

Flussbatterien auf Erfolgskurs 35 Robert Perich: Der ETH-Vizepräsident tritt nach 20 Jahren zurück 36 Alumna Liliane Ableitner im Porträt 45

# GLOBE

NR.  
2/2023

FOKUS

## Wasser

Lebensnotwendig.  
Umkämpft.  
Zerstörerisch.



**+GF+**



**Change the world.  
One idea at a time.**

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

## EDITORIAL



# «Wasser ist existenziell.»

Wir brauchen es zum Leben, nutzen es als Ressource im Alltag und ringen mit ihm als Naturgewalt: Wasser ist das prägende Element für alle Lebensräume der Erde. Es ist ein Element, das Menschen verbinden und trennen kann. So vielfältig die Funktionen von Wasser sind, so vielfältig ist auch die Forschung an der ETH Zürich; mal geht es um die Nutzung der Wasserkraft für die Stromerzeugung, mal darum, wie das Problem des Mikroplastiks in unseren Seen und Flüssen entschärft werden kann. In den Labors entstehen immer wieder clevere Start-up-Ideen, um beispielsweise einen kostengünstigen Wasserfilter zu entwickeln oder Trinkwasser aus der Luft zu gewinnen.

Dabei arbeitet die ETH Zürich intensiv mit der Eawag, dem Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs, sowie der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL zusammen. Gemeinsam denken die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum Beispiel den Umgang mit dem Abwasser neu. Die Klimaforschenden gehen den grossen Zusammenhängen nach. Sie untersuchen, wie intensivere Niederschläge, längere Dürrezeiten und schmelzende Gletscher mit den globalen Wasserkreisläufen wechselwirken. Und sie arbeiten an der Verfeinerung ihrer Methoden, indem sie die Aussagekraft ihrer Klimamodelle durch höhere Auflösung immer weiter verbessern.

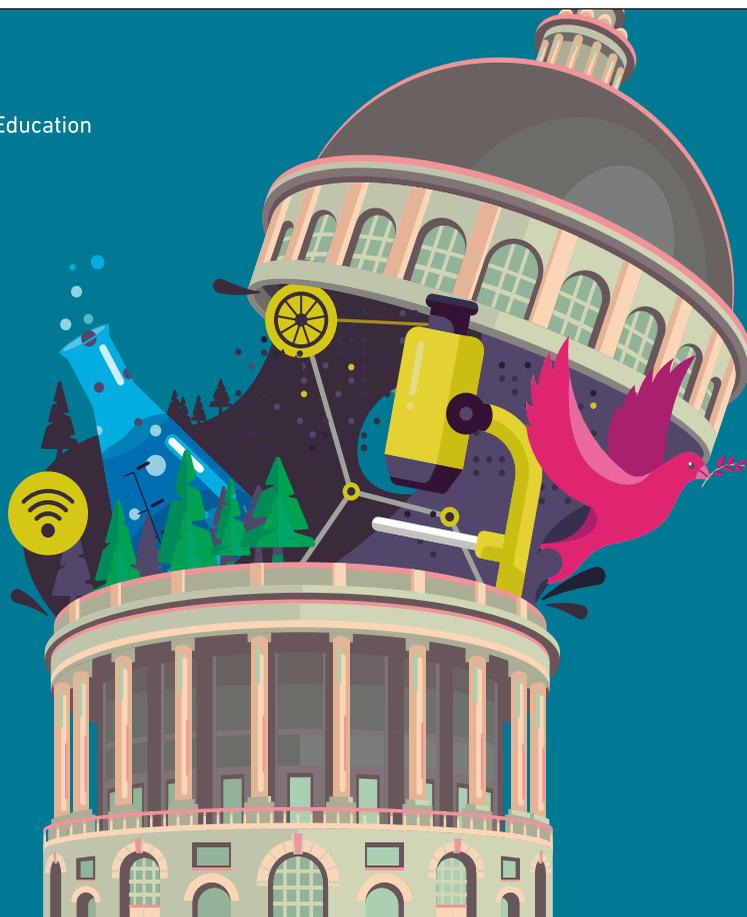
Ich wünsche Ihnen eine angenehme Lektüre.

Joël Mesot,  
Präsident der ETH Zürich

# 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)



## Stellen Sie sich eine Welt ohne Angst vor Krebs vor.

(Wir tun es.)

Bei Varian, einem Unternehmen von Siemens Healthineers,  
glauben wir, dass eine Welt ohne Angst vor Krebs möglich ist.

Die Varian Medical Systems Imaging Lab GmbH ist ein Forschungs-  
und Entwicklungsstandort in Baden-Daetwil. Unser Standort ist ein  
Kompetenzzentrum für Bildgebung sowie optische Überwachung  
und Identifikation, Behandlungsmanagement, Cybersicherheit und  
Softwaretechnologien – und bietet eine internationale Perspektive,  
die Innovation, Implementierung und Integration von Software- und  
Hardwarelösungen im Kampf gegen Krebs vorantreibt.

Varian Medical Systems Imaging Laboratory GmbH, Baden, Schweiz  
Das Kompetenzzentrum von Varian Medical Systems für alle medizinischen Bildgebungslösungen.

Werden Sie sich **uns anschließen?**  
Scannen Sie den QR-Code und  
finden Sie Ihre zukünftige Stelle  
online.



**varian**  
A Siemens Healthineers Company





40

## NEW + NOTED

- 6 News aus der ETH Zürich
- 8 Balanceakt mit einem Rad
- 10 **ZUKUNFTSBLOG** Neubauten verdrängen vulnerable Personen.

## FOKUS

- 19 **UMKÄMPFTE RESSOURCE** Der Ausbau der Wasserkraft birgt Zielkonflikte: Wie mathematische Modelle helfen können.
- 22 **DER FUSSABDRUCK IM WASSER** Wie der Mensch mit Mikroplastik und Chemikalien die Gewässer belastet.
- 24 **SAUBERE LÖSUNGEN** Ob Mikroverunreinigungen oder Plastikmüll: fünf Lösungsansätze für sauberes Wasser.
- 26 **ANDERE WEGE FÜR DAS ABWASSER** Wie wir unsere Wasserwirtschaft zukunftsfähig machen können.
- 29 **DIE WELT VERÄNDERT SICH** Der Klimawandel hat dramatische Folgen für den globalen Wasserkreislauf.



Bilder: Daniel Winkler; Nicole Davidson

35

## COMMUNITY

- 32 Stefan Spiegel: Neuer Vizepräsident Finanzen und Controlling
- 35 **IDEENLABOR** Innovative Flussbatterien
- 36 **GELD UND FINANZEN SIND EIN ERMÖGLICHUNGSFAKTOR** Robert Perich hat das Finanzwesen der ETH geprägt.
- 39 **PERSÖNLICH** Für Florian Dörfler ist die Regelungstechnik das Rückgrat aller Automatisierung.

## REPORTAGE

- 40 **EINMAL TIEF EINATMEN, BITTE** Eine ETH-Materialwissenschaftlerin auf der Spur einer ganz besonderen Flüssigkeit.

## PROFIL

- 45 **FRISCHER WIND IM ENERGIESEKTOR** Liliane Ableitner ermöglicht den Stromhandel in Energiegemeinschaften.
- 48 **ENTDECKEN**
- 50 **OUT OF FOKUS**

**COVER** Wasser in gefrorener Form. Aus der Bildserie «Wasser», die der Fotograf Dan Cermak für *Globe* umgesetzt hat.

# NEW + NOTED

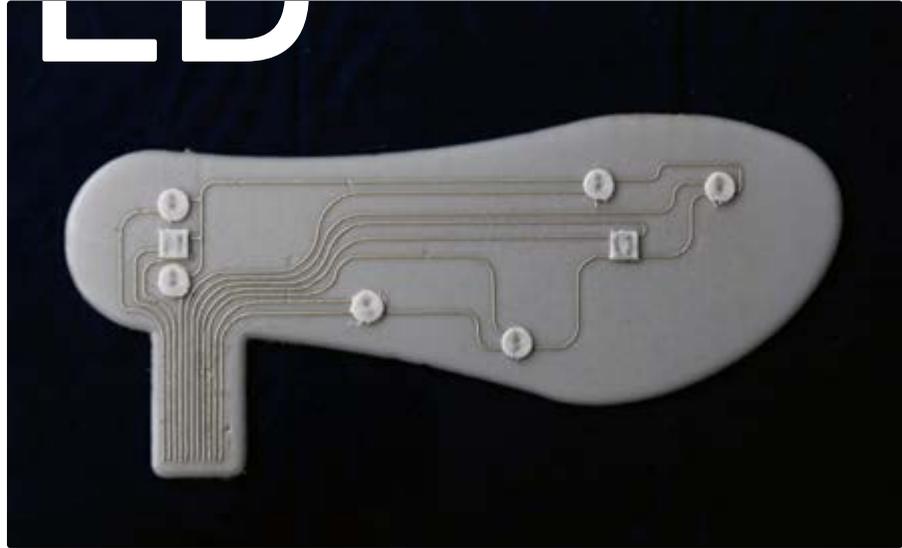


Bild: ETH Zürich / Marco Binelli

Sensoren und Leiterbahnen werden beim 3D-Druck in die Einlegesohle integriert.

## Wo drückt der Schuh?

Forschende der ETH Zürich, der Empa und der EPFL haben eine 3D-gedruckte Einlegesohle mit integrierten Drucksensoren entwickelt. Mit eigens für den 3D-Druck hergestellten silber- und russhaltigen Tinten können die Sensoren und Leiterbahnen direkt in die Sohle integriert werden. Dadurch misst die Einlage präzise den Belastungsdruck im Schuh. In den Daten sind dabei sogar Unterschiede in der Belastung erkennbar, je nachdem ob eine Person geht, rennt, die Treppe hochsteigt oder eine schwere Last auf dem Rücken trägt.

Künftig sollen Sportlerinnen und Sportler durch die Einlegesohlen ihre Leistungsfortschritte im Training messen können. Auf den Messdaten basierend können dann die Trainingspläne angepasst und massgefertigte permanente Schuheinlagen fabriziert werden.

Die entwickelten Sohlen können in Zukunft aber auch in der Therapie einen Mehrwert leisten. Bis jetzt werden in der Orthopädie Druckprofile erstellt, indem die Patientinnen und Patienten barfuss über druckempfindliche Matten gehen, auf denen sie ihren individuellen Fussabdruck hinterlassen. Mithilfe der 3D-gedruckten Einlegesohle kann der Druck dagegen während der Bewegung bei verschiedenen Aktivitäten exakt gemessen werden. Basierend auf dem Belastungsprofil können massgefertigte orthopädische Einlagen gefertigt werden, wodurch Schmerzen im Bewegungsapparat gezielter bekämpft werden können.

Aktuell benötigt die Sohle noch eine Kabelverbindung, um die Daten auslesen zu können. Das Ziel der Forschenden ist es jedoch, in einem nächsten Entwicklungsschritt eine drahtlose Verbindung für die Sohle zu schaffen. ○



Video:  
→ [youtu.be/Spst2zw7WtM](https://youtu.be/Spst2zw7WtM)

# Was Wälder verbraunen lässt

Das heisse und trockene Wetter macht im Sommer nicht nur Mensch und Tier, sondern auch unseren Bäumen zu schaffen. In den vergangenen fünf Jahren welkten in den europäischen Wäldern besonders Fichten und Buchen vorzeitig. Ihre Blätter und Nadeln verfärbten sich bereits im Sommer braun, was ein Zeichen für verminderte Vitalität und Stress der Wälder darstellt.

Forschende der ETH Zürich und der Forschungsanstalt WSL untersuchten den Einfluss der extremen Wetterbedingungen im Sommer auf die Wälder Europas zwischen 2002 und 2022 systematisch. Anhand von hochaufgelösten Satellitendaten ermittelten sie, dass sich die sommerlichen Verbraunungserscheinungen europaweit besonders in den letzten fünf Jahren intensivierten. Im Hitzesommer 2022 kam es zur bislang grössten Verbraunung. Sie erfasste rund 37 Prozent der gemässigten und mediterranen Waldregionen. Die Forschenden beobachteten dabei auch den so-

Bild: WSL / Valentin Queloz

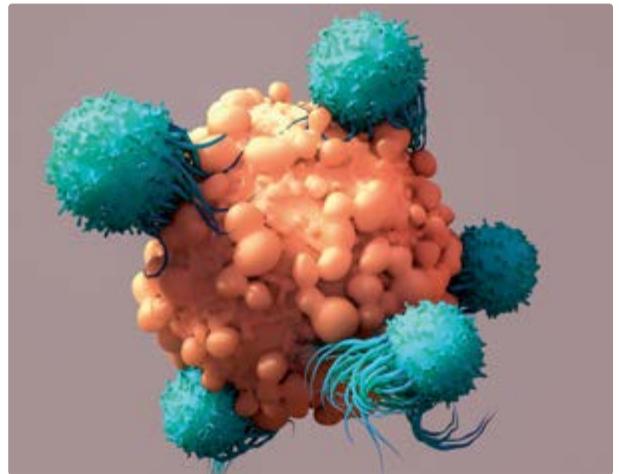


Waldverbraunung im Sommer 2019 in Courchavon (Jura) aufgrund wiederholter Trockenheit und Hitze

nannten Legacy-Effekt (deutsch: «Erbe»). Das bedeutet, dass Verbraunungserscheinungen nicht nur von aktuellen Wetterbedingungen abhängen, sondern auch durch Trockenperioden aus früheren Monaten und Jahren begünstigt werden können. Ein gezieltes Monitoring des Wetterverlaufs über mehrere Saisons könnte somit wertvolle Hinweise darüber geben, ob im Folgesommer vorzeitig verfärbte Wälder wahrscheinlich sind. ○

# Krebsbehandlung mit Spenderzellen

Je mehr Immunzellen im Körper die Krebszellen bekämpfen, desto grösser sind die Heilungschancen. Aus diesem Grund suchen Forschende nach Möglichkeiten, Krebspatientinnen und -patienten zusätzliche Immunzellen von gesunden Spendern zu verabreichen. Dabei besteht jedoch die Gefahr, dass die körperfremden Zellen bei den Erkrankten heftige oder gar fatale Immunreaktionen auslösen. Darum werden heute für immuntherapeutische Behandlungen von Krebs hauptsächlich körpereigene Immunzellen benutzt. Diese sind jedoch nicht immer fit genug, um den Tumor zu bekämpfen. ETH-Forschenden ist es nun gelungen, die Spenderzellen so zu verändern, dass sie nur Tumorzellen angreifen und nicht die gesunden Zellen der Krebskranken. Mit der neuen Technologie könnte es möglich werden, künftig Immunzellen von beliebigen Spendern an beliebige Patienten zu verabreichen. Eine solch standardisierte Lösung wäre kostengünstiger und einfacher herzustellen, so könnten letztlich mehr Krebserkrankte davon profitieren. ○



Grafik: Science Photo Library

Je mehr Immunzellen (türkis) Krebszellen (orange) bekämpfen, desto grösser die Heilungschancen.



Video:  
→ [youtu.be/ZQ6MQ4P0si0](https://youtu.be/ZQ6MQ4P0si0)





## Balanceakt mit einem Rad

Er kann auf einer Ecke stehen und Störungen von aussen ausgleichen: der würfelförmige Roboter One-Wheel Cubli. Bereits vor zehn Jahren entwickelten Forschende aus der Gruppe von ETH-Professor Raffaello D'Andrea einen Würfel, der selbständig auf einer Ecke stehen und sogar springen und sich fortbewegen konnte. Im Gegensatz zu diesem braucht sein Nachfolger aber nur noch ein einziges Reaktionsrad. Wenn das Rad durch den Elektromotor beschleunigt wird, wirkt ein Reaktionsmoment auf das Gehäuse, das zur Stabilisierung des Pendelsystems genutzt wird. Der One-Wheel Cubli hat zwei Freiheitsgrade: Er kann sich von vorne nach hinten oder von einer Seite zur anderen neigen. Bedingt durch zwei weit vom Mittelpunkt entfernte Gewichte ist die Trägheit in einer Richtung höher als in der anderen. Das System bewegt sich schneller in die Richtung mit der geringeren Trägheit und langsamer in die Richtung mit der höheren Trägheit. Wie ein Seiltänzer mit einer Balancierstange kann der Roboter so in beide Richtungen gleichzeitig stabilisieren – selbst wenn er bei seinem Balanceakt geschubst wird. ○



Video «One-Wheel Cubli»:  
→ [youtu.be/gZ6330jcdaY](https://youtu.be/gZ6330jcdaY)

## Neubauten verdrängen vulnerable Personen

Es sei nicht nachhaltig, wegen der Wohnungsnot ausschliesslich Neubauten zu forcieren, sagt ETH-Professor David Kaufmann.



**DAVID KAUFMANN** ist Professor für Raumentwicklung und Stadtpolitik an der ETH Zürich.

Bauen, bauen, bauen ist das Gebot der Stunde, um der aktuellen Wohnungsnot zu begegnen. Im Fokus steht dabei die Verdichtung gegen innen. Das heisst, man realisiert Neubauten auf bereits erschlossenen Flächen in den Städten und nicht auf der grünen Wiese.

Diese Innenentwicklung ist auch notwendig, denn wir brauchen neue Wohnungen. Die Innenentwicklung hilft uns dabei, unbebaute Landschaften zu schützen. Ausserdem sinken die Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen, weil die Mobilität weniger stark zunimmt, als dies der Fall wäre, wenn sich die Menschen noch mehr ausbreiteten.

**UNERWÜNSCHTER EFFEKT** Ich war erstaunt, wie klar unsere Daten zeigen, dass die momentane Entwicklung gegen innen Menschen aus ihrem Wohnraum verdrängt. Wir haben mehrere öffentliche Datensätze zu Wohnungs- und Personenstand aus dem Kanton Zürich verknüpfen lassen und analysiert. Erschreckenderweise zeigte sich, dass die nachteiligen Effekte beim gegenwärtigen profitorientierten Wohnungsbau grösser sind als wir und andere Expert:innen gedacht haben.

Wer gegen innen verdichten möchte, tut dies hauptsächlich, indem er Ersatzneubauten realisiert. Im Kanton Zürich wird siebenmal mehr abgerissen und neu gebaut, als auf das ökologischere Anbauen oder Aufstocken zu setzen. Zudem zeigen unsere Analysen, dass Neubauten alleine die Wohnungskrisen in dichten Gebieten nicht lösen, sondern vulnerable Gruppen aus den Kernstädten verdrängen: Durch eine Analyse von allen Gebäudeabrissen und Renovationen von Mehrfamilienhäusern im Kanton Zürich in den Jahren 2014 bis 2019 konnten wir zeigen, dass dadurch Menschen ihren Wohnsitz verlieren, die über ein monatliches Haushaltseinkommen verfügten, das 4800 Schweizer Franken unter dem Durchschnitt liegt.

**WEN ES TRIFFT** Dies bedeutet konkret: Afrikanische Staatsbürger sind dreimal so oft betroffen, vorläufig aufgenommene Flüchtlinge ebenfalls dreimal, und Alleinerziehende doppelt so oft. Wollen wir das?

Doch nicht nur Neubauten, sondern auch wenn ein Gebäude renoviert wird, führt dies zu einer sozialen Verdrängung. In den neu renovierten Wohnungen leben Personen, die über ein durchschnittlich 3623 Franken höheres monatliches Haushaltseinkommen verfügen als die Personen, die früher darin gelebt haben. Verdrängte Personen in Zürich ziehen mehrheitlich nach Oerlikon oder Schwamendingen oder in die Umgebung der Stadt, zum Beispiel nach Regensdorf, Schlieren oder Adliswil. Solche unfreiwilligen weiträumigen Umzüge bedeuten immer grosse Einschnitte in das Leben von Menschen. Wir alle sind auf unsere Beziehungen vor Ort angewiesen, und viele von uns auch auf ört-

liche Unterstützungsleistungen wie Betreuungsdienste von Kita, Schulen oder Spitex. Personen, die in sozioökonomisch schwierigen Verhältnissen leben, trifft dies besonders hart, zumal sie deswegen oft ein komplett neues Beziehungsnetz aufbauen müssen.

**WAS ZAHLEN BEDEUTEN** Durch unsere Analysen haben wir erstmals konkrete Zahlen zu Aufwertungsprozessen und der damit verbundenen Verdrängung erhoben. Ich bin nicht der Meinung, dass diese Zahlen gegen eine Entwicklung gegen innen sprechen. Aber der Angebotsausbau sollte durch sozial und ökologisch regulative Massnahmen begleitet werden. Es braucht flankierende Massnahmen für die Verdichtung: Vulnerable Gruppen sollen besser unterstützt und durch das Mietrecht geschützt werden.

Wir sollten den Nutzen des alten Wohnungsbestands sehr gut prüfen, bevor wir ihn abreissen. Renovierungen sollten etappiert werden, sodass es den Bewohner:innen möglich ist, wieder in ihre Wohnungen zurückzukehren. Auch sollten Städte und Gemeinden bezahlbaren Wohnraum aktiver fördern, etwa indem sie Boden erwerben und den gemeinnützigen Wohnungsbau priorisieren. Dies würde aus meiner Sicht helfen, kostengünstigen Wohnraum an zentraler Lage nicht nur den gutverdienenden Menschen zur Verfügung zu stellen. Politik und Planung sind gefordert. ○

Weitere Blogbeiträge unter:

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

David Kaufmann verfasste diesen Beitrag zusammen mit Elena Lutz und Fiona Kauer.



Sozial und ökologisch regulative Massnahmen sollten den Angebotsausbau an Wohnraum begleiten.

## Stresserkennung im Büro



Bild: Adobe Stock / Andrey Popov

Erwerbstätige könnten dank des entwickelten Modells arbeitsbedingten Stress frühzeitig erkennen.

Forschenden der ETH Zürich gelang es, durch maschinelles Lernen ein Modell zu entwickeln, das anhand des Mausbewegens und Tipperhaltens einer Arbeitskraft erkennen kann, wie gestresst die Person während der Arbeit ist. Das Modell erwies sich dabei als ein besserer Stressindikator als die gemessene Herzfrequenz.

Die «Neuomotor-Noise-Theorie» besagt, dass sich erhöhter Stress negativ auf die Informationsverarbeitung und die motorischen Fähigkeiten auswirkt. Dies machten sich die Forschenden zunutze und beobachteten 90 Versuchsteilnehmende beim Abarbeiten verschiedenster Büroaufgaben. Die Hälfte der Probandinnen und Probanden wurde dabei immer wieder von Chat-Nachrichten unterbrochen oder musste sich einem Bewerbungsgespräch unterziehen. Die Kontrollgruppe konnte dagegen ungestört arbeiten. Neben der Beobachtung wurde auch die Herzfrequenz gemessen und die Teilnehmenden zu ihrem Stresslevel befragt. Die Forschenden stellten fest, dass Stress bei den Arbeitenden zu ungenaueren und häufigeren Mausbewegungen, vermehrten Tippfehlern und oftmaligen kurzen Pausen während des Schreibens führte.

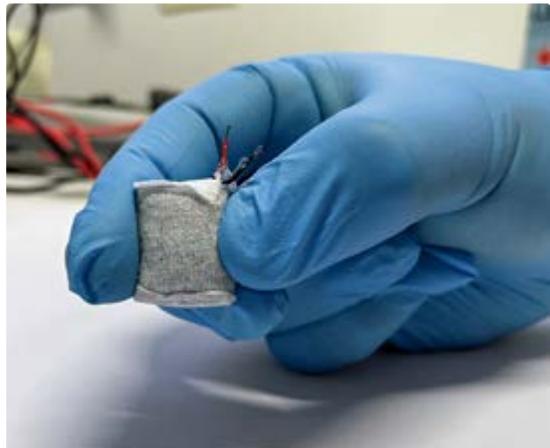
Aktuell testen die Forschenden ihr Modell mit weiteren Schweizer Arbeitnehmenden. Ihr Ziel ist es, Erwerbstätigen künftig dabei zu helfen, Stress am Arbeitsplatz frühzeitig erkennen und vorbeugen zu können. ○

# Der körpereigene Energielieferant

Herzschrittmacher, Insulinpumpen und andere medizinische Geräte, die direkt am oder im Körper sitzen, brauchen eine zuverlässige Energiequelle. Derzeit wird deren Stromversorgung durch wiederaufladbare Akkus und Batterien sichergestellt. ETH-Forschende haben nun eine implantierbare Brennstoffzelle entwickelt, die überschüssigen Blutzucker (Glukose) aus dem Gewebe nutzt, um daraus elektrische Energie zu erzeugen.

Die Brennstoffzelle könnte auch zur Diabetesbehandlung eingesetzt werden. Dazu haben die Forschenden die implantierte Brennstoffzelle mit einer Kapsel gekoppelt, die künstliche Beta-Zellen enthält. Diese Designerzellen können durch den elektrischen Strom aus dem Implantat dazu stimuliert werden, Insulin zu produzieren und auszuscheiden. Der Prozess läuft dabei folgendermassen ab: Sobald die implantierte Brennstoffzelle einen Glukoseüberschuss im Blut registriert, springt die Stromproduktion an. Durch die entstehende elektrische Energie werden die künstlichen Beta-Zellen angeregt, Insulin zu produzieren und ins Blut abzugeben. Dadurch sinkt der Blutzuckerspiegel wieder auf ein normales Niveau. Sobald der Blutzucker unter einen bestimmten Schwell-

Bild: ETH Zürich / Fussenegger Lab



Der Prototyp der Brennstoffzelle

lenwert fällt, stoppt die Strom- und damit die Insulinproduktion wieder. Dabei wird nicht nur genügend elektrische Energie produziert, um die Designerzellen zu stimulieren. Der Strom reicht sogar dafür aus, dass das implantierte System mit externen Geräten wie beispielsweise einem Smartphone kommunizieren könnte. ○

Bild: Adobe Stock



Schnelltests kamen in der Corona-Pandemie häufig zum Einsatz. Nun sollen sie noch verlässlicher werden.

## Schnelltests aus Graphenpapier

Schnelltests haben gegenüber anderen medizinischen Analysen einen grossen Vorteil: Sie sind so einfach, dass sie jeder fast überall selbst anwenden kann. Schwieriger kann sich dagegen die optische Beurteilung der Resultate auf dem Papierstreifen gestalten. Einem Forschungsteam der ETH Zürich gelang es nun, die Messungen der Tests empfindlicher, schneller und genauer zu gestalten. Die Forschenden haben eine Möglichkeit gefunden, die Cellulose im Papier per Laser in Graphen zu verwandeln. Durch dieses leitfähige Material können leitende Elektroden direkt innerhalb des Testpapierstreifens gebildet werden. Dadurch entsteht beim Vorkommen eines gesuchten Stoffs direkt ein elektronisches Signal, was zu verlässlicheren Testergebnissen führt. ○

**ETH** zürich

## Die ETH Zürich auf Social Media



Diskutiere mit uns,  
wo Zukunft entsteht.

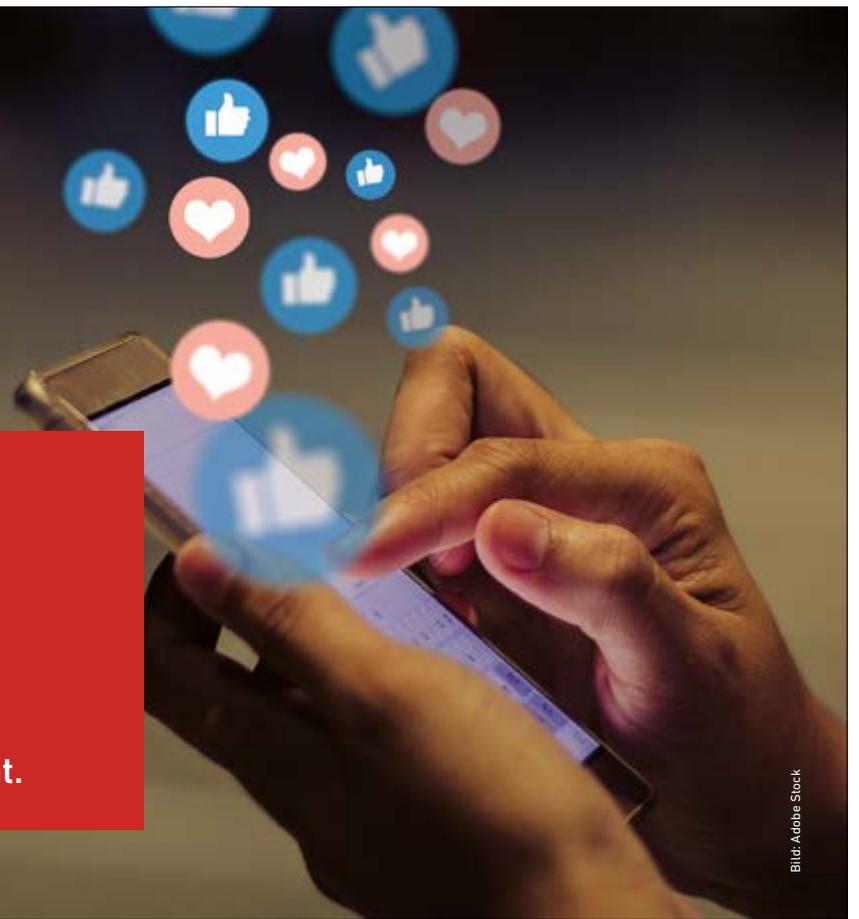


Bild: Adobe Stock

**ETH** zürich

Master of Advanced Studies in  
Management, Technology, and Economics



## Management lernen, wo Zukunft entsteht.

Als Innovationsschmiede bietet die ETH Zürich das optimale Umfeld für eine Management-Weiterbildung, die den technologischen Wandel fundamental integriert.

Im berufsbegleitenden MAS MTEC Programm lernen Sie, neue Technologien effektiv und ergebnisorientiert einzusetzen und Ihr Team souverän in die Zukunft zu führen.



[mas-mtec.ethz.ch](https://mas-mtec.ethz.ch)

# WASSER





**FOKUS** | Der Fotograf Dan Cermak hat das Element Wasser in seinem ganzen Facettenreichtum für *Globe* künstlerisch inszeniert – inspiriert von den Räumlichkeiten der Villa Hatt, dem Gästehaus der ETH Zürich.

→ [ethz.ch/villahatt](http://ethz.ch/villahatt)







# UMKÄMPFTE RESSOURCE

Der Ausbau der Wasserkraft führt immer wieder zu Zielkonflikten – in der Schweiz und weltweit. Forschende der ETH Zürich erarbeiten Grundlagen für Kompromisse im öffentlichen Interesse.

TEXT Samuel Schläefli

Die Schweiz ohne Wasserkraft, sie wäre schwach und lahm. 1500 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke verstreut über das gesamte Land liefern heute mithilfe von Turbinen und Generatoren rund 60 Prozent der nationalen Elektrizität. Und in Zukunft dürfte die Wasserkraft noch wichtiger werden: «Der Anteil Strom am schweizerischen Gesamtenergiemix wird bis 2050 von heute 27 Prozent auf 38 bis 46 Prozent ansteigen», sagt Robert Boes, Professor für Wasserbau an der ETH Zürich. Dies, weil fossile Energien für eine erfolgreiche Energiewende ersetzt und immer mehr Nutzungen elektrifiziert werden, zum Beispiel Individualverkehr. Hinzu kommt, dass das letzte Schweizer Atomkraftwerk in gut zehn Jahren vom Netz gehen soll. Photovoltaik, Windenergie und Wasserkraft müssen entsprechend ausgebaut werden. Stauseen haben den Vorteil, dass sie auch grosse Mengen Energie über längere Zeiträume effizient speichern können. Das ist besonders für die sonnenarmen Wintermonate zentral.

**AUS- UND NEUBAUTEN KOMBINIEREN** «Die Speicherkraft des Wassers ist für die Energiewende in der Schweiz ein grosser Trumpf», ist Boes überzeugt. Seine Forschungsgruppe hat in den letzten Jahren zum Potenzial des Aus- und Neu-

baus von Stauseen in der Schweiz geforscht. 2020 berechnete sie, wie viel Strom zusätzlich produziert werden könnte, wenn die Talsperren von 38 Speicherseen in den Schweizer Alpen mit einem Nutzvolumen von mindestens 20 Millionen Kubikmeter Wasser um 5, 10 oder 20 Prozent erhöht würden. Die Forschenden bewerteten das Potenzial anhand von acht Kriterien, darunter die Auswirkung auf Schutzgebiete und bestehende Infrastrukturen und die Möglichkeit zur Umlagerung der Stromverfügbarkeit in den Winter. Das Ergebnis: Wenn 17 bis 26 der untersuchten Stauseen ausgebaut würden, könnten 2,2 bis 2,9 Terawattstunden (TWh) Strom pro Jahr zusätzlich vom Sommer- in das kritische Winterhalbjahr umgelagert werden. Damit könnte die Elektrizitätsproduktion im Winterhalbjahr durch Wasserkraft von aktuell 48 Prozent auf bis zu 62 Prozent der Jahresproduktion gesteigert werden.

Boes' Gruppe berechnete auch das Potenzial von Neubauten in 62 zuvor identifizierten Gletscherrückzugsgebieten. Da, wo einst grosse Eismassen lagen, entstehen bald neue, natürliche Seen oder freie Gebiete, die für Stauseen genutzt werden können. «Beim Triftgletscher im Kanton Bern zum Beispiel hat sich das Eis in nur zehn Jahren so weit zurückgezogen, dass der See schon heute für die Stromproduktion genutzt werden →

könnte», erzählt Boes. Im Umfeld solcher neu geformter Gletscherseen gibt es oft nur wenig bestehende Infrastrukturen und die frei werdenden Flächen stehen in der Mehrzahl der Fälle nicht unter Schutz. Boes' Analyse zeigt, dass neue Wasserkraftwerke an den zwölf am besten dafür geeigneten Orten unter Berücksichtigung von Biotopen nationaler Bedeutung 1 bis 1,2 TWh Strom pro Jahr durch natürlichen Zufluss produzieren. Werden die bereits gebauten Wasserkraftwerke flussabwärts mitberücksichtigt, können weitere 1,4 bis 1,5 TWh gewonnen werden.

Die Potenzialstudien von Boes' Forschungsgruppe waren eine zentrale Grundlage für die Diskussionen des «Runden Tisches Wasserkraft», zu dem der Bund Umweltorganisationen, Betreiber von Wasserkraftwerken, Kantons- und Bundesbehörden im August 2020 eingeladen hatte. Die Teilnehmenden diskutierten, wie das Ziel von zusätzlichen 2 TWh Winterstrom bis 2040 produziert werden könnte: Elf bestehende Stauseen sollen dafür ausgebaut werden, darunter der Grimselstausee im Kanton Bern und der Mattmarksee im Wallis.

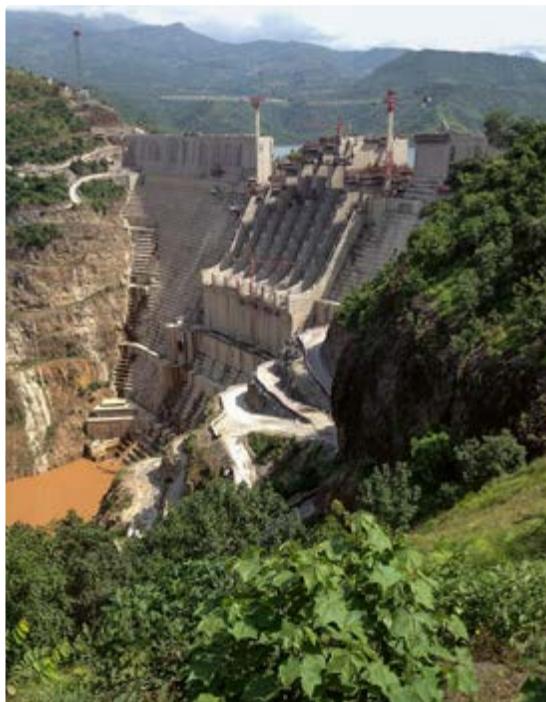


Bild: Wikimedia Commons / Mimi Ababayehu

Der Staudamm Gibe III am Fluss Omo in Äthiopien (2016)

## «Wasserkraftprojekte haben auch Auswirkungen auf die umliegenden Ökosysteme.»

Paolo Burlando

Zusätzlich wurden vier neue Stauseen vorgeschlagen. «Das Kernstück der Strategie ist der Stausee beim Gornergletscher, der die Speicherkapazität um 650 Gigawattstunden (GWh) und die jährliche Energieerzeugung um 200 GWh pro Jahr erhöhen könnte», erklärt Boes. «Doch Neubauten sind viel umstrittener als Ausbauten von bestehenden Stauseen.» Sie sorgten auch beim runden Tisch für Kritik: Die Stiftung Landschaftsschutz Schweiz weigerte sich, die Schlusserklärung zu unterzeichnen. Unter anderem, weil der Bau eines Gornerstausees weitreichende Auswirkungen auf eines der letzten unberührten Eisgebirge hätte, das im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung vermerkt ist. Einmal mehr zeigte sich: Der Ausbau der Wasserkraft – so sinnvoll dieser im Hinblick auf die Klimaziele ist – birgt immer auch Zielkonflikte.

**INTERESSEN AUSBALANCIEREN** Jemand, der sich seit Jahren mit solchen Zielkonflikten auseinandersetzt, ist Paolo Burlando, Professor für Hydrologie und Wasserwirtschaft an der ETH Zürich. «Wasserkraftprojekte führen immer zu einer Fragmentierung von Flüssen und haben damit auch Auswirkungen auf die umliegenden Ökosysteme.» Er nennt ein Beispiel aus seiner eigenen Forschung: Die Kafue-Ebene in Zambia ist eine 240 km lange und 50 km breite Fläche mit Sümpfen, offenen Lagunen und saisonal überfluteten Gebieten. Die Ebene wird vom Fluss Kafue, ein Zufluss des Sambesi, mit Wasser gespeist. Sie ist ein wichtiges Habitat für Antilopen, Zebras, Nilpferde und 450 gefährdete Vogelarten. Seit dem Bau von zwei grossen Staudämmen in den 1970er-Jahren ist die Fläche jedoch immer seltener überflutet, mit negativen Folgen für die Biodiversität. Wie also die Notwendigkeit der Stromproduktion gegenüber dem Schutz der Ökosysteme gewichten?

Zur Beantwortung solcher Fragen entwickeln Burlando und sein Team mathematische Modelle für die integrierte und partizipative Bewirtschaftung von Wasserressourcen. Durch die Simulation von Szenarien sollen Zielkonflikte zwischen Natur-

schutz, Energieproduktion, Wirtschaftlichkeit und Wasserverfügbarkeit für die Landwirtschaft reduziert werden. Im Rahmen des EU-Projekts «DAFNE» konnte Burlando ein solches Modell in Zusammenarbeit mit dreizehn Forschungspartnern aus Europa und Afrika sowie Behörden und Kraftwerksbetreibern an zwei konkreten Fallbeispielen testen: dem Wassereinzugsgebiet des Sambesi im südlichen Afrika und demjenigen des Flusses Omo zwischen Äthiopien und Kenia. Schlüsselindikatoren für die Modellierung waren unter anderem die Einnahmen von Wasserkraftunternehmen, die verfügbare Wassermenge für landwirtschaftliche Bewässerung, Abweichungen von der natürlichen Überflutung von empfindlichen Ökosystemen oder Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Trinkwasser. Auch Simulationen der klimatischen Veränderungen flossen mit ein. Im Fall des Sambesi konnten die Forschenden zeigen, dass allein durch eine bessere Koordination der Staudambetreiber über nationale Grenzen hinweg die Stromproduktion um 20 Prozent erhöht werden könnte. Und dies ohne zusätzliche negative Auswirkungen auf die Ökosysteme.

Mit dem zweiten Fallbeispiel, Omo-Turkana, widmete sich das DAFNE-Team einem politischen Brennpunkt. Äthiopien hat in den letzten Jahren am Fluss Omo gleich drei Staudämme gebaut und will das Wasser für grossflächigen Zuckerrohranbau im Süden nutzen. Zugleich ist der Omo die einzige Quelle des Turkana-Sees, der praktisch vollumfänglich in Kenia liegt und von dessen Wasser tausende von Nomaden und deren Nutztiere abhängig sind. «Unsere Modellierungen haben gezeigt, dass die Stromproduktion in Äthiopien die Wasserverfügbarkeit in Kenia langfristig nicht einschränkt, höchstens temporär», erklärt Burlando. «Viel risikobehafteter ist hingegen die Wasserentnahme für landwirtschaftliche Grossprojekte.» Für die Stromproduktion wird das Wasser lediglich gespeichert und durch Turbinen geleitet, was zwar den natürlichen Flussverlauf und die aquatischen Ökosysteme verändert, aber keine Auswirkungen auf die Gesamtmenge des Wassers hat – anders als bei der Bewässerung. Zu einer Lösung des Konflikts oder einer institutionalisierten Koordination kam es nicht. «Doch schon allein, dass die beiden Länder auf Ebene der technischen Dienste gemeinsam an einem Tisch sassen und miteinander über konkrete Management-Szenarien und Lösungen für Nutzungskonflikte diskutierten, war für uns ein Erfolg.»

**BESSERE KOORDINATION** Im EU-Folgeprojekt «GoNEXUS» sollen die Erfahrungen aus DAFNE nun nicht nur auf der Skala von Wassereinzugsgebieten, sondern auch für den kontinentalen und sogar globalen Massstab angewendet werden. Dafür werden bis 2025 acht Fallbeispiele in Europa und Afrika bearbeitet, mit besonderem Fokus auf die Abhängig-

keiten zwischen Wasser, Ernährung, Energie und Ökosysteme. Burlandos Forschung ist aber auch für die Schweiz und deren Energiestrategie wertvoll. Im Rahmen des «Swiss Competence Center for Energy Research» hat der Forscher unter anderem Modellierungen für das Maggia-Flusssystem im Tessin mit vier Staumauern und mehreren Pumpspeicherkraftwerken durchgeführt. «Wir konnten für die Maggia zeigen, dass sich die Stromproduktion erhöhen liesse, wenn das Ablassen der gesetzlich geforderten Restwassermengen aus den Stauen besser koordiniert würde.»

Burlando ist sich durchaus bewusst, dass für die praktische Umsetzung eines integrierten Wassermanagements die technisch-wissenschaftliche Expertise nicht ausreicht. Es brauche auch den politischen Willen dafür. Er ist jedoch überzeugt, dass die Politik gut beraten wäre, den Ingenieurinnen und Ingenieuren manchmal etwas besser zuzuhören. «Wir können durchaus helfen, Kompromisse zu finden, die im öffentlichen Interesse liegen.» ○

**ROBERT BOES** ist Professor für Wasserbau und Direktor der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich.

—> [vaw.ethz.ch](http://vaw.ethz.ch)

**PAOLO BURLANDO** ist Professor für Hydrologie und Wasserwirtschaft am Institut für Umwelt-ingenieurwissenschaften am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich.

—> [hyd.ifu.ethz.ch](http://hyd.ifu.ethz.ch)

#### NACHHALTIGES WASSERMANAGEMENT

**LERNEN** Das Programm «Master of Advanced Studies in Sustainable Water Resources» richtet sich vor allem an Studierende aus dem globalen Süden mit einem Masterabschluss, die sich spezifisches Wissen für das integrierte Wassermanagement in ihren Herkunftsländern aneignen wollen. Das Programm wird vom Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich angeboten.

—> [mas-swr.ethz.ch](http://mas-swr.ethz.ch)

# DER FUSSABDRUCK IM WASSER

Wie der Mensch mit Mikroplastik und tausenden Chemikalien unsere Gewässer belastet.

TEXT Peter Rüegg

Auf dem Zürichsee vor dem Bellevue dümpelt eine Plastik-Sandwichverpackung. Sie wird von der Strömung der Limmat erfasst und treibt flussabwärts. Am Ufer der Werd-Insel strandet sie. Dem Sonnenlicht ausgesetzt, zerfällt sie in immer kleinere Stücke, die der nächste Regen wieder dem Fluss zuführt. Zwischen den Kieselsteinen am Grund der Limmat werden die Fragmente weiter zerrieben – bis man sie mit blossen Auge kaum mehr sieht: Aus der Sandwichverpackung ist Mikroplastik geworden.

Mikroplastik, also Plastikteilchen, die kleiner als fünf Millimeter gross sind, ist mittlerweile überall auffindbar: «In Bergseen, in Quellwasser, selbst in entfernten Winkeln der Weltmeere sind die winzigen Kunststoffpartikel allgegenwärtig», sagt Denise Mitrano. Die Professorin für Umweltchemie von Anthropogenem Material der ETH Zürich erforscht, woher Mikroplastik stammt, wie es sich in der Umwelt verhält – und ob es eine Gefahr für Wasserorganismen darstellt.

Mikroplastik stammt nicht nur aus achtlos weggeworfenem Plastikabfall. Auch Reifenabrieb, Textilfasern und Körperpflegeprodukte wie Duschgels oder Zahnpasta mit Plastikpartikeln als Scheuermittel leisten der Verschmutzung mit Mikroplastik Vorschub.

**GESAMTER NÄHRSTOFFKREISLAUF** Wie gefährlich die Partikel für Umwelt, Mensch und Tier sind, ist Gegenstand aktueller Forschung. Denn eine der Schwierigkeiten ist, Mikroplastik mengenmässig zu erfassen. Denise Mitrano und ihre Mitarbeitenden haben deshalb eine neue Analyseverfahren entwickelt. Kern der Methode ist ein Polymer, dem ein Metall beigemischt wird. Der Kunststoff wird da-

nach zu Mikro- und Nanoplastik, das sogar kleiner als ein Mikrometer ist, zerrieben. In Wasser-, Boden- oder Gewebeprobe lässt sich dann anhand des Metalls in den Polymerpartikeln die Menge des Mikroplastiks messen. So können die Forschenden Transport und Verbleib der Plastikteilchen in der Umwelt und durch Organismen erforschen.

Die Professorin hat unter anderem untersucht, ob Nanoplastik Daphnien (Wasserflöhe) schädigt. Diese Krebstierchen filtern Planktonnahrung aus dem Wasser und nehmen so auch Plastikpartikel auf. Die Untersuchung zeigt aber «nur», dass Daphnien tatsächlich Nanoplastik aufnehmen, aber auch unbeschadet wieder ausscheiden. Weder Wachstum noch Fortpflanzung scheinen sich zu verändern. Erst nach ein paar Generationen zeigen sich Einschränkungen im Energiestoffwechsel der Tierchen.

Auch bei Fischen konnte die Forscherin nachweisen, dass Nanoplastik die Darmschranke passiert und ins Muskelfleisch der Tiere gelangt. «Die Fische starben jedoch nicht daran. Akut toxisch sind die Teilchen also eher nicht», fasst Mitrano zusammen.

Dennoch kann und will sie keine Entwarnung geben. Die Plastikteilchen verklumpen sich nämlich im Süss- und Meerwasser mit planktonisch lebenden Algen. Dies erhöht die Sedimentationsrate der Algen. Auf diese Weise können Plastikteilchen den gesamten Nährstoffkreislauf eines Gewässers beeinflussen – ein unterschätzter indirekter Effekt der Verschmutzung. «Die bisherige Mikroplastikforschung konzentrierte sich stark auf direkte Effekte. Wir sollten jedoch unsere Forschungsanstrengungen ausweiten, um

auch negative Auswirkungen auf der Ökosystem-Ebene zu bewerten und den ökologischen Standpunkt zu untersuchen», gibt die Umweltchemikerin zu bedenken.

Eine weitere indirekte Folge: Mikroplastik kann Schadstoffe freisetzen. Polymeren werden hunderte Zusatzstoffe beigemischt, um gewünschte Eigenschaften zu erzielen. «Eine wichtige Frage ist deshalb, was wirklich schädlich ist: die Polymere selbst, Form und Grösse des Mikroplastiks – oder die Zusätze, die aus den Polymeren austreten?», fragt Denise Mitrano.

**ABERTAUSENDE CHEMIKALIEN** Substanzen, die aus Mikroplastik entweichen, sind bei weitem nicht die einzigen Chemikalien im Wasser. Die chemische Industrie hat in den vergangenen Jahrzehnten hunderttausende Verbindungen geschaffen. Jedes Jahr werden allein in Europa 26 000 neue Substanzen in Mengen von mindestens einer Tonne in Verkehr gebracht. Was damit geschieht, ist in den meisten Fällen unklar.

Mit solchen Fragestellungen beschäftigt sich seit langem der ETH-Umweltchemiker Kris McNeill. In seiner Forschung untersucht er, wie sich künstliche organische Moleküle, insbesondere Medikamentenwirkstoffe, als Gifte in der Umwelt verhalten und wie sie abgebaut werden. «Medikamente, Kosmetika, Pestizide und Düngemittel – alles, was wir täglich anwenden, endet irgendwann in Flüssen und Seen», sagt der Professor für Umweltchemie der ETH Zürich.

Wie der antimikrobielle Wirkstoff Triclosan beispielsweise. Er wurde in den USA zuerst in Handdesinfektionsmitteln in Krankenhäusern eingesetzt, in den 1970er-Jahren aber auch auf zahl-

reiche Güter des täglichen Bedarfs ausgeweitet. Anfang 2000 waren in den USA 95 Prozent aller Flüssighandseifen mit Triclosan versetzt. Später realisierte man, wie unnötig dieser Zusatz war.

McNeill und sein Kollege William Arnold konnten nachweisen, dass Sonnenlicht Triclosan im Abwasser in ein gefährliches Zerfallsprodukt zerlegt: in Dioxin. «Sonnenlicht kann viele Schadstoffe unschädlich machen. Hier aber erhielt man etwas viel Schlimmeres», so McNeill. Der Bundesstaat Minnesota, wo sie dies erforschten, war der erste, der Triclosan in Konsumgütern verbot. 2016 beschloss die Food and Drug Administration (FDA), Triclosan und weitere antimikrobielle Wirkstoffe aus bestimmten Produkten zu verbannen. Einer der seltenen Triumphe für den Umweltchemiker: «Ich mag den Gedanken, dass unsere Resultate dabei eine wichtige Rolle gespielt haben.»

Dieser Fall zeigt exemplarisch auf: Die Umweltchemie hinkt der chemischen Industrie hinterher. Erst erfindet sie neue Substanzen, die rasch im grossen Massstab vertrieben und angewendet werden. Jahre später finden Umweltchemiker wie Kris McNeill heraus, dass die Chemikalien der Umwelt, dem Menschen und den Tieren schaden. «Bis die Behörden basierend auf wissenschaftlichen Studien Regularien erlassen oder gar Verbote aussprechen, vergehen 30 bis 40 Jahre», erklärt der Forscher. Er fordert deshalb, dass der Prozess umgekehrt wird: erst die umweltchemischen Abklärungen, dann die Anwendung der Chemikalien. «Nur so können wir als Gesellschaft vermeiden, dass sich die Tragödien von Triclosan und all den anderen Umweltgiften wie der Industriechemikalie PCB oder dem Insektizid DDT nicht ständig wiederholen», betont McNeill. ○



Bild: Adobe Stock

Mikroplastikpartikel entstehen durch Zerfall oder Zersetzung grösserer Plastikteile.

**KRISTOPHER MCNEILL** ist Professor für Umweltchemie am Departement Umweltsystemwissenschaften.

→ [envchem.ethz.ch](http://envchem.ethz.ch)

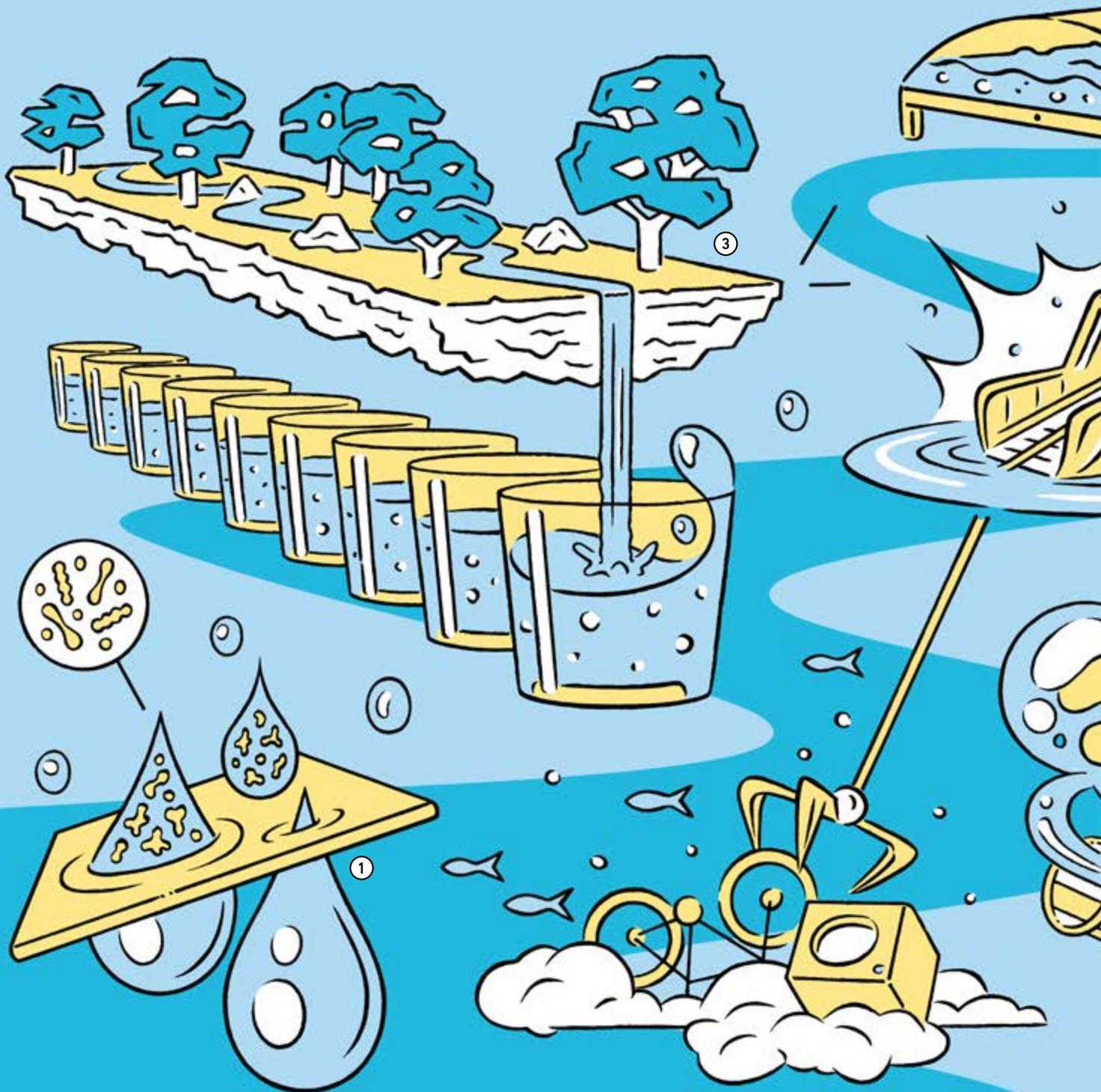
**DENISE MITRANO** ist Assistenzprofessorin für Umweltchemie von Anthropogenem Material am Departement Umweltsystemwissenschaften.

→ [ecam.ethz.ch](http://ecam.ethz.ch)

# Saubere Lösungen

Von Mikroverunreinigungen im Abwasser  
bis zu Plastikmüll in den Flüssen:  
fünf Lösungsansätze mit ETH-Know-how.

TEXT Karin Köchle ILLUSTRATION Benedikt Rugar





### ① Filter für (fast) alle Fälle

Eine neuartige Filtermembran aus Molkeproteinen und Aktivkohle: Diese Innovation des ETH-Spin-offs BluAct entfernt praktisch alle Verunreinigungen im Wasser – einschliesslich Blei, Quecksilber, Arsen und sogar nuklearer Elemente. Die Filtrationsprodukte können sowohl zur Reinigung von Industrieabwässern als auch direkt in den Haushalten zur Trinkwasseraufbereitung eingesetzt werden. Doch nicht nur das: Die Membran ermöglicht auch die Rückgewinnung wertvoller Metalle wie Platin, Gold oder Silber.

→ [bluact.com](http://bluact.com)



### ② Zerstören statt filtern

Gewässer, die mit Pestiziden oder Pharmazeutika belastet sind, stellen eine Gefahr für die Ökosysteme und für die Gesundheit des Menschen dar. Das ETH-Spin-off Oxyle will solche Mikroverunreinigungen dort bekämpfen, wo sie entstehen: bei Herstellern von industriellen Chemikalien, Pharmafirmen oder Krankenhäusern. Das Cleantech-Unternehmen hat eine Technologie entwickelt, bei der die Schadstoffe nicht aus dem Wasser gefiltert, sondern mithilfe eines Katalysators ganz zerstört werden.

→ [oxyle.ch](http://oxyle.ch)



### ③ Lokal produziert

Weltweit haben rund zwei Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Das ETH-Start-up Openversum hat einen kostengünstigen Wasserfilter entwickelt, mit dem Flusswasser oder Wasser aus verschmutzten Grundwasserbrunnen gereinigt und gefahrlos getrunken werden

kann. Der Filter kann von lokalen Kleinunternehmen produziert werden und trägt so auch zur Schaffung neuer Arbeitsplätze bei. Nach Pilotprojekten in Südamerika ist ein Einsatz in Lateinamerika und in Afrika geplant.

→ [openversum.com](http://openversum.com)

### ④ Trinkwasser aus der Luft

Forschende der ETH Zürich haben eine Technologie entwickelt, mit welcher sie erstmals ohne Energiezufuhr rund um die Uhr Wasser gewinnen können. Möglich ist dies dank eines Kondensators mit einer selbstkühlenden Oberfläche, an der Wasserdampf aus der Luft zu Wasser kondensiert. Mithilfe des Kondensators kann die Atmosphäre als immenser Süsswasserspeicher genutzt werden. Insbesondere in Regionen mit ausreichend hoher Luftfeuchtigkeit könnte die neue Technologie die Wasserknappheit entschärfen.

→ [ethz.ch/kondensator](http://ethz.ch/kondensator)

### ⑤ Autonomes Müllsammelschiff

Wie kann die Meeresverschmutzung durch Plastik reduziert werden? ETH-Studierende suchen nach technischen Lösungen – und setzen im Rahmen der Initiative «Autonomous River Cleanup» bei den Flüssen an. So entwickeln sie etwa ein Schiff, das Abfall unter Einsatz von Robotik und maschinellem Lernen autonom einsammeln kann. Die Studierenden arbeiten dabei eng mit mehreren europäischen Hochschulen zusammen und werden von verschiedenen Industriepartnern unterstützt.

→ [riverclean.ethz.ch/](http://riverclean.ethz.ch/)

# ANDERE WEGE FÜR DAS ABWASSER

Die Wasserwirtschaft mit Kanalisation und zentralen Kläranlagen ist nicht mehr zukunftsfähig und global keine Lösung. Umweltingenieur:innen der ETH Zürich und der Eawag bereiten den Weg zu einer kreislauffähigen und dezentraleren Wasserinfrastruktur.

TEXT Michael Keller

Aus den Augen, aus dem Sinn – und so rasch wie möglich aus den Siedlungen heraus. Seit es Kanalisationen gibt, schwemmen wir unsere Ausscheidungen mit viel frischem Wasser aus Häusern und Städten. Die moderne Wasserwirtschaft zählt zu den grossen Errungenschaften des vergangenen Jahrhunderts. Sie versorgt uns mit sauberem Trinkwasser, entsorgt und reinigt das Abwasser und leitet das Regenwasser aus den Siedlungen ab. «So verschafft sie uns trockene Füsse und hygienische Verhältnisse – zwei Pfeiler der öffentlichen Gesundheit in dicht besiedelten Städten», sagt Max Maurer, Professor für Systeme in der Siedlungswasserwirtschaft an der ETH Zürich und der Eawag, dem Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs.

Um das zu ermöglichen, haben Industrieländer wie die Schweiz eine gewaltige Infrastruktur aufgebaut. Hierzulande beläuft sich ihr Wert auf gut 230 Milliarden Franken. Sie besteht aus rund 200 000 Kilometer Trink- und Abwasserleitungen, die aneinandergereiht fünf Mal um die Erde reichen. Und aus einem weit verzweigten Netz an unterirdischen Kanälen, welche die Abwässer zu knapp 800 zentralen Reinigungsanlagen transportieren.

Dieser Ansatz der Wasserwirtschaft hat sich in Industrieländern bewährt und galt auch während Jahrzehnten als Massstab für den Rest der

Welt. «Doch unser konventionelles Wassermanagement ist nicht zukunftsfähig und stösst zusehends an seine Grenzen», hält Maurer fest.

**VOM ABFALL ZUM WERTSTOFF** Auch Kai Udert, Professor am Institut für Umweltingenieurwesen an der ETH Zürich und Senior Scientist an der Eawag sieht den konventionellen Ansatz kritisch: «Dass wir Kot, Urin und leicht verschmutztes Grauwasser aus Bad und Küche mit Trinkwasser verdünnen, um sie durch die Kanalisation zu transportieren, ist eigentlich absurd». Udert ist Experte für Verfahrenstechnik und sieht Abwasser nicht als stinkige Entsorgungsfracht, sondern als wertvolle Ressource, die es zu erschliessen gilt. Eingängig legt er dar, warum er den konventionellen Ansatz nicht mehr für zeitgemäss erachtet: «Das Abwasser

«Unser konventionelles  
Wassermanagement  
ist nicht zukunftsfähig.»

Max Maurer

ist einer der letzten linearen Abfallströme. Alles, ob schmutzig oder sauber, landet im selben Topf und wird entsorgt – das ist ineffizient und schafft etliche Probleme, die man seit Jahren zu beheben sucht.» So verschwendet das System viel Wasser, Energie und wertvolle Nährstoffe, die verloren gehen und die Umwelt schädigen, wenn wir sie nicht in den Kreislauf zurückführen.

Derweil nehmen die Herausforderungen zu: der Klimawandel, eine schnell alternde Infrastruktur, die wachsende Bevölkerung, die zunehmende Verstädterung und nicht zuletzt die steigenden Anforderungen für Kläranlagen, neue Mikroverunreinigungen zu entfernen – das alles setzt die Abwasserwirtschaft unter Druck.

Maurer und Udert fordern ein Umdenken. Sie plädieren für einen Paradigmenwechsel in der Siedlungswasserwirtschaft: weg von wenigen zentralen Anlagen und hin zu einer dezentral organisierten Abwasserbehandlung auf Basis einer modularen Wasserinfrastruktur, um das Siedlungswasser effizienter und effektiver zu bewirtschaften.

**RECYCLING AN DER QUELLE** Maurer erklärt: «Wir sehen als ergänzende Alternative kleine, hoch-effiziente, dezentrale Kläranlagen, die Abwässer flexibler und vor Ort reinigen.» Die Verfahren, die für solche Klein-Anlagen verwendet werden könnten, werden seit Jahren an der Eawag von Udert und Maurer entwickelt. Die Forschenden orientieren sich dabei an drei Prinzipien, die auf eine ressourcenorientierte und kreislauffähige Sanitärversorgung abzielen:

*Stofftrennung an der Quelle (No-Mix):* Werden Ausscheidungen und Wasser gar nicht erst vermischt, lassen sie sich viel einfacher aufbereiten und wiederverwenden.

*Rückgewinnung von Ressourcen:* Aus Urin und Fäkalien lassen sich Nährstoffe wie Stickstoff oder Phosphor gewinnen. Das als Grauwasser bezeichnete Abwasser aus Küche, Bädern oder Waschmaschinen ist nur leicht verschmutzt und wird mehrfach aufbereitet und wiederverwendet. Wärmeenergie wird zurückgewonnen. Werden die Nährstoffe als Dünger auf die Felder gebracht, schliessen sich Nährstoffkreisläufe, was die Umwelt entlastet und die Importabhängigkeit von mineralischen Düngern senkt.

*Dezentralisierung* will den aufwendigen Wassertransport in zentral organisierten Leitungsnetzen ersetzen und bedingt, dass die Abwässer und Abfälle so nah wie möglich an der Quelle aufbereitet werden.

Im Keller des NEST, des Forschungs- und Innovationsgebäudes der Empa und Eawag, entwickeln und testen die Forschenden die neuen Abwassertechnologien. Die verwendeten Verfahren gehen dabei zum Teil auf Forschungsprojekte zurück,

Bild: Max Maure / ETH Zürich



Trennkanalisation unter der Bahnhofstrasse in Zürich:  
Die Kanäle transportieren Schmutzwasser zur Kläranlage.  
Über das Rohr wird Regenwasser abgeführt.

## «Das Abwasser ist einer der letzten linearen Abfallströme.»

Kai Udert

die vor über 15 Jahren starteten, um netzunabhängige Sanitärösungen für Länder des globalen Südens zu entwickeln. Bekannte Beispiele sind die Projekte Vuna und Blue Diversion Autarky, die Lösungen erarbeiteten, um Abwässer ohne Schwemmkanalisation und zentrale Kläranlage sicher und kostengünstig zu entsorgen.

Bei dieser Methode, die die ETH Zürich mitentwickelte, wird Urin separat gesammelt und in einer entfernten Behandlungsanlage zu Dünger aufbereitet. Aus dem zweiten Projekt ging die «Blue Diversion Autarky Toilette» hervor: Das All-in-one-Häuschen bereitet Urin, Fäkalien und Spülwasser direkt in der Toilette in getrennten Modulen auf, wobei das Spülwasser wiederverwendet wird.

**BIOGASREAKTOR UND PASTEURISATOR** Wie gross der Bedarf an grundlegend neuen Konzepten für dezentrale Sanitärsysteme ohne Wasseranschluss in vielen Regionen der Welt ist, weiss Elizabeth Tilley nur zu gut. Als junge Wissenschaftlerin war sie an der Eawag und doktorierte in dem von Udert geleiteten Nährstoffrecycling-Projekt →

## «Etwa 2,6 Milliarden Menschen haben keinen Zugang zu sicheren sanitären Einrichtungen.»

Elizabeth Tilley

Vuna in Südafrika. Heute ist sie Professorin für Global Health Engineering an der ETH Zürich und entwickelt mit ihrer Gruppe bezahlbare und sozial verträgliche Ansätze, welche die menschliche Gesundheit und die Umwelt schützen.

Etwa 2,3 Milliarden Menschen nutzen Sanitärtechnologien wie Grubenlatrinen als erste Barriere gegen Krankheitserreger. Die Latrinen müssen allerdings regelmässig geleert werden. Doch: Bleibt der Schlamm unbehandelt oder gelangt er in die Umwelt, können sich Infektionskrankheiten wie Cholera ausbreiten. Darum braucht es dringende dezentrale Lösungen, die erschwinglich, robust und einfach zu bedienen sind. Vielversprechend ist ein «Biogasreaktor» – im Wesentlichen ein grosser Gummiballon, der Fäkalschlamm ohne Sauerstoff bis zu einem gewissen Grad behandeln kann. Doch das Abwasser ist noch nicht sicher entsorgbar. Immerhin entsteht bei diesem anaeroben Prozess als Nebenprodukt ein methanreiches Gas – dieses Biogas eignet sich wie Propan oder Erdgas zum Kochen.

Zusammen mit der kenianischen Ingenieurfirma Opero und einem mexikanischen Anbieter von Biogasreaktoren machten sich Tilley und ihr Team daran, Biogas aus Klärschlamm als Treibstoff für eine Anlage zu verwenden, die das Abwasser soweit erhitzen kann, dass alle Krankheitserreger absterben. Das Projekt wurde von ETH for Development (ETH4D) finanziell unterstützt.

Julia Jäggi, Masterstudentin am Departement Maschinenbau und Verfahrenstechnik, verbrachte drei Monate in Kisumu am Ufer des Viktoriasees, um einen solchen «Pasteurisateur» für etwa 500 Menschen zu entwickeln und zu testen. «Engineering im Labor ist das eine – aber dieser Einsatz stellte unsere Flexibilität und Kreativität ultimativ auf die Probe; täglich mussten wir spontan Probleme lösen und das Beste aus den vorhandenen Mitteln machen», so Jäggi. Tilley ist zuversichtlich, dass ihr Sanitärsystem bald verfügbar wird und helfen kann, Infektionskrankheiten zu vermeiden.

**KNOW-HOW FLIESST ZURÜCK** Es steht ausser Frage: Wasser wird die grosse globale Herausforderung der Zukunft sein. Auch in der Schweiz werden wir mit der Ressource Wasser intelligenter und haushälterischer umgehen müssen.

«Die Konzepte, die wir vor 15 Jahren für ärmere Länder entwickelt hatten, werden nun zusehends auch für die Schweiz interessant. Von diesem Wissen profitieren wir heute», sagt Udert. Er und Maurer gehen davon aus, dass modulare Kläranlagen in Siedlungen und Kleinreaktoren fürs Abwasser in Häusern schon bald verfügbar werden. Das Forschungsprojekt Comix unter Maurers Co-Leitung untersuchte kürzlich das Potenzial einer modularen Wasserwirtschaft für die Schweiz. Der Anteil dezentraler Klärwerke könnte sich demnach langfristig von heute 2,5 auf 50 Prozent erhöhen.

Mehr noch: Die Schweiz hätte die Chance, ihre Wasserinfrastruktur früh klimatauglich zu gestalten und sich als Entwicklungs- und Testmarkt für die modulare Wasserwirtschaft von morgen zu positionieren. Tatsächlich verfügt das Land mit den Institutionen des ETH-Bereichs, den Fachhochschulen und der Industrie seit Jahren über enorme Kompetenzen in allen Fragen der Wasserwirtschaft. «Nur werden diese Kompetenzen bislang kaum genutzt», so Maurer.

Nötig wäre ein konzertierter Effort von Forschung, Industrie und öffentlichem Sektor, um in Pilotprojekten die Machbarkeit zu demonstrieren und einen initialen Markt zu schaffen. «Die Verfahren, das Know-how und finanzielle Mittel wären jedenfalls vorhanden», bestätigt auch Udert. ○

**MAX MAURER** ist Professor für Systeme in der Siedlungswasserwirtschaft am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich und Leiter der Abteilung Siedlungswasserwirtschaft an der Eawag.  
—> [ifu.ethz.ch/de/](http://ifu.ethz.ch/de/)

**ELIZABETH TILLEY** ist Professorin für Global Health Engineering am Departement Maschinenbau und Verfahrenstechnik der ETH Zürich.  
—> [ghe.ethz.ch](http://ghe.ethz.ch)

**KAI UDERT** ist Titularprofessor am Lehrstuhl für Verfahrenstechnik in Siedlungswasserwirtschaft am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich und Senior Scientist an der Eawag.  
—> [ifu.ethz.ch/de/](http://ifu.ethz.ch/de/)

# DIE WELT

Intensivere Niederschläge, längere Dürrezeiten, schmelzende Gletscher: Der Klimawandel hat dramatische Folgen für den globalen Wasserkreislauf.

TEXT Felix Würsten

# VERÄNDERT SICH

Den Begriff Klimaerwärmung findet Christoph Schär, ETH-Professor für Klima- und Wasserkreislauf, eigentlich nicht ganz treffend. «Klimaanfeuchtung würde den Sachverhalt besser beschreiben. Denn der grösste Teil der Energie, die von der Sonne zur Erde gelangt, geht in die Verdunstung des Wassers und treibt damit den Wasserkreislauf an.» Doch just die Verdunstung des Wassers bereitet den Forschenden bei der Modellierung des Klimas am meisten Kopfzerbrechen. Die globalen Klimamodelle berechnen das Klima mit Hilfe von Gitterpunkten, die einen Abstand von 50 bis 100 Kilometer haben, und können daher die kleinräumigen Gewitterzellen nicht korrekt abbilden. Gerade das wäre aber wichtig, denn die geografische und saisonale Verteilung der Gewitterzellen treibt die atmosphärische Zirkulation an, vor allem in den Tropen, wo die Sonneneinstrahlung am stärksten ist.

Bisher überbrücken die Forschenden diese Lücke, indem sie die Gewitterwolken in den Modellen behelfsmässig mit zusätzlichen Parametern abbilden – mit mässigem Erfolg. «Die Voraussagen des künftigen Klimas sind immer noch relativ unpräzise», hält Schär fest. «Wenn wir nicht wissen, wie viele Wolken in den Tropen entstehen, wissen wir nicht, wie viel Licht auf die Erdoberfläche trifft – und damit auch nicht, wie gross das globale Energiebudget effektiv ist.»

**EINDRÜCKLICHE PRÄZISION** Diese Unsicherheit wollen die Wissenschaftler:innen in den nächsten Jahren überwinden. Schär arbeitet bereits mit Modellen, die nur noch eine Auflösung von 1 bis 2 Kilometer haben. Damit kann man das Geschehen mit hoher Präzision nachbilden. Schär hat mit seiner Gruppe auf einem Supercomputer das Geschehen im tropischen Atlantik über mehrere Jahre hinweg simuliert und daraus eine eindrückliche Visualisierung erstellt, die einem Satellitenbild verblüffend ähnlich sieht: Regenfronten ziehen von Ost nach West quer über Afrika, vor der Küste Brasiliens bilden sich klein strukturierte Wolkenfelder, mitten im Atlantik entstehen Hurrikans und ziehen nach Norden. «Das Modell weiss nichts über das tropische Klima, doch es bildet das Geschehen allein anhand der physikalischen Gesetze realitätsnah ab», stellt Schär mit Begeisterung fest. Noch ist es nicht möglich, mit solchen hochauflösenden Modellen längerfristige Szenarien zu rechnen. Aber man kann mit ihnen zumindest die Unsicherheiten in den globalen Modellen reduzieren.

Auch Extremereignisse bilden die hochauflösenden Modelle viel genauer ab, wie Schär am Beispiel Südwesteuropa illustriert. Der Vergleich mit den Messdaten ergibt, dass die bisherigen Modelle massiv unterschätzen, wie viel Regen in einer Stunde maximal fallen kann. Die hochauflösenden →

Modelle hingegen bilden die Realität sehr gut ab und erkennen genau, dass zum Beispiel im Herbst am Alpensüdrand, entlang der ligurischen Küste oder in der Provence mit besonders heftigen Niederschlägen und Überschwemmungen gerechnet werden muss.

Die Projektionen der künftigen Extremereignisse stimmen gut mit einem Gesetz überein, das im 19. Jahrhundert von Rudolf Clausius und Émile Clapeyron entdeckt wurde, so Schär. «Das war damals reine Grundlagenforschung, niemand dachte an eine praktische Anwendung in der Klimaforschung.» Aus dem Gesetz lässt sich ableiten, dass die Atmosphäre pro Grad Erwärmung ungefähr sechs Prozent mehr Wasser aufnehmen kann. Aus diesem Grund muss künftig mit wesentlich intensiveren Niederschlagsereignissen gerechnet werden als bisher. «Das hat für den Hochwasserschutz Konsequenzen», erklärt Christoph Schär. «Die Vergangenheit verliert ihren Wert als Massstab für die Zukunft.»

Die physikalischen Gesetze zeigen zwar, dass die wärmere Atmosphäre mehr Wasser aufnehmen kann. Dennoch werden viele Regionen in Zukunft unter Wassermangel leiden. «Der absolute Wassergehalt in der Atmosphäre nimmt zwar überall zu, doch die relative Feuchte kann regional auch abnehmen», erklärt Schär das vermeintliche Paradox. «Es wird also mehr Wasser aus den Böden verdunstet. Gleichzeitig nimmt die Wolkenbildung ab und es fallen weniger Niederschläge.» Das hat wohl nicht nur für Südeuropa gravierende Folgen, hält der Forscher fest, sondern auch für die nordafrikanischen Länder, die bereits heute mit Wasserknappheit kämpfen.

**HOCHWASSER UND WALDBRÄNDE** Das Zuviel und Zuwenig an Wasser ist auch das Kernthema der Hydrologin Manuela Brunner, die als ETH-Assistenzprofessorin Extremereignisse im Gebirge untersucht. «Das Wasser im Gebirge spielt sowohl bei Überschwemmungen als auch bei Trockenphasen eine Schlüsselrolle», erklärt sie. «Zudem sind Gebirge vom Klimawandel besonders betroffen, weil die Temperaturen dort stärker ansteigen als im Flachland.»

Ob Hochwasser künftig häufiger und intensiver ausfallen werden, untersucht Brunner anhand von Beobachtungsdaten und Modellsimulationen. «Bei den mittelgrossen Hochwassern, die alle 10 bis 20 Jahre auftreten, sehen wir über den gesamten Alpenraum hinweg ein differenziertes Bild», erläutert sie. «In einigen Regionen steigt das Risiko, in anderen nimmt es eher ab.» Eine wichtige Rolle spielt dabei der Zustand des Bodens. «Wenn der Untergrund trocken ist, kann er viel Wasser aufnehmen und dämpft so das Hochwasser. Ist er hingegen gesättigt, entfällt dieser Effekt.»



Bild: Juegen Freund / Nature Picture Library / Science Photo Library

Für eine genauere Voraussage müssen Klimamodelle auch kleinräumige Gewitterzellen präzise darstellen können.

Bei den extremen Jahrhunderthochwassern hingegen erwartet Brunner für den ganzen Alpenraum eine deutliche Zunahme des Risikos. «Da fällt so viel Wasser, dass der Zustand des Bodens keine grosse Rolle mehr spielt», sagt sie. Die einzelnen Faktoren, die ein Hochwasser auslösen können, seien an sich bekannt. «Doch das Zusammenspiel verstehen wir noch nicht gut genug», erklärt sie. «Was geschieht, wenn während der Schneeschmelze starke Niederschläge fallen? Wann wird daraus ein extremes Ereignis? Und wie häufig kommt diese Kombination vor?»

Doch nicht nur Hochwasser stellen ein zunehmendes Problem im Alpenraum dar. «Wir werden in Zukunft auf der Alpennordseite häufigere Trockenperioden und möglicherweise sogar auch Waldbrände erleben», ist Brunner überzeugt. Dafür sind mehrere Faktoren verantwortlich: Die Niederschläge im Sommer nehmen tendenziell ab, gleichzeitig nimmt die Verdunstung aufgrund der höheren Temperaturen zu. Und drittens liegt im Frühjahr immer öfters weniger Schnee als früher, was die Vegetation zusätzlich austrocknen lässt. «Grundsätzlich nehmen die Niederschläge im Winter zwar zu», erklärt die Forscherin. «Doch wegen der höheren Temperaturen

wird davon weniger als Schnee gespeichert. Wenn wir im Frühjahr mit einer dünneren Schneedecke in die warme Jahreszeit starten, verstärkt das in trockenen Sommern den Wassermangel.»

Kritisch findet Brunner, dass sich Trockenzeiten künftig über mehrere Jahre erstrecken könnten. «Bisher musste man sich in den Alpen nach einem trockenen Sommer nicht gross Sorgen machen, weil das Defizit spätestens im nächsten Winter wieder ausgeglichen wurde», hält sie fest. «Doch in Zukunft kann es sein, dass sich das Wasserdefizit über den Winter hinweg sogar weiter verschärft.»

**WIE SCHNELL SCHMELZEN GLETSCHER?** Erschwerend kommt hinzu, dass die Gletscher in absehbarer Zeit im Sommer nicht mehr gleichviel Schmelzwasser liefern werden wie bisher. Daniel Farinotti, ETH-Professor für Glaziologie, erklärt: «Im besten Fall verfügt die Schweiz 2100 noch über 40 Prozent des heutigen Gletschervolumens. Im ungünstigsten Fall sind es nur noch einige wenige Prozente.» In Bezug auf die Einschätzung der künftigen Situation befinde sich die Schweiz in einer guten Lage: «Wir wissen sehr genau, wie viel Eis noch vorhanden ist, weil wir die meisten Gletscher mit Radar vermessen haben», berichtet der Forscher.

Anders sieht die Situation im Himalaya aus, wo Farinotti und sein Team ebenfalls ein Projekt durchführen. Dort liegen die Gletscher viel höher, so dass man sie nicht einfach vermessen kann. Zudem stellen die betroffenen Länder aus strategischen und geopolitischen Gründen nur zögerlich Daten für die Forschung bereit. Die Prognosen, wann die Gletscherschmelze im Himalaya das Maximum erreichen wird, weichen daher um bis zu einem Jahrzehnt voneinander ab. «Für das bevölkerungsreiche Tiefland macht das natürlich einen grossen Unterschied», stellt der Glaziologe fest.

Gefragt sind Prognosen zur Gletscherentwicklung auch in der Schweiz, müssen doch in den nächsten Jahren die Konzessionen bei etlichen Stauseen erneuert werden. Die Kraftwerksbetreiber möchten daher wissen, wie viel Wasser ihnen künftig zur Verfügung stehen wird. Gleichzeitig interessieren sie sich für zeitlich detaillierte Prognosen, stellt Farinotti fest. «Sie wollen wissen, ob die Fassungen bei den zu erwartenden Extremereignissen noch ausreichen werden.»

Wirklich Sorgen macht dem Forscher aber ein anderes Thema: das Abschmelzen der polaren Eisschilde. «In unserer Gruppe entwickeln wir derzeit ein detailliertes Fliessmodell des grönländischen Eisschildes, das komplett auf physikalischen Prozessen beruht», erzählt Farinotti. «Wir bilden den Eiskörper mit einer Auflösung von 25 Metern ab, damit wir möglichst gut einschätzen können, wie sich der Eisschild in den nächsten Jahrzehnten entwickeln wird.» Die komplexen Berechnungen

wollen die ETH-Forschenden auf dem Supercomputer Lumi durchführen, dem schnellsten Rechner Europas.

Auch beim antarktischen Eisschild gibt es eine Reihe von offenen Fragen, die Farinotti Gruppe zusammen mit anderen untersucht. Kritisch ist die Lage vor allem beim westantarktischen Eisschild, der auf einem Felsbett aufliegt, das sich unter dem Meeresspiegel befindet. «Die Topografie des Felsbettes entscheidet massgeblich mit, wie schnell sich das Eis zurückziehen wird», erläutert der Glaziologe. Für die Küstenregionen weltweit ist dies eine entscheidende Frage: «Wenn der westantarktische Eisschild abschmilzt, ist es nicht ausgeschlossen, dass der Meeresspiegel bis Ende des 21. Jahrhunderts bis um einen Meter steigt», sagt Farinotti. Berücksichtigt man, dass in diesem ersten Meter Meeresspiegel zurzeit rund 250 Millionen Menschen leben, ist klar, warum die Zukunft der Eisschilde nicht nur in den Polarregionen von Bedeutung ist. ○

**MANUELA BRUNNER** ist Assistenzprofessorin am Departement Umweltsystemwissenschaften und Leiterin der Forschungsgruppe Hydrologie und Klimafolgen in Gebirgsregionen beim WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF in Davos.

→ [iac.ethz.ch/group/hydrology-and-climate-impacts](http://iac.ethz.ch/group/hydrology-and-climate-impacts)

**DANIEL FARINOTTI** ist Professor für Glaziologie an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich und an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf.

→ [vaw.ethz.ch/forschung/glaziologie](http://vaw.ethz.ch/forschung/glaziologie)

**CHRISTOPH SCHÄR** ist Professor für Klima- und Wasserkreislauf am Departement Umweltsystemwissenschaften.

→ [iac.ethz.ch/group/climate-and-water-cycle](http://iac.ethz.ch/group/climate-and-water-cycle)

# COMMUNITY



Der 52-jährige Schweizer Finanzexperte Stefan Spiegel leitet seit April 2023 die Finanzen und das Controlling an der ETH Zürich.

Bild: ETH Zürich / Markus Bertschi

## Neuer Vizepräsident Finanzen und Controlling

Stefan Spiegel ist seit 1. April 2023 neu für die Finanzen und das Controlling der ETH Zürich zuständig. Der 52-jährige Schweizer ist ein ausgewiesener Finanzexperte und bringt langjährige Erfahrung als Führungskraft in Unternehmen und staatsnahen Betrieben mit. So ist er mit den Gepflogenheiten und Besonderheiten von Organisationen mit öffentlich-rechtlichen Finanzierungsmechanismen ebenso wie dem Umgang mit öffentlichen Instanzen und Behörden vertraut. Stefan Spiegel übernahm die Nachfolge von Robert Perich, der auf eigenen Wunsch per Ende März 2023 aus der Schulleitung zurücktrat (siehe Seite 36).

Stefan Spiegel gilt als Teamplayer mit diplomatischem Geschick, Geduld und Durchsetzungsvermögen, namentlich wenn es um die digitale Transformation und Weiterentwicklung der eige-

nen Organisation geht. So hat er Hilfsmittel der künstlichen Intelligenz in Planungs-, Reporting- und Entscheidungsprozesse eingeführt. «Ich würde mich als innovativen und schnellen Entscheider bezeichnen, der viel Wert legt auf sinnstiftende Visionen, realistische Zielsetzungen und eine transparente Kommunikation mit allen Beteiligten», sagt er.

**PHYSIKER IM FINANZBEREICH** Ursprünglich schloss Spiegel 1997 ein Studium in Theoretischer Physik an der Universität Zürich ab und sammelte erste Berufserfahrungen bei den Baloise Versicherungen. Von 2001 bis 2007 wirkte er in der Division Poststellennetz der Schweizerischen Post, zuletzt als Leiter des Division-Controllings und interimweise auch als Finanzchef dieser Division.

Nach zwei Jahren als Vizepräsident Group Controlling beim börsenkotierten Handelsunternehmen Valora wechselte Spiegel 2009 zu den Schweizerischen Bundesbahnen SBB, für die er bis

2011 das Corporate Controlling neu aufbaute und als Projektleiter die Reorganisation der gesamten Finanzorganisation der SBB mit über 700 Mitarbeitenden verantwortete. Seit 2011 wirkte er als CFO und Mitglied der Geschäftsleitung der SBB Cargo Gruppe.

**DIGITALISIERUNG MIT KI** In seiner Zeit als Finanzchef von SBB Cargo steuerte Stefan Spiegel den finanziellen Turnaround, führte ein neues, SAP-basiertes Rechnungswesen ein und initialisierte die digitale Transformation von SBB Cargo und seiner Finanzabteilung, die von den Methoden der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens profitierten.

Neben verschiedenen Weiterbildungen im Finanzbereich, in Organisationsentwicklung, Führungskompetenzen oder Datenanalyse und Maschinellem Lernen besitzt Spiegel auch einen Executive MBA der Wirtschaftsuniversität Wien sowie der Carlson School of Management der Universität von Minnesota.

An der ETH Zürich wird Spiegel den Schulleitungsbereich Finanzen und Controlling leiten und für Teile der Digitalisierung von Verwaltungsprozessen verantwortlich sein. Sein Zuständigkeitsbereich umfasst die Finanzstrategie und -planung, den Budgetierungsprozess, das Finanzmanagement sowie das Controlling und das Risikomanagement.

«Die neue Aufgabe an der ETH Zürich begeistert und inspiriert mich gleichermassen. Ich freue mich sehr, mit schlanken, zielorientierten Prozessen und innovativen, modernen Instrumenten die Exzellenz und Nutzerfreundlichkeit der Finanzdienstleistungen und der finanziellen Steuerung für alle Anspruchsgruppen weiterzuentwickeln, zur nationalen und internationalen Reputation dieser weltweit anerkannten Hochschule beizutragen sowie ein motivierendes Arbeitsumfeld zu schaffen», sagt Spiegel.

ETH-Präsident Joël Mesot freut sich sehr, mit Stefan Spiegel «eine erfahrene Führungspersönlichkeit gewonnen zu haben, die sowohl die Unternehmenswelt wie auch die Besonderheiten einer Bundesinstitution bestens kennt». ○

## PHILANTHROPIE

VON  
Donald Tillman



### Auf die nächsten 20 Jahre!

Diesen Sommer kann die ETH Zürich auf das 20-jährige Bestehen ihrer Stiftung, der ETH Foundation, zurückblicken. Um Ihnen, liebe Donatorinnen und Donatoren sowie Interessierte, Einblicke zu geben, was Philanthropie und Partnerschaften für die ETH in dieser Zeit bewirken konnten, haben wir Meilensteine auf unserer Website zusammengetragen. So konnten wir gemeinsam 643 Exzellenz-Stipendiatinnen und -Stipendiaten fördern, wichtige Forschungsimpulse wie die Kryoelektronenmikroskopie ermöglichen und Grossprojekte wie die Entwicklung eines Kunstherzens beschleunigen. In meiner Zeit als Geschäftsführer der Stiftung durfte ich einige spannende Wege persönlich verfolgen, so zum Beispiel den von Marco Hutter: Der Exzellenz-Stipendiat wurde im Jahr 2014 zum geförderten Jungunternehmer, worauf die Gründung des Robotik-Spin-offs ANYbotics folgte. Heute ist er ETH-Professor und einer der international führenden Köpfe in der Robotik. Möglich gemacht haben all diese Erfolge auch über 7000 Donatorinnen und Donatoren. Ich freue mich auf die nächsten 20 Jahre, auch als Donator!

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

## Vorbildlicher Führungsstil



Bild: zVg

Der Gewinner des Art of Leadership Awards (ALEA) 2023 heisst Thomas Meierhans. Der Chef der Metallwerkstatt im Departement Bau, Umwelt und Geomatik leitet den Betrieb mit rund sieben technischen Mitarbeitenden. Dieser ETH-Preis zeichnet Führungspersonen aus, die moderne und innovative Arbeitsbedingungen ermöglichen sowie die Vereinbarkeit von Beruf, Familie und nebenberuflichem Engagement fördern und aktiv unterstützen. ○



Thomas Meierhans und sein Team im Video:  
—> [youtu.be/d\\_kuGIttnx0](https://youtu.be/d_kuGIttnx0)

## Mit den Besten mithalten

Seit Jahren gehört die ETH Zürich gemäss dem jährlich erscheinenden QS World University Ranking zu den zehn besten Hochschulen der Welt. Nun hat Quacquarelli Symonds (QS) das Ranking nach Fachrichtungen publiziert. Auch hier schneidet die ETH erfreulich ab: sechzehn Fachrichtungen sind in den Top Ten vertreten. Drei Fachbereiche aus den Erdwissenschaften belegen erneut die absoluten Spitzenplätze. «Wir dürfen stolz darauf sein, dass die ETH so konstant und fächerübergreifend hervorragende Resultate erzielt. Dies kommt letztlich der ganzen Schweiz zugute und ist keine Selbstverständlichkeit», sagt Joël Mesot, Präsident der ETH Zürich. «Mein Appell geht an die Politik, für entsprechende Rahmenbedingungen zu sorgen, damit wir auch in Zukunft mit den Besten der Welt mithalten können.» ○

## Zusätzliche Unterstützung

Auf dem Campus Höggerberg soll das Centre for Students and Entrepreneurs entstehen. Vision des Innovationszentrums ist, einen Begegnungsort von Wissenschaft und Wirtschaft zu schaffen, an dem junge Talente Erfahrungen ausserhalb des Curriculums sammeln, ihr Netzwerk erweitern und findige technologische Lösungen vorantreiben können. Dank Partnerschaften mit der UBS, der BKW sowie der SWF Stiftung für wissenschaftliche Forschung sowie Donationen von Privatpersonen ist die Finanzierung des Projekts weit fortgeschritten. Auch die Fondation Alcea hat bereits einen grosszügigen Beitrag zugesichert. Mehr noch: Im Rahmen einer Challenge verdoppelt die Stiftung Beiträge, die von Alumni und Alumnae, ETH-Mitarbeitenden und -Studierenden sowie von Unternehmen, die aus der ETH hervorgegangen sind, kommen. ○

Alle Infos zum Projekt, der aktuelle Stand der Challenge und Spendenmöglichkeiten unter:  
—> [hic.ethz-foundation.ch/challenge](https://hic.ethz-foundation.ch/challenge)



Bild: Buchner Bründler Architekten / Filippo Bolognese Images

Das neue Zentrum für Kreativität, Innovation und Unternehmertum entsteht auf dem Campus Höggerberg.



Die Co-Founder und Managing Directors des Start-ups Unbound Potential im Makerspace des Student Project House: Emilio Dal Re, Anetta Platek-Mielczarek und David Taylor.

## Innovative Flussbatterien

TEXT Karin Köchle

Begonnen hat die Erfolgsgeschichte von Unbound Potential mit einem Projekt im Student Project House der ETH Zürich. Das Ziel: eine innovative Lösung für die langfristige Speicherung von Energie finden. Zusammen mit Kolleginnen und Kollegen aus verschiedenen Fachrichtungen entwickelt der damalige ETH-Postdoktorand David Taylor die Idee einer neuartigen Redox-Flussbatterie und baut erste Prototypen. Die Batterie macht die Langzeitspeicherung erneuerbarer Energie kostengünstiger, nachhaltiger und effizienter. Die Technologie dahinter: Durch die Verwendung von nicht-mischbaren Elektrolyten kommt sie ohne Ionentransfer-Membran aus.

Von der Idee bis zur Gründung des Start-ups Unbound Potential im Januar 2023 sind nicht einmal zwei Jahre vergangen. Für ihr Projekt haben die Gründer:innen bei der Long-Duration Energy Storage Challenge der Bundesagentur für Sprunginnovationen SPRIN-D einen Grant in Höhe von einer Million Euro erhalten. ○

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



Video:  
«Unbound Potential»  
→ [youtu.be/VNGGdGJxl\\_Q](https://youtu.be/VNGGdGJxl_Q)

# «Geld und Finanzen sind kein Selbstzweck, sondern ein Ermöglichungsfaktor»

Ende März 2023 ging eine Ära zu Ende: 20 Jahre lang hat Robert Perich als Chief Financial Officer (CFO) die Entwicklung der ETH Zürich mitgeprägt.

TEXT Florian Meyer

Für Robert Perich beginnt ein neuer Abschnitt an der ETH Zürich. 20 Jahre lang hat er das Finanzwesen der Hochschule geprägt und dieses mit der ihm eigenen Geradlinigkeit und Offenheit zusammen mit seinem Team zu einem zeitgemässen Instrument der Hochschulsteuerung entwickelt. Nun hat seine Amtszeit als Vizepräsident für Finanzen und Controlling geendet. Nach einem Aufenthalt in Cambridge wird er die Leitung der Swiss School of Public Governance übernehmen und als Professor of Practice am Departement Management, Technologie und Ökonomie wirken. «Ich freue mich darauf, nun etwas kürzertreten zu können. Gleichzeitig will ich in dieser letzten beruflichen Phase nochmals etwas Neues anpacken sowie meine langjährige Erfahrung und mein Wissen aus dem Hochschulmanagement weitergeben.»

In den zwei Jahrzehnten, in denen Perich zunächst als Direktor, dann als Vizepräsident für die Finanzen und das Controlling der ETH verantwortlich war, hat die Komplexität des Hochschulmanagements zugenommen, und die Ansprüche der verschiedenen Bezugsgruppen an die Planung und Allokation der Mittel sowie die Transparenz der Mittelverwendung sind gestiegen. Die ETH selbst hat in dieser Zeit stark expandiert: So hat sich etwa die Anzahl der Studierenden seit 2003 verdoppelt, diejenige der Mitarbeitenden stieg um 80 Prozent

und diejenige der Professuren um 70 Prozent. Auch das ETH-Jahresbudget ist heute mit 1,85 Milliarden Schweizer Franken im Vergleich zu 2003 um gut 70 Prozent höher, wobei sich darin auch der – aufgrund der gezielten Diversifikation – überproportional gestiegene Anteil an projektorientierten Drittmitteln und Donatorengeldern niederschlägt.

**FAKTEN FÜR ENTSCHEIDUNGEN** «Geld und Finanzen sind Ermöglichungsfaktoren einer angestrebten Entwicklung und kein Selbstzweck», sagt Perich, «Finanzplanung war für mich nie eine rein technische Angelegenheit. Mir ging es darum, den Gestaltungsspielraum der ETH in Lehre, Forschung und Wissenstransfer durch finanzielle Planungsstabilität und Transparenz zu ermöglichen.» Teil dieser Konzeption von Finanzen und Controlling ist es, Strategien und Ziele mit Fakten zu untermauern und damit den Nutzen und die Wertschöpfung der Wissenschaft konkret darzustellen.

Tatsächlich hat sich das ETH-Finanzwesen unter Robert Perich gründlich verändert. Ein sichtbarer Ausdruck davon ist die Jahresrechnung im ETH-Geschäftsbericht, die seit 2017 vollständig nach Regeln des International Public Sector Accounting Standards (IPSAS) erstellt wird. «Heute ist die ETH Zürich weltweit eine der wenigen Hochschulen, die ein IPSAS-Volltestat

besitzen», freut sich Robert Perich, «die Qualität unseres Finanzwesens und die Transparenz unserer Mittelverwendung brauchen sich im Vergleich mit den Standards privatwirtschaftlicher Organisationen in keiner Weise zu verstecken.»

**KLARE GOVERNANCE-STRUKTUREN** Grundlegende Meilensteine legte Robert Perich früh. Auch wenn sie eher unscheinbar klingen, so waren die Einführung des ETH-Finanzreglements von 2005 und das 2008 mit dem ETHIS-Portal eingeführte Informations- und Support-System der ETH von grosser Tragweite. Sie bildeten eine unabdingbare Basis, um den Umgang mit den grundlegenden administrativen Prozessen im Finanz-, Personal- und Beschaffungsbereich an der ETH im Alltag effizient und zunehmend digital abzuwickeln.

Sowohl das Finanzreglement als auch ETHIS berücksichtigen die Eigenheiten, wie die ETH als Hochschule funktioniert: Dazu gehört, dass sich ETH-Schulleitung, Departemente und Professuren die Verantwortung für die Hochschulsteuerung teilen (engl. «shared governance»), wobei stufengerecht möglichst viel Eigenverantwortung an die akademischen Einheiten delegiert wird (sog. Subsidiaritätsprinzip). Perich vergleicht die ETH auch nicht mit einem straff von oben führbaren Unternehmen, sondern sieht sie viel eher als « Holding », bestehend aus einem vielfältigen Netzwerk mit mittlerweile 560 Professuren, die weitgehend eigenständig wie KMUs agieren. Diese grosszügigen Handlungsspielräume und deren verantwortliche Nutzung « vor Ort » sind ein wesentlicher Erfolgsfaktor im weltweiten, dynamischen wissenschaftlichen Wettbewerb.

Schon als Direktor Finanzen und Controlling nahm Perich jeweils an den Sitzungen der Schulleitung teil – allerdings ohne Stimmrecht. Mitglied der ETH-Schulleitung wurde er 2008. Robert Perich war damals das erste Schulleitungsmitglied, das nicht aus der Professorenschaft kam: « Ich war von Anfang akzeptiert », erinnert sich Perich, « entscheidend war, eine professionelle Managementperspektive einzubringen und diese mit dem nötigen Verständnis für die Bedürfnisse des akademischen Umfelds zu verbinden. Insofern konnte ich sicherlich einen Beitrag zur nötigen Stärkung der Diversität des Gremiums leisten. »

**KOMMEN NUN DIE MAGEREN JAHRE?** Insgesamt erlebte Robert Perich rund 550 Schulleitungssitzungen und arbeitete mit gesamthaft achtzehn Schulleitungsmitgliedern, davon sechs Präsidenten, zusammen. An der Arbeit in der Schulleitung schätzte er, wie die Mitglieder auch bei kontroversen Dossiers mit Respekt und Achtung sowie faktenorientiert diskutierten: « Wir vertraten nicht primär unsere Ressortinteressen, sondern wir hatten stets das Wohl der Gesamtorganisation im Blick. »

Bild: ETH Zürich / Daniel Winkler



Nach 20 Jahren als Chief Financial Officer der ETH wechselt Robert Perich nun in den akademischen Bereich und gibt seine reiche Erfahrung in Governance und Public Management weiter.

Wenn Perich nun den Finanzbereich der ETH an seinen Nachfolger Stefan Spiegel übergibt, so hinterlässt er eine finanziell solid aufgestellte ETH. Doch wie schätzt er die Zukunftsaussichten ein? Muss die ETH, da der Bund bereits Sparmassnahmen angekündigt hat und diese auch Bildung, Forschung und Innovation betreffen, bald schon den Gürtel enger schnallen? Die öffentlichen Finanzen unterliegen immer auch konjunkturellen und strukturellen Zyklen, sagt Perich. Als er 2003 an die ETH kam, war ebenfalls eine Phase des erhöhten Spardrucks.

Allerdings weist er darauf hin, dass sich die stabilen und zur Gewohnheit gewordenen Wachstumsaussichten seit 2020 durch die Coronakrise, den Krieg in der Ukraine, Lieferengpässe, rasch ansteigende Inflationsraten sowie steigende Energie- und Rohstoffpreise getrübt haben. « Das wird noch einige Zeit dauern, bis sich die Lage wieder entspannt. Vor diesem Hintergrund müssen in naher Zukunft alle an der ETH sparen. Ich bin trotzdem überzeugt, dass die ETH gestärkt daraus hervorgeht. » ○

## Digital und integriert

Der Geschäftsbericht 2022 der ETH Zürich präsentiert sich in einer neuen digitalen Form. Er gibt einen Einblick in alle Bereiche der ETH und zeigt anhand eines interaktiven Wertschöpfungsmodells, wie die Hochschule funktioniert und welchen Beitrag sie für die Gesellschaft leistet. ETH-Präsident Joël Mesot lässt im Vorwort verlauten, dass die ETH Forschung, Aus- und Weiterbildung und Wissenstransfer nicht aus Selbstzweck, sondern im Dienst der Gesellschaft betreibe. «Es ist unsere Überzeugung, dass Forschung und Wissenschaft Triebkräfte für positive Veränderungen sind», so der Präsident. ○

Entdecken Sie den neuen digitalen Geschäftsbericht 2022 der ETH Zürich:

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

## Grosses Engagement für Innovation und Talente

Den Ursprung des Lebens erforschen, brillante Studierende fördern und ein Schub für den neuen Begegnungsort von Studierenden und der unternehmerischen Community: Der Jahresbericht der ETH Foundation gibt Einblick, was das grosse Engagement der Donatorinnen, Donatoren und Partner im vergangenen Jahr an der ETH Zürich ermöglichte. Über 2900 Privatpersonen, Stiftungen und Unternehmen förderten die ETH im Jahr 2022 mit mehr als 3600 Donationen, Erbschaften und Legaten in der Höhe von insgesamt 111 Millionen Schweizer Franken. ○

Zum vollständigen Jahresbericht:

—> [report22.ethz-foundation.ch](https://report22.ethz-foundation.ch)

## Spark Award für neuen Korrosionsschutz

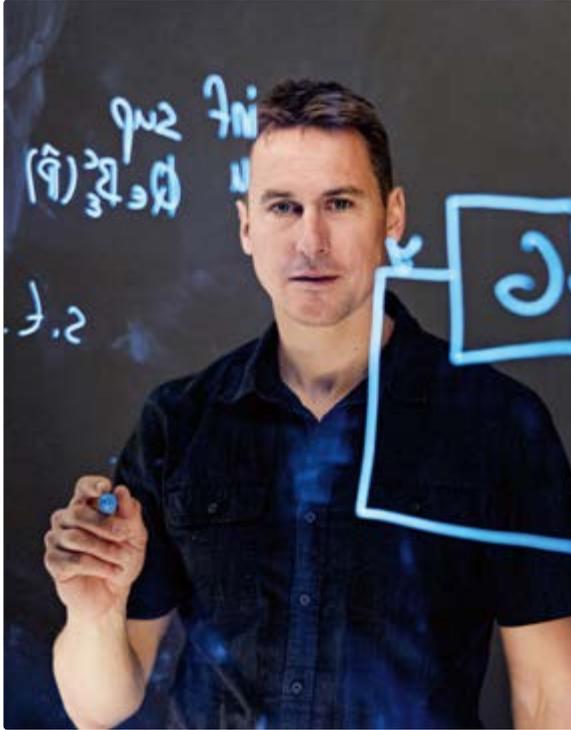
Effektiver, wiederverwendbar und selbstheilend – ein neuer Korrosionsschutz wurde mit dem Spark Award 2023 der ETH Zürich ausgezeichnet. Vor rund 200 Gästen nahmen Walter Caseri, Professor für Multifunktionsmaterial, Marco F. D'Elia und Mirko Magni den Spark Award im Namen des insgesamt fünfköpfigen Forschungsteams entgegen. «Diese Technologie bedeutet eine entscheidende Verbesserung für den Schutz vor Korrosion und leistet zudem einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft», sagte Vanessa Wood, ETH-Vizepräsidentin für Wissenstransfer und Wirtschaftsbeziehungen, bei der Preisübergabe. Das Material sei wiederverwendbar, könne beschädigte Stellen selbst reparieren und verfüge über ein grosses Marktpotenzial. ○



Bild: ETH Zürich / Oliver Bartenschläger

Die Gewinner des Spark Awards 2023 (v.r.n.l.): Walter Caseri, Marco F. D'Elia und Mirko Magni mit Vanessa Wood, ETH-Vizepräsidentin für Wissenstransfer und Wirtschaftsbeziehungen.

# PERSÖNLICH



Die Regelungstechnik ist für Florian Dörfler das Rückgrat aller Automatisierung. In seiner Freizeit bevorzugt er Naturerlebnisse ohne Feedbackschleifen.

**FLORIAN DÖRFLER** ist Professor für Komplexe Regelsysteme am Departement Informations-technologie und Elektrotechnik.

→ [control.ee.ethz.ch](http://control.ee.ethz.ch)

**Ihr Fachgebiet ist die Regelungstechnik.**

**Wo treffen wir diese im Alltag an?**

Das Prinzip der Regelungstechnik ist das Feedback zwischen der physikalischen Welt und der Welt der Algorithmen. Ob wir es wahrnehmen oder nicht, das Konzept der Automatisierung über Feedbackschleifen hat unseren kompletten Alltag durchdrungen: Es steckt in der automatischen Geschwindigkeitsregelung im Auto, in den Technologien unserer Haushaltsgeräte oder in der Dämpfung von Schwingungen von Brücken.

**Was hat Regelungstechnik mit Fake News zu tun?**

Feedbackschleifen kommen auch in sozialen Systemen zum Tragen. Gestützt auf riesige Datenmengen können wir mathematische Modelle konstruieren, mit denen sich klassische Hypothesen der Soziologie validieren lassen: zum Beispiel, wie sich Fake News in den sozialen Medien verbreiten.

**Die ETH Zürich bietet mit der Ashesi Universität einen gemeinsamen Studiengang an – was hat Sie motiviert, in Afrika zu unterrichten?**

Ich wollte eine neue Erfahrung in einer mir unbekanntem Kultur machen, einen Beitrag zur Bildung leisten, aber auch von den Studentinnen und Kollegen vor Ort lernen. Die Studierenden in Ghana haben weniger Vorwissen, sie sind extrem motiviert und wissensdurstig. Ich habe am Ende dort die gleiche Prüfung wie an der ETH durchgeführt. Raten Sie mal, wer besser abgeschnitten hat?

**Träumen Sie auch privat von intelligenten Haushalten oder autonomen Fahrzeugen?**

Ich verbringe genug Zeit mit futuristischen Technologien in meinem Berufsleben. Privat benötige ich Abwechslung und flüchte oft vor unserer technologisierten, vernetzten und hektischen Welt. Am liebsten ist mir ein einsames und wildes Abenteuer mit Freunden in den Bergen oder ein Naturerlebnis mit meiner Familie.

**Welche Entwicklung wird die nächsten Jahre am stärksten prägen?**

Die Automatisierung ist ursprünglich ein sehr analoges Fachgebiet – heutige Probleme verlangen aber nach einem algorithmischen und digitalen Denken: Realzeitoptimierung oder maschinelles Lernen spielen eine immer grössere Rolle in allen Anwendungsgebieten. Daneben erfordern neue Entwicklungen wie die Quantentechnologie auch neue Methoden in der Automatisierungstechnik. Die Zukunft bleibt spannend! ○

AUFGEZEICHNET Karin Köchle

# EINMAL TIEF EINATMEN,



# BITTE!

TEXT Corinne Johannssen  
BILDER Daniel Winkler

**REPORTAGE** Die Lunge beherbergt eine komplexe Flüssigkeit: das Surfactant. Es kann bei Frühgeborenen oder Covid-Betroffenen auf der Intensivstation über Leben und Tod entscheiden. Eine ETH-Materialwissenschaftlerin will etwas Licht in die trübe Substanz bringen.

Maria Novaes Silva ist eine quirlige junge Frau. Sie geht zügig durch die Gänge der ETH-Labore von Jan Vermant. Kaum hat sie die Labortür im Obergeschoss geschlossen, ist sie auch schon unten im fensterlosen Keller. Bei ihrer Versuchsanlage angekommen, zieht sie sich den Labormantel über und wird ruhig und konzentriert. Ganz vorsichtig giesst sie eine trübe Flüssigkeit in eine kleine Kammer aus Plexiglas. «Diese komplexe Flüssigkeit heisst Surfactant und wurde aus der Lunge von Tieren gewonnen.» Im Rahmen ihrer Doktorarbeit will Maria die Eigenschaften dieser besonderen Flüssigkeit besser verstehen.

Spezielle Lungenzellen produzieren das Surfactant. Es erleichtert das Einatmen und verhindert am Ende des Ausatmens, dass die Lungenbläschen kollabieren. Medizinisch hat das Surfactant eine grosse Bedeutung. Kommen Frühgeborene zur Welt, bevor ihre Lunge ausgereift ist, sind ihre Überlebenschancen deutlich kleiner. Mit einer Surfactant-Injektion in die Lunge versucht die Medizin, das Organ zu retten. Und bei Covid-Patient:innen, die beatmet werden müssen, sind die Lungenzellen, die das Surfactant produzieren, beeinträchtigt.

Jan Vermant, ETH-Professor für weiche Materialien und Mitglied des Kompetenzzentrums für Materialien und Prozesse (MaP), ist viel in Kontakt mit Mediziner:innen und Ärztinnen. Von ihnen weiss er, dass bei der Beatmung von Patient:innen ab und an eine tiefe Atmung stattfinden →

Die Materialwissenschaftlerin Maria Novaes Silva untersucht im Labor das Lungensurfactant.



1

1  
Maria ist Doktorandin im Labor von Jan Vermant.

2  
In der kleinen Plexiglas-kammer simuliert Maria die Atmung.



2

muss. Wäre die Beatmung konstant regelmässig, würde sich die Lungenfunktion verschlechtern. Warum es für die Lunge wichtig ist, dass sie sich immer mal wieder vollständig füllt, versteht die Medizin noch nicht im Detail. Immerhin kann für junge Eltern die Vorstellung tröstlich sein, dass das schreiende Kind gerade seine Lunge mal wieder ordentlich füllt. «Ein tiefer Seufzer von Zeit zu Zeit ist wichtig für unsere Atmung», weiss Maria.

Maria vermutet, dass die Oberflächenspannung des Surfactants damit zu tun hat. Molekulare Kräfte sorgen bei Flüssigkeiten dafür, dass ihre Oberfläche so klein wie möglich gehalten wird. In der Oberflächenspannung liegt auch der Grund, warum Wassertropfen rund sind. Um diese Vermutung zu prüfen, simuliert Maria in der gefüllten Plexiglas-kammer durchschnittliche Atemzüge und misst dabei die Spannung der Oberfläche des Surfactants. Im ersten Experiment führt sie die Luft gleichmässig zu und ab. Sie simuliert die Ruheatmung. Dabei misst die Materialwissenschaftlerin eine Oberflächenspannung von 25 Millinewton pro Meter. Maria hilft, diese Zahl einzuordnen: «Dies ist eine hohe Oberflächenspannung, wenn es um die Atmung geht. Wenn wir immer dagegen atmen müssten, wäre das sehr anstrengend.»

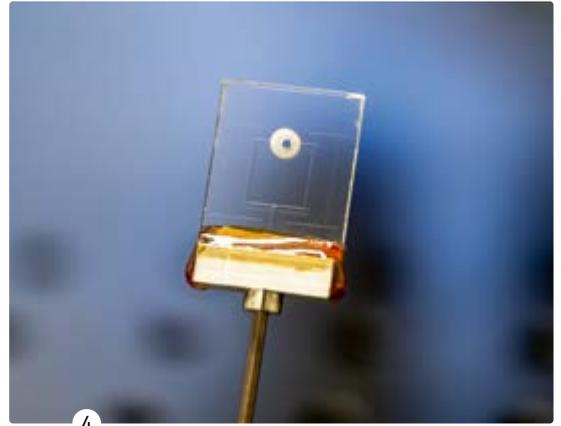
In einem zweiten Experiment stört sie die gleichmässige Ruheatmung jeweils nach etwa vier Zyklen durch eine einmalige grössere Luftzufuhr. Strömt die Luft danach wieder gleichmässig ein und aus, sinkt die Spannung von 25 auf 15. «Wir

vermuten, dass tiefe Atemzüge von Zeit zu Zeit wichtig sind, um die Oberflächenspannung zu senken und so das Atmen zu erleichtern.»

Zur Veranschaulichung hat Maria eine Präsentation vorbereitet. Im Seminarraum erklärt sie, dass sich unser Atmungssystem von der Luftröhre über die Bronchien und Bronchiolen bis zu den Alveolen mehr als zwanzigmal gabelt. Die Alveolen ganz am Ende dieses Bäumchens bilden ein Netzwerk aus mehreren hundert Millionen Bläschen, verbunden durch Poren. Diese Lungenbläschen füllen sich beim Einatmen und entleeren sich beim Ausatmen wieder. Damit sie in leerem Zustand nicht kollabieren, sind sie mit dem Surfactant ausgekleidet.

3  
Mit dem Mikroskop macht  
Maria sichtbar, was im  
Inneren des Ringes passiert.

4  
Der kleine Ring imitiert  
die Lungenbläschen.



4



3

**BIS ZUM TIEFEN SEUFZER** Zurück im Labor füllt sie das tierische Surfactant nun in eine andere Versuchsanlage. Sie erinnert an eine riesige Spinne mit edlen, silbernen Beinen. In der Mitte hängt von oben eine dünne Nadel scheinbar schwebend über dem Surfactant. Weltweit gibt es nur eine Handvoll dieser einzigartigen Apparaturen, entwickelt im Labor an der ETH. Im Keller hat Maria die natürliche Atmung simuliert: einige leichtere Atemzüge, ab und an ein tiefer. Hier im Obergeschoss simuliert sie mehrere Atemzüge der leichteren Ruheatmung, dann graduell immer tiefere Atemzüge, zuletzt die tiefen Seufzer. Durch das Dehnen und Zusammenziehen ändert sich die Fläche des Surfactants. Dabei misst die Nadel die

Oberflächenspannung. So kann Maria herausfinden, welchen Einfluss die Atemtiefe hat. Im Moment scheint es so, dass die Ausdehnung jener Faktor ist, der die Oberflächenspannung senkt und das Atmen erleichtert.

«Die Situation in der Lunge ist natürlich viel komplexer», führt die Doktorandin schon fast entschuldigend aus. «Aber wir sind Materialwissenschaftler und wollen die einzelnen Eigenschaften eines Materials möglichst präzise charakterisieren und entkoppeln deshalb das komplexe Zusammenspiel der verschiedenen Kräfte mit Absicht.»

Maria arbeitet an diesem Morgen noch an einer dritten Versuchsanlage. Unter dem Mikroskop liegt ein kleiner Ring mit einem Loch in →



5

5  
Maria befüllt die einzigartige Versuchsanlage mit dem Surfactant.

der Mitte. Er ist umgeben von kleinsten Poren. Auch er ist mit dem Surfactant gefüllt. Übt Maria nun über eine Apparatur Druck auf die Flüssigkeit aus, wird der Film dünner – bis er irgendwann reisst. «Das ist so gewollt», sagt Maria schmunzelnd. Sie erinnert nochmals an ihre Präsentation im Seminarraum. Die Alveolen, die kleinen Lungenbläschen, sind durch Poren miteinander verbunden. Es könnte sein, dass bei der Atmung der dünne Surfactant-Film reisst, um den Druck innerhalb der Alveolen via Poren auszugleichen.

**INHALIEREN STATT INJIZIEREN** Das Surfactant ist eine geheimnisvolle Flüssigkeit, die Maria sichtlich fasziniert. Bei ihren materialwissenschaftlichen Experimenten treiben sie immer auch die medizinischen Fragestellungen an. Die Injektionen bei den Frühgeborenen zum Beispiel. Es gibt Ansätze, das Surfactant nicht über eine Injektion, sondern nicht-invasiv über eine Atemmaske in Form von Aerosolen in die Lunge zu bringen. «Wir wollen mit unserer Forschung herausfinden, was die besten Parameter sind, um diese Technik zu verbessern», fasst Maria zusammen. «Wenn wir die Mechanismen verstehen, können wir den Medizinern helfen, ihre Werkzeuge zu verbessern.»

Maria, die quirlige junge Materialwissenschaftlerin, scheint mit viel Energie, Motivation und Ausdauer an diesem Ziel zu arbeiten. ○

**DOKTORATSSCHULE** Die MaP Doctoral School wurde 2021 gegründet, um die Vernetzung über die Departementsstruktur hinweg zu fördern. Sie bietet Doktorierenden eine erstklassige Ausbildung in fünf thematischen Ausrichtungen, die die Hauptforschungsgebiete der ETH Zürich im Bereich Materialien und Prozesse widerspiegeln. Das Angebot umfasst massgeschneiderte Aktivitäten wie Seminarreihen, Laborbesichtigungen und Exkursionen sowie ein vielseitiges Programm zur Entwicklung persönlicher Fähigkeiten. Die School geht aus dem MaP, dem Kompetenzzentrum für Materialien und Prozesse der ETH Zürich, hervor, das 80 Forschungsgruppen aus 11 Departementen mit über 600 Doktorierenden vereint.

→ [doctoral-school.ethz.ch](https://doctoral-school.ethz.ch)

# FRISCHER WIND IM ENERGIESEKTOR

TEXT Santina Russo  
BILDER Daniel Winkler



# Liliane Ableitner hat während ihrer Doktorarbeit an der ETH Zürich ein Abrechnungstool für Energiegemeinschaften mitentwickelt. Drei Jahre später ist sie CEO eines erfolgreichen Start-ups mit 20 Mitarbeitenden.

Liliane Ableitner ist längst ein Profi. Innett kürzester Zeit hat sie den Übergang von der Doktorandin an der ETH Zürich zur CEO eines international tätigen Start-ups geschafft. Inzwischen hält sie TED-Talks, wurde mehrmals von der Handelszeitung interviewt und stand 2020 auf der «Forbes»-Liste der einflussreichsten 30 unter 30 in der Region Deutschland, Österreich und Schweiz. Ganz abgesehen davon, dass die heute 32-Jährige täglich mit den CEOs grosser Energiekonzerne verhandelt, mit ihnen über die Stromzukunft spricht und darüber, was ihre Firma Exnaton und ihr Softwareprodukt dazu beitragen können. Dass Liliane Ableitner dort auf Augenhöhe mitredet, mehr noch, die Branche mitprägt, glaubt man sofort, so selbstbewusst und routiniert wirkt sie. Doch das musste gelernt sein. «Ich muss mich in diesem traditionellen Sektor manchmal ganz schön behaupten», sagt Ableitner. Das passt zu ihrem Produkt: Auch dieses bringt frischen Wind in die Energiebranche.

**SKEPSIS AUS DER ENERGIEBRANCHE** Schon im Wirtschaftsinformatikstudium an der Universität Bamberg in Bayern hatte sich Ableitner auf das Thema Energie konzentriert. «Mich hat vor allem die Frage umgetrieben, wie wir die privaten Haushalte mit in die Energiewende nehmen.» In ihrer Doktorarbeit an der ETH arbeitete sie dann zunächst daran, die Energiedaten der Haushalte zu visualisieren. «Ein direktes Feedback zeigt den Menschen: Du brauchst so viel Strom und so viel Warmwasser», erklärt Ableitner, «und wenn du hier reduzierst, tust du der Umwelt etwas Gutes.» Spä-

**LILIANE ABLEITNER** studierte an der Universität Bamberg Wirtschaftsinformatik. In ihrer Doktorarbeit an der ETH arbeitete sie an der Entwicklung einer Software mit, die Stromdaten sichtbar macht und den Handel von Solarstrom in Energiegemeinschaften ermöglicht. 2020 gründete sie zusammen mit zwei Partnern aus diesem Projekt das Start-up Exnaton.

ter kam sie auf die Idee, die Produktion von Strom mit einzuschliessen: Sie wollte Haushalte, die mit einer Solaranlage Strom produzieren, mit anderen Haushalten zusammenbringen und einen lokalen Stromhandel ermöglichen. Gemeinsam mit weiteren Kolleg:innen der ETH reichte sie beim Bundesamt für Energie einen Forschungsantrag ein. Das Projekt wurde finanziert und gross aufgezogen: Mit dabei waren auch Forschende der Universität St. Gallen und als Partner etwa die BKW und die SBB.

Allerdings kam die Idee des jungen Teams nicht von Anfang an gut an. «Am Kick-off-Meeting waren viele der etablierten Energiegeneration im Raum, und alle waren kritisch», erinnert sich Ableitner. Sie meinten, die Bevölkerung interessiere sich nicht für den lokalen Stromhandel. Es sei zu früh für das Projekt. «Wir waren damals ziemlich entmutigt nach dem Treffen», erzählt Ableitner.

**STROMHANDEL IM QUARTIER** Dennoch macht das Team weiter und konstruiert den Prototyp der Software inklusive Smartphone-App. Zu Ableitners Aufgaben gehört es, die App zu gestalten, zu programmieren und zu evaluieren. Im vergleichsweise kleinen Energieunternehmen EW Walenstadt finden die Forschenden einen Praxispartner: vierzig Testhaushalte eines Quartiers im sankt-gallischen Walenstadt machen mit. Einige produzieren mit Solaranlagen Strom, andere kaufen den Überschuss. Dabei sorgt die inzwischen PowerQuartier getaufte App für eine problemlose Bewirtschaftung: Sie analysiert tausende Datenpunkte von den Smartmetern in den Haushalten und zeigt in Echtzeit den Stromverbrauch sowie wer mit wem handelt. Ebenfalls über die App bieten die Verkäufer- und Einkäufer-Haushalte Strompreise, sodass der Algorithmus Angebot und Nachfrage berechnen kann.

Als Ableitner und ihre Kolleg:innen die Nutzungsdaten aus Walenstadt anschauen, sind sie überwältigt davon, wie gut der Stromhandel per App ankommt: Manche Haushalte loggen sich gar täglich ein, die meisten einmal im Monat. «Das ist enorm häufig, verglichen damit, wie selten die Haushalte sonst mit ihrem Stromverbrauch in Berührung kommen, nämlich einmal im Jahr bei der

Abrechnung», sagt Ableitner. Auch der Stromhandel funktioniert: Die Haushalte verändern fleissig die Preise und bestimmen so den eigenen Markt mit. Und plötzlich schlägt das Pionierprojekt in der ganzen Schweiz mediale Wellen. Zahlreiche Bürger:innen rufen das Team an der ETH an, um zu fragen, wie sie dabei sein können. «Wann kommt das Projekt nach Opfikon, wann nach Biel, fragten die Leute», erzählt Ableitner und freut sich noch heute darüber. Der unerwartete Erfolg beflügelt das Team. 2020 gründet Ableitner zusammen mit den Partner:innen Anselma Wörner und Arne Meeuw das Start-up Exnaton.

**ALT UND NEU VERBINDEN** Eine Schwierigkeit nach der Gründung: Welches Feedback soll das junge Team annehmen, welches beiseitelassen? Denn: «Feedback erhält man dauernd, angefangen bei der Farbe des Logos bis hin zum Geschäftsmodell», so CEO Ableitner. Auf Geldsuche pitcht das Team unzählige Male vor Investoren und alle haben eine Meinung. «Die einen meinten, wir sollten PowerQuartier an Energieversorger verkaufen, die anderen rieten uns davon ab – wir sollten direkt die Haushalte als Kunden anpeilen.»

Exnaton entscheidet sich für die Energieunternehmen als Kunden. Denn diese müssen sich darauf einstellen, dass künftig immer mehr Haushalte eigenen Strom produzieren, und benötigen ein Dienstleistungsangebot, das es ihnen erlaubt, ihre Kunden mit in die Energiewende zu nehmen. PowerQuartier bringt genau das: Das Tool verarbeitet die detaillierten Stromdaten aus lokalen Energiegemeinschaften mit unterschiedlichen Tarifen zu unterschiedlichen Zeitpunkten – eine Voraussetzung, um mit solchen Energiegemeinschaften umgehen zu können. «Damit ermöglichen wir den Energieunternehmen quasi, Alt und Neu zu verbinden», sagt Ableitner. «Sie können ihre Netzinfrastruktur nutzen, um Energiegemeinschaften die richtigen Informationen und Services zur Verfügung zu stellen.»



«Wir ermöglichen den Energieunternehmen, Alt und Neu zu verbinden.»

Liliane Ableitner

**ARBEITEN IM ABENTEUERLAND** Dennoch: Ableitners Exnaton ist im Austausch mit Energieunternehmen der David inmitten von Goliaths. Was hilft? «Wenn man von der eigenen Idee überzeugt ist, weil man weiss, wofür man kämpft», sagt Ableitner. Ein guter Teil davon ist ihre Aufgabe. Als CEO ist sie das Gesicht der Firma, Sales- und Marketingverantwortliche und Chefin von aktuell zwanzig Mitarbeitenden. Diese sitzen nicht nur im Hauptbüro in Zürich, sondern auch in Deutschland, Schweden, Belgien, Italien, Spanien und Ägypten. Der Arbeitsplatz, an dem sich alle treffen, ist virtuell, kreierte mit einem Tool namens WorkAdventure. Darin können die Mitarbeitenden als Avatare, die an frühere Nintendo-Figuren erinnern, etwa am Arbeitsplatz sitzen, sich besuchen oder im Besprechungsraum treffen – dann startet automatisch eine Videokonferenz. «Das sorgt trotz der Distanz für eine Zusammengehörigkeit im Team», erklärt die CEO.

Seine Kunden hat Exnaton bislang vor allem in Deutschland, Österreich und Luxemburg. In der Schweiz wird die Möglichkeit von Energiegemeinschaften über ganze Quartiere hinweg erst im Parlament diskutiert. Andere Länder sind weiter: In Österreich etwa ermöglicht PowerQuartier, dass Energieversorger für Energiegemeinschaften eine Art Abo anbieten, wie Ableitner erzählt. «Dieses kostet drei oder vier Euro pro Monat, dafür übernimmt das Unternehmen die praktischen Belange des Stromhandels.» Die Haushalte bekommen die App, mit der sie handeln und dabei etwas Gutes für die Umwelt tun können – genau das, was Liliane Ableitner von Anfang an erreichen wollte.

Was kommt für sie als Nächstes? «Die kommenden Jahre sind auf die Firma fokussiert, das ist ganz klar.» Danach? Sie könnte sich durchaus vorstellen, eine neue Firma zu gründen, vielleicht ein zweites Energie-Start-up – wenn sie die nächste Marktlücke im Energiesektor entdeckt. ○

# ENTDECKEN

○ Führung

## Die Fleisch-Pflanzer

Seit 2019 produziert das erfolgreiche ETH-Start-up Planted Fleischersatz aus Pflanzen. Erbsen, Wasser und Rapsöl – mehr braucht es nicht für ein veganes Poulet. Bei einem spannenden Rundgang durch die gläserne Fabrik in Kempththal erfahren Besuchende, welche Pflanzenproteine sich für die Herstellung von pflanzlichem Fleisch eignen und woher sie kommen.

En Guete!

8. August 2023, 18.15 – 19.15 Uhr

Kostenlose Anmeldung und weitere Angebote sowie Infos unter

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



Bild: ETH-Bibliothek; ETH Zürich / Albert Krebs; Komposition: Sergeant

○ Ausstellung

## extract

Mit extract hat die ETH Zürich eine neue Ausstellungsfläche für die Sammlungen und Archive geschaffen. Hier finden Besuchende ein kuratiertes Destillat von Objekten und Dokumenten, nicht als einzelne Sammlung, sondern interdisziplinär. Ab August 2023 lädt extract zur ersten Ausstellung über Biodiversität und deren Verlust ein. Der Eintritt ist frei.

Montag bis Sonntag, 10.00 – 17.00 Uhr  
ETH Zürich, Zentrum, Hauptgebäude

Mehr unter:

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



Bild: Alessandro Della Bella

Wieder an der Scientifica mit dabei: Nachwuchsförderungsprojekte von mint & pepper

○ Scientifica – Zürcher Wissenschaftstage

## Was die Welt zusammenhält

Die diesjährige Scientifica widmet sich unter dem Motto «Was die Welt zusammenhält» dem Spannungsfeld zwischen Ordnung und Chaos im Großen und im Kleinen. Welche Kräfte sorgen dafür, dass die Welt um uns herum stabil ist? Was hält physikalische, biologische oder soziale Systeme im Gleichgewicht? Diese Fragen spielen für Forschende aus allen Bereichen eine grundlegende Rolle, ganz egal ob sie sich mit Atomen oder sozialen Netzwerken, mit Geopolitik oder ganzen Ökosystemen beschäftigen.

An der Scientifica öffnen die ETH und die Universität Zürich ihre Pforten und laden die Bevölkerung ein, Wissenschaft selbst zu erleben. Im Zentrum stehen dabei die Forschenden und Lehrenden, die den Besuchenden ihre Begeisterung für die Wissenschaft vermitteln.

2. und 3. September 2023

ETH Zürich, Zentrum und Campus Hönggerberg,  
UZH-Zentrum und Irchel

Mehr Informationen:

→ [scientifica.ch](https://scientifica.ch)

○ Ideenwerkstatt und Experimentierlabor

## Startbahn 29

Das Forscherlabor befindet sich an einem aussergewöhnlichen und spannenden Lernort im Innovationspark Zürich mit Schnittstelle zur Forschung und Zugang zu Hightech-Infrastruktur, etwa aus dem Robotikbereich der ETH Zürich. Begleitet von Fachpersonen lernen Kinder und junge Erwachsene zwischen 7 und 25 Jahren die faszinierende Welt der Naturwissenschaften kennen.

Mehr Infos:  
→ [startbahn29.ch](http://startbahn29.ch)

○ Dauerausstellung

## Thomas Mann und sein Arbeitszimmer

Im Zentrum der neu konzipierten Dauerausstellung steht der berühmte Schreibtisch Thomas Manns, der ihn auch im Exil begleitete. Gemeinsam mit der privaten Bibliothek und zahlreichen Gegenständen aus verschiedenen Kulturen bildete er die kreative Umgebung und Entstehungsbedingung für Manns Werk. Wie hat der Schriftsteller, der in der Schweiz seine letzte Heimat fand, gearbeitet? Welche Werkzeuge und Gewohnheiten haben den Schreibprozess bestimmt?

ETH Zürich, Zentrum, Hauptgebäude

Mehr dazu:  
→ [tma.ethz.ch](http://tma.ethz.ch)



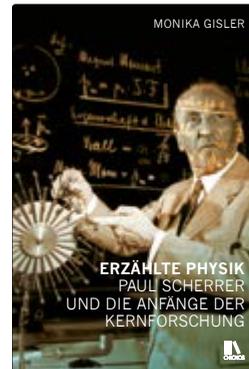
Bild: Frank Blaser

○ Buchtipp

## Erzählte Physik

### Paul Scherrer und die Anfänge der Kernforschung

Paul Scherrer lebte viele Leben. Als junger, erfolgreicher Wissenschaftler stieg er rasch in die oberste Gilde der Physik auf und versammelte alsbald illustre Namen um sich: Wolfgang Pauli, Albert Einstein oder Werner Heisenberg. Als begnadeter Lehrer an der ETH Zürich begeisterte er mehrere Generationen von Studierenden. Als umtriebiger Wissenschaftspolitiker trug er dazu bei, die Physik in der Schweiz zu einer der wissenschaftlichen Leitdisziplinen des 20. Jahrhunderts zu machen.



Er war Präsident der Schweizerischen Kommission für Atomfragen und Mitbegründer des CERN und verstand es hervorragend, das Interesse der Öffentlichkeit zu wecken und beachtliche Forschungsmittel zu beschaffen. Paul Scherrer hatte aber auch unbekanntere Seiten: Während der Kriegsjahre ermöglichte er es jüdischen Geflüchteten, an der ETH Zuflucht zu nehmen, zudem stand er mit dem amerikanischen Geheimdienst in Verbindung und belieferte diesen mit Informationen. Die Autorin Monika Gisler schildert Scherrers Wirken und erzählt zugleich die Geschichte der Kernphysik. Dabei geht es auch darum, Mythen rund um die Person Scherrer und die kernphysikalischen Ambitionen der Schweiz zu entlarven.

Chronos Verlag  
ISBN 978-3-0340-1714-5  
Umfang: 260 Seiten

# OUT OF FOKUS



Wasser: gesehen von Michael Meister

**IMPRESSUM Herausgeber:** ETH Alumni / ETH Zürich, ISSN 2235-7289 **Redaktion:** Corinne Johannssen, Karin Köchle (Co-Leitung), Anna Janka, Michael Keller, Nicol Klenk, Florian Meyer, Peter Rüegg, Felix Würsten **Mitarbeit:** Santina Russo, Samuel Schläefli  
**Inseratverwaltung:** ETH Alumni / ETH Zürich **Inseratmanagement:** Fachmedien, Zürichsee Werbe AG, Stäfa, info@fachmedien.ch, +41 44 928 56 53 **Gestaltung:** Crafft AG, Zürich **Korrektorat und Druck:** Linkgroup AG, Zürich **Übersetzung:** trawo-Übersetzungen; Clare Bourne; Gena Olson **Barrierefreies PDF:** Manu Heim, Matija Pavic, Karen Rudd **Auflage:** 38 800 deutsch, 16 100 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



# *Scientifica*<sup>23</sup>

*Was die Welt zusammenhält*



# Das Zürcher Wissenschaftsfestival

**28. August – 1. September**

Veranstaltungen in der Stadt Zürich

**Wochenende vom 2. – 3. September**

Interaktive Ausstellung, Laborführungen und Kurzvorlesungen  
in den Hauptgebäuden der UZH und der ETH, auf dem Campus Irchel  
und dem Campus Hönggerberg



#scientifica23  
[www.scientifica.ch](http://www.scientifica.ch)

Veranstaltungspartnerin:



**Stadt Zürich**  
Stadtentwicklung

Medienpartner:





## maxon UAV-Antriebssysteme. Sicher und effizient.

maxon garantiert die höchste Qualität von Produkten, Prozessen und Zertifizierungen im Drohnenmarkt. maxon UAV Antriebssysteme bestehen aus BLDC-Motoren, ESCs und Propellern, die für höchste Sicherheit und Effizienz gebaut sind. Sie bieten hohen Schub, hohe Leistungsdichte, optimalen Wirkungsgrad und lange Lebensdauer für beste Umweltverträglichkeit. Profitieren Sie von über 60 Jahren Erfahrung und einer Antriebstechnologie, die sich auf dem Mars bewährt hat. Kontaktieren Sie unsere Spezialisten: [uav.maxongroup.com](http://uav.maxongroup.com)