jahre erhöht werden – der aktuelle Prototyp der Gruppe von Colombo erreicht immerhin schon 150 Milliarden Jahre.

Jenseits der Zeitmessung

Solche Verbesserungen mögen lächerlich klingen, eröffnen aber zahlreiche neue Möglichkeiten. In der Astrophysik könnten Gravitationswellen leichter nachgewiesen und damit mehr Phänomene in unserem Universum aufgespürt werden. Bei der satellitengestützten Positionsbestimmung vom Typ GPS könnte eine Genauigkeit von Millimetern erreicht werden. Sogar eine Kartierung des Erdinneren wäre denkbar, weil winzige, lokale Abweichungen der Schwerkraft aufgrund der Relativitätstheorie durch nun messbare Unterschiede des Zeitflusses bestimmbar wären.

Die Quantenverschränkung sei allerdings instabil und technisch komplex, meint Jun Ye, Physiker am National Institute of Standards and Technology, an der Institution, die in den USA die Masseinheiten hütet. Laut dem nicht am Projekt beteiligten Experten für optische Uhren zeigt Colombos Arbeit aber die prinzipielle Machbarkeit des Ansatzes: «Wir halten uns aktiv über diese Entwicklungen auf dem Laufenden, und wir sind gerade dabei, die Verschränkung in einer optischen Uhr der neuesten Generation umzusetzen.»

Ab 2030 könnte das Internationale Büro für Masse und Gewichte auf Cäsium verzichten und eine optische Uhr als Referenz für die offizielle Sekunde einführen – Ytterbium, Strontium, Quecksilber und Aluminium konkurrieren um die Ehre. Es sei denn, die Messung mit verschränkten Atomen entwickelt sich schnell genug, um ihnen die Show zu stehlen.

Lionel Pousaz ist Wissenschaftsjournalist in Boston.

Die Atomuhr der Zukunft

Statt Cäsium- schwingen Ytterbiumatome in der neuartigen Atomuhr, und dies miteinander verschränkt. Das verblüffende Quantenphänomen schafft eine nie dagewesene Präzision bei der Bestimmung einer Sekunde.

Text Lionel Pousaz

Die Quantenwelt fordert den gesunden Menschenverstand heraus. So können sich zwei Teilchen verschränken und dadurch ihre Quantenzustände gleichzeitig ändern, unabhängig davon, wie weit sie voneinander entfernt sind. Ihre Beziehung ist so innig, dass sie die Grenzen der Lichtgeschwindigkeit zu überwinden scheint. Dieses verblüffende Phänomen könnte die Zeitmessung verbessern: Simone Colombo, Postdoc aus der Schweiz am Massachusetts Institute of Technology MIT, nutzt es, um die genaueste Atomuhr der Welt zu konstruieren.

Die Atomuhr wurde 1967 in Paris an der 13. Generalkonferenz für Mass und Gewicht als offizielles Messinstrument eingeführt. Erstmals wurde damit die Sekunde nicht mehr als Teil des Jahres festgelegt, sondern gestützt auf eine Eigenschaft von Materie. Seitdem dauert die offizielle Sekunde 9 192 631 770 Schwingungen des Cäsiumatoms – wobei eine

Schwingung dem Wechsel des Zustands eines bestimmten Elektrons zwischen up und down entspricht. Das ist um Größenordnungen genauer als astronomische Messungen.

Erst in den 2000er-Jahren gab es nennenswerte Fortschritte. Die neusten Atomuhren benutzen etwa Ytterbiumatome, die 50 000 Mal schneller als Cäsium schwingen und daher viel genauer sind. Da ihre Schwingungsfrequenz mit einem Laser gemessen werden kann, werden sie auch optische Uhren genannt.

Unsicherheit praktisch eliminiert

Atomuhren messen einen Durchschnittswert: In ihrem Herzen befinden sich einige Dutzend bis einige Hundert Atome, die aber nicht genau synchron schwingen: Einige Atome befinden sich im Up-, andere im Down-Zustand. «Es ist, als würde man Hunderte Mal pro Sekunde eine Münze werfen», erklärt Colombo. «Durch die vielen Wiederholungen liegt die Häufigkeit



Stets für den Datenschutz

Die 1982 geborene Spanierin **Carmela Troncoso** studierte Telekommunikationstechnik an der Universität Vigo und promovierte 2011 an der Katholischen Universität Löwen in Belgien. Nach einigen Jahren am Galician Research and Development Center in Advanced Telecommunications wurde sie **2017 Assistenzprofessorin an der EPFL**, wo sie an der Fakultät für Informatik und Kommunikation das **Labor für Informationssicherheit und Datenschutz** leitet. Die LGBT+-Aktivistin ist verheiratet und Mutter eines Kindes.

Die Hüterin der digitalen Privatsphäre

Carmela Troncoso fürchtet den Missbrauch von Handy-Standortdaten und prüft Technologien auf ihre Datenschutzfreundlichkeit. Die Informatikerin bezeichnet sich als introvertiert, ist Aktivistin für die Rechte von LGBT+ und Entwicklerin für die Swisscovid-App. Wie das alles zusammenpasst.

Text Martine Brocard Foto Jorge Msanz

Carmela Troncoso spricht nur über sich selbst, wenn es notwendig ist. «Ich bin eine zurückhaltende, eher introvertierte Person», gesteht die Informatikerin. Das passt, leitet die Forscherin doch das Labor für Informationssicherheit und Datenschutz an der EPFL.

Wenn es um ihre Forschung geht, ist die bald 40-Jährige gesprächiger. «Wir entwickeln Technologien, mit denen wir die digitale Welt sozial verantwortungsvoll nutzen können, sodass wir keine Werte verletzen, die uns wichtig sind», erklärt die Assistenzprofessorin per Videocall aus ihrer spanischen Heimatstadt Vigo, wo sie die letzten Wochen ihrer Schwangerschaft verbringt. «In der realen Welt können wir unsere Privatsphäre durch Wände oder eine gedämpfte Stimme schützen. Wir können für ein Gespräch in ein Café gehen oder einen Waldspaziergang machen, und wir erzählen unseren Freunden nicht unbedingt das Gleiche wie unseren Eltern. Aber in der digitalen Welt gelten andere Regeln.»

Menstruations-Apps gegen Frauen verwendet

Unsere Likes, Suchanfragen im Internet und persönlichen Informationen, die wir in sozialen Netzwerken preisgeben, werden von Internetriesen wie Google und Facebook in Datenbanken gesammelt und zum Teil gegen unseren Willen genutzt: Die Forscherin erinnert an den Cambridge-Analytica-Skandal, bei dem die Daten von Millionen von Facebook-Konten gehackt und analysiert wurden – mit dem Ziel, die US-Präsidentenwahlen 2016 zu beeinflussen.

«Wir müssen diesen Trend aufhalten und anfangen, digitale Technologien anders aufzubauen», fordert Troncoso. «Bei anderen Technologien lassen wir ja auch Vorsicht walten: Zum Beispiel wurden die Impfstoffe gegen Covid-19 erst nach einer gründlichen Prüfung zugelassen.» Die Eile, mit der digitale Technologien auf den Markt gebracht werden, ist gemäss der Informatikerin darauf zurückzuführen, dass der Verlust der Privatsphäre nicht unmittelbar fassbare Auswirkungen hat. «Wenn ein Impfstoff unsicher ist, sterben Menschen, ein nicht ausgereiftes Auto verursacht Unfälle. Bei digitalen Technologien hingegen ist der angerichtete Schaden häufig erst später und schwieriger zu erkennen, aber genauso verheerend.»

Beispielsweise ist sie mit Blick auf die aktuelle Infragestellung des Rechts auf Abtreibung in den USA besorgt. Es wäre möglich, dass in Zukunft geografische Informationen oder Daten aus Menstruationszyklus-Apps zum Nachteil von Frauen verwendet werden könnten. «Die Privatsphäre soll nicht um der Privatsphäre willen geschützt werden, sondern weil sie uns schützt.»

Die Forscherin entwickelt unter anderem sichere Arbeitsplattformen für Nichtregierungsorganisationen wie das IKRK oder das Internationale Netzwerk investigativer Journalisten. «Wir helfen zum Beispiel dem IKRK, die Vorteile der Biometrie zu nutzen, ohne dass sie umfassende Datenbanken erstellen müssen, die gestohlen oder missbraucht werden könnten.» Sie erinnert daran, wie die Taliban bei ihrer Machtübernahme im Jahr 2021 in den Besitz solcher virtueller Dokumente gelangten. Troncoso testet ausserdem Technologien, die als datenschutzfreundlich angepriesen werden. «Es gibt viel Privacy-Washing», stellt sie fest. Dabei täuscht ein Unternehmen nur vor, es handle in Bezug auf den Schutz der Privatsphäre verantwortungsvoll.

Kampf für Rechte von homosexuellen Eltern

Wenn man die Leidenschaft für ihre Mission sieht, ist schwer zu glauben, dass die Spanierin den akademischen Weg nur deshalb eingeschlagen hat, weil sie nach ihrem Studium der Telekommunikationstechnik «keine Lust auf einen Job hatte, bei dem ich jeden Morgen früh und

perfekt gekleidet im Büro sein muss». Deshalb habe sie eine Doktorarbeit an der Katholischen Universität Löwen in Belgien begonnen, wo sie sich mit dem Schutz der Privatsphäre befasste. Der Rest ist bekannt.

Seit Troncoso 2017 eine Stelle als Assistenzprofessorin an der EPFL angenommen hat, ist sie über einen Teil ihres Privatlebens sehr offen: ihre Homosexualität. «Es ist wichtig, dass Menschen in verantwortungsvollen Positionen als Vorbilder auftreten, damit die Menschen sehen, dass Homosexualität existiert, dass sie normal ist und im Leben kein Hindernis darstellt.» In diesem Sinne spricht die Wissenschaftlerin auch über ihre Beziehung: «Ich sage bewusst «meine Frau», weil ich das als selbstverständlich darstellen möchte.» Die Professorin setzt sich auch dafür ein, den Lausanner Campus inklusiver zu gestalten, indem sie unter anderem monatliche Queer-Apéros eingeführt hat und sich bei der Direktion dafür einsetzt, dass die zu restriktiven Begriffe Vaterschaftsurlaub oder Mutterschaftsurlaub durch Elternurlaub ersetzt werden.

Der Aktivismus der ehemaligen Fussballspielerin, die sich nun für Bergwandern begeistert, wurde auch durch die Situation der LGBT+-Gemeinschaft in der Schweiz geschürt. «Ich habe noch nie feindselige Reaktionen auf der Strasse erlebt. Es geht eher darum, bestimmte Rechte zu haben, was in der Schweiz schwierig ist», erklärt sie. So entschied sich das Paar etwa, für die Geburt ihres Kindes nach Spanien zu gehen, damit beide als Mütter auf der Geburtsurkunde stehen.

Erfolg mit dezentralem Contact Tracing

Die frischgebackenen Mütter planen nach ihrem Elternurlaub wieder Vollzeit zu arbeiten, wobei sie ihre Arbeitszeiten anpassen wollen. Denn auch Rebekah Overdorf, Carmela Troncosos Ehefrau, hat eine akademische Laufbahn eingeschlagen: Sie ist Spezialistin für digitale Forensik und seit Kurzem Assistenzprofessorin an der Rechtswissenschaftlichen Fakultät der Universität Lausanne. Die Amerikanerin beschreibt ihre bessere Hälfte als «sehr lustig und pragmatisch» und als «leidenschaftliche und altruistische Wissenschaftlerin, die unglaublich intelligent und kreativ ist».

Carmela Troncoso hat sich mit der Entwicklung eines dezentralen Kontaktverfolgungssystems für die Swiss-Covid-App international Anerkennung verschafft. Das System mit dem Namen DP3T (Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing), mit dem Kontakte ohne umfangreiche Datenbanken zurückverfolgt werden können, wurde weltweit für Anwendungen zum Contact Tracing von Covid-19-Fällen übernommen.

Aufgrund dieser Leistung wurde die Forscherin im November 2020 von der amerikanischen Zeitschrift Fortune in der Kategorie Technologie zu den 40 einflussreichsten Persönlichkeiten unter 40 Jahren gekürt. «Ich finde es enorm wichtig, dass dieses Magazin, das sich vor allem für wirtschaftliche Erfolge interessiert, einen Fortschritt auszeichnet, der kein Geld einbringt, sondern die Privatsphäre schützt», kommentiert Troncoso. Sie begrüsst ausserdem, dass es im Parlament eine Sitzung zur Macht von Daten gab, nach der Aufklärungsarbeit, die sie mit ihren Kollegen von der Covid-19-Taskforce des Bundes leistete. «Für mich war das sehr wichtig, sogar wichtiger als die Entwicklung der App.»

Eines ist sicher: Auch wenn Carmela Troncoso nicht gerne über sich selbst spricht, wir werden von der initiativen Forscherin und Aktivistin noch viel hören.

Martine Brocard ist freie Journalistin in Lausanne.

Wir bauen uns unsere eigene Zelle

Biophysikerinnen und Biochemiker passen Körperzellen inzwischen den Bedürfnissen der Forschung an. Oder konstruieren sie gleich ganz künstlich. Wie auf diese Weise Krankheiten geheilt und vielleicht dereinst elektronische Bauteile hergestellt werden können.

Text Yvonne Vahlensieck

Die Pharmafabrik der Zukunft besteht aus einem Plastikchip. In darauf eingefrästen winzigen Kanälen und Kammern lassen Forschende kleine Fetttröpfchen fliessen. Damit können sie wie an einem Fließband Gebilde produzieren, die Zellen ähneln: Schritt für Schritt werden die Tröpfchen mit Eiweissen gespickt und mit Wirkstoffen beladen.

«Wir wollen damit natürliche Zellen oder Bestandteile davon durch vereinfachte künstliche Zellen ersetzen, mit denen gezielt Krankheiten behandelt werden können», sagt der Biophysiker Ilia Platzman vom Max-Planck-Institut für medizinische Forschung in Heidelberg. Mit seinem Team hat er auf diese Weise zum Beispiel Fetttröpfchen mit Stoffen zusammengebaut, die ein Signal für die Wundheilung aussenden können. Die Idee dafür hat er der Natur abgeschaut, wo Zellen in verletztem Gewebe über ähnliche kleine Blasen, sogenannte Vesikel, miteinander kommunizieren.

Für diese Vorgehensweise der synthetischen Biologie, bei der Zellen aus Einzelbestandteilen von Grund auf neu zusammengesetzt werden, ist die oben beschriebene Mikrofluidik zentral: «Diese Technologie ermöglicht uns eine präzise Kontrolle beim Zusammenbau», so Platzman. Besonders für medizinische Anwendungen sei es wichtig, dass alle Vesikel genau die gleiche Grösse und Zusammensetzung hätten.

«Natürlich sind solche Vesikel keine richtigen funktionstüchtigen Zellen», sagt Platzman. «Vielleicht könnte man sie eher als synthetische zellähnliche Roboter bezeichnen.» Sie können sich beispielsweise nicht teilen und keine eigene Energie erzeugen. Aber selbst in dieser Richtung gibt es Fortschritte: So beherrschen Forschende mittlerweile die Herstellung von Membranen, die eine Zelle nach aussen abgrenzen und im Inneren Abteile bilden – wie dies auch Mitochondrien tun, die die Zelle mit Energie versorgen. Und bei der Nachahmung des Gerüsts, das Zellen Stabilität verleiht und bei der Teilung hilft, geht es ebenfalls voran.

Insulinpumpe im Körper von Diabeteskranken

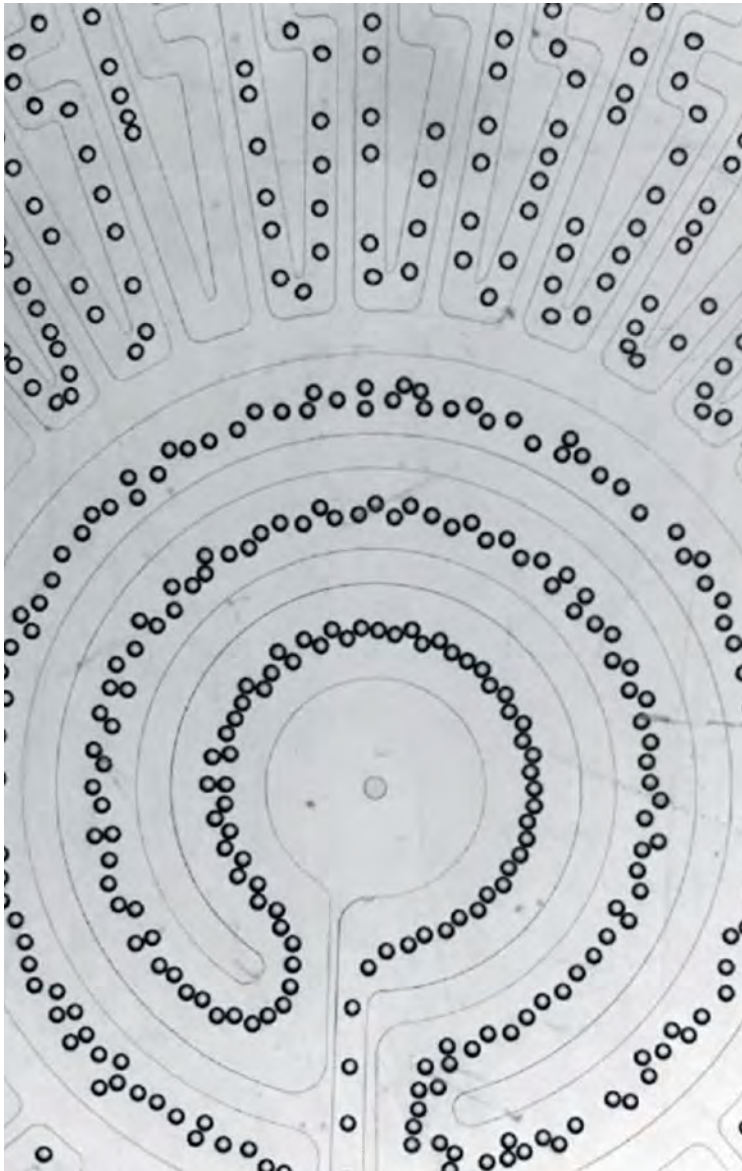
Der Biotechnologe Martin Fussenegger vom Departement Biosysteme der ETH Zürich in Basel ist allerdings skeptisch, ob es in Zukunft gelingen wird, komplexere Zellen aus einzelnen Bestandteilen zusammenzubauen: «Solche Systeme haben für gewisse Anwendungen sicher eine Berechtigung. Aber mit diesem rationalen Ansatz die Komplexität einer Jahrtausenden langen Evolution zu erreichen, ist meiner Ansicht nach ein Ding der Unmöglichkeit.» Viele

Forschende, so auch Fussenegger, verfolgen deshalb einen anderen Ansatz – sie fangen nicht bei null an, sondern nehmen für ihre Kreationen existierende natürliche Zellen als Basis, denen sie zusätzliche, massgeschneiderte Eigenschaften verpassen. Ein Wegbereiter dafür ist die bereits erfolgreich eingesetzte Car-T-Zelltherapie gegen Krebs. Bei ihr werden den Betroffenen körpereigene Immunzellen entnommen und gentechnisch so verändert, dass sie auf ihrer Oberfläche künstliche Rezeptoren ausbilden. Zurück im Körper, finden diese Rezeptoren die Krebszellen und sorgen für deren Vernichtung.

Auch Fussenegger möchte körpereigene Zellen für die Therapie umfunktionieren – mithilfe von synthetischen Schaltkreisen, die Gene je nach Bedarf an- und abschalten. Wie so etwas in der Praxis funktionieren könnte, zeigt das Beispiel von Diabetes Typ 1: Bei Menschen mit dieser Krankheit können die Beta-Zellen der Bauchspeicheldrüse kein Insulin mehr herstellen. Deshalb müssen sie mehrmals täglich den Blutzucker messen und die richtige Menge Insulin spritzen, um eine gefährliche Über- oder Unterzuckerung zu vermeiden.

Das Team von Fussenegger hat nun Körperzellen in der Petrischale so modifiziert, dass sie bei hoher Zuckerkonzentration in der Umgebung automatisch damit beginnen, Insulin zu produzieren. Dafür war es lediglich nötig, zwei Gene, die in der Natur vorkommen, in die Zelle einzubringen und sie umzuprogrammieren. Ein Gen enthält den Bauplan für einen Kanal in der Zellmembran, der bei hoher Zuckerkonzentration Kalzium in die Zelle transportiert. Das andere Gen enthält den Bauplan für Insulin und wird durch Kalzium aktiviert. In diabetischen Mäusen sorgten die so modifizierten Zellen tatsächlich für ein Gleichgewicht zwischen Zucker und Insulin.

Nach dem gleichen Prinzip lassen sich Zellen für die Behandlung von vielen weiteren Krankheiten umfunktionieren. «Idealerweise erkennt die Zelle dabei ein Stoffwechselprodukt, das eine bestimmte Krankheit signalisiert, und stellt daraufhin ein Protein her, das der Krankheit entgegenwirkt», erklärt Fussenegger. Bei solchen Systemen ist die Zelle Sensor und Medikament in einem – es ist also kein Signal von aussen nötig, um die Produktion des Medikaments auszulösen, es zu dosieren oder zu stoppen. So arbeitet Fussenegger auch an Zellen, die den Beginn einer allergischen Reaktion anhand von Signalstoffen erkennen und daraufhin ein antiallergenes Protein ausschütten. Allergikerinnen müssten dann keine Pillen mehr schlucken – sie würden vielleicht nicht einmal merken, dass in ihrem Körper gerade eine allergische Reaktion im



Im mikroskopischen Kanalsystem kreisen Fettröpfchen. In ähnlichen Systemen werden Vorgänge von Zellen nachgebaut. Foto: Schaerli Lab

«Wir produzieren im Körper ja auch nicht dauernd Glückshormone, sondern nur ganz gezielt dann, wenn sie wirklich benötigt werden.»

Martin Fussenegger

Keim erstickt wird. Andere Arbeitsgruppen an seinem Departement verändern Zellen so, dass sie Krebszellen auffindig machen und bekämpfen.

«Diese Systeme sind keine geniale Erfindung von uns Forschenden, sondern funktionieren eigentlich so, wie es die Natur macht», so Fussenegger. «Wir produzieren im Körper ja auch nicht dauernd Glückshormone oder schmerzlindernde Substanzen, sondern nur ganz gezielt dann, wenn sie wirklich benötigt werden.» Hierin liege auch ganz klar der Vorteil gegenüber konventionellen Medikamenten, die ständig in einer festen Dosis eingenommen werden. Momentan noch offen ist, ob die Methode auch im Menschen funktioniert, welche Art von Körperzellen sich am besten dafür eignet und wie lange eine solche Umprogrammierung im Körper überhaupt anhält.

Bakterienschleim fängt Goldpartikel

Ähnlich futuristisch klingt die Idee von Yolanda Schaerli von der Universität Lausanne. Sie möchte Bakterien zu neuartigen Biomaterialien umfunktionieren. «Diese wären nicht nur nachhaltig und biologisch abbaubar, sondern könnten sich durch Nachwachsen auch selbst reparieren», sagt die Professorin für synthetische Biologie. Sie ist auch Mitglied des Nationalen Forschungsschwerpunkts Mikrobiome. Ausgangspunkt für ihr Projekt ist die Schleimschicht, mit der sich Bakterienkolonien umgeben. Diese Biofilme werden heute bereits zur Reinigung von Abwasser in Kläranlagen eingesetzt. Schaerli und andere Forschungsgruppen haben untersucht, wie die Bakterien in einem solchen Biofilm miteinander kommunizieren und sich je nach Ort und Zeit anders verhalten.

Durch den Einbau von synthetischen Schaltkreisen sind die Forschenden nun so weit, dass das Verhalten der Bakterien in den Gemeinschaften einem künstlichen Muster folgt. Schaerli hat beispielsweise einen genetischen Schaltkreis entworfen, der wie ein Lichtschalter funktioniert. Als Beweis hat sie Bakterien geschaffen, die je nach Stellung des Schalters grün oder rot leuchten.

Doch bis jetzt ist das noch Spielerei: «Statt grüne und rote Farbe zu produzieren, können wir den Bakterien auch andere, nützlichere Funktionen einprogrammieren», sagt Schaerli. So arbeitet sie daran, Biofilme für elektronische Anwendungen zu entwickeln. Hierfür modifiziert sie die Gene für Proteine der extrazellulären Schleimschicht so, dass diese Goldpartikel binden, die Strom leiten. Auf einem Biofilm können die Forschenden auf diese Art elektrisch leitende Bahnen erzeugen. Ebenfalls denkbar ist der Einbau von Elementen, die bestimmte Schadstoffe detektieren und abbauen. «Die Evolution hat hervorgebracht, was in der Natur nützlich ist. Das sind aber nicht unbedingt die Eigenschaften, die wir uns für Anwendungen wünschen», so Schaerli. Die synthetische Biologie soll die Lücken nun schliessen.

Yvonne Vahlensieck ist freie Wissenschaftsjournalistin in Ettingen (BL).

Haben die Flagships neues Land erobert oder sind sie auf Grund gelaufen?

Auf ihrer bald zehnjährigen Reise haben Europas milliardenteure Flagships auch stürmische Wasser durchquert. Wir haben die Logbücher der Forschungsprojekte zu Graphen und dem Gehirn studiert und wagen einen Ausblick auf die Quanten- und die Batterietechnologie.

Text Edwin Cartlidge Illustrationen Chi Lui Wong

«Unser Ziel ist ein detailliertes, realistisches Computermodell des menschlichen Gehirns.» Diese Worte äusserte Henry Markram, EPFL-Neurowissenschaftler, an einer TED-Konferenz im Jahr 2009. Markram stellte das Human Brain Project (HBP) vor – den ehrgeizigen Versuch, die Funktionsweise des menschlichen Gehirns in einem Supercomputer nachzubilden. Er versprach damit nicht nur tiefere Einblicke in das geheimnisvolle Organ, sondern auch neue Behandlungsmethoden für psychische Krankheiten, und stellte die Möglichkeit in Aussicht, Tierversuche überflüssig zu machen. Diese grandiose Vision hatte ganz praktische Folgen: Insgesamt sollte eine Milliarde Euro ins Forschungsprogramm fliessen. Die Mittel wurden Markram und Mitforschenden 2013 zugesprochen, als die Europäische Kommission das Projekt zum zehnjährigen Flagship-Programm kürte.

Nur ein anderes Projekt erhielt denselben Status: eine Initiative zur Nutzung des immensen technologischen Potenzials von Graphen. Das Material besteht aus einer Einzelschicht Kohlenstoffatome und besitzt eine ideale Kombination von Eigenschaften: Es ist fest, transparent, biegsam und leitet Strom und Wärme. Durch die Zusammenarbeit von Dutzenden Forschungsinstitutionen in ganz Europa sollten die beiden Flagships langfristige Ziele erreichen, die für nationale Programme ausser Reichweite wären.

Heute, fast ein Jahrzehnt später, laufen die beiden Megaprojekte bald im Zielhafen ein – so zumindest der Plan. Die Fahrten verliefen sehr unterschiedlich. Die Graphen-Initiative ist auf Kurs, allerdings wird der zugesprochene Betrag von einer Milliarde erst bis etwa 2027 voll investiert sein, womit sich die Laufzeit des Programms um mehrere Jahre verlängert. Das HBP dagegen hat abschliessend lediglich etwas über 600 Millionen Euro ausgegeben. Dies gemäss Angaben der jeweiligen Forschungsleitenden. Die unterschiedlichen Schicksale der beiden Programme werden von den Verantwortlichen für die zwei kürzlich ausgewählten neuen Flagships zu Quanten- und Batterietechnologie aufmerksam verfolgt. Auch die betroffenen Forschungsgemeinschaften beobachten die Pionier-Flagships genau. Während die Graphen-Gemeinde von den Erkenntnissen begeistert ist, betrachten viele Forschende aus den Neurowissenschaften ausserhalb der Leitung des HBP dessen Ziele als nicht erfüllt. So ist etwa für Kevan Martin, ehemaliger Co-Direktor des Instituts für Neuroinformatik an der Universität und der ETH Zürich, «für alle offensichtlich», dass das Projekt gescheitert sei dabei, ein menschliches Gehirn zu simulieren.

Das Flagship-Konzept wurde Ende 2009 von der Europäischen Kommission im Rahmen ihres Programms für künftige und neu entstehende Technologien (Future and Emerging Technologies, FET) ins Leben gerufen, das auf die Entwicklung neuartiger Informations- und Kommunikationstechnologien abzielt. Als 2013 die Gewinner bekannt gegeben wurden, erklärte die Kommission, dass sie jeweils die Hälfte

der Milliarde Euro bereitstellen werde und die andere Hälfte von den nationalen Regierungen und der Wirtschaft beizusteuern sei. Es dauerte nicht lange, bis es Konflikte gab. Nur sieben Monate nach dem Start des HBP beschloss dessen damals dreiköpfiger Exekutivausschuss, die kognitiven und systemischen Neurowissenschaften aus dem Projekt zu streichen. Daraufhin richteten rund 150 Forschende ein Protestschreiben an die Europäische Kommission, worauf ein Mediationsverfahren unter der Leitung von Wolfgang Marquardt stattfand, dem Vorstandsvorsitzenden des Forschungszentrums Jülich in Deutschland. Ergebnis: Der dreiköpfige Ausschuss wurde aufgelöst und ersetzt durch die elf Leitenden der HBP-Teilprojekte.

Die aktuelle wissenschaftliche Leiterin des HBP, Katrin Amunts, ebenfalls aus Jülich, sieht die Entwicklung seither sehr positiv. Es seien Erkenntnisse gewonnen worden, die ohne das Projekt nicht möglich gewesen wären, unter anderem eine Arbeit, dank der die Hirnregion bestimmt werden könne, die bei einer Epilepsieoperation entfernt werden müsse. Das Programm biete den Forschenden über die Infrastruktur Ebrains zudem einen Online-Zugriff auf neurowissenschaftliche Datensätze, einen Gehirnatlas und Simulationswerkzeuge. Yves Frégnac vom französischen Forschungsschwerpunkt zu Neurowissenschaften sieht das anders und kritisiert, dass Ebrains weit entfernt sei von der versprochenen Datenbank als Herzstück des HBP. Die notwendigen, kuratierten und frei zugänglichen Daten der verschiedenen Detailebenen des Gehirns fehlten. Dies sei typisch für die «Ökonomie des Versprechens», mit der Markram das HBP anpries. Um einen Flagship-Wettbewerb zu gewinnen, «muss man vielleicht eine Mondlandung versprechen, selbst wenn diese nicht geplant ist».

Noch bestimmen die Produkte nicht den Alltag

Das Graphen-Flagship schaut auf eine ruhigere Reise zurück. Gemäss Programmleiter Jari Kinaret von der Chalmers University of Technology in Schweden resultierten aus dem Programm rund 150 Fachpublikationen und mehr als 13 Patentanmeldungen pro investierte zehn Millionen Euro – zehnmal mehr, als die Kommission gefordert hatte. Zwar habe es in vielen Fällen länger als erwartet gedauert, die Geräte aus den akademischen Labors auf den Markt zu bringen, doch 15 aus dem Programm hervorgegangene Unternehmen seien «durchaus beachtlich». Er weiss aber nicht, ob sie Gewinne erwirtschaftet haben. Kinarets Begeisterung wird von anderen geteilt, die beim Flagship mitwirken oder ihm nahestehen. Für Andre Geim von der Universität Manchester, der für seine Arbeiten über Graphen den Nobelpreis erhalten hat, haben die Forschungsergebnisse und die Unternehmensgründungen «alle vernünftigen Erwartungen übertroffen». Andrea Ferrari, Direktor des Cambridge Graphene Centre, bezeichnet die Initiative als «insgesamt durchschlagenden Erfolg», auch wenn

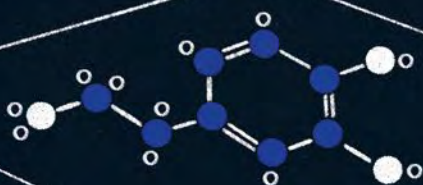


Human Brain Project

Ziel: Simulation des menschlichen Gehirns

Finanzierung: über 600 Millionen Euro, 2013–2023

Über 500 Forschende von rund 120 Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen sind an diesem Programm beteiligt. Es entstand aus dem Blue Brain Project, bei dem das Team von Henry Markram von der EPFL in Zusammenarbeit mit IBM versuchte, einen Teil der Hirnrinde von Ratten sehr detailliert zu modellieren. Durch die Erweiterung dieses Reverse-Engineering-Ansatzes sollte nach zehn Jahren die realistische Simulation des menschlichen Gehirns entstehen. Das ehrgeizige Ziel wurde jedoch recht schnell zurückgeschraubt. Zunächst bestand es – mehr oder weniger realistisch – noch darin, ein Modell allen verfügbaren Wissens über das Gehirn zu erstellen. Zum Schluss war es jedoch im Wesentlichen ein technologisches Projekt: der Aufbau einer Supercomputer-Infrastruktur für die Gehirnmodellierung, die der gesamten Neurowissenschaft zur Verfügung steht.



Graphen-Flagship

Ziel: Entwicklung von Anwendungen
Finanzierung: eine Milliarde Euro, 2013–2027

Rund 170 Gruppen von Hochschulen und Unternehmen aus 22 Ländern arbeiten daran, die aussergewöhnlichen Eigenschaften von Graphen, einem Material aus einer Einzelschicht Kohlenstoffatome, kommerziell nutzbar zu machen. Dabei sollte die Fragmentierung der europäischen Industrie überwunden werden – insbesondere das Fehlen von Geräteherstellern, die die Lücke zwischen Materialproduktion und Systemintegration schliessen. Von den 15 neuen Unternehmen, die bisher im Rahmen des Programms gegründet wurden, verwenden die meisten kleine Graphen-flocken, die aus Grafit hergestellt werden. Drei davon produzieren das Material direkt durch eine chemische Abscheidung aus Gas auf eine Oberfläche. Ein Unternehmen entwickelt Elektroden zur Messung und Stimulation des Gehirns, die anderen beiden stellen empfindliche Fotodetektoren her – zur Unterscheidung verschiedener Kunststoffarten beim Recycling oder für selbstfahrende Autos.



Battery 2030 plus

Ziel: Entwicklung leistungsfähiger, sicherer, erschwinglicher und nachhaltiger Batterien
Finanzierung: Mindestens 140 Millionen Euro, 2018–2026

Das Programm bringt Forschende aus Wissenschaft und Industrie zusammen, um zukunfts-trächtige Batterien zu entwickeln und von Unternehmen in Europa produzieren zu lassen. Sie sollen unter anderem leistungsstark und langlebig sein. Dazu gehören auch die Entwicklung neuartiger Sensor- und Selbstheilungstechnologien sowie eine effizientere Herstellung und ein besseres Recycling. Offiziell ist Battery 2030 plus kein Flagship-Programm, sondern Teil der siebenjährigen Initiative European Battery Partnership, die von der Europäischen Kommission mit 930 Millionen Euro finanziert wird. Sie wurde 2018 ins Leben gerufen und verfügt derzeit über eher bescheidene 41 Millionen Euro, die bis 2023 reichen. Für die folgenden drei Jahre dürften dann jedoch fast 100 Millionen Euro mehr zur Verfügung stehen. Wie es nach 2026 weitergeht, bleibt abzuwarten.

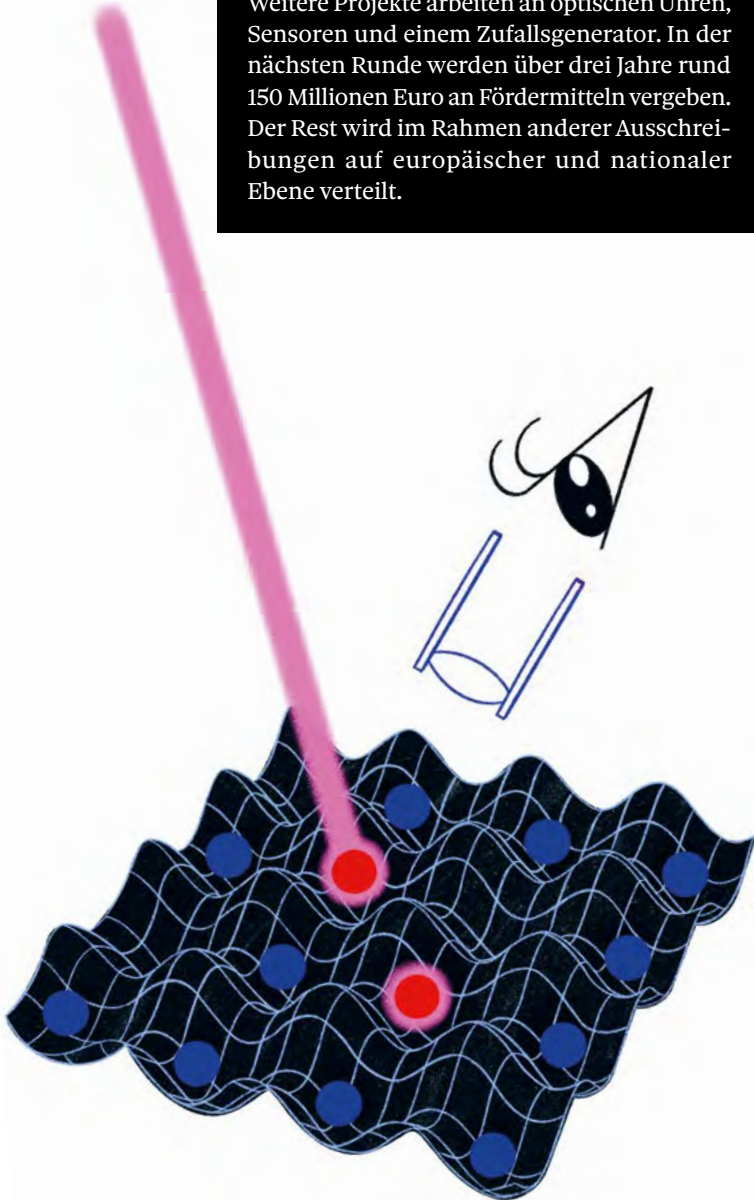


Quantum-Flagship

Ziel: Aufbau einer wettbewerbsfähigen europäischen Quantenindustrie

Finanzierung: 7,5 Milliarden Euro, 2018–2028

Das Programm zielt auf die Kommerzialisierung von Technologien ab, die auf den Gesetzen der Quantenphysik beruhen, und wird über zehn Jahre rund 5000 Forschende unterstützen. Auf die erste Ausschreibung von 2016 bewarben sich 140 Konsortien, von denen 20 insgesamt 130 Millionen Euro erhalten haben. Darunter waren vier Projekte zur Entwicklung der Quantenkommunikation, zwei zum Bau von Computern basierend auf Quantenbits, zwei zur Entwicklung von Quantensimulatoren mit Atomen, die in von Lasern erzeugten und manipulierten Gittern gehalten werden. Weitere Projekte arbeiten an optischen Uhren, Sensoren und einem Zufallsgenerator. In der nächsten Runde werden über drei Jahre rund 150 Millionen Euro an Fördermitteln vergeben. Der Rest wird im Rahmen anderer Ausschreibungen auf europäischer und nationaler Ebene verteilt.



der Papierkrieg manchmal frustrierend gewesen sei. Erfolg oder nicht, die Europäische Kommission war offenbar nicht bereit, das Experiment von 2009 zu wiederholen. Anstatt einen neuen Wettbewerb zu lancieren, gab sie bei den nächsten beiden Programmen – den Flagships «Quantum» und «Battery 2030 plus» – zuerst die Themenbereiche vor und veröffentlichte dann entsprechende Ausschreibungen.

Laut Tommaso Calarco, der das Quantum-Flagship mitkoordiniert, soll dieses dazu beitragen, den Rückstand zu China und den USA aufzuholen. Beide Länder können in dem Bereich wesentliche Fortschritte vorweisen: China hat eine 2000 Kilometer lange Quantenleitung gebaut und einen Quantenkommunikationssatelliten gestartet, während finanzstarke US-Hightech-Firmen, insbesondere Google, weiter an der Verbesserung von Prozessoren für Quantencomputer arbeiten. Calarco klagt, dass europäische Wissenschaftlerinnen zwar bahnbrechende Grundlagenforschung betreiben, aber nicht genug für die Vermarktung ihrer Ergebnisse tun. «Der europäischen Industrie fehlt es nicht an Visionen oder Mut», ist er überzeugt, «sondern schlicht am Geld.»

Zur Kompensation haben die Europäische Kommission und die nationalen Regierungen in letzter Zeit immer mehr Mittel in die Quantenforschung gepumpt. Laut Calarco dürften für das Flagship gegenüber dem ursprünglichen Budget von einer Milliarde – einschliesslich nationaler Ausschreibungen – nun über die zehnjährige Laufzeit satte 7,5 Milliarden Euro zur Verfügung stehen. Die Kommission hat ihren Anteil von einer halben Milliarde Euro vervierfacht, die nationalen Regierungen investieren insgesamt sogar zehnmal mehr.

Grossprojekte sollten sich spontan bilden

Während das Quantum-Flagship mit Geld geradezu überschüttet wird und das Graphen-Flagship seine Fahrt noch mindestens vier Jahre fortsetzen soll, gehen andere vorderhand leer aus: Sechs Bewerbungen für zwei oder drei weitere Förderinitiativen rechneten mit einer endgültigen Entscheidung im Jahr 2020, wurden aber von der Kommission darüber informiert, dass das neue Forschungsrahmenprogramm Horizon Europe von 2021 bis 2027 keinen Raum mehr für Flagships biete.

Gemäss Neurowissenschaftler Alexandre Pouget von der Universität Genf muss das kein Nachteil sein. Als lautstarker Kritiker des HBP vertritt er die Ansicht, dass sein Gebiet stärker von relativ kleinen, sich spontan aus den Forschendengruppen heraus bildenden Projekten profitieren würde als vom für Flagships typischen Top-down-Ansatz. Er arbeitet denn auch in einem internationalen 30-Millionen-Euro-Netzwerk aus 21 neurowissenschaftlichen Labors, die koordiniert zu einem Thema forschen. Dabei geht es um eine komplexe Entscheidungsaufgabe bei Mäusen. Das Ergebnis der Kooperation soll demnächst in Form einer Gehirnkarte veröffentlicht werden.

Pouget vertritt die Auffassung, dass die Neurowissenschaft vom Gemeinschaftssinn in der Physik lernen muss, was die kollaborative Entwicklung leistungsfähiger Instrumente angeht. Physikalische Grossanlagen seien zwar teuer, der Preis aber oft gerechtfertigt. So kostete der Ligo-Gravitationswellendetektor in den USA zwar rund eine Milliarde Euro, ohne ihn hätte die bisher lediglich vermutete Art von Strahlung jedoch nicht entdeckt werden können. Er würde deswegen eine unabhängige und transparente Prüfung des HBP begrüßen, um herauszufinden, ob sich die daraus resultierende Forschung wirklich gelohnt hat. «Bei einem derartigen Budget müssen auch die Ergebnisse spektakulär sein.»

Edwin Cartlidge ist Wissenschaftsjournalist in Rom.

«Der nationalsozialistische Kunstraub war ein wichtiges Element des Genozids»

Acht Jahre nach dem unerwarteten Erbe von Cornelius Gurlitt:
Nikola Doll, Leiterin der Provenienzabteilung am Kunstmuseum Bern,
erklärt, warum ihr die Arbeit nicht so schnell ausgehen dürfte.

Text Astrid Tomczak-Plewka Foto Ruben Wyttenbach

Nikola Doll, der Nationalrat hat die Gründung einer Schweizer Kommission für Raubkunst beschlossen. Wofür braucht es diese?

Die Schweiz hat 1998 gemeinsam mit 43 anderen Staaten die sogenannten Washingtoner Richtlinien zum Umgang mit nationalsozialistischer Raubkunst verabschiedet. Deutschland, Österreich, die Niederlande, Grossbritannien und zuletzt auch Frankreich haben danach Kommissionen eingerichtet, die in strittigen Fällen als Schiedsgremium fungieren sollen. Auch bei uns zeigte sich, dass die Museen und Sammlungen Raubkunstfälle unterschiedlich bewerten. Das Ziel, die Bewertungsmassstäbe anzugleichen, wäre auch aus Sicht der Forschung wünschenswert.

Das Kunstmuseum Bern gilt in Sachen Aufarbeitung als Musterbeispiel – im Gegensatz zum Kunsthaus Zürich, das für den Umgang mit der Kunstsammlung Bührle heftig in der Kritik stand. Woher kommt der unterschiedliche Umgang?

Die Fragen sind: Handelt es sich um ein grosses Museum mit entsprechenden Kapazitäten oder um ein kleines Haus? Gibt es Bestände mit unbekannten oder unbelegten Eigentumswechseln im Zeitraum von 1933 bis 1945? Besteht bei Werken bereits ein Verdacht auf NS-Raubkunst oder liegen gar Rückgabeforderungen vor? Die Annahme der Erbschaft von Cornelius Gurlitt mit rund 1600 Werken im November 2014 hat das Kunstmuseum Bern gewissermassen gezwungen, sich diesen Fragen aktiv und transparent zu stellen.

Hat die Provenienzforschung durch den Fall Gurlitt generell einen Schub bekommen?

Mit dem sogenannten Schwabinger Kunstfund, wie die Entdeckung von Kunstwerken im Besitz Gurlitts in Deutschland zunächst bezeichnet wurde, wurde der nationalsozialistische Kunstraub und damit die Provenienzforschung



zu einem öffentlichen, gesellschaftspolitischen Thema. Mit Annahme des Erbes Gurlitt durch das Kunstmuseum Bern fand das Thema auch in der Schweiz öffentliche Resonanz. Für das Museum war dies mit dem Aufbau einer systematischen Provenienzforschung und einem transparenten Umgang mit den Erkenntnissen verbunden. Aus diesem Grund hat es im vergangenen Jahr die Datenbank «Der Nachlass Gurlitt» veröffentlicht. Im Jahr 2014 stellte sich in der Schweiz aber auch allgemein die Frage, was seit Verabschiedung der Washingtoner Prinzipien 1998 und dem Bericht der Bergier-Kommission passiert war.

Und wie hat die offizielle Schweiz reagiert?

Eine Reaktion war, dass das Bundesamt für Kultur seit 2016 Fördergelder für Provenienzforschung an Schweizer Museen vergibt.

Nun gibt es ja viele Arten, wie Kunstwerke zur Zeit des Nationalsozialismus die Besitzenden gewechselt haben – Enteignung, Notverkäufe, aber auch den regulären Kunsthandel ...

Der Kunstraub der Nationalsozialisten beruhte nicht allein auf Konfiskationen, also entschädigungslosen Einziehungen. Durch Gesetze, Verordnungen oder Sondersteuern entzog der deutsche Staat Juden und auch Regimegegnerinnen sukzessive die Existenzgrundlagen. In diesem Zusammenhang kam es zu Veräusserungen von wertvollen Gegenständen, wie etwa Kunstwerken oder Schmuck. Provenienzforschung rekonstruiert dann die Umstände, unter denen das Objekt in den Handel gelangte. Wurde es freiwillig veräussert, unter Druck oder Gewalt oder weil die Eigentümerinnen durch die Verfolgung in wirtschaftlicher Not waren?

Der Raubkunst auf den Fersen

Nikola Doll leitet seit 2017 die Abteilung Provenienzforschung am Kunstmuseum Bern. Sie hat 2017 und 2018 Ausstellungen zum Gurlitt-Erbe kuratiert und entwickelt derzeit die **Ausstellung «Gurlitt. Eine Bilanz»** (Kunstmuseum Bern, 16.9.2022–15.1.2023). Doll war wissenschaftliche Mitarbeiterin des **Forschungsprojekts «Geschichte der Kunstgeschichte im Nationalsozialismus»** und hat unter anderem die Ausstellung «Kunst und Propaganda im Streit der Nationen 1930–1945» (Deutsches Historisches Museum, Berlin 2007) kuratiert.

Geht es in der Provenienzforschung auch um die Situation der Kunstschaffenden damals? Ich denke dabei insbesondere an die Aktion «Entartete Kunst». Im Rahmen dieser Aktion wurden Kunstwerke der Moderne aus deutschem Museums- oder Sammlungsbesitz eingezogen – auf Weisung von Adolf Hitler, durch das Propagandaministerium umgesetzt und im Mai 1938 durch ein Gesetz legitimiert. Bei der Aktion «Entartete Kunst» handelte es sich um eine kunstpolitische Massnahme, die die Museen treffen sollte. Künstlerinnen und Künstler blieben davon verschont.

Wurden Künstlerinnen nicht teilweise mit einem Berufsverbot belegt?

Der nationalsozialistische Staat kontrollierte das kulturelle Leben durch die Reichskulturkammer, die im September 1933 gegründet wurde. Wer als bildende Künstlerin oder Kunsthändler tätig sein wollte, musste Mitglied der Kammer sein. Regimegegnern war die Mitgliedschaft in der Kammer verwehrt. Nach Erlass der sogenannten Nürnberger Gesetze im September 1935 wurden alle Jüdinnen und Juden daraus ausgeschlossen. Explizite Berufsverbote wurden hingegen selten ausgesprochen.

Es wird aber weitgehend angenommen, dass es solche Berufsverbote gab ...

Dass das nationalsozialistische Regime Berufsverbote ausgesprochen habe, wurde erst nach dem Zweiten Weltkrieg oft betont. Damit machten sich ehemalige Akteure zu Opfern und stellten sich auf die gleiche Stufe wie diejenigen, die tatsächlich verfolgt wurden.

Ein Beispiel dafür ist auch Hildebrand Gurlitt, der seine Tätigkeit als Kunsthändler während des Nationalsozialismus einseitig als Rettung der als entartet diffamierten Kunst der Moderne darstellte. Dabei schwieg er aber über seinen Handel in den während des Krieges besetzten Gebieten und über seine Ankäufe für den «Sonderauftrag Linz», also Hitlers sogenanntes Führermuseum, oder seine Ankäufe von verfolgten Juden.

Der Begriff Provenienzforschung wird praktisch immer mit dem Nationalsozialismus in Verbindung gebracht. Warum?

Provenienzforschung gehört seit jeher zur Kunstgeschichte, zur Geschichte der Museen und des Kunsthandels. In den 1998 verabschiedeten Washingtoner Prinzipien ist festgehalten, dass der nationalsozialistische Kunst- und Kulturgutraub ein wichtiges Element des Genozids war. Dadurch haben sich die Anforderun-

gen an die Recherche und den Umgang mit den Erkenntnissen verändert. In den vergangenen Jahren hat sich Provenienzforschung aber auch zum Beispiel zu sozialistischem Vermögensentzug in osteuropäischen Ländern durchgesetzt.

Der Begriff findet sich auch beim Kulturreis im kolonialen Kontext.

Richtig. Inzwischen ist Provenienzforschung auch bei Kulturgutverlagerungen und Entzugsvorgängen in kolonialem Kontext etabliert und wird vom Bundesamt für Kultur gefördert. In den heutigen Staaten der ehemals kolonial-besetzten Gebiete beispielsweise des afrikanischen Kontinents oder Asiens gibt es ein Bewusstsein für den Verlust von Kultur und Kulturgütern durch den Kolonialismus und einen Anspruch auf die Rückgabe von geraubten Artefakten. Provenienzforschung betrifft aber auch Kunst- und Kulturgutraub in unserer Gegenwart; etwa die Plünderungen von Museen im Irak-Krieg oder Raubgrabungen während des Krieges in Syrien.

Wird Provenienzforschung je abnehmen können?

Eigentlich ist bei Eigentumswechseln eine unvollständige Provenienz der Normalfall. In seltenen Fällen sind die Handwechsel von der Entstehung eines Artefakts bis zur Gegenwart durchgängig bekannt und mit Quellen belegt. Die Verfolgung und Ermordung der europäischen Jüdinnen und Juden mit diesem Ausmass an Raub und Zerstörung von eindeutigen Belegen für ehemaliges Eigentum stellt uns jedoch vor signifikante Schwierigkeiten, und jede Lücke provoziert Fragen. Ein Forscher kann pro Jahr maximal Basisabklärungen für 100 Kunstwerke mit Provenienzlücken im Zeitraum zwischen 1933 und 1945 seriös durchführen. Bei Hinweisen auf NS-Raubkunst nach den Basisrecherchen können die weiterführenden Recherchen mitunter auch mehrere Jahre beanspruchen.

Also wird Ihnen und Ihren Kolleginnen die Arbeit nie ausgehen?

In der Praxis werden Kunstwerke mit ungeklärter Provenienz regelmässig neu überprüft, da sich etwa durch die Erschliessung neuer Archive oder die digitale Zusammenführung von Daten neue Erkenntnisse ergeben können oder neue Suchmeldungen in den Datenbanken Lost Art oder Art Loss Register publiziert werden.

Astrid Tomczak-Plewka ist Redaktorin bei Horizonte.

Wenn Aussichtslosigkeit die Hoffnung nährt

«Es gibt keine hoffnungslosen Situationen, es gibt nur Menschen, die Situationen gegenüber hoffnungslos sind.» (Anonymus)

Die Kombination von Wissenschaft und Film stimuliert uns in diesem Magazin. Dies zu einem Zeitpunkt, in dem uns der Gedanke kommen mag, dass wir «im falschen Film leben»: Nach all den Pandemie Jahren sind wir nun Zeuginnen und Zeugen eines Kriegs, den wir nach all dem, was die Menschheit gelernt haben sollte, nicht für möglich erachtet hätten. Doch schauen wir im Sinne des Leitzitates über die sogenannten hoffnungslosen Situationen hinaus: Es ist nämlich stets eine gewisse Aussichtslosigkeit, die uns weiterblicken und damit Gründe und Wege für neue Hoffnungen finden lässt.

Wir alle engagieren uns derzeit, aus der Pandemie zu lernen und mit den Lehren daraus auch viele andere grosse Fragen wie Klima, Energie und transformative Technologien anzugehen. Die Wissenschaft hat dabei erkannt, wie wichtig es ist, bei der Kommunikation in einer Krise oder Überlebensfrage den gesellschaftlichen Kontext zu

berücksichtigen. Das heisst, eine Public-Health- und sozioökologische Sicht zu pflegen und mit entsprechenden Güterabwägungen kontinuierlich und iterativ den Austausch zwischen den verschiedenen Akteurinnen und Akteuren zu führen.

Zentral ist dabei der Dialog von Wissenschaft mit Politik und Gesellschaft. Ausblicke und damit neue Hoffnungen entstehen, wenn wir diesen Übertragungsriemen von der Wissenschaft zur Gesellschaft massiv stärken, indem wir Prozesse und die damit verbundenen Rollen und Verantwortungen aller Beteiligten genau definieren.

Die Wissenschaft muss sich konsequent als Teil der Gesellschaft und nicht im Expertenstatus sehen, zu jedem Zeitpunkt aufzeigen, was sie weiss und auch nicht weiss; also Unsicherheit in Kontext setzen. Nur damit werden stets die Grundlagen für ethisch vertretbare Handlungsoptionen geschaffen, die durch die sozialpolitischen Entscheidungsprozesse zu Interventionen zugunsten der Gesellschaft führen. Der Übertragungsriemen von Wissenschaft zu Politik und Gesellschaft ist zudem erfolgreich, wenn wir zu einer weniger elitären, aktivistischen und/oder karrieregeprägten Wissenskultur zurückfinden.

In Anlehnung an meine Anerkennung und meinen tiefen Respekt für die naive Malerei meine ich, dass es – in der Wissenschaft, ja überall – nicht darum geht, äusserlich Grossartiges zu leisten, sondern einzig und allein darum, die ganz gewöhnlichen Dinge mit der Anerkennung ihres inneren Wertes zu tun.

Foto: Annette Bouteiller



Marcel Tanner ist Präsident des Verbunds der Akademien der Wissenschaften Schweiz A+.

Bilder der wissenschaftlichen Vielfalt

Bild: Patrick Fleming and Petronella Mill



Ein verwesender Schweinekadaver, eine schwimmende Untertasse, eine 3D-Visualisierung eines historischen Gebäudes – auch der sechste SNF-Wettbewerb für wissenschaftliche Bilder überzeugt mit Werken, die den Reichtum und die Vielfalt der Wissenschaft illustrieren. Neben den drei preisgekrönten Bildern und dem Video erhielten zehn weitere Werke eine Auszeichnung. Wer die vielen Facetten der wissenschaftlichen Forschung entdecken möchte, findet die über 2300 bisher eingereichten Beiträge unter «SNSF Scientific Image Competition» auf [flickr.com](https://www.flickr.com/photos/snsf-sic/).

Das Gold aus Smartphones recyceln

Foto: zVg



Elektronische Geräte wie Handys und Computer enthalten winzige Mengen an Gold. Wenn die Geräte nicht recycelt werden, gehen die darin enthaltenen Edelmetalle verloren, und Bergbau übt weiter Druck aus. Wendy Queen und Mirko Bischofberger von der EPFL wollen die Öffentlichkeit für diese Thematik sensibilisieren. Für ihr Kommunikationsprojekt haben sie vom SNF den Preis Optimus Agora 2022 erhalten. Sie organisieren Veranstaltungen und Workshops, an denen die Teilnehmenden erfahren, wie sie das in ihren Handys versteckte Gold retten können. Dazu hat Queen Moleküle entwickelt, die wie Schwämme wirken: Sie können Gold und andere seltene Elemente einfangen, die in einer Flüssigkeit gelöst sind.

Neu: freier Zugang zu Artikeln ab Publikationsdatum

Ab 1. Januar 2023 müssen vom SNF geförderte Forschende ihre Publikationen sofort kostenlos zugänglich machen und nicht mehr erst nach sechs Monaten. Diese neue Regel ergibt sich aus dem Beitritt des SNF zur Coalition S, zur weltweit grössten Initiative von Forschungsförderern zur Realisierung von Open Access. Der SNF hat sich 100 Prozent Open Access zum Ziel gesetzt. Es geht aber nicht nur um Zahlen. «Wir wollen nicht einfach 100 Prozent erreichen. Publikationen sollen in erster Linie die Forschung voranbringen», präzisiert Matthias Egger, Präsident des Nationalen Forschungsrats.

Weiterführung der Übergangslösungen



Derzeit ist die Schweiz beim europäischen Forschungsprogramm Horizon Europe ein nicht assoziierter Drittstaat. Im Auftrag des Bundes schreibt der SNF auch 2022 Übergangsmassnahmen wie die SNSF Advanced Grants und SNSF Swiss Postdoctoral Fellowships aus. Die zwei Instrumente richten sich an Forschende, die sich um einen ERC Advanced Grant oder ein Marie Skłodowska-Curie Postdoctoral Fellowship (MSCA PF) bewerben wollten.

Für ein Gesundheitswesen mit Umweltbewusstsein

Die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften hat ein Positionspapier zum Thema «Umwelt und Gesundheit» veröffentlicht. Sieben Vorschläge sollen allen im Gesundheitswesen tätigen Fachpersonen Orientierung bei der Erarbeitung konkreter und praxisnaher Massnahmen bieten – mit drei wesentlichen Stossrichtungen: die Inanspruchnahme von medizinischen Leistungen reduzieren, die Behandlungspraxis an die intelligente Medizin anpassen sowie die Emissionen von Gesundheitsbetrieben reduzieren und deren Umwelteffizienz verbessern.

samw.ch/positionsrapport

Vier preisgekrönte Dissertationen



Die Doktorierenden haben chemische Synthesen erleichtert, das Verständnis grosser Erdbeben verbessert, Grundlagen zellbiologischer Prozesse entschlüsselt und Einzelphotonen für abhörsicheren Datenaustausch produziert: Philippe Schwaller (Chemie), Luca Dal Zilio (Geowissenschaften), Anna-Katharina Pfitzner (Biologie) und Natasha Tomm (Physik). Die jungen Forschenden wurden für ihre Dissertationen von der Akademie der Naturwissenschaften mit dem Prix Schläfli 2022 ausgezeichnet. Er wird seit 1866 vergeben. scnat.ch/prixschlaefli

Zwölf Jahre Spitzenforschung

Die dritte Serie der Nationalen Forschungsschwerpunkte hat die Spitzenposition der Schweiz in verschiedenen Forschungsbereichen gestärkt: von intelligenten Robotern zur Verbesserung der Lebensqualität bis hin zu synaptischen Mechanismen bei psychischen Erkrankungen. Acht Schwerpunkte wurden 2010 lanciert und laufen dieses Jahr aus. Insgesamt hat der SNF sie mit fast 350 Millionen Franken unterstützt. Die aufgebauten Kenntnisse werden langfristig wirken. Die Gastinstitutionen der Schwerpunkte haben unter anderem Forschungszentren, Professuren sowie neue Masterstudiengänge geschaffen.

Acht Schweizer Schwerpunkte verlängert

Der Ursprung und die Entwicklung der Planeten, die Rolle der RNA in Krankheiten, die Migration und die Mobilität: Die acht nationalen Forschungsschwerpunkte der vierten Serie decken viele Themen ab. Aufgrund einer positiven Evaluation hat der SNF entschieden, sie in den nächsten vier Jahren fortzusetzen. In dieser letzten Förderphase erhalten sie insgesamt fast 86 Millionen Franken. Die Schwerpunkte fördern Projekte, die für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft in der Schweiz von strategischer Bedeutung sind.

70 Jahre SNF

Nach dem Zweiten Weltkrieg war für die Dachorganisationen der Wissenschaft klar: Die Schweiz muss den Anschluss an die internationale Forschung wiederherstellen. Deshalb gründeten sie am 1. August 1952 den Schweizerischen Nationalfonds (SNF), wofür der Bundesrat die Mittel bewilligte. Von Anfang an vergab der SNF seine Förderbeiträge im Wettbewerb. Die besten Forschungsprojekte aller Disziplinen finanziert er mit Bundesgeldern. Als Stiftung für Forschende entscheidet er unabhängig, einzig der Exzellenz verpflichtet. Heute investiert der SNF jährlich knapp eine Milliarde Franken in rund 2400 Projekte. Die wissenschaftliche Forschung der Schweiz ist führend und international eng vernetzt. Damit dies so bleibt, entwickelt der SNF seine Förderung laufend weiter – angepasst an die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts.

Ausgezeichnete Nachwuchsforschende



Drei wissenschaftliche Aufsätze haben den Nachwuchspreis 2022 der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften gewonnen. Der Nachwuchspreis Gold geht an die Politologen Florian Foos (London School of Economics) und Daniel Bischof (Universität Zürich). Silber gewannen der Historiker Felix Frey (Universität Bern) und die Historikerin Anne E. Hasselmann (Historisches Museum Basel), Bronze die Psychologin Thalia Cavadini (Universität Genf). Ihre Aufsätze untersuchen den Einfluss von Medien auf politische Einstellungen, das Verständnis von Mensch und Umwelt in der Sowjetunion sowie mathematische Fähigkeiten bei Kleinkindern. Die Akademie zeichnet jedes Jahr drei herausragende wissenschaftliche Aufsätze mit dem Nachwuchspreis aus.

www.sagw.ch/nachwuchspreis-2022

Horizonte 132, Fokus
«Die bessere Stadt»

Nichts als Beton und Gigantismus

Horizonte verspricht die bessere Stadt. Doch diese besteht in einer dürrtigen Retusche einer ungebremsten Urbanisierung, die am Rand Probleme wie städtische Wärmeinseln und vielleicht noch Verkehrsprobleme anspricht. In den Texten und vor allem in der Bebilderung – angefangen mit dem Titelblatt – ist ausschliesslich die Rede von Beton, Gigantismus und Hyperverdichtung, als ob es sich dabei um beispielhafte Faktoren handeln würde. Dabei leiden wir doch heute genau unter diesen Aspekten: unter erdrückenden,

unmenschlichen Städten, die sich ins Unendliche ausdehnen und dabei die umliegenden landwirtschaftlichen oder dörflichen Gebiete verschlingen. Das Grundproblem ist die Überbevölkerung. Solange dagegen nichts unternommen wird, bleiben alle anderen Überlegungen schlicht nur Luftschlösser.

Jurek Estreicher, Informatiker,
Confignon

Horizonte 133, S. 15, Infografik:
«2000 Jahre Pandemien»

Verzerrende Darstellung

Infografiken bilden eine Brücke zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und deren Verständlichkeit – sowohl für Forschende

als auch für die breite Öffentlichkeit. Sie können aber auch irreführen. Die Grafik zu den Todesopfern historischer Pandemien mag ästhetisch anmuten, verfälscht aber durch die perspektivische Darstellung die Grössenverhältnisse und damit die Aussage der Daten. Gerade bei kontrovers diskutierten Themen wie Covid-19 darf die Wissenschaft nicht ihre Glaubhaftigkeit gefährden, indem sie Angriffsfläche für verunsichernde Theorien bietet. Die Ansicht, Infografiken könnten nicht zugleich ansprechend und inhaltlich akkurat sein, ist inkorrekt und rechtfertigt nicht das Abdrucken verzerrter Aussagen.

Basil Huwyler, Grafiker, Basel

Erratum

Im Artikel «Dauer-Eier überleben Trockenheit» (Horizonte 133, S. 10) hat sich eine falsche Referenz eingeschlichen. Richtig ist: J. L. Santos and D. Ebert: Trehalose provisioning in *Daphnia* resting stages reflects local adaptation to the harshness of diapause conditions. *Biology Letters* (2022)

Horizonte macht Kino

Im Jahr 2023 findet das fünfte Global Science Film Festival statt. Es zeigt aktuelle Filmproduktionen, in denen Wissenschaft und Forschung als Stars auftreten oder eine wichtige Nebenrolle belegen. Stets stehen kritische Sichtweisen auf drängende Fragen der globalisierten Welt im Zentrum. Das Festival wird am Freitag, 31. März, in Basel und Lugano sowie am Samstag und Sonntag, 1. und 2. April, in Zürich durchgeführt. Im Herbst folgt eine Vorführung in Bern. Die Redaktion von Horizonte wagt sich auch ins Rampenlicht und wird Podiumsdiskussionen zu den Filmen moderieren. sciencefilm.ch

Schreiben Sie uns Ihre Meinung

Sie möchten auf einen Artikel reagieren? Wir freuen uns über Ihren Kommentar auf Twitter @horizonte_de sowie Ihre Mail an redaktion@horizonte-magazin.ch – Rückmeldungen bis spätestens am 7. Oktober 2022.

Wissenschaft schafft Argumente. Empfehlen Sie Horizonte weiter!

Horizonte berichtet 4× im Jahr über die Schweizer Forschungslandschaft. Schenken Sie sich oder Ihren Freundinnen und Freunden gratis ein Abo.

Haben Sie eine neue Adresse oder Fragen zu Ihrem Abonnement? Dann wenden Sie sich an abo@horizonte-magazin.ch



Hier abonnieren Sie die Printausgabe:
horizonte-magazin.ch/abo



Horizonte
Das Schweizer Forschungsmagazin erscheint viermal jährlich auf Deutsch und Französisch. Die Online-Ausgabe erscheint auch auf Englisch. 35. Jahrgang, Nr. 134, September 2022

horizonte-magazin.ch
redaktion@horizonte-magazin.ch

Das Abonnement ist kostenlos:
horizonte-magazin.ch/abo

Bei Fragen und Änderungswünschen zu Ihrem Abonnement:
abo@horizonte-magazin.ch

Redaktion
Florian Fisch (ff),
Co-Leitung
Judith Hochstrasser (jho),
Co-Leitung
Astrid Tomczak-Plewka (ato)
Elise Frioud (ef)
Yvonne Vahlensieck (yv)

Gestaltung und Bildredaktion
Bodara GmbH,
Büro für Gebrauchsgrafik
13 Photo AG

Übersetzung
Weber Übersetzungen

Korrektorat
Birgit Althaler
Anita Pfenninger

Chefredaktion
Christophe Giovannini

Herausgebende
Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF)
Wildhainweg 3
CH-3001 Bern
Tel. 031 306 22 22
com@snf.ch

Akademien der Wissenschaften Schweiz
Haus der Akademien
Laupenstrasse 7
CH-3001 Bern
Tel. 031 306 92 20
info@akademien-schweiz.ch

Der Schweizerische Nationalfonds fördert im Auftrag des Bundes die Forschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen. Er investiert jährlich rund eine Milliarde Franken. Anfang 2022 waren über 5500 Projekte im Gang, an denen knapp 20 000 Forschende beteiligt waren. Damit ist der SNF der wichtigste Forschungsförderer der Schweiz.

Die Akademien der Wissenschaften Schweiz setzen sich im Auftrag des Bundes für einen gleichberechtigten Dialog zwischen Wissenschaft

und Gesellschaft ein. Sie vertreten die Wissenschaften institutionen- und fachübergreifend. Sie haben Zugang zur Expertise von rund 100 000 Forschenden.

Druck, Litho und Adressmanagement
Stämpfli AG, Bern und Zürich

klimaneutral gedruckt,
myclimate.org

Papier: Lessebo Rough
White, Magno Star

Typografie: Caslon Doric,
Sole Serif

Auflage
32 600 deutsch,
14 900 französisch

© alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck der Texte möglich: Sie sind Creative Commons BY-NC-ND lizenziert.
ISSN 1663 2710

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

Wir streben gendergerechte Sprache an und verwenden deswegen beide generischen Formen sowie neutrale Formulierungen wie «Forschende».

Brauchen die Hochschulen mehr Teilzeitprofessuren?

JA «Das ist eine eingeschränkte Art, Professor zu sein», so sehen es viele Kolleginnen, wenn von Teilzeitarbeit bei einer Professur die Rede ist, zum Beispiel in Form von Jobsharing. Diese Meinung muss man nicht teilen, und sie ist im Übrigen Ausdruck eines eigenartigen Selbstbildes. Mir scheinen die Vorteile von Lehrstühlen mit Teilzeitpensum zu überwiegen.



«Nicht alle streben danach, dass auf ihrem Grabstein steht: 'Er hat nur für die Universität gelebt.'»

Alain Clavien ist emeritierter Professor für Zeitgeschichte an der Universität Freiburg. Er forscht zu Arbeiterbewegungen, Intellektuellen und dem kulturellen Leben.

Den Betroffenen, die sich für ein Jobsharing entscheiden, bietet es die Aussicht auf ein Leben neben der Universität: Sie können sich Hausarbeit und Kindererziehung teilen, ihrer Partnerin oder ihrem Partner eine Karriere ermöglichen und sich politisch, sozial, sportlich oder künstlerisch engagieren. Nicht alle streben danach, dass auf ihrem Grabstein steht: «Er hat nur für die Universität gelebt.»

Für die Studierenden liegen die Vorteile auf der Hand: Zwei Professorinnen im Jobsharing, das bedeutet zwei Perspektiven, zwei Persönlichkeiten, zwei Lösungsansätze, zwei Adressbücher, doppelt so viel Zeit für die Betreuung einer Masterarbeit oder Dissertation, doppelt so viele Projekte beim Schweizerischen Nationalfonds.

Jobsharing bietet auch Chancen für den Nachwuchs. Das Modell muss nicht gleich zur Regel werden, aber Teilzeitarbeit ermöglicht unterschiedliche Karrierepläne und schafft mehr

unbefristete Stellen an Hochschulen. Das ist ein nicht zu vernachlässigender Aspekt angesichts des zwar gut ausgebildeten Nachwuchses, der aber häufig das Nachsehen hat. Die Hochschulen sollten sich nicht auf das Modell des Wissenschaftlers versteifen, der ausschliesslich an die Karriere denkt und hektisch Stipendien, Aufenthalte und wissenschaftliche Artikel aneinanderreicht.

In der aktuellen Krise an den Hochschulen, von deren Tiefe eine Reihe von Petitionen zeugt, ist Jobsharing eines von mehreren geeigneten Instrumenten, und es wäre schade, darauf zu verzichten. Das Kollegium der Professorinnen würde vielfältiger, und mit ihm auch die Forschung. Der Teilzeitprofessor Indiana Jones würde da sicher zustimmen.

NEIN Hinter der Forderung nach mehr Teilzeitstellen bei Professuren stehen drei strukturelle Probleme der Universität: der Mangel an Nachwuchsstellen mitsamt den prekären Arbeitsbedingungen im Mittelbau, die Unterrepräsentation der Frauen und die Arbeitsbelastung bei einer festen Anstellung auf Professorenebene. Diese Probleme sind real und harren einer Lösung. Trotzdem sind Teilzeitprofessuren nicht die adäquate Antwort.

Im Einzelfall mögen diese zwar den Bedürfnissen einer Forscherin respektive eines Forschers in einem bestimmten Lebensabschnitt entgegenkommen. Als generelle Lösung für die akademischen Strukturprobleme können die geforderten Teilzeitstellen indes nicht taugen. Dies gilt insbesondere dann, wenn, wie oft vorgeschlagen, die Stelle im 50-Prozent-Jobsharing mit entsprechend reduziertem Gehalt und geteilter Ausstattung ausgeschrieben wird.

Es stimmt zwar, dass damit zwei Personen eine Stelle erhalten statt nur einer. Im ausgeprägten universitären Statusdenken dürften sie aber kaum als vollwertige Professorinnen gelten, zumal, wenn sie entsprechend ihres Pensums nur über eine halbe Stimme in den universitären Gremien verfügen.

Und wozu soll die restliche Prozentzeit eingesetzt werden? Um Wissenschaft und Familienleben kompatibel zu machen? Oder um mehr Forschung zu ermöglichen, die neben den Administrationaufgaben meist zu kurz kommt? Im ersten Fall ist die Gefahr hoch, dass sich vorwiegend Frauen bewerben. Obschon nicht intendiert, würde somit als Nebeneffekt ein patriarchales Familienmodell bekräftigt. Im zweiten Fall würde eine Aufgabe des professoralen Pflichtenhefts in die unbezahlte Freizeit verlagert.

Die Politik würde es zudem danken und sich die Chance einer Flexibilisierung der Anstellungen und einer Anpassung des Schweizer Lohnniveaus an Deutschland oder Frankreich nicht entgehen lassen. Statt individueller Lösungen wären grundlegende Reformen im Sinne flacherer Hierarchien und einer Umverteilung der Mittel zur Schaffung neuer Stellen und einer allgemeinen Reduktion der Arbeitsbelastung angebracht.



«Im ausgeprägten universitären Statusdenken dürften Teilzeitprofessorinnen kaum als vollwertig gelten.»

Brigitte Studer ist emeritierte Professorin für Schweizer und neueste allgemeine Geschichte. Sie forscht zu Sozialstaat, Frauenbewegungen und Kommunismus.

«Die erzieherische Funktion des Kinos ist der Traum aller aktivistischen Filmschaffenden und Propagandaabteilungen.»