

# Empa Quarterly

FORSCHUNG & INNOVATION II #80 II JULI 2023

FOKUS: FORSCHUNGSFÖRDERUNG

## WIR SCHMIEDEN TALENTE



RECYCLINGASPHALT  
SCHLANGENPOLYMERE  
MIKROPLASTIK

## [ INHALT ]

[ FOKUS: FORSCHUNGSFÖRDERUNG ]



32



27

20



18

12

## [ FOKUS ]

**11** FORSCHUNGSFÖRDERUNG  
Auf dem Weg nach oben

**12** KREISLAUFWIRTSCHAFT  
Kinder kreieren kreativ  
Kreisläufe

**16** ENERGIESPEICHER  
Wie machen wir Energie  
haltbar?

**18** NACHHALTIGES BAUEN  
Saubere Schlammschlacht

**20** PORTRAIT  
So lange, bis die Chemie  
stimmt

**24** SCHWEIZER JUGEND FORSCHT  
Auf Terahertz-Strahlen  
nach Mexiko

**26** LERNENDE  
UnsereASSE in den  
Lehrberufen

**27** SPIN-OFF  
Die Akku-Revolutionäre

**30** ZUKUNFTSFONDS  
Fresszellen gegen Krebs

## [ THEMEN ]

**08** RECYCLING- ASPHALT  
Aus (Asph)alt mach neu

**32** MIKROPLASTIK  
Wie viel Mikroplastik  
steckt in Schweizer  
Gewässern?

## [ RUBRIKEN ]

**04** WISSEN IM BILD

**06** IN KÜRZE

**34** UNTERWEGS

## [ TITELBILD ]



Die Chemikerin Dorina Opris erforscht an der Empa, wie sich komplexe elektroaktive Polymere synthetisieren lassen. Sie ermutigt junge Forschende dazu, sich den Herausforderungen einer wissenschaftlichen Karriere zu stellen – und ist bestrebt, ein inspirierendes Umfeld in ihrer eigenen Forschungsgruppe zu schaffen (siehe S. 20).  
Bild: Marion Nitsch

## [ IMPRESSUM ]

**HERAUSGEBERIN** Empa  
Überlandstrasse 129  
8600 Dübendorf, Schweiz  
www.empa.ch

**REDAKTION** Empa Kommunikation  
**ART DIREKTION** PAUL AND CAT.  
www.paul-and-cat.com

**KONTAKT** Tel. +41 58 765 47 33  
redaktion@empa.ch

www.empaquarterly.ch

**VERÖFFENTLICHUNG**  
Erscheint viermal jährlich  
**PRODUKTION**  
anna.ettlin@empa.ch

ISSN 2297-7406

Empa Quarterly (deutsche Ausg.)

CONDITIO SINE  
QUA NON FÜR  
INNOVATION

Liebe Leserin,  
lieber Leser,



Was ich damit meine? Ganz einfach: helle Köpfe! Um genau die geht es in dieser Quarterly-Ausgabe. Wir stellen Ihnen hier regelmässig innovative, manchmal bahnbrechende Ideen vor – und sind darob oft derart begeistert, dass die MacherInnen dahinter fast etwas in den Hintergrund rutschen.

Dabei sind es genau diese Talente, die die Schweiz seit Jahren zu einem der weltweit innovativsten Länder machen. Und die gilt es, zu fördern und nach Kräften zu unterstützen. Denn der globale «War for talents» – verzeihen Sie mir die martialische Metapher – wird zunehmend härter. Daher ist es nur weit-sichtig (und zu einem gewissen Masse auch egoistisch), wenn man der einzigen natürlichen Ressource unseres Landes auch Sorge trägt. Denn die Nachwuchsforschenden, Studierenden und Lernenden von heute sind die Entscheiderinnen und Lenker von morgen.

Ob in einem kreativen «Schlagabtausch» mit SchülerInnen beim Skizzieren einer nachhaltigen Welt von morgen (S. 12), ob in einem hochaktuellen «Master»-Projekt zur Energiespeicherung (S. 16) oder beim nationalen Wettbewerb «Schweizer Jugend forscht», an dem zwei unserer Lernenden mit ihrem Terahertz-basierten Plastikabfallsortierer brillierten (S. 24) – Talentförderung an der Empa ist enorm vielgestaltig.

Unsere «Bright Minds» sind übrigens auch die Stars einer neuen Video-Serie, mit der wir Ihnen unsere Forschenden und ihre cleveren Ideen künftig regelmässig näherbringen wollen. Also: Tune in!

Und viel Spass beim Lesen.  
Ihr MICHAEL HAGMANN

**DIE LERNENDE MASCHINE**

Videospiel-Hardware im Dienste der Wissenschaft: Auf diesen Grafikprozessoren werden neuronale Netze für die schnelle Klassifizierung von Kohlenstoff-Nanoröhrchen trainiert. Empa-Forschende vermessen grosse Mengen von Röhrchen mittels Raman-Spektroskopie und das neuronale Netzwerk wertet die Spektren aus – eine Methode, die eine deutlich schnellere Aufnahme der Raman-Spektren ermöglicht. Dies vereinfacht die künftige Anwendung der Nanoröhrchen. Das gemeinsame Projekt der Empa, ETH Zürich und EPFL unter der Leitung des Empa-Labors «Transport at Nanoscale Interfaces» ist Teil des Strategischen Fokusbereichs «Advanced Manufacturing» des ETH-Bereichs.

Mehr Information zum Thema finden Sie unter:  
[www.empa.ch/web/s405/high-speed-raman-imaging](http://www.empa.ch/web/s405/high-speed-raman-imaging)



Foto: Empa

## NEUE DEPARTEMENTSLEITUNG: NATHALIE CASAS ÜBERNIMMT VON BRIGITTE BUCHMANN



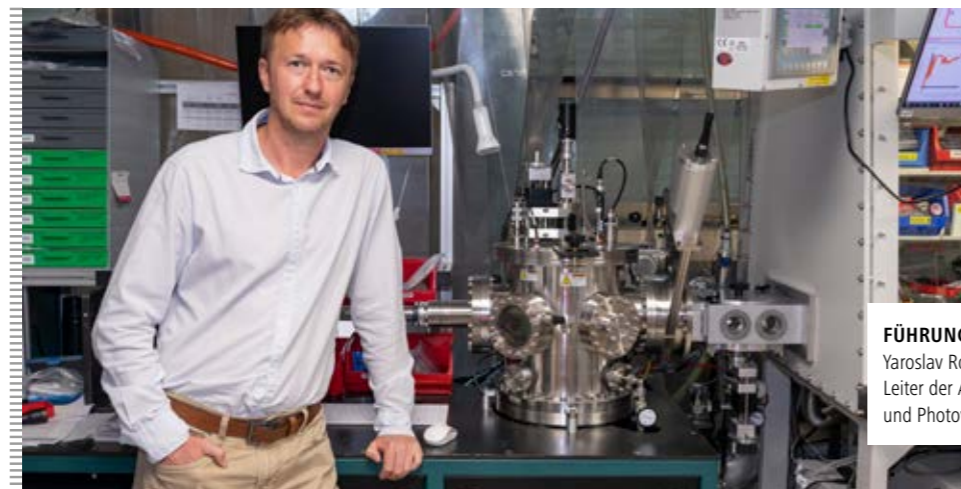
### NEUE LEITERIN

Nathalie Casas übernimmt per 1. Oktober 2023 die Leitung des Empa-Departments «Energie, Mobilität und Umwelt».

Die Direktion der Empa hat Nathalie Casas zur Nachfolgerin von Brigitte Buchmann ernannt. Die Chemie- und Bioingenieurin sowie Expertin für CO<sub>2</sub>-Abscheidung wird am 1. Oktober 2023 die Leitung des Departments «Energie, Mobilität und Umwelt» von Brigitte Buchmann übernehmen, die im Juli in den Ruhestand tritt. Nebst ihrer akademischen Karriere mit zukunftsweisender Forschung bringt Nathalie Casas eine breite Palette an Erfahrung aus den Bereichen Start-ups und Industrie sowie staatliche Innovationsförderung mit. Zuletzt war Casas beim ETH-Spin-off- und Cleantech-Unternehmen «Climeworks» als Leiterin der Abteilung «Forschung und Entwicklung» tätig und Mitglied im Innovationsrat der Innosuisse.

[www.empa.ch/web/empa/mobility-energy-environment](http://www.empa.ch/web/empa/mobility-energy-environment)

## YAROSLAV ROMANYUK WIRD ABTEILUNGSLEITER



### FÜHRUNGSWECHSEL

Yaroslav Romanyuk wird neuer Leiter der Abteilung «Dünnschichten und Photovoltaik».

Yaroslav Romanyuk übernimmt am 1. Juli die Leitung der Empa-Abteilung «Dünnschichten und Photovoltaik» von Ayodhya Tiwari, der nach mehr als 14 Jahren als Abteilungsleiter in Pension geht. Romanyuk ist seit 2008 an der Empa tätig und war bereits ab 2012 Gruppenleiter in der Abteilung, deren Leitung er nun übernimmt. Neben seiner Arbeit an der Empa ist er an der ETH Zürich, der EPFL und an der Universität Zürich als Dozent tätig. Nach seinem Masterabschluss an der «Volyn State University» in der Ukraine promovierte Romanyuk an der EPFL und war als Postdoc an der «University of California» in Berkeley.

[www.empa.ch/web/s207](http://www.empa.ch/web/s207)

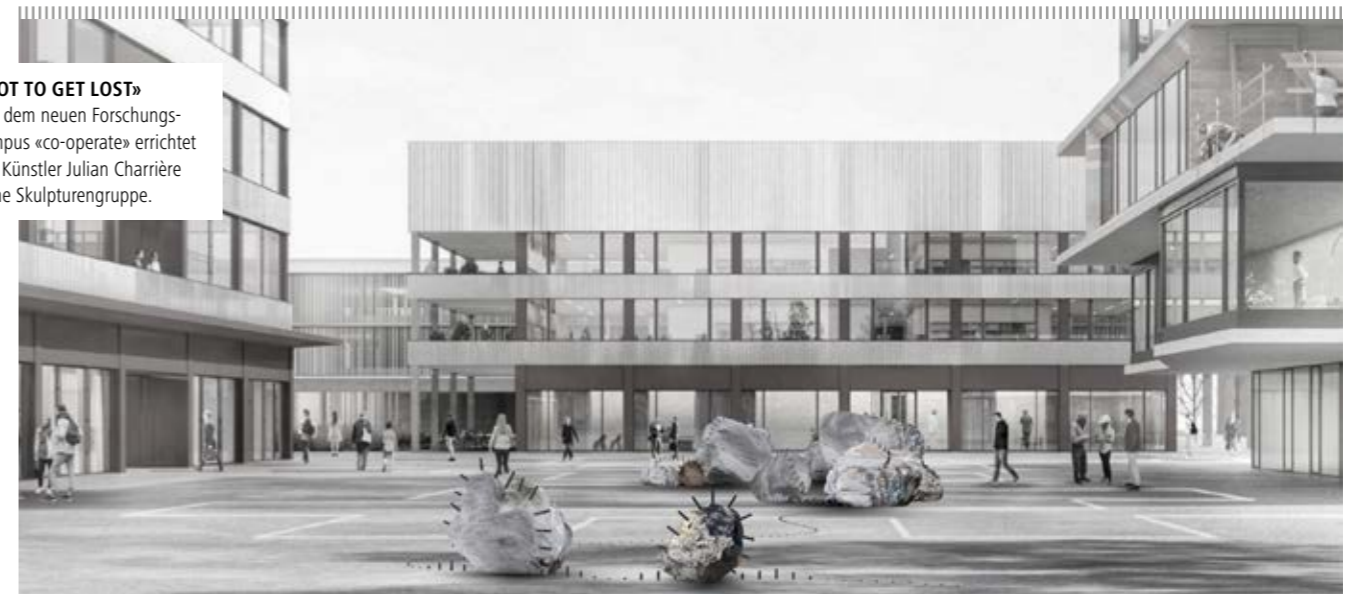
Fotos: zvg, Empa

Bilder: Julian Charrière, Empa

## EIN KUNSTWERK FÜR DEN CAMPUS

### «NOT TO GET LOST»

Auf dem neuen Forschungscampus «co-operate» errichtet der Künstler Julian Charrière seine Skulpturengruppe.



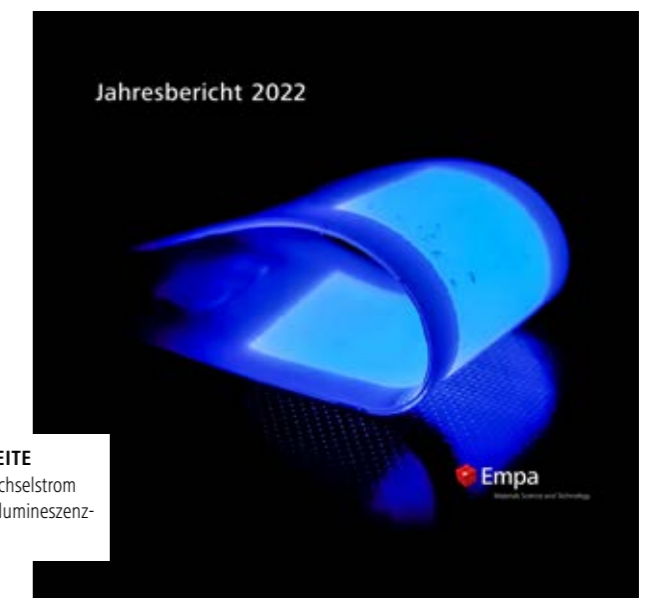
Der neue Forschungscampus «co-operate» der Empa und der Eawag naht der Fertigstellung. Zur Eröffnung im kommenden Jahr soll ein neues Kunstwerk dem Campus ein «Gesicht» geben. Der aus Lausanne stammende Künstler Julian Charrière gewann den Kunst-und-Bau-Wettbewerb mit seiner Skulpturengruppe «Not to Get Lost». Die Komposition aus Findlingen unterschiedlicher Grösse und Steinkeilen überzeugte die Jury auch deshalb, da sie eine Gemeinsamkeit von Kunst und Wissenschaft ausdrücke: Beide Professionen gingen – wenn auch auf unterschiedlichen Wegen – dem bisher Unerforschten nach. Die Steinbearbeitung als eine der ersten Kulturtechniken der Menschheit mache die Menschen mit der Teilbarkeit auch der festesten Materialien vertraut. Heutige Forschung und ihre Suche nach «dem Inneren» der Materie trägt dieses Kulturerbe weiter und in neue Dimensionen.

[www.empa.ch/web/s608/campus](http://www.empa.ch/web/s608/campus)

## JAHRESBERICHT 2022 ERSCHIENEN

2022 war ein Jahr mit vielen Veränderungen, in der Welt, in der Schweiz und an der Empa. Im Jahresbericht blicken wir auf unsere Forschung und unsere Kooperationen zurück und legen den Kurs für die Zukunft fest. Tauchen Sie ein in die spannende Welt der Forschung und Innovation und erleben Sie das breite Spektrum der Materialwissenschaften und Technologieentwicklung an der Empa.

[www.empa.ch/web/s604/empa-jahresbericht-2022](http://www.empa.ch/web/s604/empa-jahresbericht-2022)



### AUF DER TITELSEITE

Dehnbarer, mit Wechselstrom betriebener Elektrolumineszenz-Streifen.

# AUS (ASPH)ALT MACH NEU

Die Schweiz ist gebaut, zumindest was das Strassennetz anbelangt. Daher fällt heute trotz Recycling deutlich mehr Ausbausphalt an, als in neuen Strassen wieder eingebaut werden kann. Empa-Forscher Martins Zaumanis hat sich zum Ziel gesetzt, die Recycling-Anteile im Asphalt zu erhöhen – mit angepassten Herstellungsmethoden und einfachen Anleitungen. Zwei Teststrecken mit Recycling-Asphalt in Uster und auf dem Lukmanierpass sind vielversprechend.

Text: Stephan Kälin

Im Frühjahr spriessen nicht nur Schneeglöckchen und Krokusse, sondern auch die Baustellen auf den Schweizer Strassen. Allorts wird ausgebessert, geflickt und erneuert. Ein Teil des alten Asphalts aus dem Schweizer Strassennetz wird recycelt, rund 750'000 Tonnen allerdings landen jährlich auf den Deponien und türmen sich dort zu immer höheren, schwarzen Bergen. Grundsätzlich sind sich Bund und Kantone, die grossen Strasseneigentümer, einig: Diese Asphaltberge sollen zurück ins Schweizer Strassennetz. Doch die Schweiz ist derart gut erschlossen, dass kaum noch neue Strassen gebaut werden.

Umso wichtiger ist es also, dass dort, wo ausgebessert, geflickt und erneuert wird, der Anteil an Recycling-Asphalt möglichst hoch ist. «Dazu braucht es aber ein besseres Verständnis vom Zusammenspiel von Ausbausphalt und neuem Material, angepasste Produktionsprozesse und – vor allem – praxisnahe Anleitungen und Instrumente für die Industrie», sagt Empa-Forscher Martins Zaumanis. Genau diese Ziele setzte sich das Forschungsprojekt «HighRAP», das Zaumanis gemeinsam mit dem Bundesamt für Strassen (ASTRA), dem

Bundesamt für Umwelt (BAFU), den Kantonen Zürich und Graubünden und mehreren Industriepartnern von 2019 bis Anfang 2023 durchgeführt hat.

## KEIN EINHEITLICHES MATERIAL

Asphalt besteht aus einer Gesteinsmischung und dem Bindemittel Bitumen, das für hochbelastete Strassen teilweise mit Polymeren modifiziert wird. Die bisherigen Einschränkungen bei der Nutzung von Ausbausphalt (RAP – «Reclaimed Asphalt Pavement») zum Bau neuer Strassen gründen vor allem darauf, dass das Bindemittel im Asphalt im Laufe der Zeit altert und damit steif wird. Das führt zu einer Anfälligkeit für Risse. Zudem kann es sein, dass sich während dem Mischprozess das alte Material nicht gut mit dem neuen vermischt. Ein weiteres Problem stellt die oft fehlende Homogenität von RAP dar: Materialien aus unterschiedlichen Strassenschichten und unterschiedlichen Alters kommen zusammen, verschiedene Granulatgrößen treffen aufeinander. Die Herstellung eines Hochleistungsasphalts verlangt aber nach Kontinuität. Es gibt ausgewiesene Designmethoden für die Mischgutentwicklung und standardisierte Tests für die Qualitätskontrolle. Nur: Beim Hinzufügen von Ausbausphalt in die bestehenden

Produktionsprozesse gelangen die bewährten Methoden an ihre Grenzen.

Um den RAP-Gehalt generell zu erhöhen, bedarf es also Neuerungen auf mehreren Ebenen – unter anderem beim Ausbau des alten Asphalts und bei dessen Aufbereitung. Asphalt wird in der Regel von der Strasse gefräst oder gebrochen und anschliessend zerkleinert. «Im besten Fall bleibt die ursprüngliche Gesteinskörnung dabei unversehrt, und es entsteht möglichst wenig Staub, sogenanntes Füllmaterial», erklärt Zaumanis. Denn diese zwei Faktoren erschweren eine Wiederverwendung. In seiner Studie stellt er basierend auf Praxistests neue Kriterien vor, die eine Charakterisierung der RAP-Verarbeitung vereinheitlichen und dadurch die Wiederverwendung vereinfachen sollen. Neben Körnung und Staubanteilen sind aber vor allem auch der ursprüngliche Bitumengehalt und dessen Eigenschaften entscheidend und können sich je nach Quelle stark unterscheiden. Zaumanis liefert deshalb ein einfaches Rechenmodell für Praktikerinnen und Praktiker, das die zulässige Variabilität je nach künftiger Anwendung festlegt.

Ein ähnlich pragmatisches Rechenmodell legt er auch für die Dosierung



**SCHWARZE ASPHALTBERGE**  
Der Schweizer Ausbausphalt soll möglichst komplett wieder zurück in die Strassen.



**TESTSTRECKE AUF DEM LUKMANIERPASS**  
Strassen in Höhenlagen sind besonders anfällig für Risse.

Fotos: Empa



**TESTSTRECKE IN USTER**  
Vielbefahrene Strassen verlangen nach polymermodifiziertem Asphalt.

Im Gegensatz zur Strasse in Uster ist die Strecke über den Lukmanierpass zwar nicht starkem Verkehr ausgesetzt, dafür umso rauerer klimatischen Bedingungen. «In dieser Höhenlage von 1900 Metern können die starken Temperaturschwankungen Risse im Strassenbelag bewirken», so Zaumanis. Dass aber auch ein Asphalt mit hohem RAP-Gehalt diesen Bedingungen trotzen kann, zeigte er in seinem Projekt. Eingebaut wurde ein Asphalt mit 85 % RAP-Gehalt in der Fundationsschicht und ein Asphalt mit 70 % RAP-Gehalt in den darüber liegenden Trag- und Binderschichten: ohne Probleme! Nach Tests im Labor zeigten sich die Beläge insbesondere auch sehr resistent gegenüber der befürchteten Rissbildung aufgrund von Temperaturschwankungen.

#### LANGZEIT-BEOBACHTUNGEN

Die beiden Teststrecken in Uster und auf dem Lukmanierpass werden in den kommenden Jahren weiter überwacht und dienen dazu, das langfristige Verhalten der eingebrachten RAP-Asphalte zu untersuchen. Martins Zaumanis ist aber bereits heute optimistisch, dass die schwarzen Berge auf den Deponien in den kommenden Jahren nicht mehr allzu weit anwachsen dürften. Zum einen wegen Projekten wie dem seinen, das die technologischen Möglichkeiten demonstriert, zum anderen aber auch, weil auf der politischen Ebene bereits Rufe nach einem Deponieverbot für Ausbauasphalt laut geworden sind. Damit sollen die Anreize für eine komplette Weiterverwertung von Ausbauasphalt gesteigert werden. ■

Mehr Informationen und Videos zum Thema unter: [www.empa.ch/web/s308/highrap](http://www.empa.ch/web/s308/highrap)

des «Verjüngungsmittels» vor. Das sind ölige Stoffe, die das alte Bindemittel im Ausbauasphalt erweichen und damit wieder nutzbar machen. Diese Verjüngungsmittel basieren zum Beispiel auf Tallöl, einem biologischen Nebenprodukt aus der Papier-Herstellung.

Die Produktion von Asphalt mit RAP ist aufgrund dieser Vielzahl an unterschiedlichen Materialien und Stoffen, die miteinander vermischt werden, deutlich komplexer als die Herstellung von neuem Asphalt. Dazu kommt die Unsicherheit über die tatsächlichen Eigenschaften der Materialien und deren Zusammenspiel. «Das Vorgehen nach Rezeptbuch, wie das beim traditionellen Mischgutdesign gehandhabt wird, greift deshalb zu kurz», so Zaumanis. Vielmehr schlägt er vor, leistungsorientierte Testmethoden in den Prozess einzubinden, um das Material auf Rissbildung oder plastische Verformung hin zu untersuchen.

#### REALE TESTS AUF DER STRASSE

«Letztlich sind es aber vor allem erfolgreiche Pilotprojekte und reale Teststrecken, die den Strasseneigentümern und

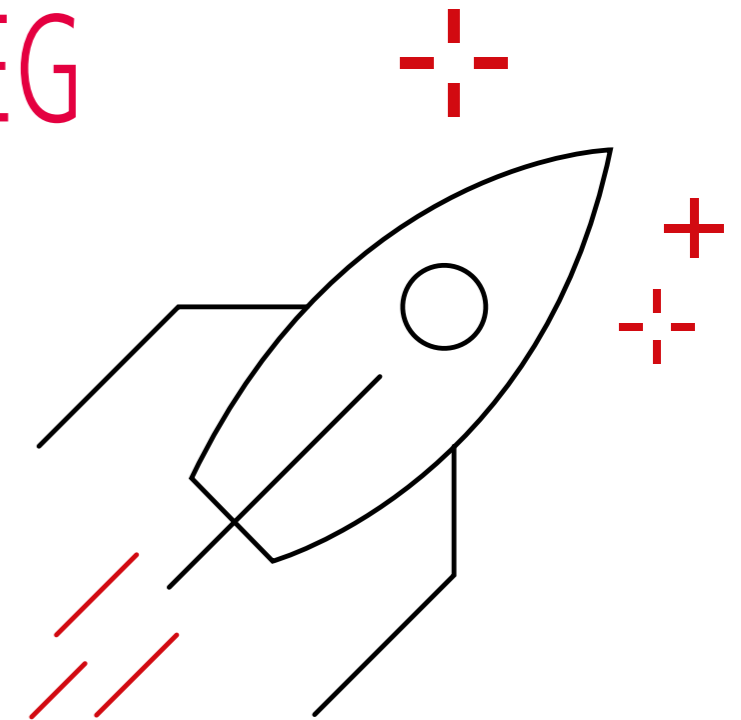
den Strassenbauern das Vertrauen in Asphalt mit einem hohem RAP-Gehalt geben können», sagt der Empa-Forscher. Aus diesem Grund ist im Rahmen seines Projekts auf zwei Strassenabschnitten «HighRAP-Asphalt» eingebaut worden – einerseits auf der vielbefahrenen Aathalstrasse in Uster und andererseits auf der Lukmanierpassstrasse, wo aufgrund der Höhenlage wieder deutlich andere Anforderungen an den Strassenbelag gelten.

In Uster konnten in der Deckschicht problemlos 30 % RAP-Gehalt ohne Leistungseinbussen eingebracht werden. «Typischerweise wird heute für eine derart stark befahrene Strasse in der Deckschicht komplett auf RAP verzichtet», erklärt Zaumanis. Bei der darunter liegenden Binderschicht zeigte sich in Uster, dass zwischen 40 und 50 % RAP möglich sind. In beiden Fällen kommt standardmässig Asphalt mit polymermodifiziertem Binder zum Einsatz. «Um den RAP-Gehalt noch mehr zu erhöhen, könnte man hoch-polymermodifiziertes Bindemittel einsetzen. Das würde den Mangel an Polymeren im RAP-Bindemittel ausgleichen», meint Zaumanis.

# AUF DEM WEG NACH OBEN

Der Fachkräftemangel ist in technischen Berufen besonders ausgeprägt. Die Empa unterstützt Talente auf allen Stufen, sei es in der Lehre, im Studium, während ihrer akademischen Laufbahn oder bei der Unternehmensgründung. Von der (internen wie externen) Förderung profitieren nicht nur die Geförderten und die Empa, sondern auch die Schweizer Wirtschaft.

Text: Anna Ettlin



**D**er Schweiz mangelt es an Fachkräften; zahlreiche Branchen bekunden Mühe, hochqualifiziertes Personal zu rekrutieren, und eine Besserung ist nicht in Sicht. Was vielen nicht bewusst ist: Obwohl die Empa keine Universität ist, liefert das Forschungsinstitut der Schweizer Wirtschaft erstklassig ausgebildete Fachleute.

Der Fokus dieser Ausgabe zeigt talentierte Menschen auf allen akademischen Stufen, die von besonderen Fördermassnahmen profitieren: finanziell oder organisatorisch, kurz- oder langfristig, von der Empa getragen oder extern finanziert. Gemeinsam ist den Massnahmen eins: Sie stellen sicher, dass Lernende und Studierende, Forscherinnen und Unternehmensgründer ihr volles Potenzial ausschöpfen können.

Es beginnt bereits in der Schule: Unterschiedliche Programme und Veranstaltungen sollen Kinder und Jugendliche für die Welt der Mathematik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) begeistern. Viele Empa-Forschende engagieren sich bei diversen Outreach-Massnahmen oder starten eigene Projekte zur Nachwuchsförderung (S. 12). Zudem möchte sich die Empa bei Jugendlichen als attraktiver Arbeits- und Lernort positionieren, um so neue Lernende für die über 40 Lehrstellen in zehn Lehrberufen anzuziehen (S. 24).

#### AUCH DIE FORSCHUNG BRAUCHT FACHLEUTE

Viele Empa-Forschende unterrichten an Schweizer Hochschulen, betreuen Studierende oder haben gar Lehrstühle inne. In Praktika sowie Bachelor- und Masterarbeiten an der Empa steigen die Studierenden in die Forschungswelt ein (S. 16). Entscheiden sie sich für

eine akademische Laufbahn, wird ihre persönliche Entwicklung an der Empa durch unterschiedliche Massnahmen gefördert, sei es durch den Empa-Zukunftsfonds (S. 30) oder durch externe Förderinstrumente für junge (S. 18) sowie für gestandene Forschende (S. 20). Dabei legt die Empa ein besonderes Augenmerk auf Chancengleichheit und Diversität, um etwa den Frauenanteil in Führungspositionen zu erhöhen, der in MINT-Berufen – und daher auch an der Empa – nach wie vor (zu) gering ist.

Entwickeln Empa-Forschende ein neuartiges Material oder eine disruptive Technologie, kann daraus auch ein neues Unternehmen entstehen. Die Empa hat bereits mehr als 100 Start-ups und Spin-offs in ihren Inkubatoren unterstützt, die unter anderem Mentoring, finanzielle Unterstützung und Netzwerkkontakte bieten (S. 27). ■

# KINDER KREIEREN KREATIV KREISLÄUFE

Wenn die Kreativität von Kindern auf das Knowhow von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern trifft, entstehen neue Ideen – zum Beispiel dazu, wie die nachhaltige Welt von morgen aussehen könnte. Gemeinsam mit Schulkindern und der Pädagogischen Hochschule St. Gallen entwickeln Empa-Forschende ein Kinderbuch zur Kreislaufwirtschaft, das Gross und Klein zum Nachdenken anregen soll.

Text: Anna Ettlin

Wie reisen wir in der Zukunft? Laut Samuel, 10, werden wir anstatt Flugzeuge solarbetriebene Luftschiffe nutzen. Lara, 10, sieht den Verkehr auf drei unterirdischen Ebenen für Autos, U-Bahn und Züge. Andere Kinder stellen sich Autos vor, die mit Kompost oder Windkraft angetrieben werden. Und vielleicht, ergänzt der neunjährige Lars, machen wir Ferien im Simulator oder im gemütlich warmen Gewächshaus nebenan und müssen gar nicht so oft verreisen.

Die 13 Kinder der dritten bis sechsten Klasse, die sich an einem Mittwochvormittag in einem Schulzimmer der Pädagogischen Hochschule St. Gallen (PHSG) versammelt haben, sprudeln nur so vor Ideen. Das ganze Semester lang haben sie im Unterricht Themen rund um Umwelt, Energie und nachhaltige Kreisläufe kennengelernt und sich in kleinen Grup-

pen Gedanken dazu gemacht, wie die Menschen in Zukunft nachhaltiger essen, wohnen, reisen und lernen könnten.

Heute sind die Gespräche in den Gruppen besonders angeregt, denn die Kinder haben Besuch: An jedem Tisch sitzen auch Forschende des Empa-Labors «Technologie und Gesellschaft». Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stellen Fragen, erklären Zusammenhänge und liefern die wissenschaftliche Basis für die kreativen Ideen der Kinder. Hier geht es um mehr als nur um Austausch: Gemeinsam arbeiten Kinder und Forschende an einem Kinderbuch über Kreislaufwirtschaft.

## ZUKUNFTSVISION STATT TROCKENER ZAHLEN

Das Projekt, das den offiziellen Titel «Co-creating Circular Futures» trägt, wird vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) im Rahmen des Agora-Programms unterstützt, gemeinsam mit dem Haushaltsgerätehersteller



**DEN NACHWUCHS BEGEISTERN**



Vor allem wissenschaftlich-technische Berufe haben derzeit Nachwuchsprobleme. Um Schulkinder für Naturwissenschaften und Technik zu begeistern, laufen an der Empa verschiedene Initiativen. So begrüsst die Empa jedes Jahr rund 100 Kinder der 5. bis 7. Klasse am Nationalen Zukunftstag und bietet regelmässig Führungen für Schulklassen an. Im Bildungs- und Experimentierlabor Smartfeld in St. Gallen, an dem die Empa beteiligt ist, verbinden Kinder und Jugendliche in Kursen und Experimentierräumen Technologie mit Kreativität. In Dübendorf findet jedes Jahr ein Sommercamp statt, an dem Kinder Einblicke in die Welt der Forschung erhalten. Ausserdem engagieren sich viele Empa-Forschende als Botschafter, etwa bei den Internationalen Wissenschaftsolympiaden und bei den «TecDays» / «TecNights» der SATW.

V-Zug und dem Wirtschaftsverband SWICO. Die Idee dafür kam Projektinitiator Harald Desing während des Covid-Lockdowns. «Ich merkte, dass die Kinderbücher meiner beiden Söhne fast ausschliesslich die Welt von gestern darstellten», erzählt der Empa-Forscher.

In seiner Arbeit beschäftigt sich Desing mit Zukunftsthemen wie eben der Kreislaufwirtschaft. «Wenn wir als Wissenschaftler von einer kreislauffähigen und nachhaltigen Zukunft sprechen, ist das sehr abstrakt», sagt er. «Wir zeigen trockene und zuweilen schwer verständliche Zahlen, Formeln und Diagramme.» Um die Gesellschaft zum Handeln zu bewegen, ist der Forscher überzeugt, braucht es mehr als Fakten: Es braucht eine Vision.

Genau eine solche erarbeiten die Empa-Forschenden nun gemeinsam mit den Schulkindern sowie Dozierenden und Studierenden der PHSG. Die Kinder

bringen ihre Kreativität und Unvoreingenommenheit ein, die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schaffen den Realitätsbezug. «Erwachsene haben bereits feste Vorstellungen davon, wie unser System funktioniert», sagt Desing. «Fragt man sie nach Lösungen für unsere Zukunft, bekommt man tausend Gründe, wieso dieses oder jenes nicht funktionieren wird. Fragt man aber Kinder, bekommt man tausend Ideen.»

Für das Projekt spannt Desing mit der Begabtenförderung an der PHSG zusammen. «Diese Themen kann man mit allen Kindern anschauen, nicht nur mit den begabten», betont Marion Rogalla, Leiterin der Begabtenförderung Rorschach und Rorschacherberg und Erziehungswissenschaftlerin an der PHSG. Die Begabtenförderung eignet sich vor allem aus organisatorischen Gründen für ein solches Projekt. «Die Kinder kommen das ganze Semester lang für einen Vormittag pro Woche zu uns, und wir haben Zeit, mit ihnen in ein Thema einzutauchen, etwa mit Spielen, Experimenten, fachlichen Inputs, Theaterszenen und skizzenhaften Tagebüchern.»

**VON FLEISCHBÄUMEN UND SOLARZÜGEN**  
Obwohl viele Erwachsene Nachhaltigkeitsthemen nicht nur mit positiven Gefühlen angehen, ticken Kinder anders, weiss Harald Desing. «Die Kinder sind offen. Sie lassen sich gerne von neuen Ideen überzeugen und haben grosse Freude am Lernen», sagt er. Die Kinder bestätigen das. «Es macht Spass, die eigene Fantasie zu brauchen, um sich Sachen für die Zukunft auszudenken», sagt der neunjährige Lars. «Am besten gefällt mir unsere Idee für einen Zug, der mit Solarpanels seinen eigenen Strom produziert und auch den Bahnhof über die Oberleitung mit Strom versorgt.»

Die älteren Kinder sind ebenfalls begeistert. «Ich habe viel über Umwelt und



Fotos: Empa

Nachhaltigkeit gelernt. Das war sehr spannend», erzählt Loreleyn, 13. Arjan, 12, ergänzt: «Ich wusste nicht, dass es mehrere Millionen Jahre dauert, bis sich eine weggeworfene Glasflasche zersetzt!» Während Arjan ganz pragmatisch von Elektroautos und effizienten Geräten spricht, schwärmt Loreleyn vom «Fleischbaum». «Es gibt viele Menschen, die gerne Fleisch essen. Wenn wir Fleisch wie eine Pflanze anbauen können, wäre das viel nachhaltiger», sagt sie. «Natürlich ist der Fleischbaum nur eine Vorstellung – aber es gibt ja heute schon Labors, wo man Fleisch herstellt, ohne dafür Tiere zu töten», weiss das Mädchen.

Und auch die Forschenden haben Spass an der Zusammenarbeit mit den Kindern. «Sie haben sehr viele Ideen erhalten und stellen uns auch viele Fragen», freut sich Desing. In einem ersten gemeinsamen Workshop haben die Kinder und die Forschenden Visionen für nachhaltige Städte der Zukunft entwickelt. In einem zweiten Workshop wird es darum gehen, eine Geschichte zu erzählen, die in dieser Welt spielt. Auf der Grundlage dieser beiden Workshops entwirft die Designerin und Künstlerin Maya Ivanova das illustrierte Kinderbuch, das voraussichtlich Anfang 2024 veröffentlicht wird. Mit zusätzlichem Begleitmaterial, das die PHSG entwickelt, kann das Buch dann auch im Unterricht zum Einsatz kommen.

Beim Kinderbuchprojekt geht es nicht darum, die Zukunft vorherzusagen und den einzigen richtigen Weg zu einer nachhaltigen Welt aufzuzeigen. «Wir wollen damit Denkanstösse liefern», so Desing. Und wer weiss – vielleicht bietet die eine oder andere Idee der Kinder auch einen Impuls für die Forschung. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: [www.empa.ch/web/s506](http://www.empa.ch/web/s506)



# WIE MACHEN WIR ENERGIE HALTBAR?

Strom in Wasserstoff umzuwandeln, um nachhaltige Energie über einen längeren Zeitraum speichern zu können, ist ein brandaktuelles Thema. Eine Masterstudentin der ETH Zürich hat mithilfe der Expertise und der Tools von Empa-Forschenden untersucht, ob der Einsatz eines sogenannten «Power-to-Hydrogen-to-Power»-Systems in einem Mehrfamilienhaus sinnvoll ist.

Text: Loris Pandiani

**W**ie bringt man überschüssige Energie vom Sommer in den Winter? Das ist eine der

zentralen Fragen im Hinblick darauf, wie wir unsere Energieversorgung in Zukunft nachhaltig und gleichzeitig sicher gewährleisten wollen – gerade auch deshalb, weil wir künftig ohne fossile Energien auskommen wollen. Dieses Thema beschäftigt auch die Masterstudentin Josien de Koning: «Das Schweizer Stromnetz weist momentan im Sommer eine Überproduktion auf, während wir im Winter auf Importe angewiesen sind. Dieses Ungleichgewicht wird sich durch die Elektrifizierung und den Ersatz von Kernkraftwerken durch erneuerbare Energiequellen wie Solarenergie weiter verstärken. Es ist wichtig, dass wir Lösungen finden, um dem entgegen



**SPEICHERMÖGLICHKEIT**  
Die längerfristige Speicherung von Strom aus erneuerbaren Quellen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Eine Möglichkeit: die Umwandlung in Wasserstoff.

zu wirken.» In ihrem Masterstudium im Bereich «Integrated Building Systems» an der ETH Zürich wollte sie deshalb Anfang 2022 in einer Semesterarbeit eine der möglichen Lösungen genauer betrachten. Unterstützt wurde sie dabei von den Expertinnen und Experten des «Urban Energy Systems Lab» der Empa.

## ENERGIE ÜBER MONATE HINWEG SPEICHERN

De Koning fokussierte sich auf die Einbindung eines sogenannten «Power-to-Hydrogen-to-Power»-Systems (P2H2P). Dieses dient dazu, Strom – idealerweise überschüssigen – in Wasserstoff umzu-

wandeln, zu speichern und bei Bedarf daraus wieder Strom zu gewinnen. Dementsprechend beinhaltet es unterschiedliche Komponenten, wie zum Beispiel PV-Anlagen, einen Elektrolyseur, Wasserstoff-Tanks und Brennstoffzellen. Der grosse Vorteil dabei ist, dass im Gegensatz zu anderen Speichermethoden wie beispielsweise Batterien die Energie so auch über Monate hinweg verlustfrei gespeichert werden kann. «Ich wollte in meiner Arbeit herausfinden, ob es Sinn macht, eine solche Lösung in ein Energiesystem zu integrieren. Als Untersuchungsobjekt habe

ich ein Mehrfamilienhaus in Obersigenthal gewählt», erklärt de Koning.

Der erste Schritt war, das System mithilfe einer Software zu modellieren. Die Masterstudentin nutzte dazu das sogenannte «ehub-Tool», das Empa-Forschende in den letzten Jahren entwickelt hatten und aus dem schliesslich auch das Spin-off «Symphony» hervorging. Das Tool bildet Energiesysteme ab und stellt Berechnungen zu diesen an. Zunächst definierte de Koning in der Software, welche Komponenten eingebaut werden sollen, welche Energiequellen zur Verfügung stehen und welchen Energiebedarf das Gebäude hat. Nach dieser Modellierung sollte das System optimiert werden. Dafür fütterte die Studentin die Software mit Daten aus unterschiedlichen Datenbanken. Dazu gehörten beispielsweise die Sonneneinstrahlung, die CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Strompreise des Schweizer Stromnetzes und unterschiedliche technische Daten der einzelnen Komponenten.

## DIE OPTIMALE LÖSUNG

Im Anschluss berechnete die Software anhand der Input-Daten die Kosten und Emissionen eines P2H2P-Systems und eines konventionellen Systems ohne die Wasserstoff-Komponenten – einmal für die Gegenwart und einmal für das Jahr 2040. Damit sollte erkannt werden, ob die Lösung, sollte dies heute noch nicht der Fall sein, allenfalls in Zukunft Potenzial aufweist.

Es zeigte sich auf der einen Seite, dass die P2H2P-Anlage wie gewünscht in der Lage war, das energetische Ungleichgewicht auszubalancieren. Batterien und thermische Speicher konnten die täglichen, der Wasserstoff-Speicher die saisonalen Schwankungen abfangen. Auf der anderen Seite wurde das P2H2P-System jedoch bei keinem der Szenarien als die optimale Lösung erkannt – die Einbindung der Anlage war also sowohl

2020 wie auch 2040 teurer und wies höhere Emissionen auf als das konventionelle System. Das Hauptproblem war der Speichertank für den Wasserstoff, dessen Grösse einen starken Einfluss auf die Kosten und die Emissionen hatte.

Dennoch ist Josien de Koning überzeugt, dass das System in Zukunft Potenzial haben könnte: «Es ist gut möglich, dass das P2H2P-System 2040 preislich und mit Blick auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen in einem akzeptablen Bereich liegen kann. Dazu müssen wir es aber schaffen, die Grösse des Wasserstofftanks wesentlich zu verkleinern. Die entscheidenden Faktoren sind hierbei technologische Verbesserungen und Preissenkungen beim System selbst sowie die Reduzierung des Verbrauchs im Allgemeinen.»

Ein wichtiger Punkt: Die Analyse erfolgte im Kontext des Schweizer Stromnetzes, das bereits sehr sauber ist. De Koning geht davon aus, dass in anderen europäischen Stromnetzen, die höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen, das P2H2P-System besser abschneiden würde. Auch eine Kopplung mit Industrien, die künftig Wasserstoff nutzen könnten – beispielsweise als Ersatz für Erdgas bei Hochtemperaturanwendungen – könnte die Technologie lukrativer machen.

Wenn gewisse Bedingungen sich künftig ändern, könnte «Power-to-Hydrogen-to-Power» also durchaus dabei helfen, überschüssige Energie vom Sommer in den Winter zu bringen. Fest steht jedenfalls, dass das Thema Josien de Koning auch in künftigen Arbeiten weiter begleiten wird: «Aus meiner Arbeit an der Empa nehme ich viele wertvolle Erkenntnisse und Folgefragen für meinen weiteren akademischen Weg mit.» ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: [www.empa.ch/web/s313](http://www.empa.ch/web/s313)

## UNTERSTÜTZUNG FÜR STUDIERENDE

An der Empa werden jedes Jahr rund 100 Bachelor- und Master-Studierende aus den unterschiedlichsten Bereichen bei Semester- und Abschlussarbeiten unterstützt. Ihnen stehen dabei das Knowhow und die Tools der verschiedenen Labs zur Verfügung. Im Energiebereich haben Studierende neben dem «ehub-Tool» auch die Möglichkeit, die «ehub-Plattform» zur Beantwortung ihrer Energiefragen zu nutzen. Auf dieser werden Tausende von historischen und Live-Daten aus den Gebäuden der Empa gesammelt und zur Verfügung gestellt.



Foto: Adobe Stock Images

# SAUBERE SCHLAMMSCHLACHT

Umweltschonend, überall verfügbar und wiederverwertbar: Lehm lockt als saubere Alternative unter den Baustoffen. Wie sich die begehrte Erde tatsächlich nachhaltig und stabil verbauen lässt, findet Empa-Forscherin Ellina Bernard jetzt heraus. Ihr Projekt wird vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) mit einem «Ambizione»-Grant gefördert.

Text: Andrea Six



**ALTERNATIVER BAUSTOFF LEHM**  
Ellina Bernard mit einer Laborprobe.

Die gebaute Umwelt ist zugleich das bauliche Fundament einer Gesellschaft sowie einer ihrer grössten Klimasünder. Allein bei der Zementherstellung entstehen rund sieben Prozent aller Treibhausgasemissionen weltweit. Empa-Forschende arbeiten daher an verschiedenen Wegen, diese Emissionen mit innovativen Baumaterialien und -technologien zu senken. Einer dieser Wege zum saubereren Bauen ist ein schlammiger: Ellina Bernard vom «Beton & Asphalt»-Labor der Empa in Dübendorf und der Professur für Nachhaltiges Bauen an der ETH Zürich untersucht derzeit das Potenzial von Lehm als nachhaltiger Baustoff. Denn im Vergleich zu Beton sollte Lehm deutlich weniger CO<sub>2</sub> freisetzen. Zudem ist er nahezu unbegrenzt verfügbar, wiederverwertbar und lässt sich gut verarbeiten – durchaus auch gemeinsam mit weiteren «Hipstern» der modernen Baukultur wie organischen Abfallstoffen aus der Hanfverarbeitung.

## ERDIGE PASTE FÜR WOHNHÄUSER

Das Potenzial dieser Beton-Alternative wäre gewaltig. Zwar könnte Beton nicht bei allen Bauzwecken durch Lehm ersetzt werden. Möglich sind aber – neben einer Vielzahl von nicht-tragenden Konstruktionen – tragende Wände von Wohnhäusern. Und immerhin werden mehr als die Hälfte aller Baubewilligungen beispielsweise in der Schweiz gerade für Wohnbauten vergeben. Dabei kann sogenannte gegossene Erde in einer Verschalung verwendet werden oder gepresster Lehm in Form von vorgefertigten Bausteinen. Und diese luftgetrockneten Lehmziegel haben eine entsprechend günstigere Energiebilanz als ihre gebrannten Artgenossen, die Backsteine.

Ein wahres Wundermittel? «Noch nicht», sagt Empa-Forscherin Bernard. Denn obwohl Lehm bereits seit rund 10'000 Jahren genutzt wird und damit zu den

ursprünglicheren Baumaterialien der menschlichen Geschichte gehört, lässt sich die erdige Paste bis heute nicht so richtig in den Griff bekommen. Zum einen ist das Naturmaterial in seiner geologischen Zusammensetzung überall auf der Welt unterschiedlich, was die standardisierte Herstellung und Verwendung erschwert. Zum anderen wird dem Lehm derzeit herkömmlicher Zement zugefügt, damit ein stabiles und haltbares Baumaterial entsteht. Durch diese Zugabe rutscht der ökologische Fussabdruck des Lehms jedoch wieder in den roten Bereich. Ellina Bernard will darum gemeinsam mit ihrem Team das erdige Material ergründen, Standards für die Zusammensetzung und die mechanische Belastbarkeit definieren und damit gleichzeitig ein sauberes alternatives Baumaterial für die industrielle Anwendung entwickeln. Für dieses ehrgeizige Vorhaben wird die Empa-Forscherin mit einem der begehrten «Ambizione»-Grants des SNF gefördert.

## «AMBIZIONE»-GRANT DES SNF

Ellina Bernards Projekt «Deciphering the role of magnesium in earth materials for sustainable construction» wird vom Schweizer Nationalfonds (SNF) mit einem «Ambizione»-Grant gefördert. Der Grant wird an herausragende junge Forschende mit einem eigenständigen Projekt vergeben, die ihr Doktorat bereits abgeschlossen haben.



## DIE SANFTE KRAFT VON MAGNESIUM

Der Verwandlung einer schlammigen Paste aus Wasser und Erde in ein felsfestes Produkt haftet etwas Geheimnisvolles an. Um dies zu enträtseln und letztlich zu kontrollieren, taucht Ellina Bernard in das Innerste der Materie ein. Im Gegensatz zu Zement, den chemische Bindungen zusammenhalten, gehen die feinen Tonminerale im Lehm bei der

Lufttrocknung physikalische Bindungen ein. Eine Stabilität wie die von Beton ist auf diese Weise nicht zu erreichen. Darum sucht die Forscherin nach einem geeigneten stabilisierenden Bindemittel.

Unterstützung erhält sie hierbei vom Geologen Raphael Kuhn, der derzeit seine Dissertation über Lehm-Zusatzstoffe anfertigt. Ein vielversprechender Kandidat ist Magnesiumoxid. Bei entsprechend nachhaltiger Gewinnung hat es eine hervorragende Klimabilanz im Vergleich zu Calcium-haltigem Zement, dessen chemische Reaktion grosse Mengen an CO<sub>2</sub> freisetzt. Zudem verkürzt Magnesiumoxid die Trocknungszeit, wirkt durch die Bildung von Nanokristallen der gefürchteten Klumpenbildung im Lehm entgegen und greift dennoch nur sanft in die vorteilhafte Mikro- und Nanostruktur der lehmigen Elementarteilchen ein.

In ersten Laborexperimenten erreicht das Team mit verschiedenen Lehm-Rezepturen bereits eine Druckfestigkeit von bis zu 15 Megapascal – ein Vielfaches von unbehandeltem Lehm. Zum Vergleich: Lehm mit Zementzusatz erreicht bis 20 Megapascal.

«Das ist aber erst der Anfang», sagt Ellina Bernard. Da sie die Nachhaltigkeit von Baumaterialien ganzheitlich beurteilen möchte, müssen die Laborexperimente auch von Lebenszyklusanalysen begleitet werden, die Haltbarkeit, Rückbau und Wiederverwertung der Materialien erfassen. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: [www.empa.ch/web/s308](http://www.empa.ch/web/s308)

**WICHTIGES  
HANDWERKSZEUG**

Die «Schablone» in den Händen von Dorina Opris dient dazu, Elektroden für Aktuatoren herzustellen, die in Stapel-Kondensatoren zum Einsatz kommen.



# SO LANGE, BIS DIE CHEMIE STIMMT

Dorina Opris erforscht an der Empa, wie sich komplexe elektroaktive Polymere für Roboter-Bauteile, Sensoren oder Batterien synthetisieren lassen – ein aussichtsreiches Projekt, das der Europäische Forschungsrat derzeit mit einem seiner prestigeträchtigen «ERC Consolidator Grants» fördert. Nicht der erste Erfolg der Empa-Chemikerin – doch der Weg dahin war nicht leicht.

Text: Norbert Raabe

**A**uf den ersten Blick erscheint die Laufbahn von Dorina Opris, Jahrgang 1974, wie eine Bilderbuchkarriere: vom Chemiestudium an der Babeş-Bolyai-Universität Cluj in Rumänien über die Freie Universität Berlin bis zur Titularprofessorin an der ETH Zürich und Leiterin der Forschungsgruppe «Functional Polymeric Materials» an der Empa – gefördert mit einem «ERC Consolidator Grant» in Höhe von rund zwei Millionen Euro. Das alles bei einem Privatleben mit Familie und den Freuden, Sorgen und Pflichten durch zwei Kinder.

Wie geht so etwas? Mit Talent, das früh erkannt und gefördert wurde – schon als Studentin in Siebenbürgen. Mit einer vielfältigen Ausbildung – nicht nur in der Theorie, sondern auch in der Laborpraxis, die Opris bei manchen Studierenden in der Schweiz vermisst.

Und dank einem Forschungsgebiet mit Potenzial: Neuartige dielektrische Polymere dehnen sich unter elektrischer Spannung und können als hauchdünne Schichten in Aktuatoren oder anderen Bauteilen zum Einsatz kommen – zum Beispiel für künstliche Muskeln, an denen seit Jahren geforscht wird, für die Stromerzeugung und für vieles mehr.

Der Pfad in diese spannende Disziplin war freilich kein Spaziergang, sondern steil und mit Umwegen. Opris' Stellensuche, nachdem ihre Tochter zur Welt gekommen war, dauerte fast zwei Jahre, bis der Einstieg an der Empa gelang. Und beim Start in der Materialforschung musste die gelernte organische Chemikerin ihr Gebiet erst finden, teils sogar erfinden – mit anfänglichen Rückschlägen. Ideen scheiterten, Forschungsgelder wurden nicht bewilligt. Wie fühlt man sich da? «Besch...», sagt Opris und lacht.

Was macht man da?

Weiter. Rückhalt gaben Förderungen durch den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und das Stipendienprogramm Scix für drei Postdoc-Stipendien, die Opris allesamt mit Frauen besetzte. Und schliesslich im Jahr 2020 der «ERC Consolidator Grant» für das Projekt «TRANS» (s. Infobox), für den die Forscherin ins Schwitzen geriet: zwei Wochen penible Vorbereitung für eine zweiminütige Zoom-Präsentation und 18 Minuten Fragerunde mit Fachleuten. «Ich musste sehr schnell auf viele Fragen antworten können», erzählt sie, «aber das kam mir entgegen, weil ich eine Person bin, die schnell auf den Punkt kommt und nicht viele Worte macht.»

Dass sie ihr Gebiet von A bis Z beherrscht, verdankt sie, wie sie betont, auch Knowhow, das Kollegen an der

Empa aufgebaut hatten – wie der Ingenieur Gabor Kovac. Er trieb die Herstellung von Stapelaktuatoren mit dehnbaren Silikonscheibchen über viele Jahre voran und entwickelte sie mit seinem Partner Lukas Düring zur Einsatzreife, bis ihr Spin-off «CTsystems» vor kurzem vom Konzern Daetwyler übernommen wurde.

**«ERC CONSOLIDATOR GRANT»**



Mit dem Forschungsprojekt «Synthesis of novel stimuli responsive dielectric polymers and their use in powerful transducers» (TRANS) baut Dorina Opris ein multidisziplinäres Team auf, das druckbare dielektrische Polymere entwickelt. Sie können eine Energieform in eine andere umwandeln – sei es elektrische Spannung in Dehnung oder Bewegungen und Temperaturveränderungen in Strom. Mögliche Anwendungen reichen von Aktuatoren und Sensoren über «soft robotics» bis zu Energiespeicherung und Festkörperkühlung. Das Projekt ist auf fünf Jahre angelegt und läuft noch bis April 2026. Bei der Auszeichnung mit einem «ERC Consolidator Grant» wurde das TRANS-Projekt unter mehr als 2'500 Anträgen ausgewählt.

«Die Geräte für Messungen, wie sich Aktuatoren bei verschiedenen elektrischen Feldern dehnen, wurden von ihnen entwickelt», erzählt Opris, «wir waren früh auf diesem Thema, und das hat mir enorm geholfen.» Anders als die Kollegen arbeitet die Chemikerin freilich weniger an der Technologie zum Druck solcher Bauteile, sondern eine «Etage darunter» – an der Synthese neuartiger Polymere, die sich als nicht-leitende Schichten für Stapel-Transistoren, elastische Folien zur Stromerzeugung und andere Elemente eignen.

Das Wunschprofil: möglichst dünn, mit dem Fernziel von vielen Schichten von

nur zehn Mikrometern Dicke; gut dehnbar, empfindlich auf niedrige Stromspannung und zugleich robust. Und vor allem: druckfähig, also ohne Lösungsmittel für die leitenden Schichten, zwischen denen die Polymere liegen. «Durch Lösungsmittel kann es passieren, dass die Polymerschichten beschädigt werden. Ausserdem müsste das Material lange trocknen, um keine gesundheitsschädlichen Dämpfe abzugeben», erklärt Opris, «deshalb versuchen wir, ohne sie auszukommen – mit der richtigen Chemie.»

Vielfältige Anforderungen, mit denen sich Forschende in aller Welt beschäftigen. Geeignete Verbindungen, die Hoffnungen wecken, sind Polysiloxane, an denen auch die Empa-Spezialistin arbeitet. Ein wichtiger Vorzug dieser Polymere: Sie lassen sich relativ leicht synthetisieren; das «Rückgrat» ihre Stränge ist sehr beweglich – und sie können mit polaren Gruppen, also plus-minus-geladenen Molekülen, gezielt manipuliert werden.

**SCHLANGENARTIGE MOLEKÜLE**

Was für Laien schwer verständlich ist, erklärt Dorina Opris mit einem anschaulichen Bild: «Diese Polysiloxane kann man sich vorstellen wie einen Topf voller Schlangen, die sich ständig bewegen wollen.» Die polaren Gruppen wirken zweifach auf sie. Zum einen machen sie die molekularen Schlangen empfindlicher für elektrische Felder, damit sie auf niedrige Spannungen reagieren. Zum anderen wirken sie wie eine Art Klebstoff zwischen den Molekülen; das «versteift» sie und verringert damit die wichtige Elastizität. Es gilt, beide Effekte fein zu justieren, um maximalen Erfolg zu erzielen. Für einen Einsatz in der Praxis ist der Übergang vom festen zum elastischen Zustand bei tiefen Temperaturen wichtig, damit die Technologie später bei Raumtemperatur anwendbar ist. Zudem müssen solche Polymerge-

**DORINA OPRIS**

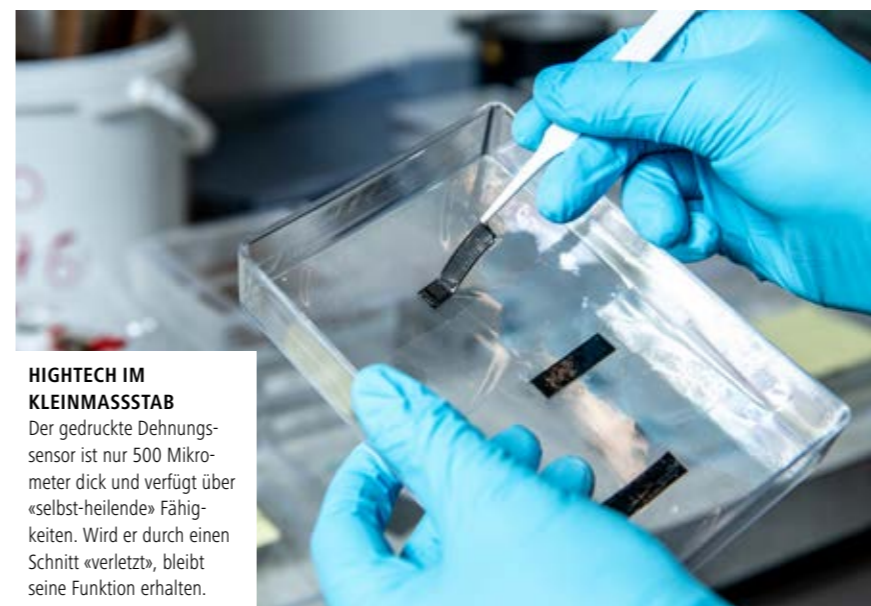
**WERDEGANG:** Die Forscherin studierte Chemie an der Babeş-Bolyai-Universität in Rumänien und absolvierte ihr Doktorat später dort und an der Freien Universität Berlin in anorganischer Chemie. 2006 kam sie für ein Postdoktorat an die Abteilung Funktionspolymere der Empa. Seit 2014 leitet sie die Forschungsgruppe «Functional Polymeric Materials»; seit 2023 ist sie Titularprofessorin an der ETH Zürich. Neben vielfältigen Arbeiten zu Polymeren wie Polysiloxanen leistet sie Peer-Reviewing-Aktivitäten bei namhaften Verlagen. Seit 2016 ist Dorina Opris zudem Mitglied der Empa-Forschungskommission.

bilde noch chemisch «vernetzt» werden, damit daraus elastische Schichten werden können – etwa durch UV-Licht und mit Hilfe von sogenannten Endgruppen: quasi molekulare «Hüte», die die Schlangen an ihren Enden tragen. Doch in der Laborpraxis erweist es sich bisher als knifflig, diese Polymere zuverlässig mit definierten Endgruppen zu versehen. «Das ärgert mich schon!», gesteht Opris mit einem Lächeln.

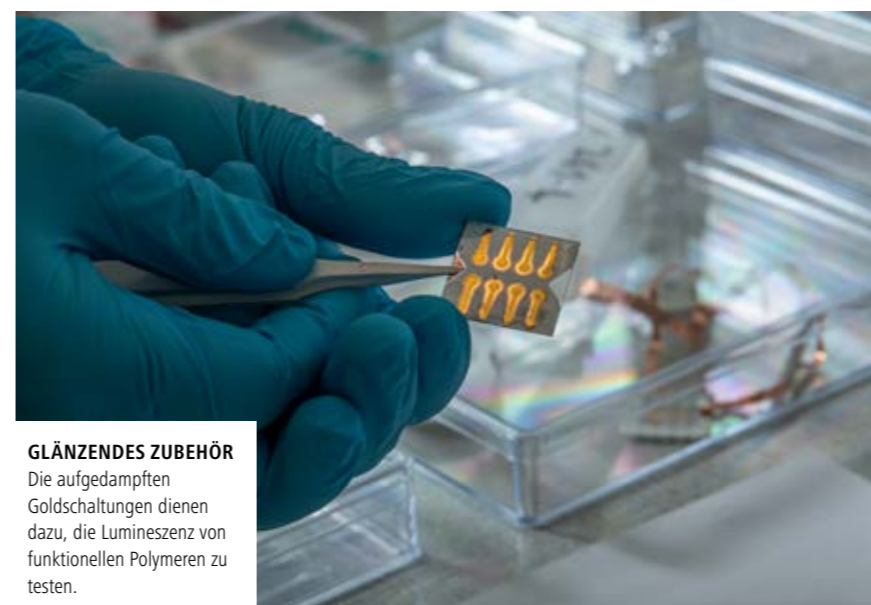
Gesunden Ehrgeiz braucht es für das TRANS-Projekt, das sie Chemikerin selbst «sehr, sehr ambitioniert» nennt. Optimistisch stimmt das Team, dass frühere Arbeiten bereits ermutigende Resultate lieferten; wie zum Beispiel eine Polysiloxan-Verbindung, die auf eine Spannung von nur 300 Volt reagierte und sich stark verformte – ein extrem niedriger Wert. Kondensator-Schichten ohne Lösungsmittel zu drucken, ist ebenfalls bereits gelungen. Und ein Doktorand hat kürzlich ein piezo-elektrisches Elastomer entwickelt, das, wenn es gedehnt wird, eine deutlich höhere elektrische Reaktion zeigt als andere, derzeit gängige Verbindungen.



**KONTROLLE MIT UV-LICHT**  
Dorina Opris und Doktorand Malte Beccard beobachten die Verfärbung von Wasser, in dem der Hilfsstoff Spiropyran gelöst ist.



**HIGHTECH IM KLEINMASSTAB**  
Der gedruckte Dehnungssensor ist nur 500 Mikrometer dick und verfügt über «selbst-heilende» Fähigkeiten. Wird er durch einen Schnitt «verletzt», bleibt seine Funktion erhalten.



**GLÄNZENDES ZUBEHÖR**  
Die aufgedampften Goldschaltungen dienen dazu, die Lumineszenz von funktionellen Polymeren zu testen.

Fotos: Marion Nitsch

**KREATIVITÄT UND TEAMGEIST FÜR ERFOLGE**

Um verwertbare Erfolge zu erzielen, sind freilich noch viele weitere Schritte nötig – und jene Qualitäten, die Dorina Opris an die Empa und an die ETH Zürich gebracht haben. Nicht nur Stehvermögen und die Fähigkeit, Fehlversuche in Fortschritte zu verwandeln, sondern auch ein inspirierendes Umfeld für Mitarbeitende zu schaffen, das offene Debatten und auch Irrtümer erlaubt, damit gute Ideen entstehen.

«Warte nicht, bis Dich jemand drängt zu forschen. Du musst eigenmotiviert und stark sein und ziehe es durch!»

Und vor allem: Optimismus. Jungen Forschenden sollte man, so findet die Chefin, spannende und fordernde Projekte geben und sie dann selbstständig arbeiten lassen, damit sie motiviert bleiben. Ihr Rat an talentierte Frauen anhand ihrer eigenen Biografie: «Warte nicht, bis Dich jemand drängt zu forschen. Du musst eigenmotiviert und stark sein, und ziehe es durch! Und geh auch mal ein Risiko ein.» Kinder und Familie? Kein unüberwindliches Problem; private Herausforderungen, so die Forscherin, lassen sich fast immer durch gute Planung und einen unterstützenden Partner meistern. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: [www.empa.ch/web/s209](http://www.empa.ch/web/s209)

# AUF TERAHERTZ-STRAHLEN NACH MEXIKO

Wer beim nationalen Wettbewerb von «Schweizer Jugend forscht» eine besondere Leistung erbringt, dem öffnen sich neue Türen. Genau das haben Sofie Gnannt und Nick Cáceres, Physikalaborant-Lernende am «Transport at Nanoscale Interfaces Lab» der Empa, erreicht. Mit ihrem als «hervorragend» bewerteten Projekt «Kunststofftrennung mit Terahertzstrahlung» dürfen sie die Schweiz im Oktober an der MILSET, der internationalen Jungforschungskonferenz in Mexiko, vertreten.

Text: Amanda Caracas



**HERVORRAGEND**  
Physikalaborant-Lernende Sofie Gnannt und Nick Cáceres präsentierten ihr Projekt über die Kunststofftrennung mit Terahertzstrahlung am Finale des 57. Wettbewerbs von «Schweizer Jugend forscht».

Von Uster nach St. Gallen – und dann nach Mexiko! Auf diese Reise begaben sich die Physikalaborant-Lernenden Sofie Gnannt und Nick Cáceres aus dem vierten Lehrjahr im November 2022, als sie am Lehrlingswettbewerb Züri-Oberland – einer Ausstellung mit 34 Projekten und einer vierstelligen Besucherzahl – sowohl den «Preis der Jury» als auch den «Teilnehmerpreis» für ihr Projekt «Kunststofftrennung mit Terahertzstrahlung» gewannen.

Nach dem Erfolg in Uster ging es im April 2023 für die beiden weiter nach St. Gallen an das Finale des 57. Nationalen Wettbewerbs von «Schweizer Jugend forscht» (SJF), wo Sofie und Nick die Möglichkeit erhielten, sich mit Jugendlichen – vorwiegend Gymnasiasten – aus der ganzen Schweiz zu messen. Nach der SJF-Vorauswahl im Januar 2023 in Bern wurden die zwei durch einen ausgewiesenen Experten von SJF begleitet und konnten ihre Forschung noch vertiefen. Dabei entstand eine Projektarbeit, die einer

Fachjury sowie der breiten Öffentlichkeit präsentiert wurde – um schliesslich mit dem Prädikat «hervorragend» sowie dem von der Metrohm-Stiftung gesponserten Sonderpreis «MILSET Expo-Sciences International» (ESI) ausgezeichnet zu werden.

## ALLTÄGLICHE PROBLEME – PFIFFIGE LÖSUNGSANSÄTZE

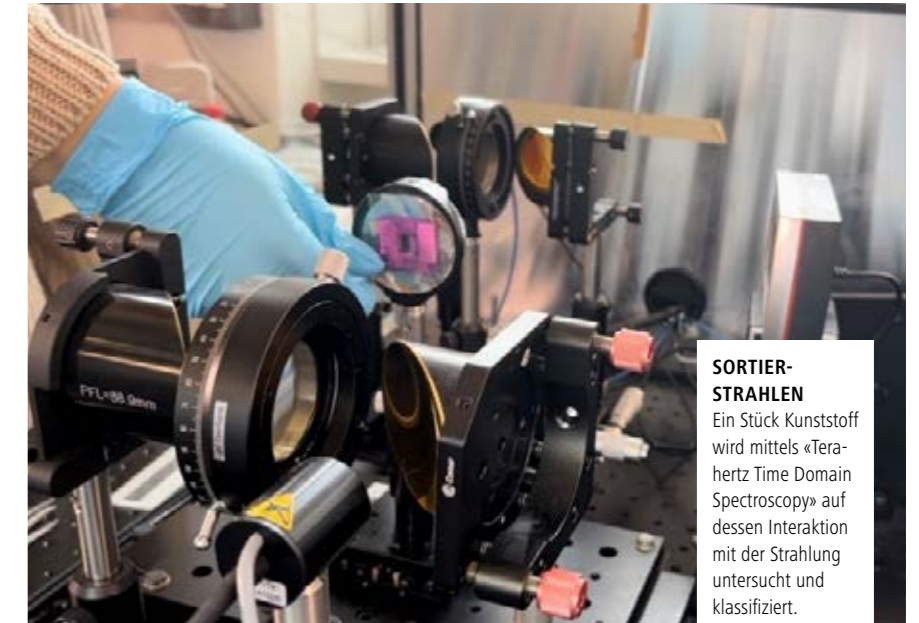
Der Fokus des Projekts der beiden Jungforschenden lag auf der Erarbeitung von effizienten Methoden für das Recycling von Kunststoffen – ein Thema, das in der gegenwärtigen Zeit der Wieder-

verwendung und -verwertung als besonders wichtig gilt. Das war auch die Motivation für Nick: «In der heutigen Welt gibt es viele Probleme, eins davon ist die Verschmutzung durch Plastikabfälle. Dies hat uns motiviert, mit unserem Projekt einen möglichen Lösungsansatz zu entwickeln.»

Um eine zuverlässige Klassifizierung bzw. Unterteilung von Kunststoffen für das Recycling zu erreichen, haben die beiden Lernenden die «Terahertz Time Domain Spectroscopy» (THz-TDS) genutzt, um makromolekulare Informationen aus unbekanntem Polymeren zu gewinnen, was aufgrund der relativ hohen Transparenz von Kunststoffen möglich war. Daraus ergaben sich wichtige Erkenntnisse, wie ein bestimmtes Polymer-Material mit der Terahertz-Strahlung interagiert. Bei Terahertz-Strahlung handelt es sich um

## FÖRDERUNG VON LERNENDEN

Die Empa ist ein engagierter, mehrfach ausgezeichneter Lehrbetrieb für Berufsfachleute. In Dübendorf, St. Gallen und Thun werden rund 40 Lernende in 10 verschiedenen Lehrberufen ausgebildet: PolymechanikerIn, ElektroinstallateurIn, LaborantIn Fachrichtung Chemie, Biologie, Physik und Textil, InformatikerIn Plattformentwicklung, Kaufmann / Kauffrau, KonstrukteurIn, Fachmann / Fachfrau Betriebsunterhalt. Kompetente Ausbilder und Ausbilderinnen geben ihr Wissen mit Herzblut weiter. Die Empa bietet Gelegenheit für ausbildungsbegleitende Praktika bei verschiedenen Industriepartnern sowie den Besuch der Berufsmaturitätsschule. Sprachaufenthalte und Projektwochen werden finanziell unterstützt und gute Leistungen in Betrieb und Schule honoriert. So viel Engagement zahlt sich aus: Die Erfolgsquote bei den Lehrabschlüssen an der Empa beträgt nahezu 100 Prozent.



**SORTIER-STRAHLEN**  
Ein Stück Kunststoff wird mittels «Terahertz Time Domain Spectroscopy» auf dessen Interaktion mit der Strahlung untersucht und klassifiziert.

nicht ionisierende, elektromagnetische Wellen – mit Wellenlängen, die zwischen dem Mikrowellen- und Infrarotbereich liegen. Die Terahertz-Strahlung wurde für das Forschungsvorhaben verwendet, da die beiden Lernenden diese Technik seit ihrem ersten Lehrjahr immer wieder genutzt haben und sie sich für das Experiment eignete. Mit Hilfe des maschinellen Lernens wurde das Computermodell dann mit Daten aus alltäglichen Kunststoffen trainiert, um diese voneinander unterscheiden und in vier der wichtigsten wiederverwertbaren Kunststoffklassen einordnen zu können.

## MIT TEAMWORK UND UNTERSTÜTZUNG ZUM ERFOLG

Dass Forschungsarbeit viel mehr als die vertiefte Auseinandersetzung auf einem Gebiet bedeutet, können Sofie und Nick durch ihre neu gewonnenen Erfahrungen bestätigen. Es braucht auch Ausdauer, Sorgfalt und Unterstützung durch Gleichgesinnte. Eine besondere Herausforderung war etwa das Verfassen der schriftlichen Dokumentation und die ausführliche Literaturrecherche, die dafür benötigt wurde. «Diese Arbeit hat uns gezeigt, wie wir unser erlerntes Wissen mit der praktischen Arbeit

vereinigen können», so Sofie. Dabei seien die beiden Lernenden sehr zielstrebig und strukturiert vorgegangen, wie der SJF-Experte Gregory Gäumann in seiner Würdigung betonte. Zudem hätten die beiden Lernenden mit ihrem soliden Vorgehen gezeigt, wie Lösungen erfolgreich auf ein bestehendes, gesellschaftliches Problem erarbeitet und umgesetzt werden können.

Der Berufsbildner der beiden Lernenden an der Empa, Dominik Bachmann, war beeindruckt, wie selbständig sich die zwei ins Thema einarbeiteten, sich relevante Literatur beschafften und sich bei Fragen nicht nur an ihren Berufsbildner, sondern auch an Fachexperten innerhalb der Empa wandten. Er sagt: «Ich habe Sofie und Nick als sehr motiviert erlebt und habe gesehen, wie sie sich durch engagierte Teamarbeit gegenseitig zu Höchstleistungen anspornten. Ich denke, das machte sie so erfolgreich.» Der Weg von Sofie und Nick zeigt: Durch Teamwork und interdisziplinäre Zusammenarbeit stehen die Türen offen. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: [www.empa.ch/web/s606/lehreanderempa](http://www.empa.ch/web/s606/lehreanderempa)

# DIE AKKU-REVOLUTIONÄRE

Das Empa-Spin-off «BTRY» will Batterien neu denken: seine Dünnschichtbatterien sind nicht nur sicherer und langlebiger als herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus, sie sind auch wesentlich umweltfreundlicher in der Herstellung und lassen sich in nur einer Minute auf- und entladen. Noch ist die Batterie klein, aber die Gründer haben grosse Pläne.

Text: Anna Ettlín



**Emma Trivellin**  
Laborantin Chemie EFZ

LEHRBERUF	3
LEHRJAHR	Umweltanalysen
MISSION	Naturwissenschaften
SKILLS	Stillsitzen
CHALLENGE	DJ (Techno)
SUPERKRAFT	

Emma Trivellin analysiert Umweltproben auf toxische Substanzen wie etwa Dioxine oder polychlorierte Biphenyle. Nach der Lehre möchte sie zuerst einmal Berufserfahrung sammeln und dann die Berufsmaturität absolvieren. In ihrer Freizeit steht sie am DJ-Pult und liebt es Musik zu produzieren und zu tanzen.



**Kay Krämer**  
Polymechniker EFZ

LEHRBERUF	4
LEHRJAHR	
MISSION	Einzelteile für die Forschung herstellen
SKILLS	Technik, Präzision, Logik
CHALLENGE	Algebra
SUPERKRAFT	Autos tunen

Kay Krämer schätzt die vielfältigen Maschinen und Fertigungstechniken, die an der Empa eingesetzt werden, da für Forschungsprojekte meist massgeschneiderte Einzelstücke benötigt werden. An der Empa gefällt ihm auch das coole Team in der Werkstatt. In seiner Freizeit schraubt er gerne an seinem Auto.



**Marika Jodice**  
Laborantin Textil EFZ

LEHRBERUF	3
LEHRJAHR	Medizin zum Anziehen
MISSION	Chemie, Flexibilität
SKILLS	Mathematische Gleichungen
CHALLENGE	Karate
SUPERKRAFT	

In ihrer Lehre als Textil-Laborantin analysiert Marika Jodice Corona-Masken, Feuerwehrschutzkleidung und FIFA-Fussbälle. Sie ist an Forschungsprojekten beteiligt, die beispielsweise medizinische Sensoren mit optischen Fasern entwickeln. Marika schätzt das internationale Umfeld, in dem sie ihre Fremdsprachenkenntnisse anwenden kann.



**Josua Roduner**  
Laborant Biologie EFZ

LEHRBERUF	2
LEHRJAHR	Virenjäger
MISSION	Neugier, Natur & Technik-Talent
SKILLS	Protokollieren
CHALLENGE	Fitnessstraining
SUPERKRAFT	

Josua Roduner arbeitet mit Bakterien und Viren, um die Wirkung von Nanopartikeln zu ergründen. Seine «Haustiere» sind Zellen in Zellkultur, mit denen er die Bioverträglichkeit von neuartigen Substanzen untersucht. An der Empa schätzt er die Vielfalt der Experimente, und dass er eigene Ideen einbringen kann.



**Angelina Isufi**  
Kaufrau EFZ

LEHRBERUF	3
LEHRJAHR	Reibungslose Abläufe managen
MISSION	Kommunikative Kompetenz
SKILLS	Kommunizieren
CHALLENGE	Fussball
SUPERKRAFT	

Als talentierte Fussballerin beim FC Zürich macht Angelina Isufi die Ausbildung zur Kaufrau EFZ an der Sport Academy Zürich und der Empa. Nach der Lehre will Angelina Isufi die Berufsmaturität absolvieren und ein Studium beginnen. Derzeit gibt sie aber erst einmal alles, um Fussball-Profi zu werden.



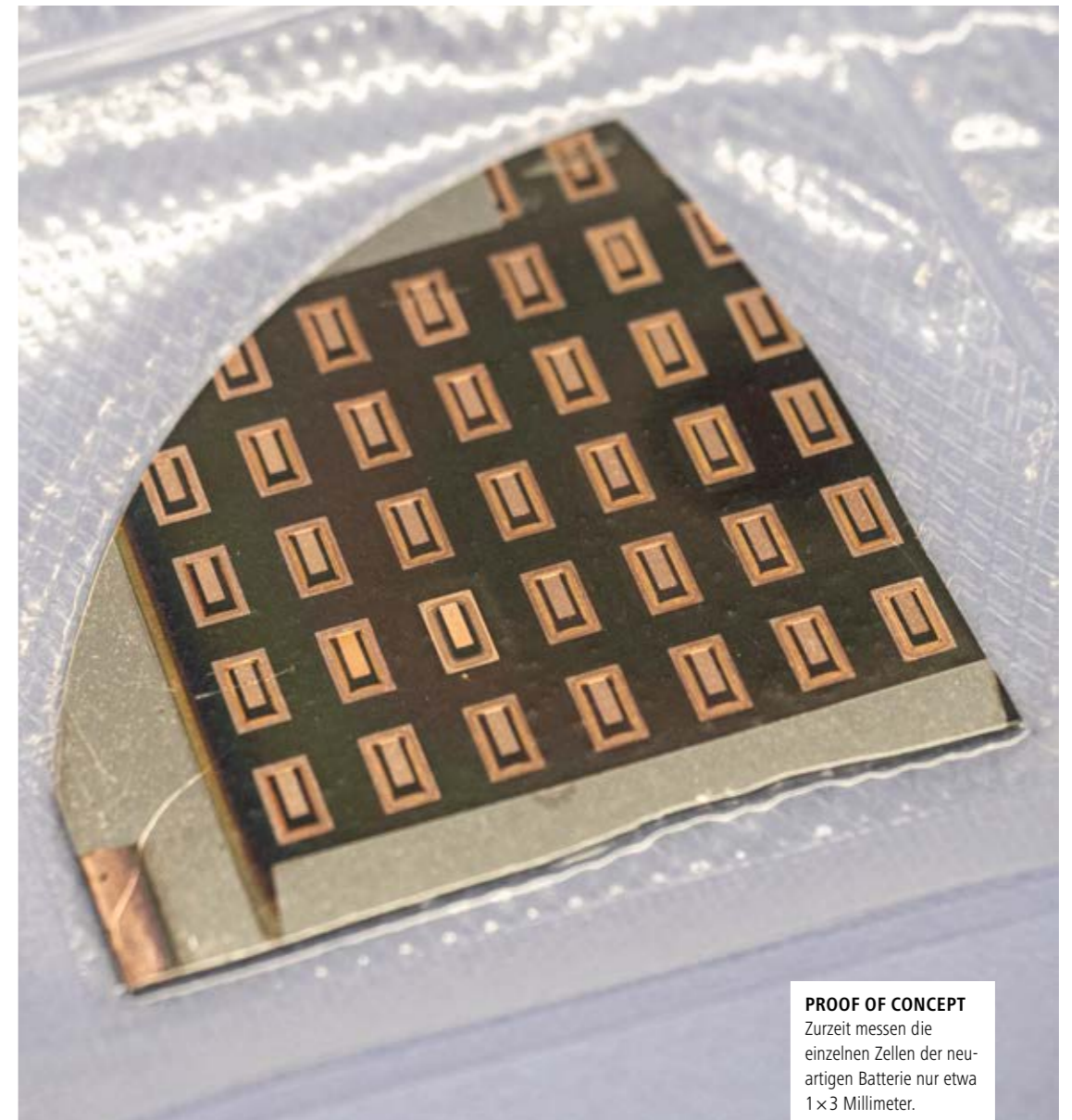
**Tobias Bättig**  
Konstrukteur EFZ

LEHRBERUF	4
LEHRJAHR	Prototypen für die Forschung
MISSION	IT, Technik-Begeisterung
SKILLS	Französisch
CHALLENGE	Motorrad
SUPERKRAFT	

Tobias Bättig arbeitet eng mit Forschenden zusammen, die Prototypen für ihre Projekte benötigen. Die 3D-Konstruktion am Computer und das technische Arbeiten gefallen ihm. Bei einem Werkstattpraktikum konnte er seine Konstruktionen bis zur maschinellen Fertigung und Bearbeitung begleiten.

## UNSERE ASSE IN DEN LEHRBERUFEN

Eine Lehre an der Empa lohnt sich. Jedes Jahr schliessen Lernende in den zehn Lehrberufen erfolgreich ihre Ausbildung in Dübendorf, St. Gallen und Thun ab. Ob Informatikerin, Elektroinstallateur oder Physikalaborantin – alle sindASSE in ihrem Metier. Und alle verfügen darüber hinaus über spezielle Superkräfte.



**PROOF OF CONCEPT**  
Zurzeit messen die einzelnen Zellen der neuartigen Batterie nur etwa 1 × 3 Millimeter.

Fotos und Illustration: Empa

Foto: Empa

Lithium-Ionen-Akkus sind überall: von Smartphones und Laptops über Autos bis hin zu Satelliten, die um die Erde kreisen. Es ist unsere derzeit ausgereifteste Batterietechnologie. Dennoch ist sie nicht für alle Anwendungen ideal. Lithium-Ionen-Batterien büssen mit jedem Lade- und Entladezyklus an Kapazität ein, laden sich verhältnismässig langsam auf und funktionieren nur in einem engen Temperaturbereich richtig gut.

Aus der Sicht der Empa-Forschenden Abdessalem Aribia und Moritz Futscher aus dem Empa-Labor «Thin Films and Photovoltaics» ist es an der Zeit, Batterietechnologie neu zu denken. Im Vergleich zu anderen bestehenden oder sich entwickelnden Technologien bringt ihre Feststoffbatterie auf Lithiummetallbasis einige wesentliche Vorteile mit sich. Beispielsweise kann sie innerhalb von einer Minute auf- und wieder entladen werden, hält rund zehnmal so lang wie ein Lithium-Ionen-Akku und ist unempfindlich gegenüber Temperaturschwankungen.

Ausserdem ist sie im Gegensatz zu Lithium-Ionen-Akkus nicht brennbar – ein grosser Vorteil, denn heutige Akkus gelten als Gefahrgut. Falsche Handhabung oder Beschädigung einer herkömmlichen Lithium-Ionen-Zelle kann zu einem Brand führen, der giftige Gase freisetzt und äusserst schwer zu löschen ist. «Wenn man dagegen unsere Batterie mit einer Schere durchschneidet», sagt Aribia, «hat man einfach zwei halb so gute Batterien.»

Diese vielversprechende Technologie wollen Aribia und Futscher nun auf den Markt bringen. Gemeinsam mit Laborleiter Yaroslav Romanyuk haben sie ein Spin-off namens «BTRY» (ausgesprochen «battery») gegründet. Aribia, der die Rolle des CTO bei BTRY übernimmt, hatte



**INNOVATION IM GANGE**  
 Oben: CEO Moritz Futscher und CTO Abdessalem Aribia im Coating Competence Center der Empa.  
 Mitte: Die beiden Forscher vermessen die Batterien unter Schutzatmosphäre.  
 Unten: Die Dünnschichtzellen werden mittels Vakuumbeschichtung hergestellt.

Fotos: Empa

zuvor nie daran gedacht, eine eigene Firma zu gründen. CEO Moritz Futscher interessiert sich hingegen bereits seit seiner Studienzeit für Start-ups. Die beiden Forscher arbeiten schon seit Jahren gemeinsam am Batterieprojekt und sind ein eingespieltes Team. «Wir sind überzeugt, dass unser Produkt einen echten Mehrwert bieten kann», sagt Futscher.

**HOCHPRÄZISE HERSTELLUNG**

Die neuartige Batterie ist eine sogenannte Dünnschichtfestkörperbatterie. Die Technologie an sich ist nicht neu: Solche Batterien sind bereits seit den 1980er-Jahren bekannt. Aufgrund der sehr geringen Masse ihrer Dünnschichtkomponenten – die ganze Zelle ist nur wenige Mikrometer dick – konnten sie bisher aber nur sehr wenig Energie speichern. Futscher und Aribia ist es gelungen, die Dünnschichtzellen aufeinander zu stapeln und somit ihre Kapazität zu erhöhen.

«Wenn man eine unserer Batterien mit einer Schere durchschneidet, hat man einfach zwei halb so gute Batterien.»

Damit wird die Batterie interessant für kommerzielle Anwendungen. Die Herstellung der Dünnschichtzellen erfolgt mittels Vakuumbeschichtung: Die gewünschten Materialien werden in einer Vakuumkammer zu einzelnen Atomen zerstäubt, die sich dann in einer präzise kontrollierten Schicht auf dem Zielsubstrat absetzen. «Solche Herstellungsmethoden werden heute im grossen Stil bei der Herstellung von Halbleiterchips und Glasbeschichtungen angewendet», sagt Futscher. «Das ist ein Vorteil für uns, denn die Maschinen und das Know-how für die Herstellung unserer Batterie sind weitgehend vorhanden.»

**UNTERSTÜTZUNG FÜR GRÜNDERINNEN UND GRÜNDER**



Das «Empa Entrepreneur Fellowship» wird an Forscherinnen und Forscher der Empa vergeben, die auf der Grundlage ihrer Forschung ein Start-up gründen wollen. Die Fellowships werden in einem Wettbewerb vergeben und beinhalten finanzielle Unterstützung für zwölf Monate. Zusätzliche Förderung erhalten Empa-Spin-offs in den beiden Business-Inkubatoren glatec in Dübendorf und Startfeld in St. Gallen.

Die hochpräzise Herstellungsmethode hat einen weiteren Vorteil: «Im Gegensatz zur traditionellen Kochtopf-Methode der Batterieherstellung fallen bei unserer Produktion keine toxischen Lösungsmittel an», erläutert Aribia. Allerdings fällt die Dünnschichtbatterie dadurch auch teurer aus. Ihre Anwendung sehen die Forscher deshalb vor allem in Produkten, bei denen der Preis der Batterie nur einen geringen Anteil an den Gesamtkosten des Geräts hat – etwa bei Smartphones und Smartwatches oder bei Satelliten. «Dort machen die Vorteile unserer Technologie den höheren Preis mehr als wett», ist Aribia überzeugt.

**INVESTOREN GESUCHT**

Die Forscher sind nicht die einzigen, die das Potenzial ihres Produkts als hoch einstufen. BTRY wurde von der Innosuisse gefördert und schaffte es in den «Business Incubator» der Europäischen Weltraumorganisation (ESA). Ausserdem erhielt Aribia ein «Empa Entrepreneur Fellowship», das junge Forschende für ein Jahr bei der Firmengründung unterstützt.

Doch bevor die ersten Dünnschichtbatterien ins Weltall fliegen oder Handys mit Strom versorgen, steht sowohl administrativ als auch technisch noch einiges an. In der Zwischenzeit nutzen

die beiden Gründer die Maschinen am «Coating Competence Center» der Empa, um ihre Batterieprototypen grösser und leistungsfähiger zu machen und potenziellen Geldgebern zu zeigen, dass sich die Investition lohnt.

In den nächsten zwei Jahren wollen die Forschenden sowohl die Fläche als auch die Anzahl Schichten steigern. «Zurzeit bestehen unsere Batterien erst aus zwei Schichten von nur etwa 1 x 3 Millimetern», sagt Aribia. «Als nächstes wollen wir eine Batterie von rund einem Quadratzentimeter mit zwei bis drei Schichten herstellen. Damit können wir noch keinen Satelliten betreiben – aber wir können sehr wohl zeigen, dass unsere Technologie skalierbar ist.»

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: [www.empa.ch/web/s207](http://www.empa.ch/web/s207)

# FRESSZELLEN GEGEN KREBS



Die Biophysikerin Katharina Hast entwickelt an der Empa in St. Gallen ein Hydrogel, das körpereigene Abwehrzellen für die Behandlung von Krebs oder chronischen Wunden fitmacht. Die Uniscientia Stiftung in Vaduz fördert das kürzlich gestartete Projekt.

Text: Andrea Six

## TALENTFÖRDERUNG



Der Zukunftsfonds der Empa sucht für aussergewöhnlich begabte Nachwuchstalente und herausragende Forschungsprojekte, die anderweitig (noch) nicht unterstützt werden, private Geldgeber. Für das vorliegende Projekt konnte die Uniscientia Stiftung in Vaduz gewonnen werden, das Projekt vollständig zu finanzieren.

hierzu Wirkstoffe eingebettet werden, die Makrophagen anlocken und passend «umprogrammieren». Die Biophysikerin Katharina Hast startete kürzlich ihre Doktorarbeit innerhalb des Projekts. Die Empa-Forscherin ist überzeugt, dass die Strategie, Nanopartikel-Wirkstoffe über ein smartes Material in den Körper einzuschleusen, mehrere Vorteile hat: «Mit dem Hydrogel sollen Makrophagen präzise und effizient beeinflusst werden.» Hierdurch sollte es ausserdem möglich sein, Nebenwirkungen von Behandlungen zu reduzieren, so die Forscherin. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: [www.empa.ch/web/s401](http://www.empa.ch/web/s401) / [www.empa.ch/web/s403](http://www.empa.ch/web/s403) [www.empa.ch/web/s404](http://www.empa.ch/web/s404)

Foto: Empa

# Starthilfe für die Talente von morgen.



Machen Sie den Unterschied!  
Unterstützen Sie den  
Empa Zukunftsfonds «Talente».  
[empa.ch/zukunftsfonds](http://empa.ch/zukunftsfonds)

 **Empa**  
Zukunftsfonds



# WIE VIEL MIKROPLASTIK STECKT IN SCHWEIZER GEWÄSSERN?

Kunststoffpartikel unter fünf Millimeter Grösse, auch bekannt als Mikroplastik, setzen sich oft weit entfernt vom ursprünglichen Entstehungsort ab. Empa-Forschende haben nun ein Modell entwickelt, mit dem sich die Konzentration von Mikroplastik in Schweizer Gewässern berechnen lässt.

Text: Anna Ettlín



**GROSS ZU KLEIN**  
Mikroplastik entsteht unter anderem durch Zersetzung und Abrieb von grösseren Plastikstücken.

Jährlich gelangen 14'000 Tonnen Plastik in Schweizer Böden und Gewässer. Ein Teil davon liegt als Mikroplastik vor: Partikel im Mikro- bis Millimeterbereich. Mikroplastik hat viele Quellen, etwa Kosmetika oder Kunstfaserkleidung. Auch durch Abrieb und Zersetzung von grösseren Plastikstücken, sogenanntem Makroplastik, entstehen Mikroplastikpartikel.

Aufgrund seiner geringen Grösse gelangt Mikroplastik besonders leicht in die Gewässer. Rund 15 Tonnen der kleinen Partikel landen jährlich in den Schweizer Flüssen und Seen. Die Konzentration von Mikroplastik im Wasser zu messen, ist kein einfaches Unterfangen, denn die winzigen Plastikstückchen lassen sich oft nur schwer von Partikeln natürlichen Ursprungs unterscheiden, und

Foto: Empa

ihre Menge variiert stark mit der Zeit und dem Ort der Messung sowie mit dem verwendeten Messverfahren.

## SIEBEN HÄUFIGSTE KUNSTSTOFFE

Will man sich ein Gesamtbild der Mikroplastikbelastung in den Flüssen und Seen einer grösseren Region machen, etwa der ganzen Schweiz, reichen Messungen alleine nicht aus. Deshalb haben die Empa-Forscher David Mennekes und Bernd Nowack im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) nun ein Modell entwickelt, das die Konzentration von Mikroplastik in Gewässern landesweit vorhersagen kann.

Als Grundlage diente den Forschern ein 2020 entwickeltes Modell, das aufzeigt, wo und in welchen Mengen die sieben häufigsten Kunststoffe als Makro- und Mikroplastik in die Umwelt freigesetzt werden: Polyethylen (LD-PE und HD-PE), Polypropylen, Polystyrol und expandiertes Polystyrol, PVC und PET, wie sie in Verpackungen, Textilien, Isolationsmaterial und Landwirtschaftsfolien zum Einsatz kommen. «Nachdem wir zeigen konnten, wo und wie viel Kunststoff in die Umwelt gelangt, war es der logische nächste Schritt, ihre Konzentration aufzuzeigen», erklärt Nowack.

## GROSSSTÄDTE BELASTEN GEWÄSSER

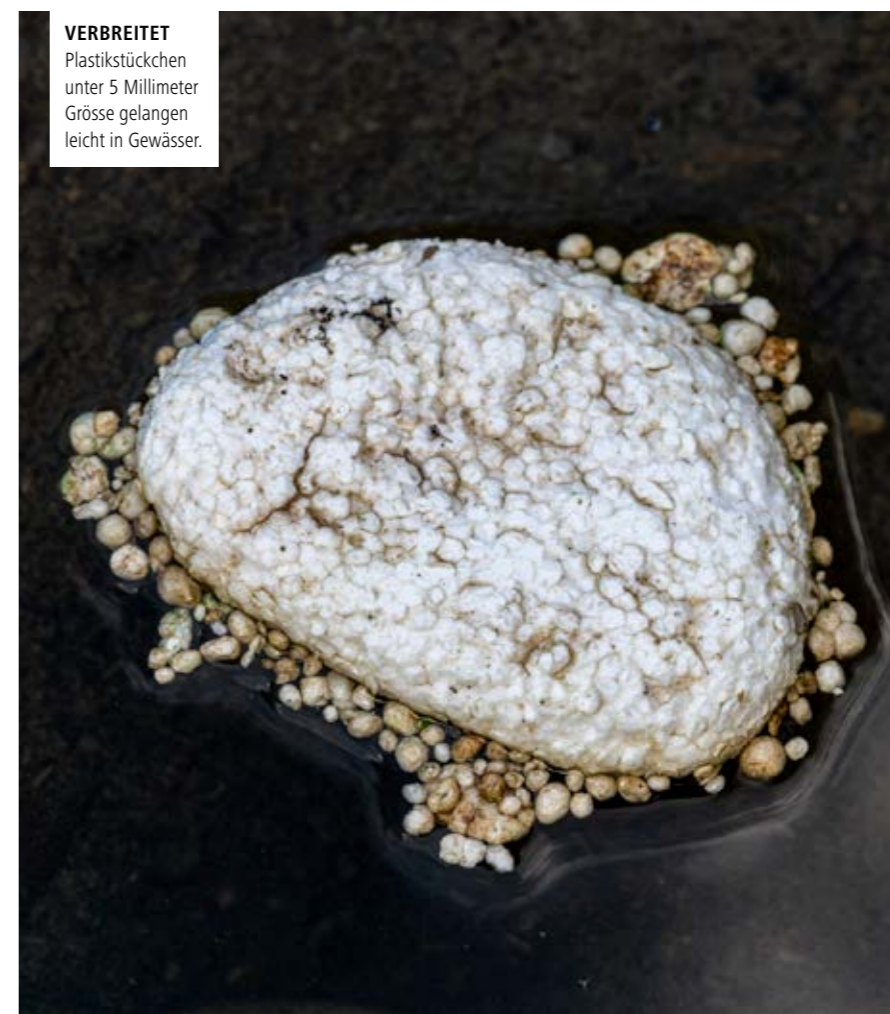
Gemäss dem neuen Modell bleibt rund die Hälfte des Mikroplastiks, das in die Schweizer Gewässer gelangt, im Lande. Rund ein Drittel der Gesamtmenge setzt sich dabei in den Seen ab, der Rest in den Flüssen. Die genaue Verteilung von Mikroplastik ist allerdings mitunter komplex: Ein längerer Fluss hält nicht automatisch mehr Partikel zurück als ein kürzerer. Vielmehr bestimmen das Einzugsgebiet, die Staustufen und die Seen, wie viel Mikroplastik im Fluss verbleibt und wie viel weitertransportiert wird.

Foto: Empa

Besonders hohe Belastungen bestehen – nicht überraschend – flussabwärts von Grossstädten. Am meisten Mikroplastik enthält der Rhein in der Nähe von Basel: Rund viereinhalb Tonnen davon transportiert der Fluss jährlich Richtung Deutschland. Dies ist auch der Aare geschuldet, die, zusammen mit ihren Zuflüssen Reuss und Limmat, drei der grössten Städte

hätten.» Die Ergebnisse veröffentlichten die Wissenschaftler kürzlich in der neuen Zeitschrift «Nature Water».

Das Modell lässt sich auch auf andere Länder und Gebiete anwenden. Nowack und Mennekes fokussieren sich derzeit auf die Schweiz. Sie arbeiten bereits an einem vergleichbaren Modell, um



**VERBREITET**  
Plastikstückchen unter 5 Millimeter Grösse gelangen leicht in Gewässer.

der Schweiz entwässert, bevor sie in den Rhein mündet: Bern, Zürich und Luzern.

«Messungen sind nur punktuell möglich. Mit unserem Modell können wir dagegen die Mikroplastikbelastung im ganzen Land berechnen», resümiert Nowack. «Ausserdem lässt sich damit abschätzen, welchen Effekt Verhaltensänderungen oder staatliche Massnahmen auf die Konzentrationen von Mikroplastik

die Menge von Makroplastik – etwa PET-Flaschen und Plastiktüten – in Gewässern vorhersagen zu können. In einem nächsten Schritt könnten die modellierten Plastikkonzentrationen auch dazu verwendet werden, das Risiko für die Umwelt in den jeweiligen Regionen abzuschätzen.

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: [www.empa.ch/web/s506](http://www.empa.ch/web/s506)



## BIOTECH-GEIGE MIT MEISTERGEIGE «VERWECHSELT»

In einem langjährigen Forschungsprojekt haben Empa-Forschende um Francis Schwarze ein Verfahren entwickelt, bei dem ein Weissfäule-Pilz dazu gebracht wird, Holzzellen gezielt abzubauen. So entsteht sogenanntes «Mycowood» mit verbesserten akustischen Eigenschaften. Ein Nachbau einer antiken Guarneri-del-Gesù-Violine aus «Mycowood» konnte sich nun an der EPFL anlässlich der Veranstaltung «musique et matériau» vor Expertinnen und Experten für Musik, Materialwissenschaften und Geigenbau in einem Blindversuch mit anderen Geigen messen. Dabei ordnete das Fachpublikum den Klang der Empa-Biotech-Geige einer antiken Gagliano-Geige aus dem Jahr 1774 zu. Eine löbliche Verwechslung für die Laborgeige, fand auch der Mäzen des Empa-Forschungsprojekts, Walter Fischli.

[www.empa.ch/web/s302](http://www.empa.ch/web/s302)

**PILZFORSCHER**  
Empa-Forscher Francis Schwarze mit der «Mycowood»-Geige.

## MEDTECH TRIFFT CLEANTECH

**ANGEREGETE DISKUSSION**  
Empa-Direktorin Tanja Zimmermann (links) im Gespräch mit Fachleuten aus der Industrie.

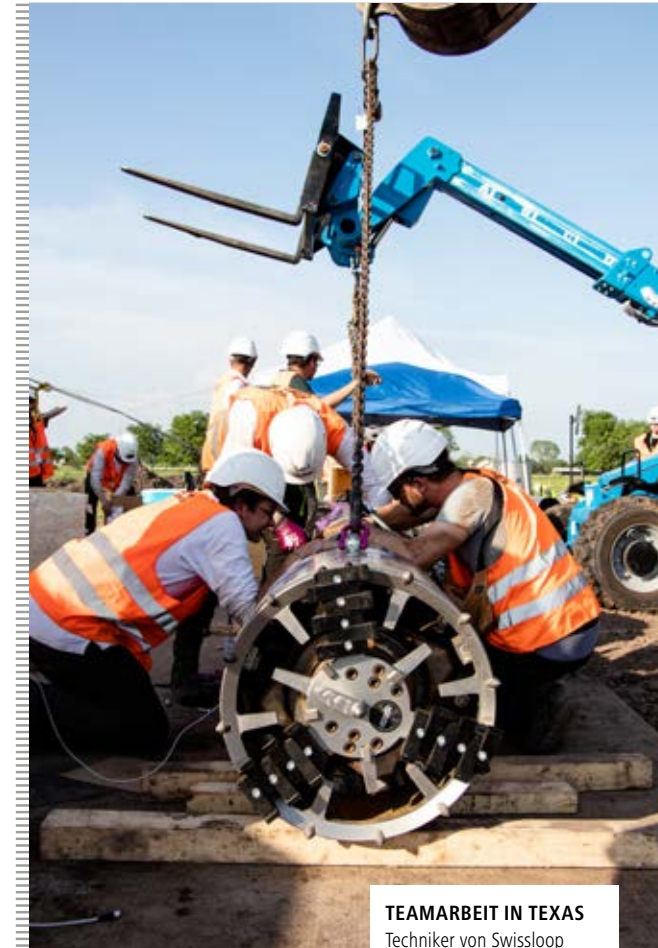


Genau wie in der Wissenschaft kann Interdisziplinarität auch in der Wirtschaft Durchbrüche ermöglichen und den Weg für Innovation ebnet. Deshalb stand der «Innovation Zürich»-Anlass am 20. April ganz unter dem Motto der «Cross-Industry Innovation» mit einem besonderen Fokus auf die Themen Medtech und Cleantech. Empa-Direktorin Tanja Zimmermann präsentierte das Erfolgsrezept der Empa für Innovation und diskutierte anschliessend mit Branchenvertretern über die Herausforderungen und Chancen von Cross-Industry Innovation.

[innovation.zuerich](http://innovation.zuerich)

Foto: Empa, Amt für Wirtschaft und Arbeit, Kanton Zürich

## ERFOLG FÜR «SWISSLOOP TUNNELING»



**TEAMARBEIT IN TEXAS**  
Techniker von Swissloop Tunneling bei den Vorbereitungen zum Wettbewerb.

Das Schweizer Studierenden-Team von «Swissloop Tunneling», das seine Technologie auf dem Empa-Campus in Dübendorf entwickelt, hat einen weiteren Erfolg erzielt: Beim Wettkampf «Not-A-Boring-Competition» in Bastrop, Texas, erreichte das Team am 1. April den zweiten Rang. Zudem verlieh ihm die Jury des Wettbewerbs, den Tesla-Gründer Elon Musk ins Leben gerufen hatte, den Innovationspreis für die Konstruktion der Bohrmaschine «Groundhog Beta». Unter den fünf Finalisten gelang es nur den Schweizern und dem Siegerteam der Technischen Universität München, mit ihren Prototypen erfolgreich einen Tunnel zu bohren. Der Wettbewerb fördert innovative Konzepte mit Blick auf künftige Hyperloop-Systeme: Hochgeschwindigkeitstransporte in Vakuumröhren, an denen weltweit gearbeitet wird.

[swisslooptunneling.ch](http://swisslooptunneling.ch)

Foto: Swissloop Tunneling

## VERANSTALTUNGEN

15. – 17. AUGUST 2023

**Konferenz:** International Symposium on Non-destructive Characterization of Materials (ISNDCM)

**Zielpublikum:** Wissenschaft

[www.empa-akademie.ch/isndcm23](http://www.empa-akademie.ch/isndcm23)

Empa, Dübendorf

06. UND 07. SEPTEMBER 2023

**Kurs:** 3D-Drucken in der Medizintechnik

**Zielpublikum:** Industrie und Wirtschaft

[www.empa-akademie.ch/medizintechnik](http://www.empa-akademie.ch/medizintechnik)

Swiss m4m Center, Bettlach

28. SEPTEMBER 2023

**Tage der Technik 2023 – Die Ressourcenknappheit als Innovationstreiberin**

**Zielpublikum:** Öffentlichkeit

[www.tage-der-technik.ch](http://www.tage-der-technik.ch)

Empa, Dübendorf

05. OKTOBER 2023

**Kurs:** Energy Harvesting

**Zielpublikum:** Industrie und Wirtschaft

[www.empa-akademie.ch/harvesting](http://www.empa-akademie.ch/harvesting)

Empa, Dübendorf

Die komplette Liste der Veranstaltungen finden Sie unter: [www.empa-akademie.ch](http://www.empa-akademie.ch).

THE PLACE WHERE INNOVATION STARTS.



Materials Science and Technology