

Mehr Raum für klinische Forschung 36 Studieren und Lernen in der Natur 40  
Alumnus Fabian Unteregger: Comedian mit Unternehmer-Gen 45

# GLOBE

NR.  
3 / 2023



FOKUS

Was die Welt  
zusammenhält



**Verändere die Welt mit  
deinen Innovationen.**

#AchievingExcellenceTogether  
[georgfischer.com/karriere](https://georgfischer.com/karriere)

# EDITORIAL



«Die Frage, was die Welt zusammenhält, stellt sich immer wieder von Neuem.»

Seit rund einem halben Jahrtausend prägt die Wissenschaft das Bild, das wir uns von der Welt und uns selbst machen. Neue Erkenntnisse haben dieses Bild permanent verfeinert, zuweilen setzte sich eine radikal neue Sicht auf die Dinge durch. Unverändert bleiben bis heute die menschliche Neugier und die immer wieder neu gestellte Frage, was die Welt zusammenhält. Diese Frage ist denn auch das Motto der diesjährigen Scientifica, des gemeinsamen Wissenschaftsfestivals der ETH und der Universität Zürich.

Einen Vorgeschmack auf die Scientifica im September erhalten Sie bereits in dieser *Globe*-Ausgabe. Hier finden Sie spannende Artikel, die alte Fragen aus Sicht der neusten Forschung zu beantworten versuchen. Beispielsweise warum die Physik immer noch nach der alles vereinigenden Theorie sucht, welche die Quantenmechanik mit Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie versöhnt. Oder näher an unserem Alltag: ein Gespräch unter Forschenden über Mechanismen, die unsere Gesellschaft auseinanderdriften lassen und wie wir der Spaltung entgegenwirken können. Auch für Ihr nächstes Gespräch über ChatGPT finden Sie auf den folgenden Seiten geistige Nahrung.

Ich würde mich über einen Besuch von Ihnen an der Scientifica freuen. Erleben Sie das Festival vom 28. August bis zum 2. September mit seinem vielfältigen Angebot von Laborführungen und Kurzvorträgen bis zum Drohnenrennen. Veranstaltungstipps finden Sie in dieser *Globe*-Ausgabe.

Ich wünsche Ihnen einen erholsamen Sommer – und bis bald an der Scientifica!

Joël Mesot,  
Präsident der ETH Zürich



**«Ich empfinde es als  
meine Verantwortung,  
etwas zurückzugeben.»**

**Christian Buess, Unternehmer  
ETH Alumnus und Gönner ETH Foundation**

Die ETH hat sein Leben geprägt. Deshalb berücksichtigt  
Christian Buess die ETH Foundation in seinem Testament.  
Erfahren Sie mehr und bestellen Sie unsere Informations-  
broschüre rund um das Thema Nachlässe:

🌐 [www.ethz-foundation.ch/nachlass](http://www.ethz-foundation.ch/nachlass)

**ETH** Foundation

**bob**e

## Rund ums Haus alles im Griff

Sichere alle Unterlagen im Safe, verpasse keine  
wichtigen Termine und erhalte unabhängigen Rat  
bei Fragen rund um dein Wohneigentum.

[www.bob-e.io](http://www.bob-e.io)

Download on the  
**App Store**

GET IT ON  
**Google Play**



**NEU MIT  
ONLINE-DOKTOR  
FÜR DEIN HAUS –  
JETZT KOSTENLOS  
TESTEN!**



## NEW + NOTED

- 6 News aus der ETH Zürich
- 8 Bilder fürs Auge
- 10 **ZUKUNFTSBLOG** Saubere Energieversorgung für die Schweiz? Ja!

## FOKUS

- 14 **MENSCH SEIN** Künstliche Intelligenz dringt in unsere Gesellschaft
- 17 **IN DEN SCHUHEN DER ANDEREN** Strategiespiele bringen unterschiedliche Interessengruppen an einen Tisch
- 20 **WIDERSPRUCH IM HERZEN DER PHYSIK** Auf der Suche nach der alles vereinigenden Theorie
- 24 **WIR BRAUCHEN MEHR RESPEKT FÜR ANDERSDENKENDE** Was uns in einer polarisierten Welt zusammenhält
- 29 **DIE STÄRKE DER SCHWÄCHSTEN NATURKRAFT** Was die Erde in ihrer Umlaufbahn und uns am Boden hält



Bilder: Annick Ramp; Gian Marco Castelberg

## COMMUNITY

- 32 Verbunden mit der ETH
- 35 **IDEENLABOR** Aus Abfall statt aus Bäumen
- 36 **RAUM FÜR DIE KLINISCHE FORSCHUNG** Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung für Patientinnen und Patienten nutzbar machen
- 39 **PERSÖNLICH** Petra Schmid über die Auswirkungen sozialer Macht

## REPORTAGE

- 40 **IN DER NATUR LERNEN** Studierende der Umweltingenieurwissenschaften untersuchen das Grundwasser im Wald

## PROFIL

- 45 **COMEDIAN MIT UNTERNEHMER-GEN** ETH-Alumnus Fabian Unteregger fasziniert die Zusammenarbeit mit Start-ups
- 48 **ENTDECKEN**
- 50 **OUT OF FOKUS**

**COVER** Das Titelbild und die Bildserie ab Seite 14 zum Thema «Was die Welt zusammenhält» hat die Agentur Sir Mary mit der KI-Software Midjourney erstellt. Die Bilder wurden nicht nachbearbeitet.

# NEW + NOTED



Bild: ETH Foundation / Nicola Pitaro

Rössler-Preisträger Siddhartha Mishra mit Preisstifter Max Rössler und ETH-Präsident Joël Mesot (v.l.n.r.).

## Siddhartha Mishra gewinnt den Rössler-Preis

Der Mathematiker Siddhartha Mishra gewinnt den diesjährigen Rössler-Preis für seine Forschung über Lösungen für hochkomplexe Strömungs- und Wellenphänomene. Gewürdigt wird er für seine Beiträge zu schnelleren und präziseren Vorhersagen zu Wetter, Klima und Tsunamis und zu den Computersimulationen, die sie ermöglichen.

Zwei seiner aussergewöhnlichsten Durchbrüche hat Siddhartha Mishra bei den sogenannten Euler-Gleichungen erzielt: Mishra löste eine Frage der Euler-Gleichungen, die 30 Jahre lang offen war, indem er einen neuen Algorithmus für ein Näherungsverfahren vorschlug. Ausserdem entwickelte er einen Lösungsansatz für bestimmte Euler-Gleichungen, mit dem sich die Dynamik instabiler, chaotischer und turbulenter Strömungen genauer bestimmen lässt.

Mishra hat den Rössler-Preis auch dafür erhalten, dass er eine Brücke schlägt zwischen den mathematischen Grundlagen und ihrer Anwendung in Forschung und Industrie. So hat er beispielsweise robuste, effiziente Algorithmen entworfen, mit denen sich nicht lineare partielle Differenzialgleichungen schneller und genauer auf Supercomputern simulieren lassen. Diese Simulationen eröffnen neue Wege zur Lösung realer Probleme in Forschungsgebieten wie der Astrophysik, Sonnenphysik, Geophysik, Klimadynamik und der Biologie.

Der Rössler-Preis ist mit 200 000 Schweizer Franken die höchstdotierte Auszeichnung für Forschung an der ETH Zürich und wird jeweils am Thanksgiving-Anlass der ETH Foundation verliehen. Der Preisstifter Max Rössler studierte an der ETH Zürich Mathematik und doktorierte über Bahnberechnungen in der Raumfahrt. ○

## Spion im Bauch

Nach einer Operation am Magen oder Darm sind sie besonders gefürchtet: undichte Stellen an den Nähten, an denen der Inhalt des Verdauungstrakts in den Bauchraum rinnt und die zu lebensgefährlichen Komplikationen führen können. Forschende aus der Gruppe von Inge Herrmann, Professorin für Nanopartikuläre Systeme an der ETH Zürich und Forscherin an der Empa in St.Gallen, haben daher zusammen mit Andrea Schlegel, Chirurgin am Universitätsspital Zürich, nach neuen Lösungen gesucht. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickelten in den vergangenen Jahren ein Pflaster aus Polymeren, die ein Hydrogel bilden, also Flüssigkeit aufnehmen können. Die Polymere vernetzen sich dabei mit dem Darmgewebe und dichten die Wunde ab. Somit verhindert das Pflaster, dass die sauren Verdauungssäfte und keimbelaadene Nahrungsrückstände aus dem Verdauungstrakt austreten und eine Bauchfellentzündung oder sogar eine lebensgefährliche Blutvergiftung auslösen.

Nun sind die Forschenden noch einen Schritt weitergegangen: Sie haben ihr Pflaster mit nicht elektronischen Sensoren ausgestattet, die bereits Hinweise geben, noch bevor Verdauungssäfte in die Bauchhöhle austreten können. Bei den Sensoren handelt es sich um ins Pflaster eingearbeitete Proteinstrukturen oder Salze, die entweder auf Veränderungen des pH-Werts durch austretende Magensäure oder auf bestimmte Enzyme des Darms reagieren. Kommen die Sensoren mit Verdauungssäften in Berührung, verändert sich ihre Struktur, was Ärztinnen und Ärzte von ausserhalb des Körpers mit bildgebenden Verfahren erkennen können.

Das Darmpflaster könnte damit nicht nur das Risiko von Komplikationen nach einer Bauchoperation senken, sondern zudem Spitalaufenthalte verkürzen und Gesundheitskosten einsparen. Bereits jetzt stösst das Projekt auf grosses Interesse der Ärzteschaft. Der nächste Schritt ist nun, die Anwendung in der Praxis voranzutreiben. ○

## Roboterteam auf Mond-Erkundungstour

Auf dem Mond locken Rohstoffe. Bereits planen verschiedene Raumfahrtbehörden Missionen, um Mineralien aufzuspüren. Schweizer Forschende unter Leitung der ETH Zürich verfolgen die Idee, ein ganzes Team von Vehikeln und Fluggeräten auf Erkundungstour zu schicken. Mehrere Roboter zu nutzen, hat Vorteile. Die einzelnen Roboter können spezialisierte Aufgaben übernehmen und diese zeitgleich ausführen. Zudem lässt sich im Team ein möglicher Ausfall eines Teamgefährten kompensieren.

Als mögliche Erkundungsgeräte rüsteten die Forschenden drei Laufroboter vom Typ ANYmal, der in der ETH-Gruppe von Robotik-Professor Marco Hutter entwickelt worden ist, mit unterschiedlichen Mess- und Analysegeräten aus. Diese Laufroboter testeten sie auf verschiedenen Geländen in der Schweiz und am Europäischen Innovationszentrum für Weltraumressourcen (ESRIC) in Luxemburg. Dort hat das Schweizer Team gemeinsam mit deutschen Kollegen einen Mond-Rover-Wettbewerb gewonnen. Sie mussten auf einem Testgelände Mineralien finden und bestimmen. ○

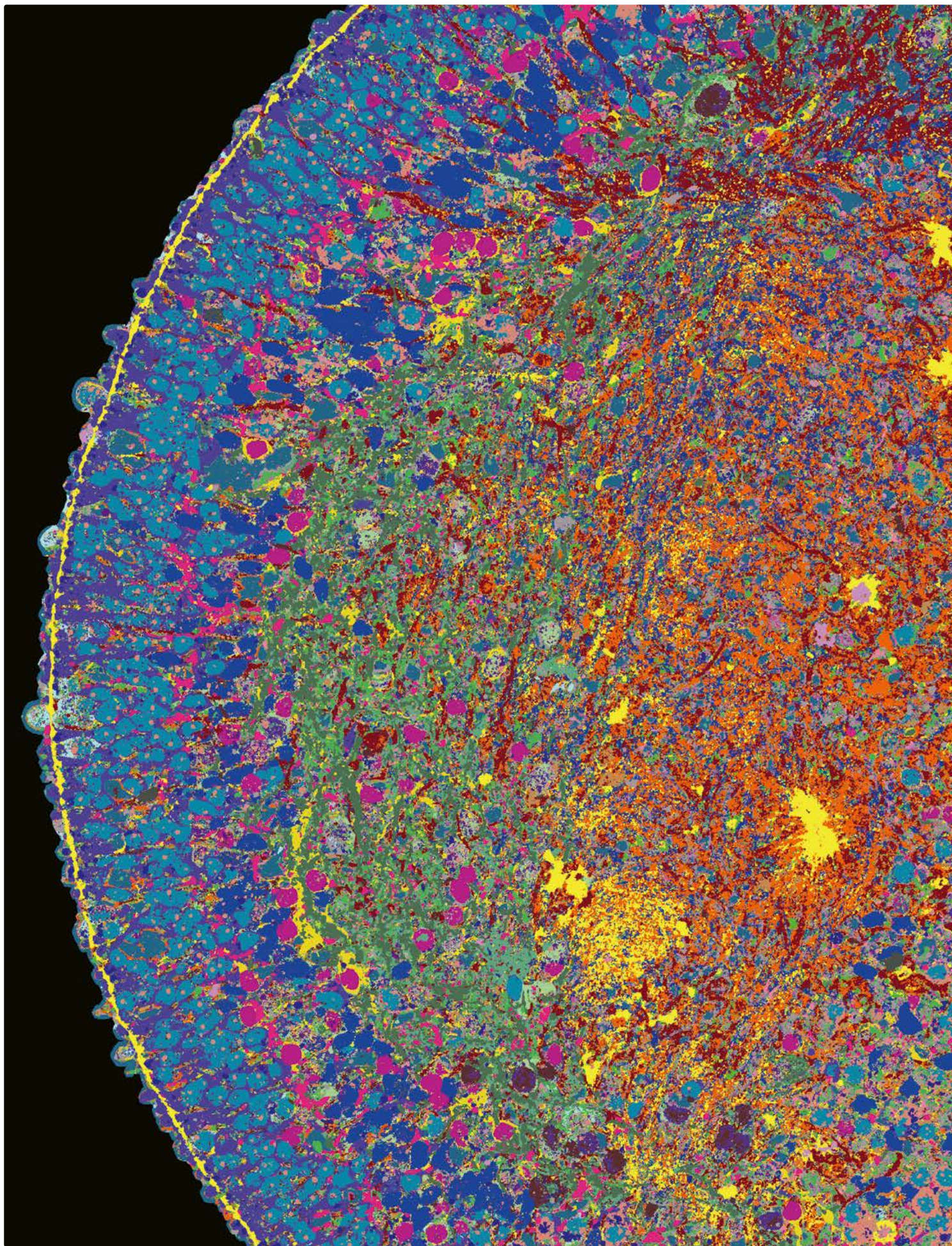
Bild: ETH Zürich / Takahiro Miki



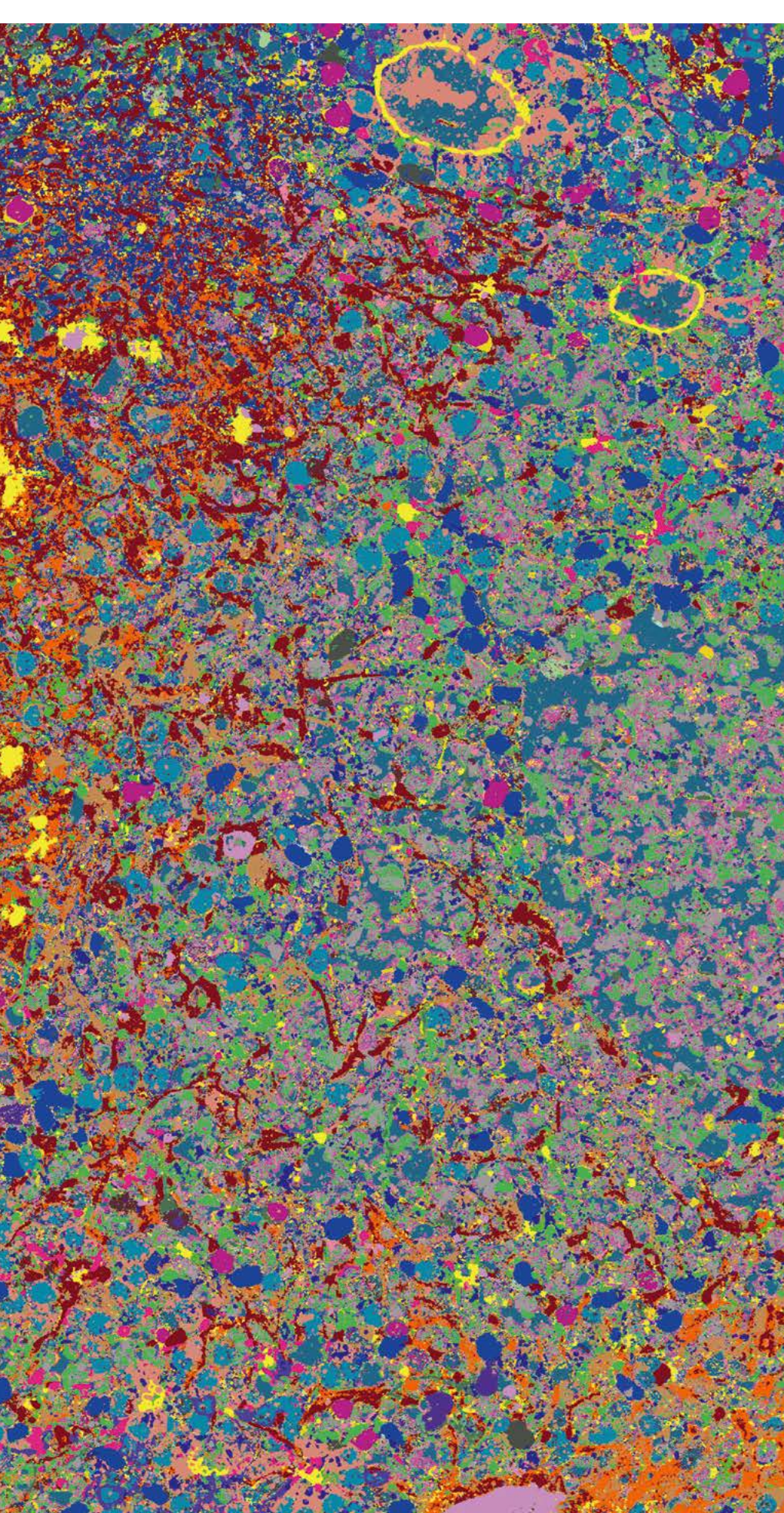
Ein Team erreicht mehr als die Summe seiner Teile – die drei Laufroboter bei einem Test in einer Schweizer Kiesgrube.



Video Roboterteam:  
→ [youtu.be/KbuIE0\\_ow00](https://youtu.be/KbuIE0_ow00)







## Bilder fürs Auge

Dieses Bild zeigt kein abstraktes Gemälde, sondern Gewebestrukturen unserer Netzhaut. Forschenden ist es gelungen, mit einem neuen bildgebenden Verfahren über 50 Proteine gleichzeitig sichtbar zu machen. Dabei wird ein dünner Gewebeschnitt in mehreren Schritten mit Fluoreszenzfarbstoffen eingefärbt und anschliessend mittels Computer zu einem einzigen Mikroskopiebild zusammengefügt. Das Verfahren wurde erstmals bei dreidimensionalen Gewebestrukturen eingesetzt, die die Forschenden zuvor im Labor kultiviert hatten. Die Arbeit mit solchen Organoiden erlaubt Einblicke in die Funktionsweise der einzelnen Zelltypen. Um herauszufinden, wie sich die Zelltypen der menschlichen Netzhaut während der Embryonalentwicklung bilden, arbeiteten die Forschenden mit Organoiden unterschiedlichen Alters. Barbara Treutlein, Professorin für Quantitative Entwicklungsbiologie am Departement für Biosysteme der ETH Zürich in Basel, macht diese Informationen nun zusammen mit Forschenden der Universitäten Zürich und Basel in einem speziellen Atlas öffentlich zugänglich. Der Atlas soll in Zukunft dazu beitragen, degenerative Augenkrankheiten besser verstehen und deren Fortschreiten stoppen zu können. ○

Bild: Wahle et al. Nature Biotechnology 2023

→ [bsse.ethz.ch/qdb](https://bsse.ethz.ch/qdb)

# Saubere Energieversorgung für die Schweiz? Ja!

Für Gabriela Hug, Expertin für Stromnetze, steht fest: Eine zuverlässige und zahlbare Versorgung mit erneuerbarer Energie ist für die Schweiz sinnvoll und machbar.



**GABRIELA HUG** ist Professorin für Elektrische Energieübertragung und Vorsteherin des Energy Science Center der ETH Zürich.

In der Schweiz haben wir alle Voraussetzungen, um den Wandel zu einer nachhaltigen, sicheren und bezahlbaren Energieversorgung zu realisieren: eine sehr gut ausgebaute Infrastruktur, Kapital, führende Hochschulen, Handwerkstradition. Schlussendlich braucht es jetzt den gesellschaftlichen und den politischen Willen, diesen Wandel umzusetzen.

Denn die Schweiz soll gemäss Pariser Klimaabkommen bis 2050 ihre Treibhausgasemissionen auf netto null absenken. An der ETH Zürich haben sich 15 Energieexpertinnen und -experten zusammengesetzt und die Versorgungssicherheit in einer Netto-Null-Energiezukunft für die Schweiz anhand von wissenschaftlichen Erkenntnissen analysiert. In unserem Bericht kommen wir klar zum Schluss, dass eine fossilfreie Energieversorgung für die Schweiz technisch realisierbar ist, und zwar mit vertretbaren, je nach Rechnung sogar negativen Kosten – sofern die Schweiz die erneuerbare Stromproduktion rasch ausbaut und ein effizienter Stromhandel mit der EU weiter möglich ist. Die Elektrifizierung von Heizen und Verkehr kann und muss dabei parallel zum Zubau der erneuerbaren Stromquellen geschehen.

**KEIN SPAZIERGANG** Trotzdem ist die Umsetzung herausfordernd: Der Stromverbrauch wird über die Jahre aufgrund der Elektrifizierung von Gebäude- und Verkehrssektor deutlich ansteigen – von den heute rund 60 Terawattstunden (TWh) auf wohl über 80 TWh. Allerdings wird durch den Effizienzgewinn der Gesamtenergiebedarf massiv abnehmen. Das verringert insbesondere die Auslandsabhängigkeit bei den fossilen Energieträgern.

Selbst bei einem Status Quo des Energiesystems wären in den nächsten Jahrzehnten beträchtliche Investitionen notwendig. Eine Verlängerung der Laufzeit bestehender Kernkraftwerke könnte rein technisch helfen. Dennoch ist klar: Es braucht massive Investitionen in die inländische Stromproduktion, insbesondere bei der Photovoltaik auf Gebäuden und idealerweise auch im alpinen Raum sowie bei der Wasserkraft. Zusätzliche Windkapazitäten würden vor allem im Winter helfen.

**HANDEL UNABDINGBAR** Beim Landschaftsschutz und bei der Biodiversität sind in der Schweiz nun sinnvolle Kompromisse gefragt: Es braucht einen Zubau an Kapazitäten, idealerweise nach gesellschaftlichen Abwägungen und auf der Basis von Erfahrungen aus Pilotanlagen. Auch die Reduktion des Endverbrauchs ist wichtig: bessere Isolation, intelligenterer Ausnutzung im Gebäudebereich, effizienteres Verkehrsmanagement oder nachhaltigere Mobilitätsformen. Politik und Gesellschaft müssen diese Optionen diskutieren, damit die beschlossenen Lösungen schnell umgesetzt werden.

Noch gibt es ungelöste Probleme: nicht alle Anwendungen lassen sich sinnvoll elektrifizieren, etwa der Langstrecken-Schwertransport oder der Flugverkehr. Dazu kommt, dass die Saisonalität der Stromproduktion auszugleichen ist. Dies wird machbar durch saisonale Speicherung, etwa in Form von Wasser in Stauseen, Wärme oder chemischen Energieträgern, wie zum Beispiel Wasserstoff oder Biomethan, und durch einen effizienten Stromhandel mit dem umliegenden Ausland. Dies war in den vergangenen Jahrzehnten bereits der Fall.

Stromhandel ist insbesondere aufgrund der Synergien sinnvoll: In Europa werden in grossem Stil Windanlagen zugebaut, die insbesondere im Winter Strom produzieren – die Schweiz generiert mit Wasserkraft und Photovoltaik vor allem im Sommer viel Strom. Eine wichtige Rolle wird die Verfügbarkeit von Daten zur Produktion und zur Nutzung spielen, um intelligente Lösungen im Netz zu ermöglichen und dieses zu entlasten.

Obwohl sich die Ressourcen der verschiedenen Länder unterscheiden, sind die Herausforderungen weltweit oft ähnlich. Es bietet sich der Schweiz die einmalige Chance, ihre Innovationskraft nicht nur für die Energiewende der Schweiz zu nutzen, sondern künftig Technologien, Expertise und Erfahrung auch europa- und weltweit zu exportieren. ○

Weitere Blogbeiträge unter:

→ [ethz.ch/zukunftsblog](https://ethz.ch/zukunftsblog)

Gabriela Hug verfasste diesen Text gemeinsam mit Christian Schaffner, Direktor des Energy Science Center der ETH Zürich.

## Tests im Brandsimulator



Bild: ETH Zürich / Michael Steiner

Der Brandsimulator testet Holzbauteile für den Bau von Gebäuden.

Ein Hausbrand verläuft nicht immer gleich. Der brennbare Stoff fängt Feuer, die Temperatur nimmt zu, der Brand wächst und breitet sich aus. Das vorhandene Raumvolumen, die Brandlast, die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration im Brandraum beeinflussen dessen Verlauf.

Wie sich Holzstrukturen in verschiedenen Brandszenarien verhalten, soll die jüngste Anschaffung des Instituts für Baustatik und Konstruktion am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich zeigen: ein speziell für Brandsimulationen entwickelter Ofen mit einer Brennkammer, die 1 Meter hoch, 1 Meter breit und knapp 1,7 Meter lang ist. Zehn Gasbrenner können den Ofen auf über 1400 Grad Celsius aufheizen. Mehrere Kameras ausserhalb der Brennkammer zeichnen die Tests auf. Auch die Zusammensetzung der Brandgase lässt sich analysieren.

Der Holzbau boomt in der Schweiz. Denn Holz ist nicht nur nachwachsend und CO<sub>2</sub>-neutral, sondern auch ein sicherer Baustoff: Während sich Stahlträger im Brandfall verformen können und dadurch instabil werden, können Holzkonstruktionen länger ihre strukturelle Integrität behalten. Die Forschungserkenntnisse von ETH-Professor Andrea Frangi und seinem Team werden helfen, die Einsatzmöglichkeiten des modernen Holzbaus zu erweitern. ○



Video Brandsimulator:

→ [youtu.be/LWoyvL\\_e-3A](https://youtu.be/LWoyvL_e-3A)



Alpine Photovoltaik, kombiniert mit bestehender Infrastruktur, könnte entscheidend zur Schweizer Energiewende beitragen. Im Bild: die Muttsee-Staumauer im Jahr 2021.

# Warum es auf Bali keine Kängurus gibt

In Australien leben zahlreiche Beuteltierarten wie das Känguru und der Koala. Je weiter westlich man gelangt, desto spärlicher werden sie. Der australischen Region fehlen hingegen für Asien typische Säuger wie Bären, Tiger oder Nashörner.

Von diesem Wechsel der Lebewesen entlang der sogenannten Wallace-Linie sind Biodiversitätsforschende seit Langem fasziniert. Mit einem neuen Modell klären Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um ETH-Professor Loïc Pellissier, weshalb vor Millionen von Jahren mehr Tierarten aus Asien den Sprung auf den australischen Kontinent schafften als umgekehrt. Sie zeigten, dass nicht nur die Plattentektonik die Verbreitung der verschiedenen Wirbeltiere massgeblich beeinflusst, sondern auch das Klima in den Ursprungsgeländen. ○

Bild: Adobe Stock



Das Rote Riesenkänguru (*Macropus rufus*) ist gut an die trockenen Bedingungen in Australien angepasst.

## Wie aus Harnstoff Leben entstanden sein könnte

Forschende der ETH Zürich und der Universität Genf haben eine neue Methode entwickelt, mit der sie chemische Reaktionen, die in einer Flüssigkeit ablaufen, in extrem hoher zeitlicher Auflösung beobachten können.

Die Forschenden nutzten die neue Methode, um Einblicke in die Prozesse zu gewinnen, die zur Entstehung von Leben auf der Erde führten. Viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gehen davon aus, dass Harnstoff dabei eine zentrale Rolle spielte. Gängigen Theorien zufolge könnte sich der Harnstoff auf der noch unbelebten Erde in warmen Tümpeln – der sogenannten Ursuppe – angereichert haben: Indem dort Wasser verdunstet ist, stieg die Konzentration des Harnstoffs. Unter dem Einfluss ionisierender Strahlung wie zum Beispiel der kosmischen Strahlung könnte sich aus diesem konzentrierten Harnstoff über mehrere Syntheseschritte Malonsäure gebildet haben. Daraus könnten dann die Bausteine der RNA und der DNA entstanden sein.

Von dieser langen Abfolge chemischer Reaktionen haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der ETH Zürich und der Universität

Genf mit ihrer Methode den ersten Schritt untersucht: wie sich eine konzentrierte Harnstofflösung verhält, wenn man sie ionisierender Strahlung aussetzt. Sie konnten nachweisen, dass sich hochreaktive Harnstoffradikale bilden, die mit grosser Wahrscheinlichkeit mit anderen Molekülen reagieren, unter anderem zu Malonsäure. Die Forschenden konnten ausserdem zeigen, dass dieser Transfer eines Wasserstoffatoms extrem schnell abläuft und bloss etwa 150 Femtosekunden dauert, also 150 Billionstel einer Sekunde. Das erklärt, warum sich in einer konzentrierten Harnstofflösung Harnstoffradikale bilden und nicht andere Reaktionen ablaufen, die andere Moleküle bilden würden.

ETH-Professor Hans Jakob Wörner und seine Kolleginnen und Kollegen möchten in Zukunft auch die nächsten Schritte untersuchen, die zur Bildung von Malonsäure führen. Damit wollen die Forschenden versuchen zu verstehen, wie auf der Erde Leben entstanden ist. Ausserdem wird man die neue Methode auch ganz generell verwenden können, um die präzisen zeitlichen Abläufe von chemischen Reaktionen in Flüssigkeiten nachzuvollziehen. Denn in Flüssigkeiten finden nicht nur alle biochemischen Prozesse unseres Körpers statt, sondern auch ganz viele chemische Synthesen, die für die Industrie relevant sind. ○



- Ausstellung mit 200 Forschenden
- Kurzvorlesungen
- Laborführungen
- Workshops
- Science Shows
- und mehr

**28. August  
bis 1. September**

Über 20 Veranstaltungen in der Stadt Zürich  
Gratistickets online

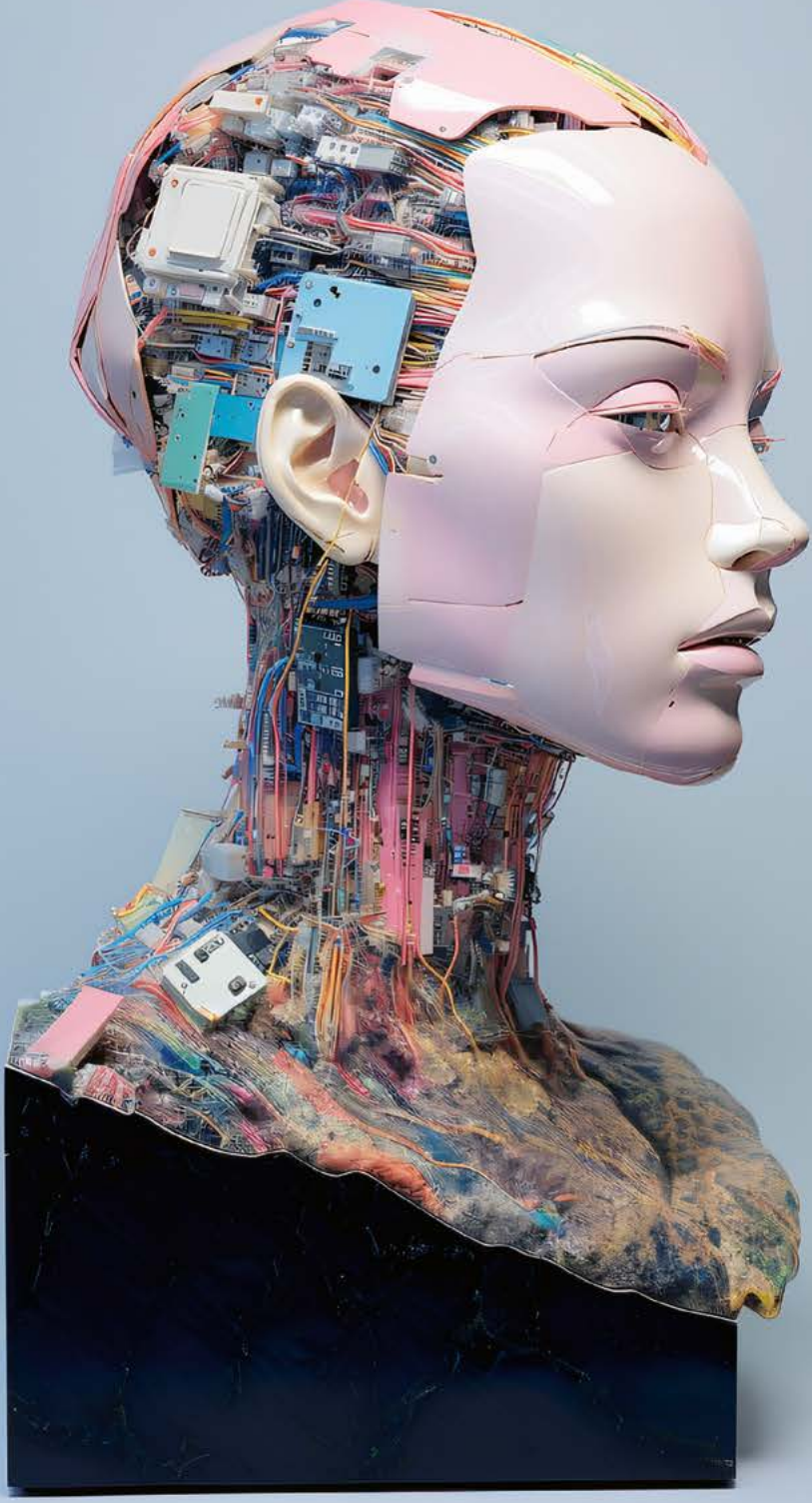


**#scientifica23**  
**www.scientifica.ch**

**Wochenende  
2. und 3. September**

Ausstellung und Veranstaltungen an den Standorten  
Irchel und Höggerberg sowie in den Hauptgebäuden  
von UZH und ETH im Zentrum. Für Familien spezielles  
Programm auf dem Irchel und dem Höggerberg.  
Freier Eintritt





Prompt: sculpture of a head-computer-chip on a marble pedestal, hyperrealistic sculptures, pastel colours

# MENSCH SEIN

**FOKUS** | Künstliche Intelligenz (KI) dringt in unsere Gesellschaft. KI kann Textnachrichten schreiben und Bilder erschaffen. Dabei hat sie viele Gesichter: mal Bedrohung, mal Bereicherung, mal blosser Spielerei. Die Frage ist, was uns Menschen zu Menschen macht.

TEXT Corinne Johannssen

BILDSERIE Die KI-Software Midjourney hat aufgrund von englischen Prompts (siehe Legenden) Skulpturen generiert.

Die Bildserie zum Thema «Was die Welt zusammenhält» dieser *Globe*-Ausgabe hat eine künstliche Intelligenz (KI) erschaffen. Die Software Midjourney hat unsere Stichworte in Bilder verwandelt – mit verblüffendem Ergebnis. Die dargestellten Skulpturen gibt es in Wirklichkeit nicht. Das Programm hat die Pixel so gewählt, dass der Eindruck eines dreidimensionalen Objekts entsteht. Wie es sich für eine sogenannte generative KI gehört, hat sie damit etwas geschaffen, was es ohne sie nicht geben würde.

Andere Programme sind in der Lage, eigene Texte zu schreiben oder als Chatbots mit Menschen in Dialog zu treten. Der bekannteste Chatbot ist aktuell ChatGPT. Das Programm des US-Unternehmens OpenAI nutzt eine KI, um mittels Textnachrichten zu kommunizieren. Der Aufstieg ist kometenhaft. Innerhalb zweier Monate hat das Programm die 100-Millionen-User-Schwelle geknackt. Facebook hat dafür mehr als vier Jahre gebraucht. Das analoge Telefon 75 Jahre. Google will mit seinem neu entwickelten Chatbot Bard nachziehen.

Auch Kritiker von ChatGPT liessen nicht lange auf sich warten. So gibt es Rechtsstreite wegen Urheberrechtsverletzungen im Zusammenhang mit den Daten, mit denen das zugrunde liegende Sprachmodell trainiert wurde. Ein anderer Kritikpunkt betrifft die Korrektheit der Aussagen, wenn es nicht nachvollziehbar ist, wie der Chatbot dazu kommt, und wenn keine Quellen angegeben werden.

**FRAGE DER VERANTWORTUNG** Mit dieser Thematik setzt sich auch die ETH-Professorin Gudela Grote auseinander. Für sie als Arbeitspsychologin stellt sich die Frage, wann sich eine neue Technologie verlässlich in einen Arbeitsprozess integrieren lässt. «Für die Qualitätssicherung ist es zentral, dass ein technisches System zertifiziert ist. Doch wenn nicht nachvollziehbar ist, wie es zu seinen Resultaten kommt, ist das fast unmöglich», sagt Grote. Letztlich geht es um die Verantwortung, wenn Mensch und Maschine zusammenarbeiten. «Als Arbeitnehmerin interessiert mich, wofür ich am Schluss geradestehen muss», sagt die Professorin. Das gilt nicht nur für die aufstrebende generative KI, sondern für jede Form der Automatisierung.

Für den Informatikprofessor Thomas Hofmann ist das Tempo, mit der sich das Feld der generativen KI entwickelt, beeindruckend hoch. «Aber —>

die Wertschöpfung ist womöglich bei anderen Formen der Automatisierung noch grösser», vermutet Hofmann. Auch er sieht die Unzuverlässigkeit als Herausforderung. Alle Anwendungen, die textbasiert arbeiten, haben ein grundsätzliches Problem: Sie alle basieren auf Sprachmodellen, die dereinst mit allerhand Texten trainiert wurden, auch mit fiktiver Literatur.

Das mag sinnvoll sein, wenn es darum geht, Rechtschreibung und Grammatik zu erlernen. Aber der Faktentreue dienen erfundene Geschichten mit Sicherheit nicht. «Sprachmodelle haben aktuell gar kein Verständnis dafür, was faktisch wahr oder falsch ist», gibt Hofmann zu bedenken, zu dessen Forschungsgebiet Sprachmodelle gehören.

**FREIWILLIG ODER NICHT** Für die Arbeitspsychologin Grote steht noch ein weiterer Aspekt im Zentrum: Nutzt jemand eine neue Technologie freiwillig als Privatperson oder ist jemand als arbeitnehmende Person dazu verpflichtet? Im Privaten, als Kunden der Technologiekonzerne, können wir Einfluss nehmen, indem wir die Technologie kaufen und nutzen – oder eben nicht. Darauf reagieren die Firmen und verbessern ihre Angebote. «Als Arbeitnehmerin bin ich in einen Prozess eingebunden, der nicht vollständig von mir definiert ist», sagt Grote. «Ich werde mit Technologien konfrontiert, für die sich mein Unternehmen entschieden hat, meist ohne Mitsprache der Mitarbeitenden.»

Ob die Arbeit mit der neuen Technologie gelingt, hängt von mehreren Faktoren ab. «Ganz wesentlich ist, wie kompetent und selbstwirksam sich jemand erlebt», weiss Grote. Wer zum Beispiel nicht besonders gut ausgebildet ist, hat eher Angst um den eigenen Job. Entscheidend ist auch die Kommunikation von Unternehmensseite her, in welche technologische Richtung die Reise geht. «Es muss mir als Arbeitnehmerin klar sein, wie ich mich anpassen kann und wie mich mein Arbeitgeber dabei unterstützt», sagt Grote.

Dabei wird im besten Fall auch die Frage berücksichtigt, welche Tätigkeiten wir als erfüllend ansehen. Hofmann macht ein Beispiel von Sprachmodellen, die optimiert sind für das Programmieren: «Wenn das fehlerfreie Schreiben eines bestimmten Codes für mich zehn Stunden dauert, schaffen die Modelle die gleiche Aufgabe in einem

Sekundenbruchteil.» Dies ermöglicht wertvolle Zeit für andere Tätigkeiten. «Wenn sich aber jemand gerne einen Tag zurückzieht, um zu programmieren, dann macht ihn diese Entwicklung nicht glücklich», so Thomas Hofmann.

Ob Programmieren oder ChatGPT, Sprachmodelle dringen in zahlreiche Bereiche unserer Gesellschaft ein. Für Gudela Grote ist die Sprache etwas ganz Besonderes. «Gesprochene Sprache ist wirklich das, was uns Menschen auszeichnet», sagt die Psychologin. «Sprache ist ein kreativer Prozess, der Gedanken in Worte fasst.» Eine menschliche Fähigkeit, die von Sprachmodellen gerade auf die Probe gestellt wird.

Ob ein Text von einer KI oder von einem Menschen geschrieben ist, macht für Thomas Hofmann einen grossen Unterschied: «Mit Sprache lassen sich auch immer Gefühle und Erlebnisse ausdrücken. Diese Erfahrung fehlt einer KI, selbst wenn ihr Text gut geschrieben ist.» Der Informatikprofessor wurde während seiner Ausbildung auch von Philosophen geprägt. Er stellt die Frage in den Raum, ob Intelligenz und Sein zwingend an ein biologisches Substrat gebunden sein müssen. Es ist eine Frage nach der Grenze zwischen künstlicher Intelligenz und dem Menschsein. ○

**GUDELA GROTE** ist Professorin für Arbeits- und Organisationspsychologie am Departement Management, Technologie und Ökonomie der ETH Zürich.

→ [wop.ethz.ch](http://wop.ethz.ch)

**THOMAS HOFMANN** ist Professor für Datenanalytik am Departement Informatik der ETH Zürich.

→ [da.inf.ethz.ch](http://da.inf.ethz.ch)

## Scientifica 2023



**Das Spital der Zukunft: künstliche Intelligenz statt menschlicher Pflege?**  
Podiumsdiskussion



**Wie künstliche Intelligenz vertrauenswürdig wird.**  
Ausstellungsstand. AI Center, ETH



**Roboter und KI hautnah erleben.**  
Ausstellungsstand.  
Soft Robotics Lab, ETH



# IN DEN SCHUHEN DER ANDEREN

Umweltschutz mal anders:  
ETH-Ökologen haben Strategie-  
spiele entwickelt, um unter-  
schiedliche Interessengruppen  
an einen Tisch zu bringen.  
Am Ende gewinnen alle.

TEXT Stéphanie Hegelbach

Das Gebäude CHN auf dem ETH-Campus Zentrum ist Dreh- und Angelpunkt für eine Vielzahl von Forschenden und Studierenden, die im Innenhof lernen und Arbeiten schreiben. Im Keller des Departements für Umweltsystemwissenschaften geht es jedoch nicht weniger geschäftig zu und her: In einer Klimakammer bauen rund 50 Jungköniginnen neue Hummelvölker auf. Aufgezogen werden sie von der Ökologin Sarah Richman aus der Plant Ecology Group von Janneke Hille Ris Lambers.

Anhand der Hummeln möchte Richman untersuchen, wie sich das Zusammenspiel zwischen Arten – in diesem Fall von Pflanzen und ihren Bestäubern – infolge des Klimawandels verändert. Um die Klimaerwärmung zu imitieren, wird sie die Hummelvölker in unterschiedlichen Höhenlagen in den Bergen ansiedeln und anschliessend ihre Fitness und ihre Ernährungsprofile auswerten. Erwärmt sich nämlich das Klima, stimmt häufig das Timing der blühenden Pflanzen und ihrer natürlichen Bestäuber nicht mehr überein. «Je diverser eine Gemeinschaft ist, desto eher kann sie solche negativen Effekte abfangen», sagt Richman. «Das Problem ist bloss: Auch die Biodiversität steckt in einer Krise.»

Biodiversität bezeichnet die Vielfalt des Lebens auf der Ebene der Ökosysteme, der Arten und der Gene. Gemeinsam mit den unbelebten Umwelt-

faktoren wie Wasser, Temperatur und Licht bildet sie die Basis unserer Ökosysteme. «Alle Ökosysteme – vom kleinsten bis zum globalen Massstab – werden von den Arten und deren Interaktionen geformt», fasst Jaboury Ghazoul, Professor für Ökosystemmanagement, zusammen.

Menschliche Handlungen können je nach deren Massstab und Häufigkeit einen signifikanten Einfluss auf die Dynamik der biologischen Systeme haben. Dabei ist die Resilienz von Ökosystemen jedoch erstaunlich hoch: «Erst kürzlich haben wir herausgefunden, dass tropische Systeme – von denen man bisher dachte, sie seien besonders fragil – erstaunlich resilient gegen Störungen sind», erklärt Ghazoul. Selbst nach radikalen Abholzungen kann ein Tropenwald innerhalb von 100 bis 150 Jahren nachwachsen und Artenvielfalt sowie das Erdreich mit seinen Bodenorganismen und Nährstoffzyklen regenerieren.

**VERLUSTE UND DEREN KONSEQUENZEN** Als besorgniserregend stuft die Wissenschaft jedoch insbesondere langfristige, globale Veränderungen wie den Klimawandel ein. «Wir sind uns nicht sicher, inwiefern sich Arten und Gemeinschaften anpassen und erholen können», sagt Ghazoul. Der Ökologe vermutet, dass sich teilweise neue Ökosysteme mit einem anderen Artenmix ausbilden werden. Doch absolut klar ist er sich darüber, dass wir bereits viele wichtige und interessante Ökosysteme verloren haben und die Anzahl Verluste weiter steigen wird.

«Manche Leute wird der Verlust von einigen Arten nicht kümmern», sagt Ghazoul. «Aber wir müssen dabei in Systemen denken.» Die Konsequenzen sind weitreichend: Der Artenverlust vermindert die Bodenqualität und es kommt häufiger zu Erosion. Dies verändert ganze Flussysteme und damit den Lebensraum von Fischarten und Wirbellosen. In den Flüssen sammelt sich Schlick an, wird ins Meer geschwemmt und lagert sich auf Korallenriffen ab, die daraufhin absterben. Der dadurch dezimierte Fischbestand beeinträchtigt die Fischereitätigkeit, die Lebensgrundlage vieler Küstenbewohnerinnen und -bewohner. →

Prompt: sculpture of a massive biodiversity on a pedestal, hyperrealistic sculptures, pastel colours



Doch wie gross ist unsere Bereitschaft, in den Artenschutz zu investieren, wenn wir dafür auf andere Vorteile verzichten müssen? Von der Landwirtschaft über die Infrastruktur, die unsere Lebensqualität verbessert, bis hin zur Energieproduktion hat jede unserer Entscheidungen einen Einfluss auf die Umwelt. Und jede und jeder hat dabei seine eigenen Vorstellungen, wie die Zukunft aussehen soll. «Wir müssen anerkennen, dass diese individuellen, gar miteinander konkurrierenden Werte gleichermaßen legitim sind», sagt der Ökosystemmanagement-Professor. «Nur wenn wir uns gegenseitig respektieren und die Gültigkeit alternativer Standpunkte anerkennen, können wir als Gesellschaft Kompromisse aushandeln.»

Mit seiner Forschungsgruppe setzt Ghazoul genau hier an: Sie entwickeln wissenschaftsbasierte Strategiespiele, die als Plattform dienen, um unterschiedliche Interessengruppen an einen Tisch zu bringen. Die Herausforderung dabei ist, gemeinsame Ziele zu finden, die Biodiversität und Umweltschutz beinhalten. «Es macht keinen Sinn, über Artenschutz zu diskutieren, wenn sich die andere Partei nicht dafür interessiert», erklärt Ghazoul. «Stattdessen müssen wir Aspekte des Systems finden, an denen alle interessiert sind – zum Beispiel gesunde Nahrung zu produzieren.»

**IM SPIEL SIND ALLE GLEICHWERTIG** Die Strategiespiele des Ökologen ähneln in ihrem Aufbau simplen Brettspielen, bilden jedoch die Dynamik des jeweiligen komplexen sozioökonomischen Systems ab. Zentrale Entscheidungsträger und Interessenvertreterinnen werden dazu eingeladen, unterschiedliche Zukunftsszenarien durchzuspielen. Der Bauer und die Leiterin der lokalen Wasserversorgung, der CEO und die Politikerin sitzen sich dabei gegenüber und diskutieren gleichberechtigt, denn die Machtungleichgewichte sind im Spiel aufgehoben.

Die auf den ersten Blick ungewöhnliche Herangehensweise hat mehrere Vorteile: «Erstens helfen uns die Akteurinnen und Akteure mit ihrem lokalen und praktischen Wissen dabei, das Modell zu überprüfen und zu verbessern», sagt Ghazoul. Zweitens birgt es die Chance, Vertrauen zwischen den Umweltschützern, Wissenschaftlerinnen und Praktikern aufzubauen. «Für einen erfolgreichen Artenschutz brauchen wir diese Brücke zwischen Menschen, die relevante Entscheidungen treffen», so der Ökologe.

Im Spiel tritt die gegenseitige Abhängigkeit besonders klar zutage und zeigt, dass die Förderung der Biodiversität auch Nachteile mit sich bringt, die abgewogen werden müssen: Stärkt beispielsweise ein Grundstücksbesitzer in Indien in seinem Wald die Biodiversität, um Ökotourismus zu betreiben, kann sich das negativ auf die benach-

barte Kaffeefarm auswirken. Mehr Schlangen, Skorpione und Spinnen auf der benachbarten Plantage machen es schwierig oder teuer, Erntehelfer zu finden, die unter diesen Bedingungen arbeiten wollen. «Solche unerwarteten Konsequenzen, die im Spiel auftauchen, liefern wichtige Inputs für Entscheidungen von Politik oder Management», sagt Ghazoul.

Insbesondere erlaubt das spielerische Setting für einmal, in die Schuhe der anderen Parteien zu schlüpfen. In seinem sechsjährigen, vom SNF und der DEZA finanzierten Projekt zur nachhaltigen Palmölproduktion in den Tropen arbeitete Ghazoul mit den Regierungen von Indonesien, Kolumbien und Kamerun zusammen und liess sie die Rolle der Kleinbauern einnehmen. «Ein Minister hat uns zurückgemeldet, er habe an diesem einen Tag mehr gelernt als in seinen zehn Jahren im für Palmöl zuständigen Gremium», erzählt der Ökologe stolz.

Doch was braucht es denn nun, wenn wir den Artenschutz verbessern möchten? Es braucht das Wissen, wie Ökosysteme funktionieren und wie sie auf äussere Einflüsse reagieren. «Um ein vollständiges Bild zu erhalten, sind experimentelle Feldstudien von artenspezifischen Antworten wie jenen von Hummeln genauso essenziell wie Analysen von globalen Datensätzen», sagt Richman. Doch vermutlich gleichbedeutend sei es, zu verstehen, wie Menschen Entscheidungen treffen, die Biodiversität und Klimaemissionen beeinflussen, meint Ghazoul. ○

**JABOURY GHAZOU** ist Professor für Ökosystemmanagement am Departement Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich.  
→ [ecology.ethz.ch](http://ecology.ethz.ch)

**SARAH RICHMAN** ist Mitarbeiterin in der Gruppe Pflanzenökologie am Departement Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich.  
→ [plantecology.ethz.ch](http://plantecology.ethz.ch)

## Scientifica 2023



**Alpenwiese und Waldboden: wie Arten interagieren.** Ausstellungsstand. Pflanzenökologie, ETH



**Vereinfachen wir unseren Planeten? Ein Appell für Biodiversität.** Podiumsdiskussion in Englisch

# WIDERSPRUCH

Die Quantenmechanik beschreibt, was die Welt im Kleinsten zusammenhält. Die Relativitätstheorie erklärt die Welt in kosmischen Dimensionen. Das Problem: Die beiden sind nicht miteinander vereinbar, und ein alles vereinendes Bild ist nicht in Sicht.

TEXT Christoph Elhardt

Von Lasern, Elektronenmikroskopen und Atomuhren über bildgebende Verfahren in der Medizin bis hin zur modernen Elektronik mit ihren Halbleitern: Ohne die Quantenmechanik wären viele Technologien heute undenkbar. Kaum eine andere wissenschaftliche Theorie wurde seit ihrer Begründung vor 100 Jahren derart oft und genau bestätigt. Drei der vier fundamentalen Kräfte in der Physik, welche die Welt im Kleinen zusammenhalten, beruhen auf Konzepten der Quantenphysik: der Elektromagnetismus, der für alltägliche Phänomene wie Licht, Elektrizität und Magnetismus verantwortlich ist, die starke Kernkraft, die Atome zusammenhält, und die schwache Kernkraft die Atomkerne radioaktiv zerfallen lässt.

Die vierte Grundkraft der Physik, die unser Universum zusammenhält und das Verhalten von Planeten erklärt, bleibt für die Quantenmechanik jedoch bis heute ein Rätsel: die Gravitation. So gut die Quantenmechanik die Wechselwirkung von Teilchen auf mikroskopischer Ebene erklärt, so sehr stösst sie bei grösseren Objekten, die der Schwerkraft unterliegen, an ihre Grenzen. «Trotz zahlreicher Versuche von Koryphäen wie Albert Einstein, Richard Feynman oder Stephen Hawking gelang es bis heute nicht, die Gravitation quantenphysikalisch zu erklären», sagt Renato Renner, Professor für Theoretische Physik an der ETH

Zürich. In der makroskopischen Welt gilt nach wie vor eine Theorie, die ähnlich wie die Quantenmechanik seit über 100 Jahren durch zahlreiche Experimente bestätigt wurde: die Allgemeine Relativitätstheorie Albert Einsteins. Ohne sie würden weder unsere GPS-Geräte noch unsere Uhren genau funktionieren.

Alles in Ordnung im Reich der Physik, könnte man meinen. Doch weit gefehlt: Denn die Beschreibung des ganz Kleinen passt nicht zum Bild vom ganz Grossen. «Die Allgemeine Relativitätstheorie ist mit den Prinzipien der Quantenmechanik nicht vereinbar», sagt Renner. Deshalb träumen viele Physikerinnen und Physiker seit Jahrzehnten davon, die beiden Theorien zu einem einheitlichen Bild der physikalischen Welt zu vereinen. Bisher vergeblich.

**KRÜMMUNG DER RAUMZEIT** 1915 veröffentlicht Albert Einstein seine Allgemeine Relativitätstheorie und bringt damit unser traditionelles Weltbild ins Wanken. Anders als Isaac Newton knapp 200 Jahre vor ihm beschreibt er die Gravitation nicht mehr als Kraft, die von der Masse und der Entfernung zweier Planeten abhängt, sondern führt ein neues Konzept in die Physik ein: die Raumzeit. «Einstein verschmilzt den uns bekannten dreidimensionalen Raum mit der Zeit zu

# IM HERZEN DER PHYSIK

einem vierdimensionalen mathematischen Gebilde. Er erklärt die Gravitation geometrisch durch die Krümmung der Raumzeit», sagt ETH-Professor Renner.

Nach diesem Bild erzeugen schwere Objekte wie Planeten Dellen in der Raumzeit. Deren Geometrie wiederum bestimmt, wie sich Objekte darin fortbewegen. Vereinfacht erklärt: Die Raumzeit ist wie ein Trampolin, auf dem eine schwere Kugel eine Delle erzeugt. Legt man einen Tennisball an den Rand, rollt er die Krümmung hinab auf die schwere Kugel zu. Mit dem Konzept der Raumzeit lässt sich zum Beispiel erklären, warum Uhren in einem Flugzeug schneller laufen als auf der Erde. Auch die spezielle Bahn, auf der der Planet Merkur um die Sonne kreist, war durch Einsteins Theorie plötzlich kein Rätsel mehr.

**DIE UNSCHÄRFE DER QUANTENWELT** Etwa zeitgleich mit Einstein erschüttern Physiker wie Werner Heisenberg, Nils Bohr oder Erwin Schrödinger unser Bild von der Welt im Kleinen. Dort, wo Elektronen, Protonen und andere Elementarteilchen ständig in Bewegung sind und sich anziehen und abstossen, herrschen eigene Gesetze. Während wir die Bahnen der Planeten mit Einsteins Formeln so genau berechnen können, als würden sie auf Schienen um die Sonne kreisen, gilt diese Eindeutigkeit für die Objekte der Quantenwelt nicht mehr. Im Mikrokosmos der Atome und Teilchen gibt es solche Bahnen nicht, und an die Stelle des Determinismus der klassischen Physik treten probabilistische Aussagen. «Ein Elektron oder ein Proton kann an mehreren Orten gleichzeitig sein. Erst wenn wir es messen, hat es einen bestimmten

Ort. Für diesen können wir vorab nur mehr eine Wahrscheinlichkeitsverteilung ermitteln», erklärt ETH-Professorin Anna Soter, die am Institut für Teilchenphysik forscht.

Solche Unschärfen sind in der Allgemeinen Relativitätstheorie jedoch nicht vorgesehen. Denn wenn ein Teilchen gleichzeitig an mehreren Orten ist, lässt sich nicht mehr berechnen, wo es die Delle in der Raumzeit erzeugt. Und dass auch kleinste Objekte die Raumzeit krümmen und damit die Gravitation beeinflussen, gilt als unbestritten. Schliesslich haben sie Masse, genau wie grössere Objekte. Da die Erde letztlich aus Teilchen besteht, denken viele Physikerinnen und Physiker, dass die Allgemeine Relativitätstheorie in die Quantenmechanik integriert werden müsste. Doch bis heute ist unklar, wie sich die Gravitation aus diesen Teilchen und ihren unscharfen Bewegungen ergeben soll.

**GRAVITATION ALS INFORMATION** Es gibt eine Reihe von Theorien, die versuchen, die Gravitation quantenphysikalisch zu erklären. Dazu gehören etwa die Stringtheorie oder die Schleifenquantengravitation. Ein neuerer Ansatz, der am Lehrstuhl von ETH-Professor Renato Renner verfolgt wird, nennt sich «It from Qubit». Dahinter steht die Annahme, dass sich die Eigenschaften der Raumzeit durch miteinander verschränkte Informationshäppchen – sogenannte Qubits – beschreiben lassen. Sie ist nicht mehr reine Geometrie, wie bei Einsteins Relativitätstheorie, sondern die Summe von Verknüpfungen.

«Im Gegensatz zu bestehenden Theorien lassen wir offen, woraus die Qubits bestehen. Entscheidend ist vielmehr, wie sie miteinander →

Prompt: sculpture of watch curvature of space-time on a pedestal, hyperrealistic sculptures, pastel colours



verknüpft sind. Die verschränkten Qubits entsprechen der gekrümmten Raumzeit in der makroskopischen Welt», erklärt Renner. Für den Physiker geht es bei der Suche nach der Quantengravitation vor allem darum, die passenden Verschränkungsmuster der Qubits zu finden. Zur Veranschaulichung können wir uns die Raumzeit als den gespannten Stoff am Trampolin vorstellen, bei dem jede Faser eine Beziehung zwischen Qubits darstellt. Dass dieser Ansatz ernst zu nehmen ist, zeigt sich vor allem daran, dass er für theoretische Grössen wie die Entropie der Strahlung schwarzer Löcher zu den gleichen Ergebnissen kommt wie andere Theorien.

**NEUE EXPERIMENTE** Für die Experimentalphysikerin Anna Soter gibt es heute keinen Mangel an grossen Theorien. Was aber fehlt, sind Experimente, die neue Einblicke in die Gravitation kleinster Teilchen liefern. Denn weder «It from Qubit» noch andere Theorien lassen sich heute direkt experimentell überprüfen.

In ihrer eigenen Forschung geht Soter daher einen anderen Weg. Wenn Physikerinnen und Physiker argumentieren, dass Teilchen Masse haben und deshalb die Raumzeit krümmen sollten, gehen sie davon aus, dass die träge Masse der aufeinanderprallenden Teilchen ihrer schweren Masse entspricht. Während die träge Masse beschreibt, wie sehr sich ein Objekt einer Bewegungsänderung widersetzt, ist die schwere Masse ein Mass für die Gravitationskraft eines Objekts. Die Annahme, dass es keinen Unterschied zwischen beiden gibt, ist ein zentraler Bestandteil der Allgemeinen Relativitätstheorie und als Äquivalenzprinzip bekannt.

Doch in der Quantenwelt ist dies für Soter noch lange nicht erwiesen: «Während wir die träge Masse von Atomen messen können, hat noch niemand ein Elementarteilchen fallen sehen, das nur aus Leptonen besteht und daher nicht von der star-

ken Kernkraft bestimmt wird», erklärt die ETH-Professorin. Das soll sich bald ändern. Soter will beobachten, ob ein horizontaler Strahl aus Myonium-Atomen von der Gravitation ähnlich nach unten gezogen wird wie Wasser, das aus einem Gartenschlauch spritzt. Ist dies der Fall, gäbe es ein Indiz mehr, warum man die Quantenmechanik und die Allgemeine Relativitätstheorie vereinheitlichen sollte. «Falls wir aber eine Anomalie finden und das Myonium-Atom nicht wie erwartet fällt, haben wir ein grosses Problem», sagt die Physikerin. Dies wäre eine kleine Sensation in der Welt der Teilchenphysik. Nicht zum ersten Mal würde ein Experiment den Anstoss dafür geben, unser Bild der physikalischen Welt zu überdenken. ○

**RENATO RENNER** ist Professor für Theoretische Physik am Departement Physik der ETH Zürich.

—> [git.ethz.ch](http://git.ethz.ch)

**ANNA SOTER** ist Assistenzprofessorin für niederenergetische Teilchenphysik am Departement Physik der ETH Zürich.

—> [ipa.phys.ethz.ch/people/soter-group](http://ipa.phys.ethz.ch/people/soter-group)

## Scientifica 2023



**Vom Versuch, das Grösste mit dem Kleinsten zu vereinen.** Kurzvorlesung. Renato Renner, Theoretische Physik, ETH



**Ein Tanz von Licht und Materie.** Kurzvorlesung. Martin Frimmer, Photonics Laboratory, ETH



**Mission Nano-MRI. Kurzvorlesung.** Alexander Eichler, Institut für Festkörperphysik, ETH



**Ein Computer aus Licht- und Schallteilchen.** Ausstellungsstand. Hybrid Quantum Systems, ETH

# WIR BRAUCHEN MEHR RESPEKT FÜR ANDERSDENKENDE

Stadt versus Land, Impfgegner gegen Impfbefürworter, Rechte gegen Linke – die Polarisierung scheint seit Jahren zuzunehmen. Ein Gespräch über gesellschaftliche Risse und den Kitt, der uns Menschen zusammenhält.

INTERVIEW Vinzenz Greiner und Christoph Elhardt  
BILD Désirée Good

**Egal, ob man eine Zeitung aufschlägt, eine Onlineplattform besucht oder den Fernseher anschaltet: Man hat das Gefühl, die Gesellschaft ist immer polarisierter. Stimmt diese Wahrnehmung?**

NADIA MAZOUZ: Wir sollten zunächst zwischen zwei Arten der Polarisierung unterscheiden: Bei der emotionalen Polarisierung spiegeln Individuen oder Gruppen die Emotionen der anderen negativ. Ich freue mich dann zum Beispiel, wenn es anderen schlecht geht. Diese Polarisierung ist durch die sozialen Medien nicht nur sichtbarer geworden – sie findet auch häufiger statt, so verstehe ich die Diagnose der Soziologinnen und Soziologen.

**Und die zweite Form der Polarisierung?**

MAZOUZ: Wir sprechen von inhaltlicher Polarisierung, wenn die Vielfalt von Auffassungen, Meinungen oder Werten nicht mehr auf einem Kontinuum liegt, sondern in Extremen gruppiert





Die Philosophin und Physikerin Nadia Mazouz und der Soziologe Christoph Stadtfeld

ist. Ob diese Form der Polarisierung zugenommen hat, ist umstritten. Manche aber gehen davon aus, dass die politische Mitte schwächer geworden ist und die Ränder stärker, lauter und organisierter.

**CHRISTOPH STADTFELD:** Emotionale Polarisierung hat auch mit dem Paradoxon des Internets zu tun: Es sollte Menschen auf einem globalen Dorfplatz zusammenführen und den Zugang zu Informationen erleichtern. Dieser Traum hat sich nicht erfüllt. Heute gilt das Internet eher als ein Ort, an dem Desinformationen verbreitet werden und Menschen sich in Echokammern abschotten. Für mich ist emotionale Polarisierung aber kein neues Phänomen: Sie hat sich zwar durch die sozialen Medien und auch andere Medien in der Aufmerksamkeitsökonomie verstärkt, erfüllt aber gleichzeitig auch ein psychologisches Bedürfnis von uns Menschen.

#### **An welches Bedürfnis denken Sie?**

**STADTFELD:** Wir wollen uns einer Gruppe zugehörig fühlen und teilen die Welt in «die anderen» und «wir» ein. In den letzten Jahren haben sich immer mehr spezialisierte Kleingruppen gebildet, die den politischen Mainstream vermehrt als gemeinsamen Gegner betrachten. Vor dem Zeitalter des Internets war eine Person mit extremen oder abstrusen politischen Ideen eher dazu gezwungen, sich dem Konsens ihres direkten sozialen Umfelds anzupassen, um sich nicht vollständig zu isolieren. Heute ist die Situation eine andere. Eine solche Person findet online für jede kleine Nische Gleichgesinnte und kann mit ihnen eine Gruppe bilden und ein Gemeinschaftsgefühl entwickeln.

**MAZOUZ:** Genau, es gibt beide Prozesse: eine Fragmentierung in verschiedene Nischen und die Erosion mittlerer und vermittelnder Positionen →

«Wir erleben gerade,  
wie die Grundidee der Aufklärung,  
nämlich sich des eigenen  
Verstandes zu bedienen, zur  
Farce wird.»

Nadia Mazouz

zwischen den grossen politischen Polen. Unsere Dissensgesellschaft wird damit segmentierter, aber gleichzeitig weniger komplex.

**Das müssen Sie jetzt erklären: Eigentlich sollte die Gesellschaft doch komplexer werden mit mehr Zersplitterung.**

MAZOUZ: Individuen sind Teil verschiedener Gruppen, und diese Gruppen sind tendenziell immer mehr deckungsgleich und damit homogener. Wenn aber gewisse Lebensformen zuverlässig mit politischen Haltungen einhergehen, dann verarmt unsere Gesellschaft und damit der demokratische Diskurs.

STADTFELD: Wir können von Portfolios an Identitäten, Ideen und Lebensstilen sprechen. Als Soziologe fällt mir auf, dass bestimmte Portfolios sich durchsetzen. Dazwischen gibt es immer weniger: Die linksliberale Person mit konservativem Familienbild ist etwa eine Kombination, die es in der Mitte so immer seltener gibt. Kurz: Lebensstile werden immer homogener und politischer.

**Können Sie uns ein Beispiel geben?**

STADTFELD: Eine Studie aus den USA hat etwa gezeigt, dass man ziemlich genau verorten kann, wo Menschen politisch stehen, wenn man – vereinfacht gesagt – betrachtet, ob sie ihren Kaffee schwarz im Kännchen oder als Flat White to go trinken. Im zweiten Falle würde die Person mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit ihre Stimme den Demokraten geben.

MAZOUZ: Diese Lifestyle-Elemente ermöglichen die Identifikation mit der eigenen Gruppe – und befürchtet wird, dass diese Identifikation zusehends stärker wird. Wenn die eigene Gruppe sagt:

«Den Klimawandel gibt es nicht», dann übernehme ich als Mitglied diese Position. Insofern haben wir es nicht nur mit einer Polarisierung, sondern auch einer Politisierung zu tun, wenn man Politisierung als einen Prozess begreift, im Zuge dessen man sich blind mit der eigenen Gruppe solidarisiert.

**Gibt es im Rahmen der zunehmenden Polarisierung auch neue Konfliktlinien?**

MAZOUZ: Ja, die Forschung geht heute davon aus, dass es eine neue Spaltung der Gesellschaft jenseits des klassischen Links-rechts-Schemas gibt: in kosmopolitische Haltungen versus kommunitaristische oder eher nationale Haltungen.

**Zerbröselnde Mitte. Stärkere Fragmentierung. Eine Politisierung von Lebensstilen. Wie stabil ist unsere Gesellschaft denn überhaupt noch bei dieser Grüppchenbildung?**

STADTFELD: Ähnlich wie eine Gruppe braucht eine Gesellschaft Normen, aber auch Narrative, damit sie zusammengehalten wird und Menschen Teil von ihr sein wollen. In der Schweiz ist man zum Beispiel sehr stolz darauf, dass man gut in der Konsens- und Kompromissfindung ist. Die Suche nach Kompromissen selber ist eine Norm, aber auch wieder Teil des gemeinsamen Narrativs, das die Schweiz zusammenhält.

MAZOUZ: Eine Gesellschaft ist dann stabil, wenn sie kooperativ ist. Und das ist sie, wenn es ein minimales Verständnis darüber gibt, wie wir zusammenleben wollen. Das Problem bei der Fragmentierung und emotionalen Polarisierung ist, dass sich immer mehr Menschen nicht →

«Wir sollten als Gesellschaft  
Möglichkeiten schaffen,  
um über Gruppengrenzen  
und Milieus hinweg  
Beziehungen zu bilden.»

Christoph Stadtfeld



Prompt: sculpture with two faces on a marble pedestal, hyperrealistic sculptures, pastel colours

mehr einig sind über die grundlegenden Bedingungen dieses Zusammenlebens. Dazu gehört etwa gegenseitiger Respekt.

#### **Dieses grundlegende Verständnis scheint auch in der Politik bisweilen zu fehlen.**

**STADTFELD:** Es gibt natürlich viele Akteure, die ein Interesse an gespaltenen Gesellschaften haben – etwa Parteien an den Rändern.

**MAZOUZ:** Genau, es sind diejenigen, die den gegenseitigen Respekt, der ohnehin schon erodiert, weiter untergraben oder dies wollen. Aber Demokratie setzt voraus, dass wir uns gegenseitig als Freie und Gleiche sehen und nicht als Feinde. Der aktuelle Zustand bereitet mir daher grosse Sorgen.

#### **Respekt ist das eine. Aber in Zeiten von alternativen Fakten kann man sich ja nicht einmal mehr auf dieselbe Diskussionsgrundlage einigen.**

**MAZOUZ:** Wir erleben gerade, wie die Grundidee der Aufklärung, nämlich sich des eigenen Verstandes zu bedienen, zur Farce wird. Immer mehr Menschen informieren sich vor allem auf Plattformen, die klassische epistemische Autoritäten wie die Wissenschaft grundsätzlich in Frage stellen.

#### **Was können wir gegen die zunehmende Polarisierung tun?**

**STADTFELD:** Wir sollten als Gesellschaft Möglichkeiten schaffen, um über Gruppengrenzen und Milieus hinweg Beziehungen zu bilden, weil es Beziehungen sind, aus denen dann wieder Gruppen entstehen. Ich denke hier zum Beispiel an eine Bildungs- und Wohnungspolitik, die auf Durchmischung setzt, oder an Sportvereine, die ganz unterschiedliche Menschen zusammen und ins Gespräch bringen. Im Kleinen kann jede Gruppe oder Institution etwas tun – wie etwa den Austausch mit anderen zu erleichtern. Ich finde es zum Beispiel wichtig, dass wir an der ETH die Bildung sozialer Netzwerke zwischen allen Studierendengruppen ermöglichen, indem etwa Seminar- oder Mentorgruppen auch einmal zufällig zusammengestellt werden.

#### **Als Individuum kann ich ganz konkret verändern, wie ich mit Andersdenkenden umgehe. Was raten Sie?**

**STADTFELD:** Ohne Berührungsängste und neugierig durch die Welt zu gehen. Oft merken wir erst, wenn wir ins Gespräch kommen, dass wir mehr mit Andersdenkenden teilen, als wir vermuten würden. Wir brauchen auch eine dickere Haut und sollten uns nicht gleich über alles empören, das nicht unserer Meinung entspricht.

**MAZOUZ:** Auch eine Portion Selbstkritik würde uns guttun: Als kosmopolitisch Denkende betonen wir gerne, dass wir andere Meinungen und Diversität tolerieren. Doch gleichzeitig beobachte ich die Tendenz, die angeblich Intoleranten zu verachten. Damit tragen wir selbst zur emotionalen Polarisierung bei. Es sind nicht immer die anderen, die spalten. Wir haben auch einen Auftrag an uns selbst. ○

**NADIA MAZOUZ** ist Professorin für praktische Philosophie am Departement Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften der ETH Zürich.  
—> [ephil.ethz.ch](http://ephil.ethz.ch)

**CHRISTOPH STADTFELD** ist Professor für soziale Netzwerke am Departement Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften der ETH Zürich.  
—> [sn.ethz.ch](http://sn.ethz.ch)

### Scientifica 2023



**Konflikte in Freundschaften und in der Familie bewältigen.** Science Café. Psychologisches Institut, UZH



**Wie konsumieren wir Informationen in digitalen Zeiten?** Ausstellungsstand. fög und IKMZ, UZH



**Brennpunkt Monte Verità.** Kurzvorlesung. Linda Schädler, Leiterin Graphische Sammlung, ETH

# DIE STÄRKE DER SCHWÄCHSTEN NATURKRAFT

Die Schwerkraft hält die Erde in ihrer Umlaufbahn und uns auf dem Boden. Aus dem All bestimmen Satelliten die Beschleunigung infolge der Gravitationskraft der Erde.

TEXT Barbara Vonarburg

Als im Mai 2018 eine Falcon-9-Rakete von der Startrampe im kalifornischen Vandenberg abhob, war Benedikt Soja vor Ort und schaute gebannt zu. Der Forscher arbeitete damals für die NASA, die zusammen mit dem Deutschen GeoForschungszentrum Potsdam (GFZ) zwei Satelliten ins All schickte. Heute ist Soja Professor für Weltraumgeodäsie am Departement Bau, Umwelt und Geomatik an der ETH Zürich und wertet mit seinem Team Daten dieses Satellitenpaars aus. «Mit der Mission namens GRACE Follow-On können wir das Schwerefeld der Erde besonders genau vermessen», erklärt der Forscher. «Das gibt die Erdbeschleunigung an jedem Punkt der Erde wieder.»

Die Schwerkraft sorgt dafür, dass Gegenstände stets nach unten fallen und die Erde in einem angemessenen Abstand zur Sonne bleibt, damit Leben gedeihen kann. Doch die Anziehungskraft wirkt nicht überall auf unserem Planeten gleich stark, denn die Erde ist keine perfekte Kugel.

Das Erdschwerefeld variiert, je nachdem, wie viel Masse an einem bestimmten Ort vorhanden ist. Umgekehrt lassen sich durch die Messung der Schwerkraft Rückschlüsse über die Verteilung der Masse ziehen.

**DEN KLIMAWANDEL VERFOLGEN** «Besonders interessant ist, wie sich Massen verlagern», sagt Soja: «Im Hinblick auf den Klimawandel ist dies beim Wasser speziell wichtig.» Mithilfe der Satellitenmessungen können die Forschenden bestimmen, wie die Eisschilder in Grönland oder der Antarktis schmelzen oder manche Grundwasservorkommen in Kalifornien oder Indien aufgrund der Trockenheit immer kleiner werden. «Auch bei starken Regenfällen sieht man eine deutliche Änderung im Schwerefeld, weil sich dort viel Wasser angesammelt hat, wo es normalerweise weniger hat», erklärt Soja: «Mit dem Klimawandel haben sich diese Masseverteilungen in den letzten Jahren signifikant verändert.»

Zwar lässt sich das Erdschwerefeld auch vom Boden aus messen, jedoch nur punktuell. «Man wird damit nie die ganze Erde mit ihren Ozeanen abdecken können», erklärt Soja. Deshalb die Messungen aus dem Weltall. Weil die Umlaufbahn jedes Satelliten durch das Schwerefeld beeinflusst wird, kann man allein durch genaue Positionsbestimmungen entlang des Orbits die Erdbeschleunigung berechnen. «Diese Methode ist aber nicht so genau, dass man daraus wissenschaftlich interessante Details erhält», sagt der Forscher. Anders mit dem Satellitenpaar GRACE Follow-On, einer Nachfolgemission der 2002 gestarteten Zwillingssatelliten GRACE, die inzwischen in der Erdatmosphäre verglüht sind. →

Ein Satellit fliegt voraus, der andere folgt ihm in einem Abstand von rund 220 Kilometern. Ein Messsystem an Bord bestimmt kontinuierlich den Abstand zwischen den beiden Satelliten. Dieser verändert sich aufgrund der Massenverlagerung auf der Erde mit der Zeit. Mit einem sogenannten Laserinterferometer zur Distanzmessung lässt sich die Abstandsänderung mit einer Genauigkeit im Bereich von Nanometern pro Sekunde bestimmen.

**STÖRUNGEN ELIMINIEREN** Doch nicht alle Änderungen der Satellitenumlaufbahn werden vom Erdschwerefeld verursacht. Im Orbit in rund 500 Kilometern Höhe herrscht kein absolutes Vakuum, die Satelliten werden immer wieder durch Atmosphärenteilchen abgebremst. Auch der Sonnenwind kann zu kleinen Bahnänderungen führen. Deshalb wurden die Satelliten mit Beschleunigungssensoren ausgerüstet. «Mit diesen hochpräzisen Sensoren können wir alle Effekte bestimmen, die nichts mit der Schwerkraft zu tun haben», erklärt Soja. «Dadurch ist es möglich, wirklich nur das Schwerefeld an sich zu messen.»

Mit seiner Gruppe erforscht er, wie man die Daten der Beschleunigungssensoren am besten verarbeitet, um alle unerwünschten Signale zu entfernen. Dazu setzt das Team auf künstliche Intelligenz. «Mit klassischen Methoden ist es oft schwierig, in den riesigen Datenmengen Zusammenhänge zu finden», erklärt Soja. «Mit Ansätzen wie maschinellem Lernen lassen sich dagegen in den Daten Muster erkennen und so die wichtigsten Zusammenhänge effizient extrahieren.» Mit ihren Algorithmen erzielen die ETH-Forschenden bis zu 20 Prozent genauere Resultate als die NASA mit den herkömmlichen Methoden.

Die Erdbeschleunigung  $g$  gibt die Stärke des Schwerefelds der Erde an. Die universelle Gravitationskonstante  $G$  hingegen kommt im Newton'schen Gravitationsgesetz vor. «Sie ist die am schlechtesten bekannte Naturkonstante», sagt Jürg Dual, emeritierter ETH-Professor für Mechanik. Die Werte aller anderen Naturkonstanten wie beispielsweise die Lichtgeschwindigkeit konnten viel präziser gemessen werden. «Die Schwerkraft ist sehr schwach im Vergleich mit den anderen fundamentalen Naturkräften», erklärt Dual. «Deshalb sind die Experimente zur Bestimmung der Gravitationskonstante so schwierig.»

**DER TRICK MIT DER RESONANZ** In der ehemaligen Militärfestung Furggels bei Bad Ragaz, abgeschirmt von Lärm und Temperaturschwankungen, bestimmen Dual und seine Forschungsgruppe die Gravitationskonstante mit einer neuen Methode. «Unser Experiment ist dynamisch statt statisch wie die bisherigen», sagt der Forscher. Die Versuchsanordnung besteht aus zwei voneinander mechanisch isolierten Vakuumkammern. In der einen Kammer rotieren zwei Stäbe mit einer vorgegebenen Frequenz und versetzen durch die Gravitationskraft einen Stab in der zweiten Kammer in Schwingung. Dabei nutzen die Forschenden das Phänomen der Resonanz, mit dem sich die Vibrationen so weit verstärken lassen, dass sie mit Laserinterferometern messbar werden. Aus den winzigen Auslenkungen lässt sich mit viel theoretischem Wissen die Gravitationskonstante berechnen.

Noch ist die Methode weniger präzise als herkömmliche Experimente, doch nach ersten Versuchen konnten die Forschenden die Genauigkeit ihrer Messungen bereits deutlich steigern. «Jetzt wird es langsam spannend», sagt Dual. «Denn mit dem dynamischen Ansatz können wir neue Fragestellungen angehen.» Gibt es vielleicht wider Erwarten eine Wechselwirkung zwischen der Schwerkraft und den anderen Naturkräften? Und stimmt es wie allgemein angenommen, dass sich die Gravitation nicht abschirmen lässt? Dies prüfen die ETH-Forschenden nun, indem sie grosse Metallplatten zwischen die beiden Vakuumkammern hängen, aber sonst alles unverändert lassen. «Würden wir einen Effekt sehen, wäre das ziemlich revolutionär», sagt Dual. Denn dann müssten eventuell einige Modelle, die das Universum und seine Entwicklung beschreiben, revidiert werden. ○

**BENEDIKT SOJA** ist Professor für Weltraumgeodäsie am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich.

—> [space.igp.ethz.ch](https://space.igp.ethz.ch)

**JÜRIG DUAL** ist emeritierter Professor für Mechanik und Experimentelle Dynamik der ETH Zürich.

## Scientifica 2023



Erforschung der Schwerkraft.  
Ausstellungsstand. Institut für  
Geodäsie und Photogrammetrie, ETH



Prompt: sculpture of an apple, hyperrealistic sculptures, pastel colours

# COMMUNITY



Bild: ETH Zürich

Thomas Zurbuchen hat im August 2023 die Leitung der Initiative ETH Zürich Space übernommen.

## Ehemaliger NASA-Forschungschef kommt an die ETH

Er gilt als einer der einflussreichsten Forscher der Welt und hat die Weltraumwissenschaft entscheidend mitgeprägt. Nach über 20 Jahren in den USA kehrt Thomas Zurbuchen zurück in sein Heimatland Schweiz. Seit August 2023 leitet er als ETH-Professor für Weltraumwissenschaft und -technologie ETH Zürich Space. Die Initiative wurde im Oktober 2022 gegründet, um die Weltraumforschung und -lehre an der ETH auszubauen und die Zusammenarbeit mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie sowie mit Weltraumbehörden zu stärken. «Mit seinem Know-how und seinem weltweiten Netzwerk ist Thomas Zurbuchen der perfekte Leiter dieser Initiative», sagt die ETH-Vizepräsidentin für Wissenstransfer und Wirtschaftsbeziehungen Vanessa Wood.

Von 2016 bis 2022 hat Thomas Zurbuchen die Forschung der Weltraumbehörde NASA verantwortet. In seiner neuen Funktion möchte er die Weltraumforschung an der ETH, aber auch in der ganzen Schweiz und in Europa auf ein neues Level bringen: «Der Raumfahrtsektor erfährt weltweit eine rasante Dynamik. Wir wollen sicherstellen, dass die Schweiz und Europa die neuen Chancen nutzen, wettbewerbsfähig bleiben und ihre internationale Sichtbarkeit erhöhen. Die ETH Zürich ist für mich der beste Ort, um diese Visionen voranzubringen», erklärt der ehemalige NASA-Wissenschaftsdirektor. Neben dem Ausbau von Forschung und Wissenstransfer wird sein Fokus als ETH-Professor auf der Lehre liegen: Er wolle einen der weltweit besten interdisziplinären Masterstudiengänge in Weltraumwissenschaft und -technologie lancieren, um die nächste Generation von Raumfahrtführungs Kräften auszubilden, so Zurbuchen. ○



## ETH Zürich an siebter Stelle im QS-Ranking

In den zahlreichen Hochschulrankings gehört die ETH Zürich Jahr für Jahr zu den besten Universitäten der Welt. So auch in der Rangliste von Quacquarelli Symonds (QS). Im aktuellen QS-Ranking hat sich die ETH Zürich um zwei Ränge verbessert und liegt neu an siebter Stelle. Sie festigt damit insbesondere dank ihrer wissenschaftlichen Publikationsstätigkeit und ihrem Ruf unter den Forschenden die Spitzenposition in Kontinentaleuropa.

Erstmals zählten für die Rangliste auch die Faktoren Arbeitsmarktfähigkeit der Abgängerinnen und Abgänger, Nachhaltigkeit sowie internationale Vernetzung. Die ETH Zürich konnte insbesondere bei der Arbeitsmarktfähigkeit und der internationalen Vernetzung überdurchschnittlich punkten. ○

## Gemeinsam für die Biomedizin

Die ETH Zürich und die Firma Roche werden in zwei neuen Forschungs- und Ausbildungsprogrammen näher zusammenarbeiten. Im Fokus stehen Entwicklung und Anwendung von neuen Methoden des Bioengineerings sowie von neuartigen zellulären und genetischen Modellsystemen des Menschen. Von diesen Zukunftstechnologien versprechen sich beide Partner, die molekularen Mechanismen von gesunden und von kranken menschlichen Organen besser untersuchen, verstehen und beeinflussen zu können.

Die Zusammenarbeit wird schwerpunktmässig am Standort Basel stattfinden. Dort befinden sich das Departement für Biosysteme der ETH Zürich, der Bereich Pharma Research & Early Development von Roche sowie dessen neues Institute of Human Biology. ○

## Neue Präsidentin der ETH Alumni Vereinigung

Bild: ETH Alumni Vereinigung



V.l.n.r.: Hana Disch, Jeannine Pilloud, neue Präsidentin der ETH Alumni Vereinigung, und Felix Graf.

Im Mai 2023 wurde Jeannine Pilloud zur neuen Präsidentin der ETH Alumni Vereinigung gewählt. Pilloud ist seit 2021 im Vorstand der ETH Alumni Vereinigung. Sie hat an der ETH Zürich Architektur studiert und hat aktuell verschiedene Mandate in Verwaltungsräten und Beiräten in der Schweiz und im Ausland inne. Zudem ist sie als Beraterin und Referentin zu Change-Prozessen in diversen Organisationen tätig. Jeannine Pilloud übernimmt ihr Amt von Walter Gränicher, der während zwölf Jahren im Vorstand der ETH Alumni Vereinigung tätig war, zehn Jahre davon amtierte er als Präsident.

Mit Felix Graf, CEO der NZZ, und Hana Disch, selbstständige Beraterin, wurden zudem zwei neue Vorstandsmitglieder gewählt. In enger Zusammenarbeit mit dem Vorstand und der Geschäftsstelle will die neu gewählte Präsidentin die ETH Alumni Vereinigung in den nächsten Jahren schrittweise weiterentwickeln. ○

Jahresbericht 2022 der ETH Alumni Vereinigung:  
→ [ethz.ch/alumni-jahresbericht](https://ethz.ch/alumni-jahresbericht)

# Chemie-Olympiade an der ETH Zürich

Im Juli 2023 fand die Internationale Chemie-Olympiade (IChO) statt – zum ersten Mal überhaupt in der Schweiz und an der ETH Zürich. An diesem jährlich stattfindenden, globalen Wettbewerb setzen sich Schülerinnen und Schülern im Alter von 16 bis 19 Jahren mit Fragestellungen aus der Welt der Chemie auseinander und stellen ihre Fähigkeiten an einer je fünfstündigen theoretischen und einer praktischen Prüfung unter Beweis. Gut 350 junge Chemietalente aus rund 90 Ländern wetteiferten um begehrte Medaillen und lernten dabei sowohl die Schweiz als auch die ETH Zürich besser kennen.

Für ihre grossen Leistungen wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer anlässlich der Schlusszeremonie in der Tonhalle Zürich ausgezeichnet. Insgesamt wurden 217 Gold-, Silber- und Bronzemedailles vergeben. Weitere 27 Kandidatinnen und Kandidaten durften sich über eine «Ehrenmeldung» freuen, darunter auch Vivian Huber aus Basel-Stadt. ○



Bild: ETH Zürich / Luca Ferrari

An der Chemie-Olympiade 2023 nahmen gut 350 Jugendliche aus rund 90 Ländern teil.



Bild: Fred Merz / Lundin 13 / EPFL

ETH-Präsident Joël Mesot (rechts) und EPFL-Präsident Martin Vetterli lancieren eine grüne Energie-Koalition.

## Grüne Energie-Koalition mit EPFL

Gemeinsam mit Partnern aus Politik, Wissenschaft und Industrie wollen die ETH Zürich und die EPFL Lösungen für die Speicherung und den Transport erneuerbarer Energieträger vorantreiben. Das Ziel: ein klimaneutrales und flexibles Energiesystem für die Schweiz. Etwa 20 Partner und Industrieunternehmen haben bereits ihr Interesse an einer Zusammenarbeit bekundet.

Mit neuen technischen Lösungen will die Koalition zusätzliche Möglichkeiten schaffen, um die saisonalen Unterschiede in der Stromproduktion mittels Energiespeicherung in der Schweiz und in Europa zu nutzen. So wird die Versorgungssicherheit der Schweiz verbessert und der Energiehandel mit den europäischen und internationalen Partnern diversifiziert, wodurch neue Geschäftsfelder entstehen und Chancen für Technologie-Start-ups und die Schweizer Industrie geschaffen werden. ○



Adam Aleksander Korczak und Patrycja Kucharczyk, die beiden Co-Founder des Start-ups Treeless Pack, im Student Project House der ETH Zürich.

## Aus Abfall statt aus Bäumen

TEXT Nicole Davidson, Corinne Johannsen

Zellulose, die ganz ohne Holz auskommt? Diese Idee hat Patrycja Kucharczyk und Adam Aleksander Korczak nicht mehr losgelassen. Heute führen sie das Start-up Treeless Pack, das Zellulose von Mikroorganismen produzieren lässt. Das Futter der Bakterien sind Nährstoffe aus organischem Abfall. Dieser Ansatz schützt nicht nur die Wälder, er ist auch skalier- und automatisierbar. So kann die Zellulose in Zukunft in einer vertikalen Farm mit Bioreaktoren produziert werden. Die Herstellung von Zellulose aus Holz ist sehr umweltbelastend und energieintensiv. Die ersten Schritte haben die beiden Jungunternehmenden im Student Project House

der ETH Zürich gemacht. Sie konnten vor allem vom Coaching und dem Zugang zu einem breiten Netzwerk von Gleichgesinnten, Industriepartnern und fortgeschritteneren Start-ups profitieren. So hat sich die Idee zu einem Produkt gemauert: Aus der Zellulose von Treeless Pack können Papier, Verpackungsmaterial und sogar Verbundstoffe für die Bauindustrie ressourcenschonend hergestellt werden. ○

**STUDENT PROJECT HOUSE** ETH-Studierende aller Fachrichtungen werden im kreativen Think- und Makerspace bei der Entwicklung und der Umsetzung eigener Projektideen unterstützt und lernen so die verschiedenen Phasen eines Innovationsprozesses kennen.  
→ [sph.ethz.ch](https://sph.ethz.ch)



Video: «Treeless Pack»  
→ [youtu.be/D-Oa7\\_TzVx8](https://youtu.be/D-Oa7_TzVx8)

# Raum für die klinische Forschung



Die Vision: Versorgung und Forschung gehen Hand in Hand, um die besten Ergebnisse für die Patientinnen und Patienten zu erzielen.

Die Forschungsgruppe von ETH-Professorin Viola Vogel hat anhand von Versuchen an Mäusen herausgefunden, dass sich in Brusttumoren Überbleibsel von Blutgefässen befinden, die an der Vermehrung von Krebszellen beteiligt sind. Diese Erkenntnisse erlauben es, das Tumorwachstum besser zu verstehen und so neue Diagnose- und Therapiemethoden zu entwickeln.

Eine wichtige Frage bleibt jedoch unbeantwortet: Inwiefern lassen sich die Resultate der Forschung mit Mäusen auf menschliche Patientinnen

Drei ETH-Professuren beziehen neue Räumlichkeiten auf dem Gesundheitscampus des Kantonsspitals Baden. Das Ziel: gemeinsam Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung zum Wohle der Patientinnen und Patienten nutzbar machen.

TEXT Markus Gross

mit Brustkrebs übertragen? In einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit dem Kantonsspital Baden (KSB) soll nun überprüft werden, ob sich auch in Gewebeproben von Brustkrebspatientinnen Spuren von umgewandelten Blutgefässen finden lassen. Das Beispiel aus Viola Vogels Forschung zeigt, wie wichtig die klinische Forschung ist, um Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung für die Gesellschaft nutzbar zu machen.

**GEMEINSAME VISION** «Die Zusammenarbeit mit dem Kantonsspital Baden ist ein Glücksfall für die ETH», freut sich Christian Wolfrum, Vizepräsident Forschung an der ETH Zürich. «Wir konnten in den letzten Jahren eine vertrauensvolle und innovative Kooperation aufbauen und so gemeinsam Projekte in vielen klinischen Bereichen umsetzen. Unsere Vision ist, dass Versorgung und Forschung Hand in Hand gehen, um die besten Ergebnisse für die Patientinnen und Patienten zu erzielen.» Folglich wird die Partnerschaft jetzt ausgebaut. Dazu

beziehen zunächst drei Professuren im neu gebauten Partnerhaus II auf dem Campus des KSB Räumlichkeiten.

«Wir sind stolz, dass sich eine Institution wie die ETH für eine Zusammenarbeit mit einem Zentrumsspital aus dem Aargau entschieden hat», sagt KSB-CEO Adrian Schmitter. Diese Kooperation sei schweizweit einmalig. «Mit unserem Spitalbetrieb können wir den Forschenden ein praxisbezogenes Umfeld bieten. Das KSB wiederum profitiert von der Innovationskraft und vom Know-how der ETH. Zusätzlich wird damit auch die Attraktivität des Standorts Baden für Firmen und Start-ups aus dem Gesundheitswesen gestärkt.»

Begonnen hat die Kooperation 2017, als die ersten 100 Studierenden den neu geschaffenen Bachelorstudiengang Humanmedizin an der ETH in Angriff nahmen. Sie besuchten die Einführungswoche am KSB, wo die Studierenden zum ersten Mal Spitalluft schnuppern konnten. Es folgten erste gemeinsame Forschungsprojekte, und 2018 bezog die ETH einige Büros im Partnerhaus auf dem Spitalcampus. Das Lehrangebot wurde derweil mit weiteren extracurricularen Veranstaltungen und Weiterbildungsangeboten ergänzt.

**DIGITALISIERUNG VORANTREIBEN** Die Zusammenarbeit geht aber weit über die reine klinische Forschung und die Aus- und Weiterbildung hinaus. Gemeinsam will man auch die Digitalisierung von Gesundheitsdaten und deren Nutzung für die Forschung vorantreiben. Die ETH hat dazu eigens einen Datenarchitekten engagiert, der die Daten und die Schnittstellen analysiert und eine entsprechende Architektur ausarbeitet. Dadurch wird es künftig einfacher möglich sein, die Daten auszuwerten und zum Beispiel nach Mustern zu suchen, die Hinweise auf Komplikationen oder Krankheitsverläufe geben.

Auch die Technologie- und Serviceplattform dTIP der ETH wird in Baden vertreten sein. Das dTIP-Team setzt sich aus Fachleuten für klinische Studien, Datenmanagement und Regulierung zusammen und bietet den Forschenden ein «Rundum-sorglos-Paket» für die klinische Forschung an – von der Planung über die Organisation bis zur Durchführung von Studien. «Wir wollen, dass unsere Grundlagenforschung und die ingenieurwissenschaftlichen Entwicklungen noch stärker als bisher den Menschen zugutekommen, in Form von Medikamenten, Therapien, Diagnoseverfahren oder medizinischen Geräten», sagt Christian Wolfrum. Die Zusammenarbeit mit dem Kantonsspital Baden, den Universitätsspitalern und weiteren Partnern sowie die interdisziplinäre Forschung im neuen GLC-Gebäude und in den neuen Medizinforschungslabors in Schlieren werden diesen Prozess beschleunigen. ○

## PHILANTHROPIE

VON  
Donald Tillman



### Von der eigenen Geschichte geprägt

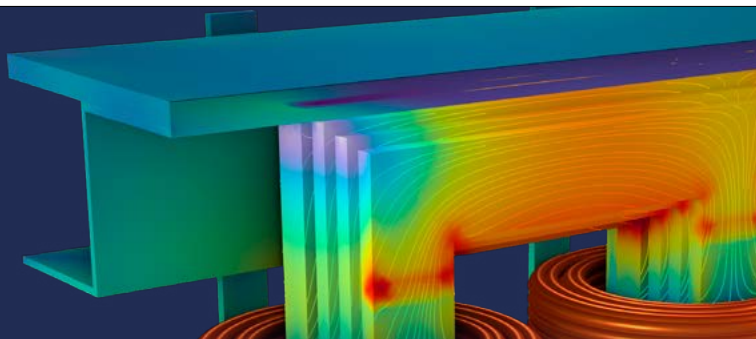
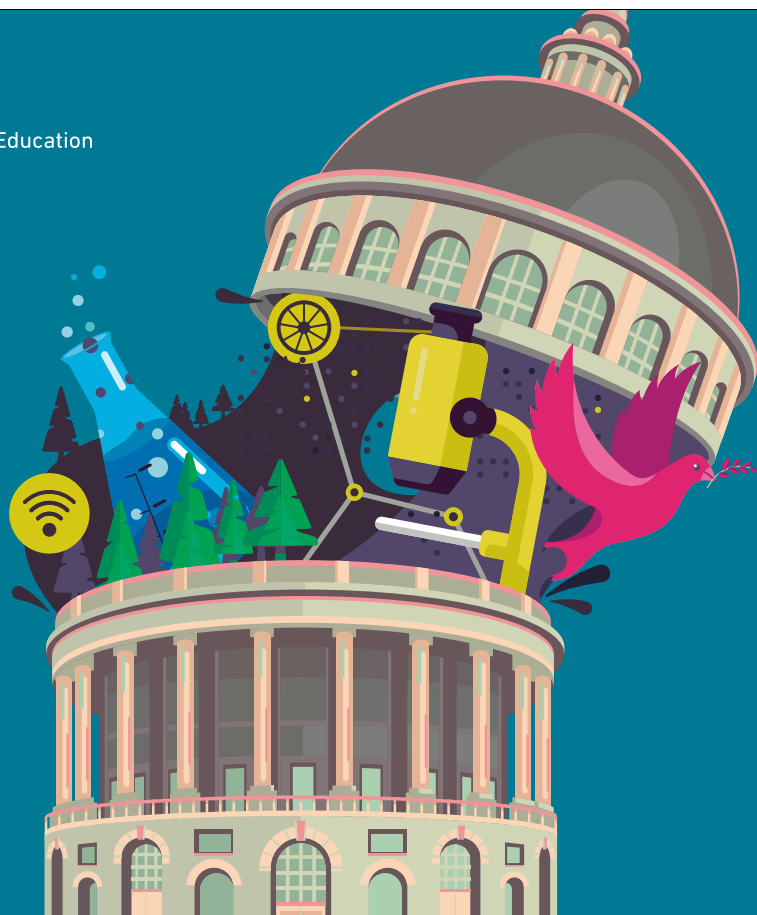
Immer wieder darf ich bei der ETH Foundation Begegnungen erleben, die mir noch länger in Erinnerung bleiben. Dazu gehört die Begegnung mit Gönner Jörg von Ballmoos am diesjährigen «Meet the Talent», unserem jährlichen Anlass für alle Gönnerinnen und Gönner der Talentprogramme der ETH Zürich. Jörg von Ballmoos' Engagement für ETH-Talente geht auf seine eigene, von einem Schicksalsschlag geprägte Lebensgeschichte zurück: Sein Vater starb im Januar 1940, als er gerade mal elf Monate alt war. Seine Mutter konnte den Buben und sich danach nur knapp über Wasser halten. Wie Jörg von Ballmoos eindrücklich zu schildern vermag, wäre es ihm ohne Stipendium unmöglich gewesen, ein Studium zu absolvieren. Doch das Stipendium führte zu einem ETH-Diplom und später zu einer erfolgreichen beruflichen Karriere bei Ascom und bis ins chinesische Guangzhou. Jörg von Ballmoos weiss aus eigener Erfahrung, dass junge Menschen mit grossem Potenzial auch in Elternhäusern mit bescheidenen finanziellen Mitteln aufwachsen – und genau diese jungen Menschen fördert er heute. Im Namen aller unterstützten Talente: Vielen herzlichen Dank!

→ [ethz-foundation.ch/sozialstipendien](https://ethz-foundation.ch/sozialstipendien)

# Inspired by the best

Weiterbildung für akademisch  
gebildete Fach- und Führungskräfte

MAS, DAS, CAS und Weiterbildungskurse  
auf [www.sce.ethz.ch](http://www.sce.ethz.ch)



## Elektrisierende Innovation im Starkstrombereich

mit COMSOL Multiphysics®

Schnelle Marktreife von Netzkomponenten verlangt nach intelligenten Designinnovationen und effizienter Produktentwicklung. Dies erreichen innovative Branchenführer durch Multiphysik-Simulation. Testen und optimieren auch Sie Ihre Produkte virtuell – lange vor dem ersten Prototypen.



» [comsol.com/feature/electrical-innovation](https://comsol.com/feature/electrical-innovation)

 COMSOL

# PERSÖNLICH



Die Arbeitspsychologin Petra Schmid befasst sich mit den Auswirkungen sozialer Macht. Ihr interdisziplinärer Ansatz umfasst sowohl Laborexperimente als auch Umfragestudien.

PETRA SCHMID ist Professorin für Organizational Behavior am Departement Management, Technologie und Ökologie der ETH Zürich.

→ [ob.ethz.ch](http://ob.ethz.ch)

## Sie untersuchen die Wirkung sozialer Macht auf unser Verhalten. Was verstehen Sie darunter?

Bei der sozialen Macht geht es um die Kontrolle begehrtter Ressourcen wie Geld oder Essen, aber auch Zuneigung oder Wissen. Es reicht nicht, dass jemand Kontrolle über die Ressourcen hat – eine Person ist nur dann sozial mächtig, wenn auch eine andere Person diese Ressourcen begehrt.

## Was war Ihre bisher überraschendste Erkenntnis?

Macht wurde lange als etwas Befreiendes beschrieben. Unabhängig von anderen Leuten kann man tun und lassen, was einem gefällt. Daraus folgerte man, dass Macht unweigerlich zu schneller, automatischer Informationsverarbeitung und hemmungslosem Verhalten führt. Meine Forschung zeigt aber, dass Leute, die sich mächtig fühlen, ihr Verhalten und ihre Kognitionen besser kontrollieren können, weshalb sie auch ihre Ziele besser erreichen als Leute, die sich machtlos fühlen.

## In welchen Situationen fühlen Sie sich ohnmächtig?

Wenn ich ein Review von «Reviewer 2» bekomme! «Reviewer 2» ist ein Insiderbegriff für herablassende, überkritische und unflexible Gutachter, die wissenschaftliche Arbeiten voreingenommen und destruktiv beurteilen.

## Kann man die eigene soziale Macht beeinflussen?

Man kann soziale Macht erlangen, indem man die Leiter einer Hierarchie emporklettert. Macht ist aber auch ein psychologischer Zustand, das heisst, Menschen zeigen unabhängig von ihrer Position unterschiedliche Machtgefühle. Diese werden von der Charaktereigenschaft oder der Stimmung der Person bestimmt, aber auch von aussen – je nach Situation oder Interaktionspartner.

## Sind Menschen, die sich machtvoll fühlen, die besseren Arbeitskräfte?

Macht ist nicht per se gut oder schlecht. Leute, die sich mächtig fühlen, lassen sich weniger ablenken oder setzen leichter Prioritäten, was im Arbeitsumfeld sicher ein Vorteil sein kann. Meine Forschung zeigt aber auch, dass Leute, die sich mächtig fühlen, eher Stereotype und Vorurteile gegenüber anderen Gruppen haben.

## Was ist das Wichtigste, um Mitarbeitende zu motivieren?

Anerkennung zeigen. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wollen, dass ihre Arbeit wahrgenommen und geschätzt wird. ○

AUFGEZEICHNET Karin Köchle



IN DER  
NATUR LERNEN





## REPORTAGE | ETH-Studierende untersuchen in einem Berner Waldstück das Grundwasser. So lernen sie im Feld das Handwerk der Umweltingenieurwissenschaften.

TEXT Corinne Johannssen

BILDER Annick Ramp

Das Messgerät piept ohrenbetäubend. Der hohe Ton ist kaum auszuhalten. Kursleiter Matthias Willmann entfernt kurzerhand die Batterie. Seine Studierenden schmunzeln und lassen das Kabel vorsichtig weiter in das Bohrloch gleiten, um Messungen im Grundwasser zu machen.

Carole, Gianna, Raffaele und Robyn sind erst vor ein paar Stunden hier im Wald beim Hornusserclub in Kappelen (Bern) angekommen. Die ETH-Studierenden besuchen ein dreitägiges Modul des Masters Umweltingenieurwissenschaften. Es wird durchgeführt vom gleichnamigen ETH-Institut. Matthias Willmann ist seit 15 Jahren dabei. Zuerst noch als ETH-Mitarbeiter, mittlerweile als externer Experte. Die gut 20 Studierenden beschäftigen sich mit Grundwasser und Boden. Gerade hat Willmann der vierköpfigen Gruppe erklärt, dass es hier im Wald 16 Bohrlöcher gibt. Die mehr als 10 Meter langen senkrechten Röhren sind auf einer bestimmten Höhe durchlässig. Dort gelangt Grundwasser hinein, das sich von oben analysieren lässt.

In einem ersten Experiment muss die Gruppe den Grundwasserspiegel und die Unterkante der Bohrlöcher messen. Matthias Willmann hat dazu zwei Kabellichtlote aus dem Materialzelt geholt. Die sehen aus wie Kabelrollen. Allerdings ist das Kabel gleichzeitig ein Messband und an der Stelle des Steckers befindet sich ein metallener Stift, die Messsonde. Diese sollen die Studierenden vorsichtig in das Bohrloch gleiten lassen. Matthias Willmann erklärt: «Sobald der Stift mit dem Grundwasser in Kontakt kommt, wird Strom geleitet und das kleine Lämpchen beginnt zu leuchten.» Und es gibt Modelle, die zusätzlich ein akustisches Signal geben. —>



1

1  
Raffaele, Robyn und  
Gianna (v.l.n.r.) bringen  
den Wassertank für  
das Markierungsexperiment  
in Stellung.

2  
Bevor es mit dem Messen  
losgehen kann, gibt  
es von Matthias Willmann  
(ganz links) eine  
Runde Theorie für Robyn,  
Gianna, Carole  
und Raffaele (v.l.n.r.).

3  
Wie hoch ist der  
Grundwasserspiegel bei  
diesem Bohrloch?



2



3

**GEFÜHL FÜR DIE PRAXIS** Die vier Masterstudierenden haben es schnell begriffen. Erst mal üben sie gemeinsam. Mittlerweile wieder mit eingesetzter Batterie. Raffaele lässt das Kabel vorsichtig in die Röhre gleiten, Carole hilft ihm dabei. Sobald Licht und Ton angehen, nimmt Robyn Mass. Der Grundwasserspiegel beim Bohrloch 3.1 liegt bei 3 Metern und 95 Zentimetern. Gianna notiert den Wert. Dann lässt Raffaele das Kabel weitergleiten, bis er einen leichten Widerstand spürt, um so das untere Ende des Bohrlochs zu ermitteln. «Es braucht viel Gefühl», weiss Matthias Willmann. Raffaele hält inne und Robyn liest den Wert ab.

Später werden die vier eine Karte der Bohrlöcher erstellen und jeweils die Höhe des Grundwassers einzeichnen. Von dieser Karte kann man die Fliessrichtung des Grundwassers herauslesen. «Die Studierenden bekommen hier ein Gefühl für die Praxis und die Realität», sagt der Kursleiter. «Die Aha-Erlebnisse zeigen, dass die Arbeit im Feld lehrreich und wichtig ist.» Das sieht auch Joaquín Jiménez-Martínez so, der den Kurs gemeinsam mit Mattias Willmann leitet.

Joaquín Jiménez-Martínez hat sich zusammen mit der Abteilung Lehrentwicklung und -technologie der ETH Zürich mit dem Unterricht im Feld auseinandergesetzt. «Es ist eine andere Art zu unterrichten, wenn die Verbindung zur Natur da ist», sagt der

Wissenschaftler, der an der ETH Zürich und der Eawag als Gruppenleiter arbeitet. «Wir Dozierenden geben eine kleine Einführung, machen dann aber einen Schritt zurück und lassen die Studierenden messen, ausprobieren und lernen.» Er würde gerne noch länger über die Vorteile des Kurses schwärmen, aber sein Zug in Lyss fährt. Er muss zurück nach Zürich.

Mittlerweile messen die Studierenden mit einer Sonde die Temperatur und die Leitfähigkeit des Grundwassers. Wie zu erwarten, hat das Wasser in einer Tiefe zwischen 10 und 12 Metern 11 Grad Celsius. Die vertikale Verteilung der Leitfähigkeit des Wassers sagt etwas über seine Durchmischung aus. Die ist hier in Kappelen gut. Ihr Wert kann aber auch ein Hinweis auf Schadstoffe sein. Verschmutztes Grundwasser ist natürlich verheerend. In der Schweiz zum Beispiel wird 80 Prozent des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen.

**ALLES GRÖßER** Schon ist die Zeit für das erste Experiment um und die vier Studierenden gehen weiter zu Lucien Biolley, Mitarbeiter am Institut für Umweltingenieurwissenschaften. Gemeinsam mit Marius Floriancic hält er die Feldtechnik das ganze Jahr über auf Vordermann und bereitet das Material für das Modul vor – nicht weniger als zwei Transporter und zwei vollgepackte Anhänger werden jedes Jahr vom Höggerberg nach Kappelen gefahren. Lucien Biolley erklärt nun, wie der Grundwasserspiegel mit einem Drucksensor kontinuierlich gemessen werden kann. Die blauen Schläuche in den Bohrlochdeckeln beherbergen die Kabel, die die Messwerte zur Datenbox leiten. Dort werden die Daten gesammelt und können sogar in Zürich abgerufen werden. Später werden die Studierenden die Daten der letzten fünf Jahre bekommen und am Computer auswerten. Jetzt heisst es aber zuerst anpacken!

Carole, Gianna, Raffaele und Robyn müssen mit einer Schubkarre einen 1000-Liter-Wassertank holen. Zum Glück ist er leer – noch. Denn kaum haben sie ihn in der Nähe eines Bohrlochs abgeladen, installieren sie dort eine Pumpe und beginnen, den Tank mit Grundwasser zu füllen. Das Wasser wird am Abend eingefärbt und für einen Markerversuch gebraucht. «Ich mag, dass hier im Feld alles so gross ist», sagt Lucien Biolley. «Die Geräte sind zum Anfassen. Das hilft beim Verstehen.»

Darin sind sich auch die vier Studierenden einig. Robyn und Carole haben ihren Bachelor in den Umweltnaturwissenschaften gemacht und für den Master zu den Umweltingenieurwissenschaften gewechselt. «Mich faszinieren die technischen Lösungen bei Umweltfragen. Ich mag die praktische Herangehensweise», sagt Carole. Und Robyn ergänzt: «Wir lernen hier nicht nur inhaltlich viel, mir gibt dieses Modul auch einen wichtigen Einblick, wie der Beruf der Umweltingenieurin aussehen kann.» →

**WALD ODER WIESE?** Bevor der Markierversuch startet, treffen die vier Marius Florianic beim Hornusserhaus. Bei ihm geht es um die Feuchtigkeit im Boden. Um zu messen, wie viel Wasser ein Boden aufnehmen kann, müssen Tensiometer zusammengebaut werden. Das sind kleine, wassergefüllte Röhren mit einem Keramikeil am Ende. Je trockener der Boden, desto einfacher gelangt das Wasser aus der Keramik in die Umgebung. Deshalb stecken die Studierenden die Röhren unterschiedlich tief in den Waldboden und lesen die jeweilige Saugspannung ab, ein Mass für die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens.

Dann kommt das zweite Messgerät zum Einsatz. Eine grosse Gabel, die schlicht die Bodenfeuchte misst. Marius Florianic will wissen, wo der Boden prinzipiell feuchter ist: im Wald oder auf der offenen Wiese? Studierende, Autorin, Fotografin, alle sind sich einig: «Wald!» Zur Überraschung aller zeigen die gemessenen Werte das Gegenteil. Gemeinsam suchen die Studierenden und der Dozent nach Gründen: Bei Regen halten die Baumkronen und die Streu am Waldboden Wasser zurück. Bäume entziehen dem Boden mehr Wasser als Gras. Und schliesslich ist Waldboden durchlässiger und es versickert mehr Wasser als beim dichten Wiesenboden.

«Rechnen und Modellieren, das haben ETH-Studierende wirklich im Griff. Aber die Arbeit hier im Feld hilft ihnen, ihr Grundlagenwissen auch praktisch anzuwenden», sagt Marius Florianic und kann sich ein Schmunzeln nicht verkneifen. Dann wird er ernst: «Dieses Modul ist teuer, aber die Investition lohnt sich.» Und dann müssen alle los, zurück in den Wald zum Wassertank, wo Lucien

Biolley den farbigen Markierstoff hineingiesst. Vom Tank strömt das gefärbte Wasser durch einen dicken Schlauch in eines der Bohrlöcher ins Grundwasser. Etwa 30 Meter entfernt wird bei einem anderen Bohrloch Grundwasser hochgepumpt und durch einen Farbdetektor geleitet. Es wird noch dauern, bis das gefärbte Wasser ankommt.

Für heute haben die Studierenden genug praktisch gearbeitet. Sie werden später noch am Computer Daten auswerten. Genau dies gefällt Raffaele: «Die Kombination aus Feld und Computer finde ich spannend.» Auch Gianna gefällt die Abwechslung. Die Stipendiatin des Excellence Scholarship & Opportunity Programme der ETH bringt es auf den Punkt: «Die Mischung aus Technik und Natur macht für mich den Reiz der Umweltingenieurwissenschaften aus.» ○

**FÖRDERUNG INNOVATIVER LEHRE** Die Lehrveranstaltungen des Labors für Umweltingenieurwissenschaften werden seit Mai 2023 als Innovedum-Projekt gefördert. Gemeinsam mit der Abteilung Lehrentwicklung und -technologie soll die Auswertung von Daten vereinfacht werden. Damit bleibt den Studierenden mehr Zeit für weiterführende Dateninterpretation und kritische Betrachtung von Messresultaten. Innovative Beurteilungsmethoden, wie zum Beispiel Peer Grading, stärken die Reflexion.

—> [ethz.ch/innovedum](https://ethz.ch/innovedum)



4

4

Die vier Masterstudierenden auf dem Weg zum letzten Experiment für heute. Später werden sie in den Zelten die Nacht verbringen.



# COMEDIAN MIT UNTERNEHMER-GEN

TEXT Karin Köchle  
BILDER Gian Marco Castelberg

# Er gehört zu den erfolgreichsten Kabarettisten der Schweiz. Der ETH-Alumnus Fabian Unteregger liebt es, Leute zusammenzubringen und Lösungen zu entwickeln.

«Ich esse unglaublich gerne Kuchen. Als Lebensmittelwissenschaftler muss ich schliesslich regelmässig Desserts testen, um zu schauen, ob sie immer noch gut sind», sagt Fabian Unteregger mit einem Augenzwinkern, als er sich zum Gespräch im Zürcher Traditionscafé Sprüngli einfindet. Für den erfolgreichen Comedian, ETH-Alumnus und Doktor der Medizin ist regelmässige Bewegung wichtiger, als sich konsequent gesund zu ernähren.

Unteregger verbrachte seine ersten Lebensjahre in Bottmingen, einer Gemeinde angrenzend an die Stadt Basel. Als sein Vater, ein Ökonom, eine neue Stelle annahm, zog die Familie nach Zürich. Dort fand er nicht nur einen neuen Freundeskreis, sondern wechselte flugs auch seinen Dialekt von Baseldeutsch zu Zürichdeutsch. Ein Talent, das ihm später beruflich von Nutzen sein wird. Denn bekannt geworden ist Unteregger mit seinen Parodien von Schweizer Persönlichkeiten. Ob Zürichdeutsch bei Nationalrat Christoph Mörgeli, Baseldeutsch bei Tennisstar Roger Federer oder Walliserdeutsch bei Bundesrätin Viola Amherd: Der Komiker imitiert nicht nur den charakteristischen Sprachstil, sondern auch die Dialekte seiner Figuren. Heute hat er eigene Bühnenprogramme, zahlreiche Fernsehauftritte und ein eigenes Radioformat. Doch Comedy ist nur eine Facette seines überaus vielfältigen Lebens.

**VON DER ETH ZUM MARKETING** Als Kantonschüler faszinierten ihn Chemie und Biologie und es wurde ihm klar, dass er etwas Naturwissenschaftliches studieren wollte. Sein Weg führte ihn an die ETH Zürich, wo er 1997 ein Studium der Lebensmittelwissenschaften begann. «Ich wollte etwas studieren, das relevant ist für die Leute, und

**FABIAN UNTEREGGER** ist ein erfolgreicher Schweizer Comedian. Er studierte an der ETH Zürich Lebensmittelwissenschaften, absolvierte danach ein Studium der Humanmedizin an der Universität Zürich und promovierte an der Universität Basel. Unteregger ist Mitgründer und Co-Präsident des Verbands Swiss Healthcare Startups und Gründungsmitglied des ETH Circle.

das Thema Ernährung betrifft uns alle», sagt der heute 46-Jährige. An der ETH habe er auch seine Freude an Mathematik entdeckt. Und er mochte Fächer, bei denen er eine konkrete Anwendung sah. Kein Wunder begeisterte ihn die Glaceforschung des mittlerweile emeritierten ETH-Professors Erich Windhab, dessen Erkenntnisse direkt Eingang in die Industrie fanden.

Auch die Interdisziplinarität und die Vielseitigkeit des Studiengangs gefielen ihm, insbesondere, dass er sich ein breites Fachwissen in Betriebs- und Volkswirtschaftslehre aneignen konnte. «Mein Ziel war nie, in einem Lebensmittelbetrieb zu arbeiten», betont Unteregger, «deshalb suchte ich nach dem Studium einen Job in einem Bereich, der für jedes Unternehmen wichtig ist – im Marketing.» Gefunden hat er dann eine Anstellung als Produktmanager bei einem US-Multi.

**ANFRAGE VOM FERNSEHEN** Fast wäre aus dem vielseitig talentierten jungen Mann aber noch ein Lehrer geworden: Mit dem didaktischen Ausweis der ETH in der Tasche bewarb er sich als Biologielehrer an der Kantonsschule Wiedikon, an der er selbst einmal Schüler war. Weil auf seinem didaktischen Ausweis «Lebensmittelwissenschaften» und nicht «Biologie» stand, musste die Schule Biologie-Absolventinnen und -Absolventen vorziehen. Das war nach seinen Aussagen im Nachhinein etwas vom Besten, was ihm passieren konnte: Die Welt der Bühne tat sich ihm auf. Neben seinem Job als Produktmanager begann er mit Theatersport, einem schnellen Wettkampf mit Mitteln der Improvisation, und sammelte mit rund 100 Shows viel Bühnenroutine. Dann zeigte sich wieder das Unternehmer-Gen, das Unteregger in seinem ganzen Werdegang zu begleiten scheint: «Nach dem Improvisieren im Team realisierte ich, dass ich marketingtechnisch gesehen ein standardisiertes Produkt brauche – etwas Planbares, das man wiedererkennt. So kam ich zur Solo-Comedy.» Er kündigte seinen Job. Kurz darauf zeigte das Schweizer Fernsehen Interesse, und noch vor der ersten Ausgabe der Satiresendung war Unteregger Teil des Teams «Giacobbo/Müller». Eine steile Karriere als Comedian begann. Mittlerweile ist Comedy seine Haupttätigkeit und Unteregger sein eigener Unternehmer.

Unteregger wirkt offen, wortgewandt, witzig und schlagfertig – aber auch feinfühlig und sicher nicht laut. Passt das zu seinen öffentlichen Auftritten? Er sei tatsächlich kein Mensch, der sich unbedingt präsentieren müsse, aber schon an der ETH sei seinen Mitstudierenden klar gewesen, dass er die Schlussrede halten soll. «Ich beobachte Menschen, analysiere und sehe schnell, welche Motive die Personen haben.» Und wie um sein feines Sensorium für Menschen und Stimmungen zu bekräftigen, analysiert er blitzschnell die Gesprächssituation am Nebentisch im Café. Wenn er einen Raum betrete und merke, dass in einer Gruppe eine angespannte Stimmung herrsche, setze er Humor auch bewusst als Werkzeug und als Eisbrecher ein.

**HUMOR UND SPRACHE ALS TÜRÖFFNER** So wie den Humor setzt Unteregger auch die Sprache als Mittel zum Zweck ein: Sprachen sind seine Türöffner, um Menschen zu erreichen. Sprachen zu lernen gibt ihm aber auch ein Gefühl der Unabhängigkeit und ermöglicht ihm, fremde Kulturkreise kennenzulernen und Vorurteile abzubauen. Aktuell lernt er Arabisch, die achte Sprache nach Deutsch, Italienisch, Schwedisch, Französisch, Englisch, Spanisch und Schweizerdeutsch.

Sieben Stunden Schlaf sind ihm heilig, aber sich einfach mal hinzusetzen und nichts zu tun, ist für Fabian Unteregger, der auch noch Helikopterpilot ist und Klavier, Schlagzeug, E-Bass und Ukulele spielt, schier unmöglich. So erstaunt es fast nicht, dass er nach dem ETH-Studium noch ein Medizinstudium an der Universität Zürich abgeschlossen und an der Universität Basel doktriert hat. Parallel zu seinem Hauptjob Comedian arbeitete er während der Pandemie in einer Notfallstation inklusive Nacht- und Wochenendschichten. Dabei habe er unglaublich viel gesehen und gelernt. Als Arzt am Kantonsspital Winterthur hat er zudem Ultraschall-Erfahrung gesammelt und die Prüfung für den Fähigkeitsausweis Sonografie abgelegt. Spannend fand er jeweils den Einblick in den Spitalbetrieb, den er während seiner medizinischen Tätigkeiten gewonnen hatte. Der Unternehmer in ihm habe dann auch überlegt, wo Führungsmängel bestehen und wie man diese in der Industrie lösen würde: «Da sind Welten dazwischen!»

«Die ETH Zürich ist ein einzigartiges Powerhouse.»

Fabian Unteregger

**UNTERSTÜTZUNG FÜR START-UPS** Seit der Tätigkeit in der Notfallstation arbeitet Fabian Unteregger aus zeitlichen Gründen nicht mehr als Arzt. Seine Rolle in der Medizin ist nun eine andere: «Ich will aufzeigen, wo Innovation steckt.» Noch während seines Medizinstudiums gründete er den Verband Swiss Healthcare Startups. Mit dieser Plattform will er Unternehmen und Start-ups zusammenbringen. Unternehmen können von der Denk- und Arbeitsweise der Start-ups profitieren, denn sie arbeiten oft unter Druck und entwickeln mit Risiko ein neues Produkt. Unteregger beeindruckt die Technologien und Lösungen der Start-ups. Die Frage, ob er selbst eines gründen würde, hat sich ihm aber nie gestellt: «Ich habe das grosse Privileg, seit 14 Jahren mein eigener Chef zu sein. Darum sehe ich meine Rolle darin, Start-ups zu begleiten und zu unterstützen.»

Sein Engagement beschränkt sich aber nicht nur auf junge Talente und Unternehmen: Er möchte auch seiner Alma Mater, der ETH Zürich, etwas zurückgeben, für deren Ausbildung er sehr dankbar ist. Zum einen als Gönner. Zum anderen als Co-Founder des ETH Circle, einem internationalen Netzwerk aus Botschafterinnen und Botschaftern der Hochschule, wo er seine Erfahrung aus seiner Arbeit mit Start-ups und aus der schnelllebigen Unterhaltungsbranche teilen kann. Ein besonderes Anliegen ist ihm, die Aussenwirkung der ETH zu stärken. «Die ETH ist ein einzigartiges Powerhouse – das muss auch international sichtbar sein.»

Wenn er heute den Studierenden einen Tipp auf den Weg geben könnte, welcher wäre das? «Mache das, worin du gut bist und dich von den anderen unterscheidest. Das Wichtigste aber ist, dass du Freude und Leidenschaft dabei verspürst. Das Leben ist so viel einfacher, wenn du für etwas brennst.» ○



# ENTDECKEN

○ *focusTerra* Sonderausstellung

## Das geht unter die Haut

Forschende am Responsive Biomedical Systems Lab der ETH Zürich untersuchen, wie man Bakterien in unserem Körper durch magnetischen Fluss gezielt steuern und als Träger von Medikamenten verwenden kann. Könnten Bakterien so helfen, Krebszellen zu bekämpfen? In der Rauminstallation «The flux under your skin» verschmelzen Technologie, Forschung und Vorstellungskraft.

Bis 30. November 2023

Weitere Infos:

—> [focusterra.ethz.ch](https://focusterra.ethz.ch)



© Yasai

○ Führung

## Minze schwindelfrei

### Zu Besuch auf einer Vertical Farm

Mehr Ertrag mit weniger Ressourcen – das ist das Ziel des ETH-Spin-offs Yasai. Das grösste Vertical-Farming-Unternehmen der Schweiz baut in Niederhasli Kräuter an. Basilikum, Minze und Dill wachsen auf vertikal gestapelten Anbauflächen in einem geschlossenen Kreislaufsystem. Bei der Führung verfolgen die Besuchenden die Pflanzen von der Aussaat bis zum verpackten Produkt.

24. Oktober 2023, 18.15 – 19.15 Uhr

Kostenlose Anmeldung und weitere Angebote unter:

—> [tours.ethz.ch](https://tours.ethz.ch)



© Stock-Asso / Shutterstock

Zukunftsmusik? Bis Roboter Gitarre spielen, muss noch viel geforscht werden.

○ Treffpunkt Science City

## Künstliche Intelligenz

Ist künstliche Intelligenz etwas Neues? Haben wir nicht schon längst «intelligente» Maschinen oder schlaue Programme, die einen Stau vorhersagen, Werbung personalisieren, das Wetter berechnen? Die Besucherinnen und Besucher erfahren, wie gescheit die neuen Programme im Vergleich zum Menschen wirklich sind. Vorträge, Workshops, Demos, Führungen und das beliebte Kinder- und Jugendangebot erwarten die grossen und kleinen Besuchenden.

Ab 29. Oktober 2023

Infos und Anmeldung:

—> [treffpunkt.ethz.ch](https://treffpunkt.ethz.ch)



- Musik an der ETH und der UZH

## Kammermusikabend

Isabel Villanueva ist eine der gefragtesten Bratschistinnen der Gegenwart. Bei ihrem Konzert zusammen mit dem Pianisten Calio Alonso präsentiert sie ein romantisches Programm mit Stücken von Franz Schubert, Richard Wagner und Manuel de Falla.

24. November 2023, 19.30 – 21.30 Uhr  
Aula der Universität Zürich

Weitere Informationen und Tickets:  
—> [musicaldiscovery.ch](https://musicaldiscovery.ch)

- ETH-Klimarunde 2023

## Vom Wissen zum Handeln

Das Center for Climate Systems Modeling (C2SM) der ETH Zürich lädt dieses Jahr zum Thema «Klimawandel: Vom Wissen zum Handeln» ein.

31. Oktober bis 2. November 2023  
ETH Hauptgebäude

Anmeldung:  
—> [c2sm.ethz.ch/events/eth-klimarunde-2023](https://c2sm.ethz.ch/events/eth-klimarunde-2023)



© Nicolas Zonvi

- Waldlabor

## Mit Globi unterwegs

«Globis Waldlabor» ist ein kostenloses Angebot der ETH Zürich und wird auf Anfrage für Schulklassen durchgeführt. Jedes Kind erhält ein Forschungstagebuch, um zu Hause an den Themen aus «Globis Waldlabor» weiterforschen zu können.

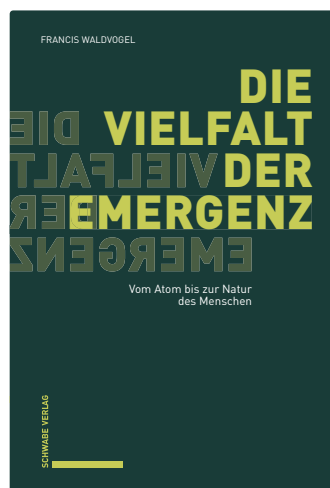
Weitere Infos und Buchung unter:  
—> [tours.ethz.ch](https://tours.ethz.ch)

- Buchtipp

## Die Vielfalt der Emergenz

### Vom Atom bis zur Natur des Menschen

Die Welt erscheint uns wohl als eine Ansammlung von Objekten – winzig kleinen und unendlich grossen –, aber zwischen diesen Objekten gibt es ständig Wechselwirkungen. Die Biene saugt den Nektar aus der Blume und bestäubt sie gleichzeitig, die Atome tauschen Elektronen aus und schaffen dadurch chemische Verbindungen, Lebewesen sind in ständiger Wechselwirkung mit ihrem Umfeld, mit Worten tauschen wir Menschen uns über unsere Gedanken und Gefühle aus.



Um diese Wechselwirkungen, die zu neuen Emergenzen, führen – etwa zu Leben, Gemeinschaften, Altruismus –, geht es dem Autor Francis Waldvogel. Denn in diesen emergenten Phänomenen wurzelt die Komplexität des Universums, dem wir angehören.

Schwabe Verlag  
ISBN: 978-3-907106-95-2

# OUT OF FOKUS



Was die Welt zusammenhält: gesehen von Michael Meister

**IMPRESSUM** Herausgeber: ETH Alumni / ETH Zürich, ISSN 2235-7289 Redaktion: Corinne Johannssen, Karin Köchle (Co-Leitung), Nicole Davidson, Christoph Elhardt, Vinzenz Greiner, Markus Gross, Nicol Klenk Mitarbeit: Stéphanie Hegelbach, Barbara Vonarburg Insetateverwaltung: ETH Alumni / ETH Zürich Inseratemanagement: Fachmedien, Zürichsee Werbe AG, Stäfa, info@fachmedien.ch, +41 44 928 56 53 Gestaltung: Crafft AG, Zürich Korrektorat und Druck: Linkgroup AG, Zürich Übersetzung: James Humphreys, Scott Davidson; Clare Bourne; Gena Olson Barrierefreies PDF: Manu Heim, Matija Pavic, Karen Rudd Auflage: 39 300 deutsch, 16 300 englisch, viermal jährlich Abonnement: CHF 20.– im Jahr (vier Ausgaben); in der Vollmitgliedschaft bei ETH Alumni enthalten Newsletter: ethz.ch/news-abonnieren Bestellungen und Adressänderungen: globe@hk.ethz.ch bzw. für ETH Alumni alumni.ethz.ch/myalumni Kontakt: ETH Zürich: ethz.ch/globe, globe@hk.ethz.ch; ETH Alumni: globe@alumni.ethz.ch





Ich Sorge für die Sicherheit  
unseres Luftraums.  
Ich arbeite für die Schweiz

**Laure Noëlle**  
Safety Inspector Air Navigation Services

[stelle.admin.ch](https://stelle.admin.ch)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Bundesverwaltung**

Arbeiten für die Schweiz



# Entdecke unser Young Engineers Program

maxon unterstützt mit dem Young Engineers Program (YEP) innovative Projekte mit vergünstigten Antriebssystemen und technischer Beratung. Erfahre mehr: [www.drive.tech](http://www.drive.tech)