

Empa Quarterly

FORSCHUNG & INNOVATION II #85 II OKTOBER 2024

FOKUS: TECHNOLOGIETRANSFER

AUF DEM WEG ZUR LÖSUNG



«CO-CREATION» IM BAUPROZESS
INNOVATION FÜR SCHREINEREI
MUSKELN AUS DEM DRUCKER

[INHALT]

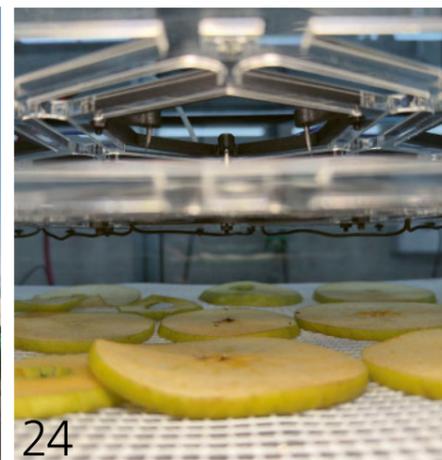
[FOKUS: TECHNOLOGIETRANSFER]



32



12



24



24



26

[FOKUS]

10 INTERVIEW
Aus dem Labor in die weite Welt

12 «STEP2»
Der nächste Schritt

15 MARMORHOLZ
Vom Pilz signiert

18 «THINK EARTH»
Auf Holz und Lehm gebaut

20 INNOSUISSE-PROJEKTE
Innovation im Team

22 START-UP-FÖRDERUNG
Hier starten Jungfirmen durch

24 SPIN-OFFS
Clevere Start-up-Ideen

26 PRODUKTE
«Empa Inside»

[THEMEN]

08 TREIBHAUSGASE
Wer emittiert denn da?

30 3D-DRUCK
Muskeln aus dem Drucker

32 TAG DER OFFENEN TÜR
Zu Besuch im Labor

[RUBRIKEN]

04 WISSEN IM BILD

06 IN KÜRZE

28 ZUKUNFTSFONDS
Wie gefährlich ist Nanoplastik für Babys?

34 UNTERWEGS

[TITELBILD]



Der Weg von der Idee zum fertigen Produkt ist nicht immer gerade, wie die Wendeltreppe in der neuen NEST-Unit «STEP2» versinnbildlicht. Zugleich zeigt gerade diese neue Unit: Wenn Industrie und Wissenschaft kooperieren, kann wahre Innovation entstehen. So sieht die Treppe dank digitaler Designmethoden und 3D-gedruckten Schalungen nicht nur elegant aus, sondern spart auch Material. (S. 12)
Bild: Zooney Braun

[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.)

DIE PS AUF DIE STRASSE BRINGEN

Liebe Leserin,
lieber Leser,



Wenn man sich als Innovationsschmiede der Schweiz bezeichnet – wie dies die Empa immer voller Stolz tut –, dann sollten den vollmundigen Worten auch Taten folgen. Denn häufig mangelt es nicht an smarten Ideen, sondern an deren Umsetzung in die Praxis, also dem Transfer von Technologien aus dem Labor «auf die Strasse». Und gerade dies ist eines unserer Kernanliegen, verbunden mit dem Ziel, den Schweizer Unternehmen dadurch einen Vorteil im globalen Wettbewerb zu verschaffen. Dieser Technologietransfer kommt bei uns in den unterschiedlichsten Formen daher – sei es durch direkte Industriekooperationen, durch Innosuisse-Projekte oder durch Firmengründungen und deren Unterstützung in unseren «Business Inkubatoren» (S. 10). Sind diese Ansätze erfolgreich, resultieren daraus innovative Produkte, etwa eine Kreditkarte aus Holz, ein optimierter Sport-BH oder ein deutlich verbesserter Leuchtstoff, der den Zeitmesser am Handgelenk auch im Dunkeln gut ablesbar macht (S. 26). Unsere Partner reichen dabei vom typischen Schweizer KMU (S. 15) bis zum global tätigen Grosskonzern (S. 12). Gemeinsam ist ihnen (wie uns) die Lust auf innovative Lösungen, die unsere Welt ein klein wenig besser machen. Einige dieser Innovationen aus unseren Labors haben wir auch an unserem Tag der offenen Tür Mitte September auf unseren neuen Forschungscampus «co-operate» in Dübendorf gezeigt. Die Begegnungen und Diskussionen waren überwältigend positiv – vielen Dank nochmal von dieser Seite all unseren zahlreichen Besucherinnen und Besuchern!

Viel Vergnügen beim Lesen!

Ihr MICHAEL HAGMANN



BELEBTE MONDLANDSCHAFT

Fällt ein Zahn aus, kann ein Implantat in den Kiefer eingesetzt werden. Entscheidend für den Erfolg ist unter anderem die Oberflächenstruktur des Materials, das für Knochenzellen attraktiv sein muss, damit das Implantat stabil mit dem Kiefer verwächst. Während der Grossteil dieser künstlichen Zahnwurzeln sich erfolgreich in den Kieferknochen integriert und jahrelang hält, versagen einige Implantate. Forschenden der Empa ist es nun gemeinsam mit Industriepartnern gelungen, Titanlegierungen mit gepulstem Laserlicht besonders präzise zu strukturieren. Anhand der neuen Technik konnte das von der Innosuisse geförderte Team die Materialoberfläche nach dem Vorbild von natürlichem Knochen gestalten. Die femtosekundenschnellen Lichtblitze schaffen so eine Struktur mit Vertiefungen und Erhebungen im Mikro- und Nanometerbereich, auf der sich Vorläufer von Knochenzellen (hellblau) wohlfühlen, was ein stabiles Einwachsen des Implantats begünstigt. (rot: rote Blutkörperchen)

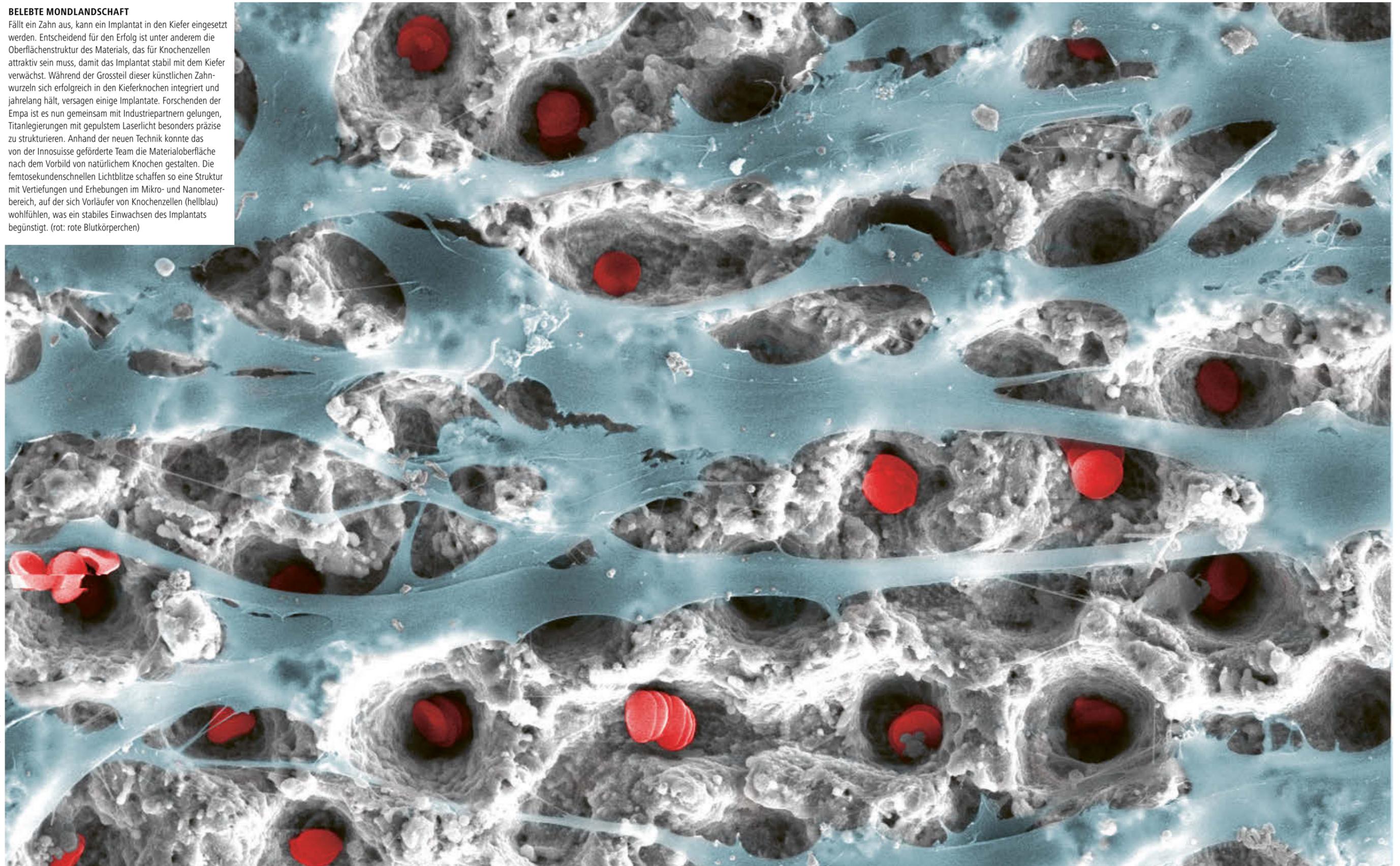


Foto: kolorierte Elektronenmikroskopie, Empa

«AEROGEL ARCHITECTURE AWARD 2024»: AUSGEZEICHNETE PROJEKTE



PREISGEKRÖNT
Gewinnerinnen und Gewinner, Jurymitglieder und Mitglieder des Organisationsteams auf der Bühne.

Am 12. Juli fand zum vierten Mal die Verleihung des «Aerogel Architecture Award» auf dem Empa-Campus statt. Insgesamt wurden sechs Projekte in den Kategorien «Realisierte Lösungen» und «Studierendenprojekte» ausgezeichnet. Sie alle zeigen Anwendungen von Aerogel-Materialien in Architektur- und Bauprojekten, die durch minimale Eingriffe in Bausubstanz und Erscheinungsbild grosse Ersparnisse hinsichtlich Wärmeverlust und Energieverbrauch ermöglichen. Gewonnen haben ein Sanierungsprojekt aus Italien und ein studentisches Konzept aus Brasilien.



30 JAHRE EMPA AM STANDORT THUN

Am 1. Januar 1994 eröffnete die Empa die Abteilung «Werkstofftechnologie» am neuen Standort in Thun. Knapp 30 Mitarbeitende der damaligen Sektion «Material- und Prüftechnik» der Gruppe für Rüstungsdienste (GRD) wechselten so vom Eidgenössischen Militärdepartement zur Empa und damit zu einer zivilen Arbeitgeberin. Unlängst feierte der Standort Thun seinen 30. Geburtstag. Seit der Eröffnung hat sich die Empa am Standort Thun zu einem international renommierten Zentrum für Werkstofftechnologie mit einzigartiger Forschungsinfrastruktur entwickelt. Mittlerweile arbeiten hier knapp 90 Personen in den beiden Forschungslabors «Advanced Materials Processing» und «Mechanics of Materials & Nanostructures».



HAPPY BIRTHDAY
Unlängst feierte der Empa-Standort in Thun seinen 30. Geburtstag.

Fotos: Empa

Fotos: Empa

MATTHIAS SULZER ÜBERNIMMT DEPARTEMENTSLEITUNG



MANAGEMENT
Matthias Sulzer wird neu das Empa-Departement «Ingenieurwissenschaften» führen.

Der Energie- und Gebäudetechnikexperte Matthias Sulzer übernimmt ab dem 1. Januar 2025 die Leitung des Departements «Ingenieurwissenschaften». Er tritt die Nachfolge von Peter Richner an, der per Ende März 2025 in die Pension geht. Zudem wird Sulzer auf den 1. Januar 2025 auch die Co-Leitung des Empa-Forschungsschwerpunkts «Gebaute Umwelt» sowie die wissenschaftliche Leitung des NEST übernehmen. Zurzeit ist er leitender Wissenschaftler am «Urban Energy System Lab» der Empa und unterrichtet an der ETH Zürich. Er hält zudem eine Forschungsanstellung am «Lawrence Berkeley National Laboratory» in den USA.



ROBOTIK-INNOVATIONEN FÜR EINE NACHHALTIGE ZUKUNFT



IN DEN LÜFTEN
Das Stahlgerüst bildet den Rahmen für die Robotervoliere.

Anfang Juli haben die Bauarbeiten zur neuesten NEST-Unit, dem «DroneHub», begonnen. Das Labor unter freiem Himmel dient als Brücke zwischen gebauter und natürlicher Umwelt. Hier will das internationale Team um Mirko Kovac erforschen, inwiefern Drohnen und andere Roboter im Bereich von Gebäudeinspektion, Wartung und Reparatur eingesetzt werden können. Zudem will es ein diverses Portfolio an Robotern und Drohnen zur Ermittlung von Umweltdaten in Wäldern und Feuchtgebieten entwickeln. Eröffnet wird der «DroneHub» im November 2024.

WER EMITTIERT DENN DA?

Ein internationales Forschungsteam hat die Emissionen des potenten Treibhausgases HFC-23 aus der Herstellung von Teflon und Kühlmitteln untersucht. Dafür wandte es eine clevere neue Methode an. Seine Studie zeigt: Die Eindämmungsmassnahmen wirken, werden aber nicht überall umgesetzt.

Text: Anna Ettlin

KLIMASCHÄDLICH
HFC-23 ist ein Treibhausgas, das als Nebenprodukt bei der Herstellung von Teflon und Kühlmitteln anfällt.



Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) sind potente Treibhausgase. Das stärkste davon ist Trifluormethan, auch bekannt unter dem Kürzel HFC-23. Ein Kilogramm HFC-23 in der Atmosphäre trägt so stark zum Treibhauseffekt bei, wie 12'000 Kilogramm CO₂. Bis sich das Gas in der Atmosphäre zersetzt, dau-

ert es rund 200 Jahre. Deshalb haben sich über 150 Länder im Rahmen der Kigali-Änderung des Montreal-Protokolls verpflichtet, ihre Emissionen von HFC-23 stark einzudämmen.

Die Hauptquelle von HFC-23 ist die industrielle Produktion von gewissen Kühlmitteln sowie von Polytetrafluorethen

(PTFE), besser bekannt als Teflon. Bei der Herstellung einer Vorstufe von Teflon entsteht HFC-23 als Nebenprodukt. Seit 2020 gilt: Wer Teflon produziert, muss das klimaschädliche HFC-23 zerstören. Gemäss den Rapports der einzelnen Länder geschieht dies auch: Auf Papier betrogen die globalen Emissionen von HFC-23 im Jahr 2020 nur noch

2'000 Tonnen. Die tatsächlichen Emissionen, die in zahlreichen Studien ermittelt wurden, zeigen ein anderes Bild: Allein 2020 gelangten rund 16'000 Tonnen des Treibhausgases in die Atmosphäre.

GENAUE MESSUNGEN DANK TRACER-GAS

Woher kommt diese Diskrepanz? Um diese Frage zu beantworten, haben Forschende der Empa, der «University of Bristol» und der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) die HFC-23-Emissionen einer Teflon-Fabrik in den Niederlanden genauer unter die Lupe genommen. Ihre Ergebnisse haben sie nun im renommierten Wissenschaftsmagazin «Nature» veröffentlicht.

Um die Emissionen der Fabrik ganzheitlich und möglichst genau zu erfassen, wandten die Forschenden eine neuartige Methode an. Unmittelbar neben der Fabrik setzten sie einen «Tracer» frei: ein ungiftiges Gas, das nicht in der Atmosphäre vorkommt und sich innert weniger Wochen zersetzt. In rund 25 Kilometer Entfernung massen sie die Konzentrationen von HFC-23 und anderen Nebenprodukten der Teflonherstellung – sowie die Konzentration des Tracers. «Da wir genau wussten, wie viel Tracer wir freigesetzt hatten und wie viel davon am Messpunkt ankam, konnten wir daraus die Emissionen von HFC-23 und anderen Gasen berechnen», erklärt Erstautorin Dominique Rust, die im Rahmen ihres Doktorats an der Empa am Projekt gearbeitet hat.

Die Messungen wurden am 213 Meter hohen Mast der Station Cabauw durchgeführt. Diese niederländische Messstation wird vom Königlich Niederländischen Meteorologischen Institut (KNMI) betrieben. Bild: ICOS RI / Tom Oudijk, Sander Karsen, Dennis Manda. Um den Ausstoss von HFC-23 zu minimieren, wird das Gas direkt in der Fabrik verbrannt, noch

bevor es austreten kann. Die neue Studie zeigt nun: «Unsere gemessenen Emissionen liegen höher, als die von der Fabrik rapportierten», so Empa-Forscher Martin Vollmer. «Allerdings ist die emittierte Menge an HFC-23 noch immer gering. Die Massnahmen zur Eindämmung der Emissionen funktionieren also gut.» Co-Autor Kieran Stanley von der «University of Bristol» fasst zusammen: «Diese Ergebnisse sind sehr ermutigend. Sie zeigen, dass die Emissionen dieses hochwirksamen Treibhausgases aus Anlagen, die Fluorpolymere wie Teflon herstellen, mit den richtigen Massnahmen erheblich reduziert werden können.» Und Empa-Forscher Stefan Reimann ergänzt: «Wenn alle diese Fabriken ähnliche Emissionen hätten, dann könnten global HFC-23-Emissionen verhindert werden, die fast 20% der CO₂-Emissionen des weltweiten Flugverkehrs entsprechen.»

ÜBERPRÜFEN UND DURCHSETZEN

Wenn die eindämmenden Massnahmen funktionieren, wie lassen sich die hohen Messwerte in der Atmosphäre erklären? «Wir müssen deshalb davon ausgehen, dass die von den Ländern rapportierten Massnahmen nicht überall der Realität entsprechen», sagt Martin Vollmer. Die Autorinnen und Autoren der Studie rufen die Länder dazu auf, ihre Teflon-Fabriken unabhängig überprüfen zu lassen. «Unabhängige Überprüfungen der Treibhausgasemissionen aus der Produktion von Fluorpolymeren und Kühlmitteln sind notwendig, um die Lücken in unserem Verständnis der Emissionsquellen zu schliessen und zu prüfen, ob die Länder die internationalen

Klima- und Umweltabkommen vollständig einhalten», ergänzt Stanley.

«Die Zusammenarbeit mit dem Teflonhersteller und mit den niederländischen Behörden war der Schlüssel zum Erfolg unserer Studie», sagt Rust, die mittlerweile an der «University of Bristol» forscht. Die von den Forschenden entwickelte Tracer-Methode würde sich für solche unabhängigen Überprüfungen von Fabriken und Industriegebieten eignen – auch für andere Gase, sind die Forschenden überzeugt. Empa-Forschende planen bereits im Oktober eine weitere Studie in Südkorea, bei der sie die Tracer-Methode

MESSPUNKT
Die Messungen wurden am 213 Meter hohen Mast der niederländischen Messstation Cabauw durchgeführt.



anwenden wollen, um die Emissionen von halogenierten Substanzen in der südkoreanischen Hauptstadt Seoul zu bestimmen. «An der Messstation Cabauw wird die TNO die Überwachung von Treibhausgasen im Rahmen der europäischen ICOS-Infrastruktur um die kontinuierliche Überwachung von halogenierten Substanzen erweitern. Dadurch können wir den Standort und die Emission der Quellen von halogenierten Stoffen verfolgen, die während dieses Experiments festgestellt wurden», fügt TNO-Forscher Arnoud Frumau hinzu. ■



Foto: Adobe Stock

Foto: ICOS RI / Tom Oudijk, Sander Karsen, Dennis Manda

AUS DEM LABOR IN DIE WEITE WELT

Wie kommen Innovationen aus der Wissenschaft in die Wirtschaft? Dafür gibt es unterschiedliche Wege, zusammengefasst unter dem Begriff «Technologietransfer». Marlen Müller leitet den Wissens- und Technologietransfer an der Empa und erklärt im Interview, warum die Zusammenarbeit mit der Industrie in der Empa-DNA steckt, was die Schweiz so innovativ macht und wie Forschende von Industrieprojekten profitieren.

Interview: Anna Ettlin

Marlen Müller, was versteht man unter Technologietransfer?

Technologietransfer heisst – auf die Empa übertragen –, Forschungsergebnisse aus unseren Laboratorien in die Industrie zu bringen. Bei uns geschieht dies vor allem über direkte Zusammenarbeit mit Unternehmen oder durch die Gründung von Spin-offs durch unsere Forschende. Ganzheitlich betrachtet gehört zum Technologietransfer aber auch der Transfer von «Köpfen»: Wenn unsere Forschenden Stellen in der Industrie oder in der öffentlichen Verwaltung annehmen, bringen sie das Wissen, das sie an der Empa erworben haben, so in die Gesellschaft ein.

Welchen Stellenwert hat Technologietransfer an der Empa?

Technologietransfer ist neben Forschung und Lehre einer der Grundpfeiler der Empa. Wir verstehen uns als Brücke zwischen der Forschung auf der einen und der Industrie und der Gesellschaft auf der anderen Seite. Die Zusammenarbeit mit der Industrie ist in unserer DNA: Die Empa wurde ja als Materialprüfanstalt gegründet. Schon damals stand der Nutzen für die Gesellschaft und die Wirtschaft im Vordergrund. Die Empa hat sich seither zu einem renommierten Forschungsinstitut ge-



wandelt, den engen Bezug insbesondere zur Schweizer Industrie haben wir aber immer beibehalten und sogar noch weiter ausgebaut.

Unterscheidet das die Empa von anderen Forschungsinstitutionen?

Inzwischen haben die meisten Universitäten und Forschungsinstitute Technologietransferstellen. Als Materialforschungsinstitut können wir aber besonders viel bieten, denn praktisch alles, was die Industrie macht, hat mit Materialien oder mit Prozessen zu tun. Und genau hier hat die Empa ihre Kernkompetenzen: Wir forschen an der ganzen Palette von Materialien, von Holz und Keramik über Nano- und Quantenmaterialien bis hin zu Dünnschichten und Komposite. Unsere Forschenden haben grosse Erfahrung mit inter- bzw. transdisziplinärer Zusammenarbeit, und es

kommt nicht selten vor, dass in Industrieprojekten mehrere Forschungsgruppen mit unterschiedlichsten Expertisen gemeinsam neue Lösungen entwickeln und so einen echten Mehrwert für unsere Partner schaffen. Ausserdem bieten unsere Demonstratoren NEST, ehub, und move der Industrie einzigartige Plattformen, um ihre Innovationen unter realen Bedingungen auszutesten.

Welche Art von Technologietransfer ist für die Empa am wichtigsten?

Unser wichtigster Kanal für den Technologietransfer in die Wirtschaft ist die direkte Zusammenarbeit mit unseren Industriepartnern. Wir haben jedes Jahr rund 130 Innosuisse-Projekte. (Siehe S. 20) Daraus entstehen Produkte, Patente, Software und Technologien. Die Bedingungen der Zusammenarbeit wie auch Eigentum und Nutzung der Forschungsergebnisse regeln wir mit unseren Projektpartnern vertraglich. Manchmal kommen die Projektideen von unseren Forschenden, oft entstehen sie aber auch aus einem direkten Bedürfnis der Industrie, etwa, wenn eine Firma ein Material durch eine umweltfreundlichen Alternative ersetzen oder einen Herstellungsprozess optimieren will, um Energie zu sparen.

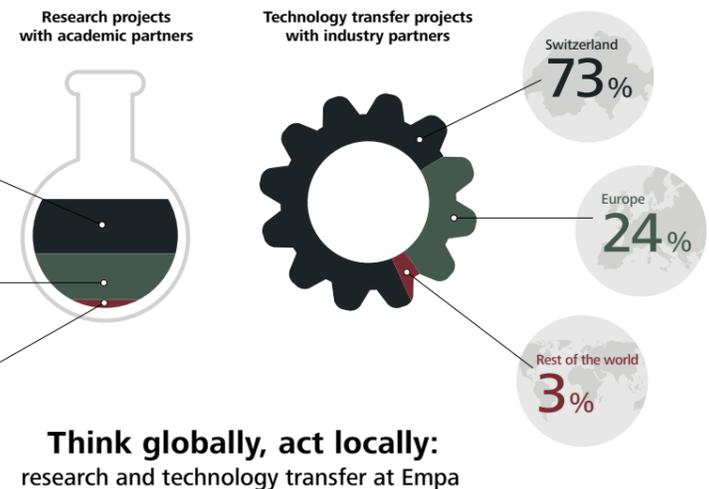
Foto: Empa

Grafik: Empa

Wie profitieren Unternehmen von einer solchen Zusammenarbeit?

Unsere Umsetzungspartner sind häufig Schweizer KMU, die zu klein sind, um eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilungen zu betreiben. Auch Personal, Zeit und Ressourcen sind oft knapp. Viele Schweizer KMU sind aber am globalen Markt tätig, wo sie sich gegen internationale Konkurrenz durchsetzen müssen. Gemeinsame Innosuisse-Projekte mit der Empa stärken ihre Innovationskraft und somit auch die Schweizer Wirtschaft als Ganzes.

Aber auch für grosse Firmen ist eine Zusammenarbeit mit uns attraktiv. Selbst wenn sie bereits eigene Forschung und Entwicklung betreiben, können sie sich mit uns näher an die Grundlagenforschung wagen. In den Demonstratoren der Empa können sie die neuen Technologien und Materialien ausserdem in einem realen Umfeld erproben. Ein Paradebeispiel dafür ist die nagelneue NEST-Unit «STEP2», bei der es um neue digitale Design- und Fertigungstechniken mit innovativen Materialien und einem umfassenden Energie- und Behaglichkeitskonzept geht. Die Unit wurde gemeinsam mit BASF und mit weiteren Industriepartnern geplant und gebaut. (Siehe S. 12)



Und was haben die Forschenden davon?

Auch in Industrieprojekten können unsere Forschenden ihre Ergebnisse nach Absprache mit unseren Partnern publizieren. Das ist vertraglich so geregelt, denn die akademische Arbeit ist für die Forschenden enorm wichtig. Zugleich ist die Zusammenarbeit mit der Industrie eine wertvolle Erfahrung für junge Forschende. Es kommt nicht selten vor, dass Forschende über Innosuisse-Projekte Stellen in der Industrie finden.

Die Schweiz gilt als ein innovatives Land. Haben wir das auch dem Technologietransfer zu verdanken?

Die Schweiz ist eine Wissensgesellschaft. Wir haben wenig natürliche Ressourcen, also mussten wir unseren Wohlstand schon immer mit Innovationen sichern. Gerade bei der Anzahl Patentanmeldungen sind wir stark, was uns unter anderem den ersten Platz im «Global Innovation Index» (GII) und ähnlicher Ranglisten eingebracht hat. Hier dürfen wir uns aber nicht auf unseren Lorbeeren ausruhen: Tolle Ideen allein genügen nicht; bei Innovation geht es darum, diese Ideen auch wirklich auf den Markt zu bringen, also um die Einführung von neuen oder verbesserten Produkten, Dienstleistungen oder Prozessen. Zudem holen andere Länder wie China stark auf.

Wie sieht die Zukunft des Technologietransfers an der Empa aus?

Wir wollen unsere Industriepartner nach Projektabschluss künftig enger begleiten. Bevor der neue Prozess implementiert oder das neue Produkt am Markt ist, braucht es noch einige wichtige Schritte seitens des Partners. Das kann gerade für KMU eine Herausforderung sein. Längerfristig beobachten wir ausserdem einen Trend zu «Open Source» in der Forschung: Immer mehr Forschungsförderer wie die EU fordern «Open-Source»-Ansätze und offenen Zugang zu Forschungsdaten als Voraussetzung für Fördergelder. Das verändert den Technologietransfer. Wenn ein Partner keine exklusiven Nutzungsrechte mehr bekommen kann, ist er unter Umständen weniger bereit, in die Forschung zu investieren. Eventuell können wir hier einen Mittelweg finden und die Ergebnisse aus den frühen Projektphasen frei verfügbar machen, während die späteren Erkenntnisse eher patentiert werden. Ein ausgewogenes Management von «Open-Source»-Ansätzen und dem Schutz des geistigen Eigentums wird dabei entscheidend sein. ■





DIGITALE FERTIGUNG
Digitale Bauprozesse helfen,
Material einzusparen.

DER NÄCHSTE SCHRITT

Eine digital gefertigte Treppe, die sich in den zweiten Stock windet. Eine hauchdünne, perforierte Betondecke, die den Schall absorbiert. Boden- und Wandmaterialien aus recyklierten Abfallstoffen. Das neueste Gebäudemodul im Forschungs- und Innovationsgebäude NEST ist ein Leuchtturm für materialsparende und energieeffiziente Bautechnologien – und ist entstanden dank einer intensiven Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie.

Text: Stephan Kälin

In der Schweiz verschlingt der Bausektor mit Abstand am meisten Rohstoffe, verursacht das grösste Abfallaufkommen und ist verantwortlich für ein Drittel aller CO₂-Emissionen. Mit dem modularen Forschungs- und Innovationsgebäude NEST setzt sich die Empa gemeinsam mit über 150 Partnern aus Forschung, Wirtschaft und der öffentlichen Hand seit über acht Jahren dafür ein, dass neue Technologien und Materialien für ein ressourcenschonendes Bauen soweit entwickelt werden, dass sie den Sprung in den Markt schaffen.

Jüngstes Beispiel dafür ist die Unit «STEP2», die Ende August eröffnet wurde. Das zweistöckige Gebäudemodul vereint eine Reihe von Innovationen, die allesamt zum Ziel haben, den Material- und Energieverbrauch zu senken und einen kreislaufgerechten Umgang mit

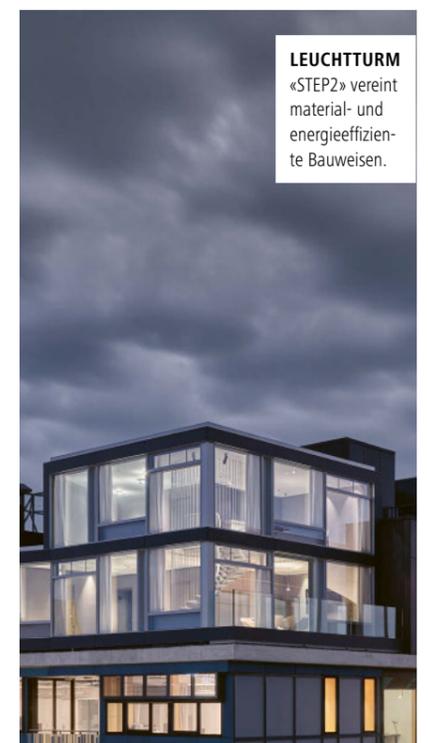
unseren Ressourcen zu fördern. «Gleichzeitig war es uns ein grosses Anliegen, dass wir Lösungen entwickeln, die marktfähig sind und in der Baubranche tatsächlich eine Zukunft haben», sagt Enrico Marchesi, Innovation Manager im NEST. Im Dreiergespann mit dem Hauptpartner BASF und dem Architekturbüro ROK hat das NEST-Team der Empa deshalb jede Idee genauestens auf Marktrelevanz überprüft und mit den weiteren Partnern reale «Business Cases» entwickelt. «Für uns als Hauptpartner dient die «STEP2»-Unit dazu, das breite Chemie-Know-how von BASF in Zusammenarbeit mit den anderen Partnern in konkrete, neue und nachhaltige Lösungen für den Bausektor einfließen zu lassen», sagt Olivier Enger, Senior Innovation Manager bei BASF.

«CO-CREATION» IM BAUPROZESS

Entsprechend verfolgte das Team von Anfang an einen – für ein Bauprojekt eher unüblichen – «Co-Creation»-Ansatz. Resultat dieses Vorgehens sind funktional und ästhetisch einzigartige Bauinnovationen. Dazu gehören etwa ein multifunktionales Deckensystem oder eine geschwungene Betontreppe, deren Materialaufwand dank digitalen Designmethoden und 3D-gedruckten Schalungen auf ein Minimum reduziert wurde. Die Gebäudehülle besteht aus einer neuen Doppelhautfassade, die ein wichtiger Teil des Energiekonzepts ist, und im Innenausbau kommen mehrere «Upcycling»-Materialien zum ersten Mal zum Einsatz.

BETEILIGTE FORSCHUNGS- UND INDUSTRIE-PARTNER

Empa
BASF
ROK Architekten GmbH
Digital Building Technologies – ETH Zürich
Aepli Metallbau AG
Stahlton Bauteile AG
SW Umwelttechnik Stoiser & Wolschner AG
WaltGalmarini AG
Bartenbach GmbH
Forward AM Technologies GmbH
Hilti AG
New Digital Craft GmbH
re-fer AG



LEUCHTTURM
«STEP2» vereint
material- und
energieeffiziente
Bauweisen.

Foto: Andrei Jipa DBT ETH Zürich

Foto: Zoëy Braun

PARTNERSCHAFT AUF AUGENHÖHE

Neben Einzelprojekten mit Unternehmen geht die Empa auch gezielt strategische und langfristige Industriepartnerschaften ein. Die Kooperation mit BASF ist ein Beispiel dafür: Begonnen mit einer Projektzusammenarbeit zur Herstellung von Graphen-Nanostrukturen im Jahr 2011, sind im Laufe der Zeit zahlreiche weitere Themenfelder mit verschiedenen Forschungsgruppen der Empa gemeinsam bearbeitet worden. Seit 2017 ist das «Scouting & Academic Collaborations»-Team von BASF mit eigenen Räumlichkeiten an der Empa angesiedelt. Im Interview gibt Alice Glättli, Senior Vice President Group Research bei BASF, Einblick in die Beweggründe, die zu dieser strategischen Partnerschaft geführt haben.

Interview: Stephan Kälin

Frau Glättli, BASF ist in fast 100 Ländern mit eigenen Labors und Produktionsstandorten vertreten. Wie kam es zur Partnerschaft mit der Empa?

Wir sind davon überzeugt, dass nur mit Innovationen aus der Chemie die drängenden Zukunftsfragen gelöst werden können. Das motiviert uns Tag für Tag, Lösungen für die grössten Herausforderungen unserer Zeit zu entwickeln – damit wir einen Beitrag leisten, um das Klima besser schützen, die begrenzten Ressourcen optimal nutzen und eine schnell wachsende Weltbevölkerung mit Nahrung, Energie und sauberem Wasser versorgen zu können. Wir setzen dabei unter anderem auf die Stärke der «Co-Creation», des gemeinsamen Erarbeitens von Lösungen. Denn Innovationen entstehen oftmals nicht in einzelnen Unternehmen oder Forschungslabors, sondern im Austausch von Wissen und Erfahrung. Partnerschaften sind für uns daher der Schlüssel zum Erfolg. Bei BASF gibt es im Forschungsbereich eine Einheit, deren Aufgabe es ist, weltweit Technologietrends zu bewerten und Zukunftstechnologien zu identifizieren. Diese Einheit verknüpft externe mit internen Netzwerken. Der Schwerpunkt des Schweizer Teams dieser «Scouting & Academic Collaborations»-Einheit liegt auf der Inkubation von Technologien, die den schonenden Einsatz von Ressourcen und Energie ermöglichen, die Lebensqualität in puncto Akustik, Licht, Luft und anderer für die Gesundheit relevanter Aspekte verbessern sowie zur Kreislaufwirtschaft beitragen. Bei der Suche nach exzellenten Partnern auf diesen Gebieten landet man unweigerlich an der Empa, der ETH Zürich und der EPFL.



STRATEGISCHE PARTNER

Olivier Enger, Senior Innovation Manager BASF; Alice Glättli, Senior Vice President Group Research BASF; Tanja Zimmermann, Direktorin der Empa; Matthias Halusa, Geschäftsführer BASF Schweiz (v. l. n. r.)

Was waren die Beweggründe von BASF, ein eigenes Team an der Empa zu «stationieren»?

Die Entwicklung von Lösungen für die Nachhaltigkeitsanforderungen unserer Kunden ist in der Regel ein schrittweiser Prozess. Dabei gilt es, gemeinsam Ideen zu entwickeln, sich häufig und zeitnah auszutauschen und eng zusammenzuarbeiten. Das geht am besten, wenn man an einem gemeinsamen Standort arbeitet. Der Empa-Campus bietet eine ideale Plattform, um das Know-how der BASF-Expertinnen und -Experten mit der Spitzenklasse der Schweizer Forschungsinstitutionen sowie innovativen Start-ups und anderen Industriepartnern zusammenzuführen.

BASF ist Hauptpartner der NEST-Unit «STEP2».

Welche konkreten Erkenntnisse zieht BASF nun aus der Realisierung dieser Unit?

In der Bauphase von «STEP2» haben wir den einzigartigen, kollaborativen Ansatz von NEST für mehrere zukunftsweisende Innovationsprojekte genutzt. So haben wir beispielsweise gemeinsam mit anderen Partnern eine innovative Akustikbox entwickelt, die in die Decke integriert werden kann. Das eingesetzte 3D-Druck-Verfahren ermöglicht es, die Box einfach an die Deckenform anzupassen, Geometrie und Leistung der Box zu optimieren sowie die akustischen Eigenschaften zu verbessern. Im Inneren der Box wird ein rezyklierbarer Tonschaum von BASF verwendet, der für eine angenehme Raumakustik sorgt – und ein erstaunliches Isolationsergebnis bei geringem Materialeinsatz liefert. Zudem haben wir nach den Prinzipien des «Upcyclings» Verfahren und Materialien entwickelt, um aus Abfallstoffen leistungsfähige Oberflächenbeläge zu schaffen. So können dank innovativer Bindemittel alte Denim-Fasern rezykliert und für die Herstellung von Bodenplatten genutzt werden. Ein ähnliches Verfahren ermöglicht die Herstellung von langlebigen und hochwertigen Möbeloberflächen aus Kaffeesatz. Die reale Umsetzung dieser Technologien im NEST ist für uns und damit auch für unsere Kunden von enormer Bedeutung und so freuen wir uns, dass wir «STEP2» auch künftig als «Co-Creation»-Plattform und Innovationswerkstatt nutzen können. ■



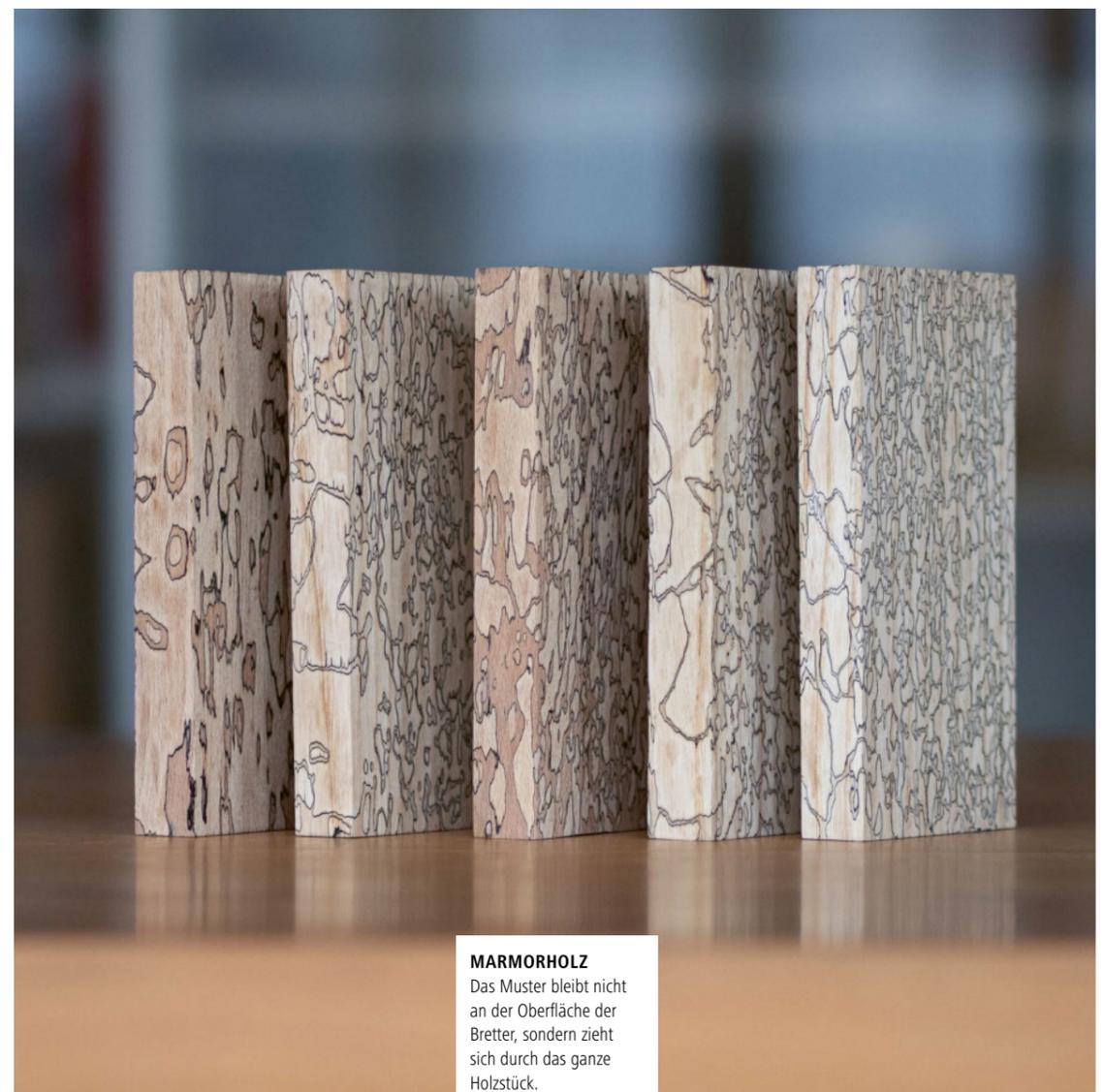
Foto: Marion Nitsch

Foto: Empa

VOM PILZ SIGNIERT

Einheimisch und doch exklusiv, natürlich und doch Hightech: Marmorholz vereint Gegensätze. Das besondere Holz zeichnet sich durch ein Muster aus feinen schwarzen Linien aus, die es einem Pilz verdankt. Was früher ein seltener Zufallsfund im Wald war, ist heute ein standardisiertes Herstellungsverfahren – dank der Zusammenarbeit der Schreinerei Koster AG Holzwelten und der Empa.

Text: Anna Ettlin



MARMORHOLZ

Das Muster bleibt nicht an der Oberfläche der Bretter, sondern zieht sich durch das ganze Holzstück.

Was erwarten Sie von einer Schreinerei? Exakte Arbeit und schöne Produkte, vielleicht Möbel oder ein edles Parkett. Grosse Maschinen, aber auch eine gute Portion Handarbeit. All das gibt es auch bei Koster Holzwelten, einem Familienbetrieb in Arnegg bei St. Gallen. In einem Nebengebäude zeigt sich die Schreinerei aber von einer gänzlich anderen, eher unerwarteten Seite. Hier, in einer altherrwürdigen, denkmalgeschützten Halle, stehen Edelstahlcontainer, Labore und Klima- und Vakuumkammern. Hier wird Sterilität grossgeschrieben und das Klima streng kontrolliert. Denn hier entsteht ein einzigartiges Produkt: Marmorholz, das die Firma in Zusammenarbeit mit der Empa entwickelt hat.

Es begann mit ein paar gewellten schwarzen Linien, die Jakob Koster, damals CEO, auf einem Stück Holz aus seiner Schreinerei entdeckte. Koster zeigte das Holzstück dem Empa-Forscher Francis Schwarze. Der Pilzexperte erkannte die Zeichnung sofort als Spur eines Schlauchpilzes. Dieser unscheinbare Pilz ist vor allem als schwer nachweisbarer Schädling an Laubbäumen bekannt. Seine Fähigkeit, das dunkle Pigment Melanin zu bilden, macht ihn aber seit jeher auch zu einem Holzveredler. «Früher hat man Baumstämme für mehrere Monate in den Wald gelegt und gehofft, dass sie vom richtigen Pilz besiedelt werden», sagt Schwarze. Für Jakob Koster war das nicht gut genug. Was, fragte sich der Geschäftsmann, wenn wir das begehrte marmorierte Holz ganz gezielt herstellen könnten?

Aus der Idee wurde ein Innosuisse-Projekt. Gemeinsam forschten Koster AG Holzwelten und die Empa an einem standardisierten, skalierbaren Verfahren zur Herstellung von Marmorholz.

«Ich hätte nie gedacht, dass wir als KMU mit einem Forschungsinstitut wie der Empa so etwas Innovatives entwickeln können», sagt Koster. Das grosse Engagement von beiden Seiten hat gefruchtet: Nun, rund sieben Jahre später, kommt das einmalige Produkt auf den Markt.

KONTROLLIERTER BEFALL

Dem Zufall überlassen wird bei der Herstellung von Marmorholz nichts. Die bis zu zweieinhalb Meter langen Bretter werden in einer Vakuumkammer auf die korrekte Feuchtigkeit gebracht, sterilisiert und mit dem Pilz inokuliert. Danach verbringen sie mehrere Wochen in einer Klimakammer, während der Pilz seine Verzierungen ins Holz zeichnet. Mit dem Know-how, das während des Projekts in den Empa-Labors entstanden ist, kann Koster AG Holzwelten das Erscheinungsbild der Melaninzeichnung steuern und verfeinern.

Hat der Pilz seine Arbeit getan, wird das Holz technisch getrocknet. Der

Pilz stirbt dabei ab. «Das Besondere an diesem Pilz ist, dass er nur die stark lignifizierten Bereiche der Zellwand nicht abbaut und das Holz somit eine hohe Biegesteifigkeit beibehält», erklärt Schwarze. Das resultierende Marmorholz mit seinen tanzenden Linien eignet sich besonders für dekorative Anwendungen, beispielsweise für Möbel, Innenausbau, Musikinstrumente und sogar Schmuck. Die Anfragen häufen sich bereits, verrät Jakob Koster, der unterdessen die Geschäftsleitung an seinen Sohn abgegeben hat und sich ganz dem Verkauf und der Innovation widmet.

Für die Herstellung von Marmorholz eignen sich zahlreiche Laubholzarten. Koster AG Holzwelten setzt stark auf einheimische Arten wie Ahorn, Buche, Esche, Linde und Pappel. Heute werden diese Holzarten in der Schweiz überwiegend verheizt. Für andere Anwendungen galten sie bisher als wenig attraktiv. «Holz ist ein wichtiger CO₂-Speicher – solange man es nicht verbrennt», sagt Empa-Forscher Schwarze. Lokal produziertes Holz

zu veredeln ist zudem eine nachhaltige Alternative zu exotischen Importhölzern. «Wir müssen lernen, mit unseren Ressourcen in der Schweiz innovative Produkte zu entwickeln», resümiert Koster.

FLEISS, ERFINDERGEIST UND GLÜCK

Innovation braucht nicht bloss eine gute Idee, sondern auch eine Menge Arbeit, um aus interessanten Laborergebnissen schlussendlich marktfähige Produkte zu machen. Das weiss keiner besser als Lewis Douls, der das Marmorholz bei diesem Übergang begleitet hat. Der Chemiker kam ursprünglich für einen Zivildiensteinsatz an die Empa. Die Arbeit im Pilzlabor begeisterte ihn aber so sehr, dass er beim Forschungsinstitut blieb – bis er dann vor zwei Jahren zu Koster AG Holzwelten wechselte, um die Hochskalierung der Marmorholz-Produktion zu übernehmen.

Keine einfache Aufgabe: Pilze kontrolliert zu kultivieren ist ein Hightech-Unterfangen. Die Bedingungen, die der Melanin-produzierende Schlauchpilz zum

Wachsen braucht, sind auch für zahllose anderen Pilzarten ideal, und Pilzsporen gibt es überall. «Die Sterilität war die grösste Herausforderung», erinnert sich Douls. Eine weitere Challenge war die Wirtschaftlichkeit: Ein vollständig ausgestattetes Biotechnologie-Labor spriest nun mal nicht wie ein Pilz aus dem Boden. Kostspielige Geräte, etwa Autoklaven zur Sterilisation oder Vakuumkammern zur Holzbefeuchtung, mussten angeschafft werden. Hier half der Koster AG Holzwelten jedoch ihr Erfindergeist – und eine gute Portion Glück. Einen grossen Teil der Klimakammern konnte das Unternehmen von einem ehemaligen Speisepilzzüchter übernehmen. Die Laborausstattung kam von der ETH Zürich, von der die Firma mit einem Umbau beauftragt wurde. Gewisse Prozessschritte, etwa die Sterilisation der Bretter, konnte Douls zudem weiter optimieren, sodass nun kein grosser Autoklav mehr benötigt wird.

Francis Schwarze ist beeindruckt von der Arbeit, die seine Projektpartner in

die Anlage gesteckt haben. «Es ist nicht selbstverständlich, dass ein KMU sich so viel Wissen aneignet und ein eigenes Labor aufbaut», sagt der Forscher. Inzwischen, da sind sich Schwarze und Douls einig, ist die Schreinerei sogar besser für die Zucht des Holzpilzes ausgestattet als das Empa-Labor, in dem das Projekt seinen Anfang nahm.

Nun sind die Herausforderungen geteilt, die Produktionsanlage ist in Betrieb, und die Pilze tun in den klimatisierten Containern ihr dekoratives Werk. Der nächste Schritt, weiss Geschäftsmann Jakob Koster, ist der Verkauf. Nach der langen Entwicklungszeit muss das neue Produkt erst einmal wirtschaftlich werden. Für die Zeit danach haben die Projektpartner aber bereits neue Ideen. Verraten wollen sie dazu vorerst nur das: Die richtige Kombination aus Holz und Pilz kann noch so viel mehr ... man darf also gespannt sein. ■



GEMUSTERT
Die schwarzen Linien bestehen aus dem natürlichen Pigment Melanin.

Foto: Empa

Foto: Empa

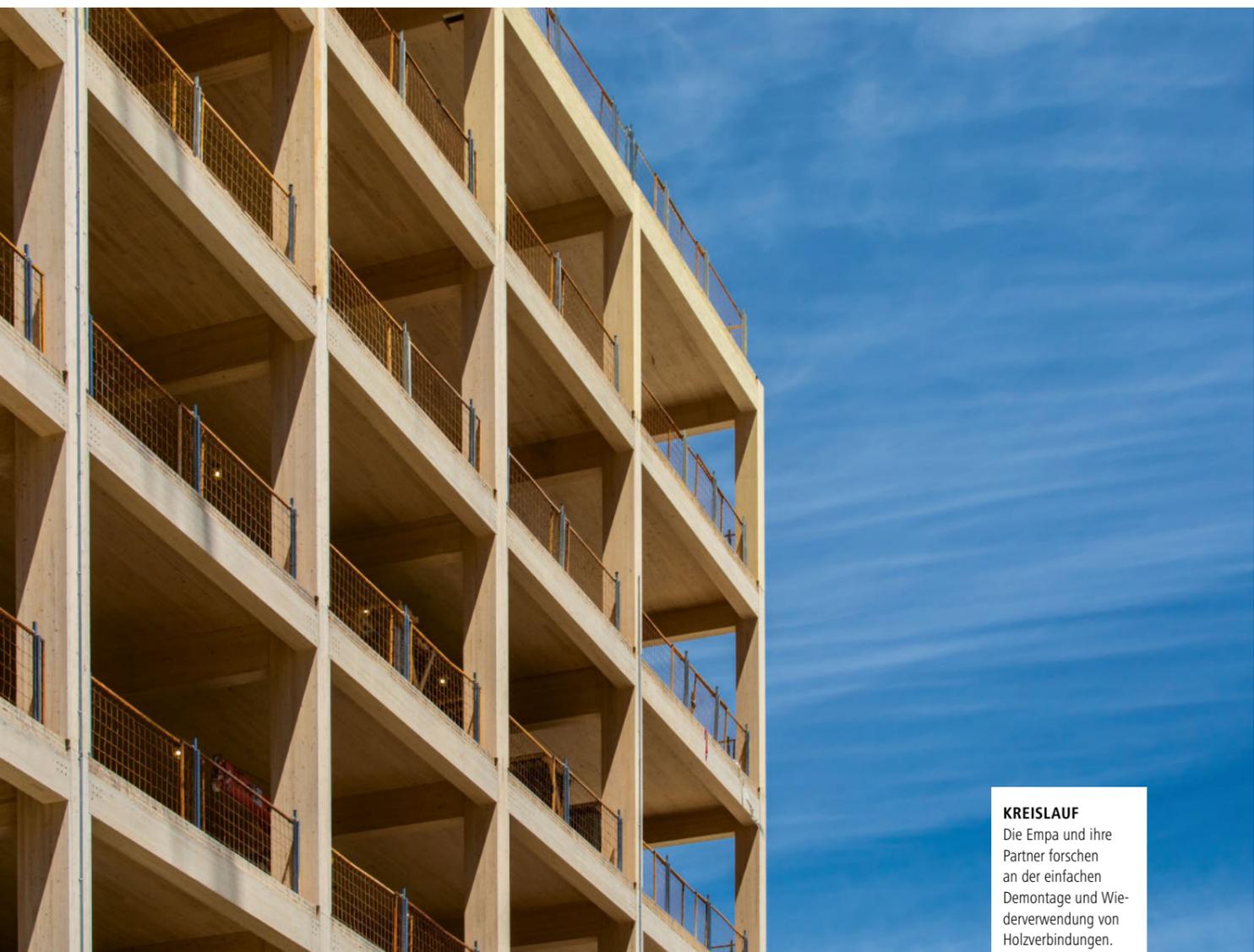


KLIMATISIERT
Lewis Douls kontrolliert die Bretter, die in der Klimakammer reifen.

AUF HOLZ UND LEHM GEBAUT

Traditionelle Baustoffe wie Holz und Lehm sind klimafreundlich und ergänzen sich hervorragend. Damit diese künftig auch grossflächig im Bauwesen eingesetzt werden können, forscht die Empa zusammen mit Schweizer Hochschulen und Industriepartnern in einem von der Innosuisse geförderten «Flagship»-Projekt, «Think Earth – Regeneratives Bauen».

Text: Manuel Martin



KREISLAUF

Die Empa und ihre Partner forschen an der einfachen Demontage und Wiederverwendung von Holzverbindungen.

Foto: Adobe Stock

Es ist hinlänglich bekannt, dass die Bauwirtschaft mit ihren Treibhausgasemissionen erheblich zum Klimawandel beiträgt. Weniger klar ist jedoch, wie sich der CO₂-Ausstoss am besten reduzieren liesse. Einen vielversprechenden Ansatz verfolgt das «Flagship»-Projekt «Think Earth – Regeneratives Bauen» der Innosuisse. Hier setzt ein breites Konsortium auf moderne Bautechniken mit Holz und Lehm, um die Umweltauswirkungen im Bauwesen zu verringern. Die Kombination dieser umweltfreundlichen Materialien verstärkt ihre jeweiligen Vorteile: Holz sorgt für die nötige Tragfähigkeit und Steifigkeit, während Lehm zusätzliche Tragfähigkeit und Masse hinzufügt, was zur Wärmeregulierung, Schwingungsdämpfung und Brandsicherheit beiträgt. Bis 2029 sollen in verschiedenen Teilprojekten effiziente und skalierbare Bauweisen entwickelt werden, um das klimaneutrale Bauen und Wohnen voranzubringen.

FLEXIBLE HOLZVERBINDUNGEN GEFRAGT

Holz ist zwar eine erneuerbare natürliche Ressource, doch um es im Bauwesen nachhaltig nutzen zu können, muss es wiederverwendet werden. Derzeit liegt die Wiederverwendungsrate von Holz bei lediglich 10 Prozent – im Rahmen des «Flagship»-Projekts soll diese mit Hilfe weiterer regenerativer Materialien wie erdbasierter Baustoffe auf 90 Prozent gesteigert werden. Dabei spielen Holzverbindungen eine wichtige Rolle. Im Gegensatz zu Betontragwerken, die als monolithische Strukturen gegossen werden, sind Holztragwerke auf die Verbindung einzelner Bauteile angewiesen. Diese sind laut Empa-Forscher Pedro Palma genauso wichtig wie die Holzbauteile selbst und aus statischer Sicht oft kritischer. «Die Verbindungen sorgen für Kontinuität und verbessern das strukturelle Verhalten durch Eigenschaften, wie etwa die Fähigkeit, sich zu

verformen und Energie abzuleiten, die die Holzbauteile selbst nicht bieten können.» In einem Teilprojekt arbeitet das Empa-Labor «Ingenieurstrukturen» mit Forschenden der ETH Zürich, der Berner Fachhochschule BFH und 13 Industriepartnern an der Demontage und Wiederverwendung von Holzverbindungen. Gleichzeitig entwickeln sie digitale Werkzeuge, die diesen Prozess unterstützen und so die Kreislaufwirtschaft stärken.

SCHWINDEN VERHINDERN

Erdbasierte Baustoffe haben eine gute CO₂-Bilanz, und Roherde ist nahezu unbegrenzt verfügbar. Allerdings werden sie häufig nur für kleinere Anwendungen wie Ziegel verwendet, da ihre Struktur beim Trocknen schwindet und sich Risse bilden. Um dies zu vermeiden, sind laut Pietro Lura, Leiter des Empa-Labors «Beton und Asphalt» und Professor an der ETH Zürich, geeignete Zusatzstoffe entscheidend. «Lehm kann immer wiederverwendet werden, solange er unverändert bleibt. Sobald aber ein mineralischer Stabilisator beigemischt wird, verschlechtern sich die Energiebilanz und die Rezyklierbarkeit.» Um dieses Problem zu lösen, arbeiten Forschende der ETH Zürich und des Empa-Labors «Beton und Asphalt» zusammen mit den Industriepartnern BASF Schweiz AG und Eberhard Bau AG an biobasierten und biologisch abbaubaren Zusatzstoffen. Die Forschenden testen deren Fähigkeit, das Schwinden zu reduzieren, während die Rezyklierbarkeit sowie die Wasseraufnahmefähigkeit erhalten bleiben. «Die grosse Herausforderung besteht darin, funktionierende Zusatzstoffe zu finden, die sowohl aus natürlichen Rohstoffen bestehen als auch biologisch abbaubar sind», sagt Yi Du, Forscher an der Empa und an der ETH Zürich. Die vielversprechendsten Zusatzstoffe werden in grossem Massstab getestet, um mit grüner Chemie rissfreie Lehmbaustoffe herzustellen und den Erdaushub zu verringern. ■

«FLAGSHIP»-INITIATIVE: GROSSE FRAGESTELLUNG, BREITES NETZWERK

Mit ihrer «Flagship»-Initiative fördert die Schweizerische Agentur für Innovationsförderung Innosuisse systemische und transdisziplinäre Innovationen, die für die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen in der Schweiz von zentraler Bedeutung sind. Anders als sonst bei Innosuisse-Projekten, die meist konkrete Probleme einzelner KMU oder Start-ups lösen, arbeiten Forschende aus verschiedenen Institutionen mit zahlreichen Industriepartnern hier gemeinsam an einer übergeordneten Fragestellung. Das «Flagship»-Projekt «Think Earth – Regeneratives Bauen» umfasst zehn Teilprojekte, die von der Materialwissenschaft und Verfahrenstechnik bis hin zu Prototypen für den Hochbau sowie Fallstudien und Normen für die Architektur reichen. So sollen die Grundlagen für klimaneutrales Bauen mit hybriden Elementen aus Holz und Lehm geschaffen werden.



INNOVATION IM TEAM

Innosuisse, die Agentur für Innovationsförderung des Bundes, unterstützt forschungsbasierte Innovation, um die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft zu stärken. Im Rahmen von Innosuisse-Projekten arbeiten Schweizer Unternehmen mit Hochschulen oder Forschungsinstitutionen wie der Empa zusammen, um innovative Ideen auf den Markt zu bringen. An der Empa laufen zurzeit rund 80 verschiedene derartige Projekte. Hier sind vier davon.

Text: Anna Ettlín, Andrea Six

«COMFYPAS»: SATELLITEN SANFT GEBETTET

Auf ihrer Reise von der Erdoberfläche in die Umlaufbahn sind Satelliten enormen Kräften ausgesetzt – eine Herausforderung für die Hightech-Geräte, die oft hochempfindliche wissenschaftliche

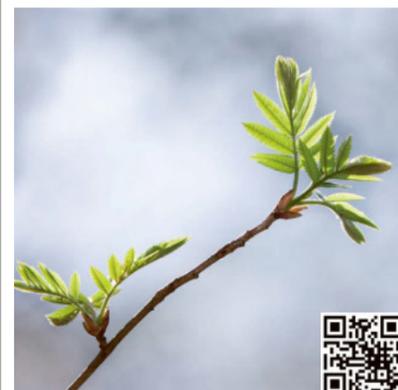


Instrumente enthalten. Dabei ist es nicht etwa die starke Beschleunigung beim Raketenstart, die die grössten Probleme verursacht, sondern Vibrationen. Sie entstehen vor allem bei den Stufentrennungen, wenn verbrauchte Treibstoff-tanks oder die Nutzlastverkleidung durch gezielte Zündung von kleinen Spreng-sätzen abgeworfen werden. Die Struktur, an der der Satellit befestigt ist, der sogenannte Nutzlastadapter, überträgt die Schwingungen auf den Satelliten selbst. Gemeinsam mit dem Schweizer Raumfahrt-Unternehmen Beyond Gravity arbeiten die Empa-Forscher Marco Ravasi und Andrea Bergamini an einem neuartigen Nutzlastadapter, der die gefähr-

lichen Vibrationen mindern soll. Dafür setzen sie sogenannte phononische Kristalle ein. «Je nach ihrer Struktur können Kristalle Licht ganz unterschiedlich reflektieren, streuen oder beugen», vergleicht Andrea Bergamini, Forschungsgruppenleiter im Empa-Labor «Akustik/Lärminderung». Phononische Kristalle machen sich ebendiese Eigenschaft von Kristallstrukturen zunutze – allerdings für Schallwellen. Mit der passenden Struktur lassen sich schädliche Vibrationen reflektieren oder so abschwächen, dass sie für die empfindliche Satellitenfracht keine Gefahr mehr darstellen.

«GREENPEEL 2.0»: AUS HOLZ MACH LEDER

Vegane Lederalternativen bestehen oft aus Polyurethan, einem Kunststoff, der normalerweise aus Erdöl hergestellt wird – nicht gerade die umweltfreundlichste Lösung. Zwar gibt es auch nachwachsende Alternativen, sie ver-



Fotos: Adobe Stock

mögen aber noch nicht in jeder Hinsicht zu überzeugen. Gemeinsam mit dem Schweizer Start-up BINOVA AG arbeiten Empa-Forscher an einem nachhaltigen veganen Leder, das mit dem Original besser mithalten kann. Es soll robust und widerstandsfähig sein, eine edle Optik und Haptik aufweisen und möglichst komplett auf nachwachsenden Materialien basieren. Dafür nutzen sie zwei natürliche Polymere: Cellulose und Lignin. Cellulose, der Grundbaustein von pflanzlichen Zellwänden, ist das am häufigsten vorkommende Biomolekül auf der Erde. Und auch Lignin, einer der Hauptbestandteile von Holz, ist in grossen Mengen erhältlich: Es fällt als Nebenprodukt bei der Herstellung von Papier an und wird heute grösstenteils verbrannt. Aus diesen reichlich vorhandenen, nachwachsenden Rohstoffen wollen Empa-Forscher um Gustav Nyström, Leiter des Empa-Labors «Cellulose & Wood Materials», nun in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern eine Lederalternative entwickeln, die im Vergleich zum tierischen Leder bis zu 80% weniger CO₂-Emissionen verursacht und bis zu 90% weniger Wasser verbraucht.

«THREE FREE»: KEIN BLEI – KEIN PROBLEM

In wenigen Gebieten ist derart hohe Präzision gefragt wie in der Halbleiterindustrie. Die winzigen Computerchips und andere Komponenten werden unter extremen Bedingungen hergestellt. Je nach Prozessschritt sind Temperatur-extreme, Vakuum oder starke Säuren im Spiel. Damit die Bedingungen jederzeit stimmen, werden sie mit diversen Sensoren überwacht – die ihrerseits den widrigen Verhältnissen trotzen müssen. Eine Herausforderung für die Zulieferer der Halbleiterindustrie, wie etwa das Schweizer Unternehmen Inficon AG, das unter anderem hochempfindliche

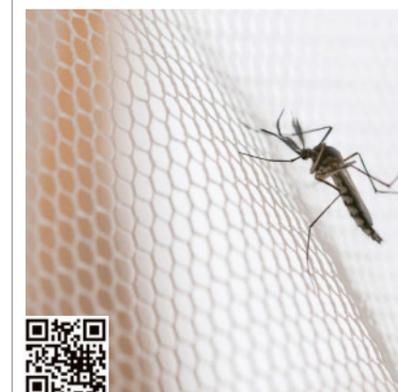


Vakuumsensoren herstellt. Der Hersteller nutzt ein besonders widerstandsfähiges Glas, um die Komponenten des Sensors zu verbinden. Mit zunehmenden EU-Regulationen zur Einschränkung giftiger Stoffe war das bleihaltige Glas aber auf einmal nicht mehr erhältlich. Die Suche nach Alternativen auf dem Markt blieb erfolglos, also kam Inficon auf die Empa zu. In Zusammenarbeit mit der Firma gelang es Empa-Forschenden um Gurdial Blugan aus dem Labor für Hochleistungskeramik, ein bleifreies Glas zu entwickeln, das den hohen Ansprüchen vollumfänglich gerecht wird. Gleichzeitig haben die Forschenden neue Methoden entwickelt, um das bleifreie Glas genau zu charakterisieren. Nach dem erfolgreichen Abschluss des ersten Projekts haben die Partner bereits ein zweites begonnen, um das Hightech-Glas noch besser zu machen.

«MALCOFIL»: MOSKITONETZ MIT ANTI-MALARIA-EFFEKT

Die Stechmücke ist das tödlichste Lebewesen auf unserer Erde. Jährlich sterben über 600'000 Menschen weltweit allein an Malaria, die durch Moskitos übertragen wird. Den besten Schutz vor einer Infektion bieten imprägnierte Moskitonetze. Allerdings ist die gefährliche Anopheles-Mücke mittlerweile resistent gegen gängige Insektizide. Empa-Forscher arbeiten

deshalb gemeinsam mit den Schweizer Unternehmen Vestergaard Sàrl und Monosuisse AG an neuartigen Moskitonetzen, die Mücken wirksam abtöten. Dabei sollen die Netze ihre insektizide Wirksamkeit künftig jahrelang behalten und die Mücken so besonders effizient dezimieren. Gelingen kann dies durch neuartige Kern-Mantel-Fasern, die aufgrund ihrer Beschaffenheit und Herstellung neue wirksame Insektizide in ihrem Innern beherbergen. Empa-Forscherin Edith Perret vom «Advanced Fibers»-

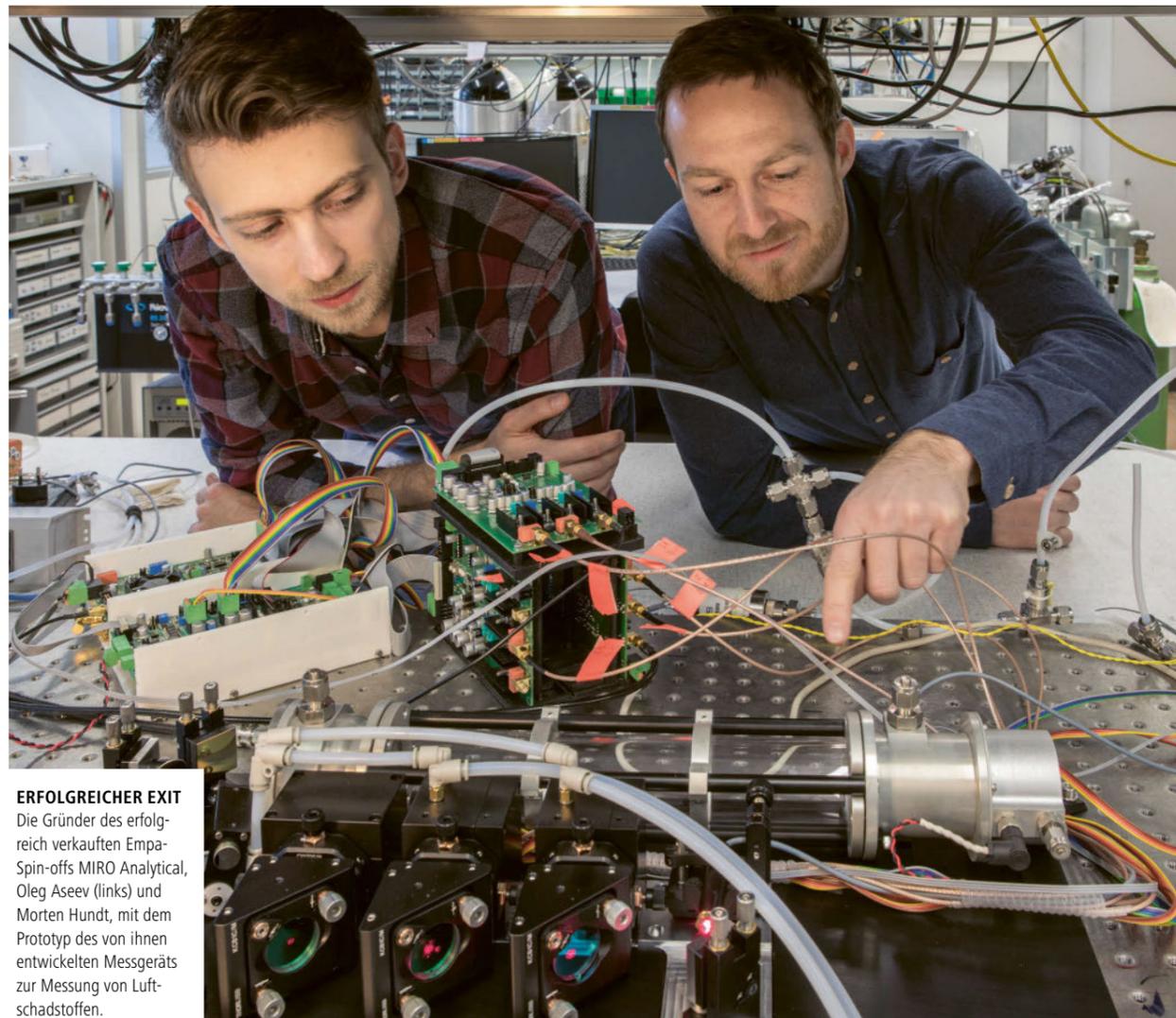


Labor in St. Gallen ist zuversichtlich: Die Zwei-Komponenten-Fasern werden die Produktion einer neuen Generation von Moskitonetzen mit einem wirksamen Malariaschutz ermöglichen. Im kommenden Jahr sind erste Feldstudien mit den neuen Netzmaterialien in Afrika geplant.

HIER STARTEN JUNGFIRMEN DURCH

Seit Jahren können Start-ups auf die Unterstützung der «Business Inkubatoren» glatec und Startfeld zählen. Sie begleiten die Jungunternehmen der Empa auf ihrem Weg zur Unabhängigkeit – und das äusserst erfolgreich, wie die bislang 37 gegründeten Spin-offs zeigen.

Text: Manuel Martin



ERFOLGREICHER EXIT

Die Gründer des erfolgreich verkauften Empa-Spin-offs MIRO Analytical, Oleg Aseev (links) und Morten Hundt, mit dem Prototyp des von ihnen entwickelten Messgeräts zur Messung von Luftschadstoffen.

Instrumente zur Messung von Luftschadstoffen sind meist komplex, teuer und verbrauchen viel Energie, da jedes Gas mit einer anderen Methode gemessen wird. Ganz anders die Multigasanalytoren von MIRO Analytical: Sie analysieren mit nur einem Gerät bis zu zehn Treibhausgasen und Schadstoffe gleichzeitig schnell und präzise. Ziel bei der Gründung des Empa-Spin-offs aus Wallisellen war es, Luftqualitäts- und Treibhausgasmessungen einfacher, genauer und günstiger zu machen – was auch gelang: Seit verganginem Herbst ist MIRO Analytical mehrheitlich im Besitz der Bruker Corporation, eine Unternehmensgruppe im Bereich der instrumentellen Analytik mit Hauptsitz im US-Bundesstaat Massachusetts. Nach IRsweep und CTSystems wurde damit ein weiteres Empa-Spin-off von einem Marktführer übernommen.

STARTHILFE FÜR JUNGUNTERNEHMEN

«Ein erfolgreicher Exit, also der Verkauf eines Start-ups, ist bei hochtechnologisierten Nischenprodukten eher selten, da diese meist langsam wachsen und fast nie den Besitzer wechseln», sagt Mario Jenni, seit der Gründung Geschäftsführer des glatec. Der Förderverein glatec betreibt in Dübendorf seit 2009 erfolgreich einen «Business Inkubator» für die Empa, die Eawag und neu auch für die WSL, um Unternehmensgründungen im Bereich der Materialwissenschaften, Umweltwissenschaften und Technologie zu erleichtern und zu fördern. Durchschnittlich sind im glatec etwa zehn Jungfirmen eingemietet, die ganz unterschiedliche Unterstützung benötigen – von Räumlichkeiten über Markt-abklärungen bis hin zu Coaching für Gespräche mit potenziellen Investoren.

Jedes Jahr kommen so etwa vier neue Spin-offs dazu – meist zwei der Empa, eines der Eawag und ein weiteres externes, zum Beispiel von der ETH

Zürich. Einen zusätzlichen Schub hat die Start-up-Förderung durch das «Empa Entrepreneur Fellowship» erhalten, das junge Forschende ein Jahr lang bei der Firmengründung unterstützt. Beispielsweise gründete der so geförderte Empa-Forscher Abdessalem Aribia zusammen mit Moritz Futscher 2023 das Empa-Spin-off BTRY, das sogleich vom «Business Innovation Center Switzerland» der Europäischen Weltraumorganisation ESA aufgenommen wurde. Ihre Dünnschichtbatterien sind sicherer, langlebiger und umweltfreundlicher in der Herstellung als herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus.

TRANSFORMATION ZU JUNGUNTERNEHMERN

Das Pendant zu glatec in Dübendorf ist Startfeld in St. Gallen. 2010 wurde der Förderverein von der Empa zusammen mit der Universität St. Gallen, der Fachhochschule Ost und der Stadt St. Gallen gegründet und übernahm die Aktivitäten des früheren «Business Inkubators» TEBO der Empa. Startfeld wurde kürzlich erstmals mit dem renommierten «Financial Times Award» ausgezeichnet und gehört somit zu Europas führenden «Start-up Hubs» 2024. Eine weitere Erfolgsgeschichte, die sich auch in den Standort-übergreifenden Zahlen spiegelt: Die bisher 37 gegründeten Spin-offs der Empa beschäftigen zusammen mit den weiteren Start-ups in den beiden «Business Inkubatoren» insgesamt mehr als 1100 Mitarbeitende – was grob einer Verdopplung der Anzahl Arbeitsplätze, bezogen auf die Empa, entspricht.

Was braucht es also, um als Jungunternehmen erfolgreich zu sein? Die Fragestellungen sind gemäss Peter Frischknecht, seit 2011 Leiter von Startfeld, in der Wissenschaft deutlich anders als in der Wirtschaft – es brauche also ein gewisses Umdenken bei den Neo-Entrepreneuren. «Startfeld hilft deshalb bei der Transformation der Forschenden

zu Unternehmensgründern.» Er hat die Start-up-Förderung der Empa in St. Gallen über Jahre hinweg als Teil des Technologietransfer-Teams begleitet und weiterentwickelt, bis sie 2022 in den damals neuen «Switzerland Innovation Park Ost» integriert wurde. Künftig sollen Start-ups zu Beginn ihrer Wachstumsphase so noch gezielter unterstützt werden. «In der Schweiz gibt es viele gute Ideen und Patente, aber bei der Skalierung auch merkliche Zurückhaltung. Deshalb kann so manches Potenzial leider nur teilweise genutzt werden», erläutert Frischknecht die Herausforderung. Derzeit wird in Kooperation mit der Universität St. Gallen sowie der studentischen Initiative «START Global» der «HSG START Accelerator» aufgebaut.

FLEXIBILITÄT IST ZENTRAL – UND EIN STARKES TEAM

«Jungunternehmer kennen ihre Technologie bis ins letzte Detail, aber oft fehlt ihnen die Marktsicht», ergänzt Mario Jenni. Eine Erfindung wird aber nur dann erfolgreich, wenn sie ein reales Problem löst oder zumindest lindert. Unternehmerische Flexibilität ist dabei entscheidend: Wenn es nicht mehr weitergeht, sollte die Bereitschaft da sein, das Geschäftsmodell, den technologischen Fokus oder das Team anzupassen. «Allerdings ist es für die Firmengründer oft schwierig, sich von ihrer ursprünglichen Idee zu lösen und vielleicht auf ein wissenschaftlich weniger interessantes, aber dafür marktfähiges Nebenprodukt zu fokussieren.» Letztlich spielt auch das Team eine entscheidende Rolle: Vielversprechende Technologien scheitern am Markt oft aufgrund mangelnder Flexibilität und Marktorientierung. Umgekehrt können starke Teams selbst mit weniger überzeugenden Produkten Erfolg haben. ■

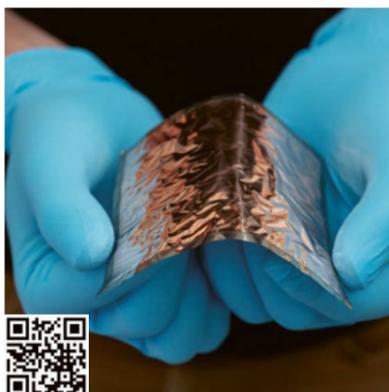


CLEVERE START-UP-IDEEN

Findet sich für eine vielversprechende neue Technologie kein Industriepartner, werden Forschende oftmals selbst zu Gründerinnen und Gründern. Spin-offs sind junge Firmen, die direkt aus der Forschung der Empa hervorgehen. Oft entwickeln sie Produkte und Dienstleistungen, die es so noch nicht gibt – wie diese vier Beispiele zeigen.

Text:
Andrea Six, Anna Ettlin, Manuel Martin

BTRY: DÜNNER, SCHNELLER, BESSER

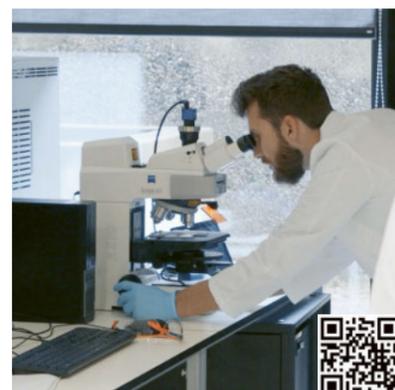


Lithium-Ionen-Akkus sind unsere derzeit am weitesten ausgereifte Batterietechnologie, aber sie haben einige Schwächen. So büssen sie mit jedem Lade- und Entladezyklus an Kapazität ein, laden sich verhältnismässig langsam auf und funktionieren nur in einem engen Temperaturbereich richtig gut. Moritz Futscher und Abdessalem Aribia glauben: Das geht besser. Zusammen haben die beiden das Empa-Spin-off BTRY gegründet, das an einer völlig neuartigen Dünnschichtbatterie arbeitet. Sie ist nicht nur sicherer und langlebiger als herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus, sie ist auch wesentlich umweltfreundlicher in der Herstellung und lässt sich in nur einer Minute auf- und entladen. Ihre Vision stösst auf Anklang: Seit der Gründung im vergangenen Jahr konnte BTRY bereits eine erfolgreiche Finanzierungsrunde abschliessen und hat es in die dritte Stufe des «Venture

Kick»-Programms sowie unter die «Top 100 Swiss Start-ups» geschafft. Was mit Prototypen von wenigen Millimetern angefangen hat, ist heute eine rund zehn auf zehn Zentimeter grosse Zelle, die immer noch so dünn wie ein Haar ist. Gefragt sind die langlebigen und schnellen Dünnschicht-Akkus vor allem im Bereich Medizinaltechnologie, Sensorik und in der Konsumentenelektronik.

ANAVO MEDICAL: VERBESSERTE WUNDHEILUNG DANK NANOPARTIKELN

Schlecht heilende Wunden stellen eine grosse Belastung für die Betroffenen und einen zunehmenden Kostenfaktor für das Gesundheitssystem dar. Dem möchte das Start-up anavo medical mit innovativen Materialien auf Nanopartikel-Basis abhelfen. Zur Anwendung sollen die heilenden Nanopartikel etwa als Spray für chronische Wunden bei Diabetes oder als wässrige Lösung für Wund-



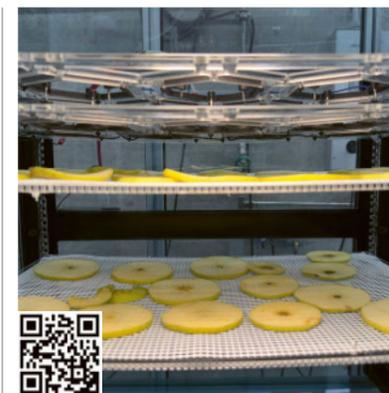
Fotos: Empa

heilungsstörungen nach Operationen kommen. Dabei entfalten die Metalloxid-Nanopartikel ihre Wirkung, indem sie Entzündungen dämpfen und Bakterien abtöten. «Die Nanopartikel stimulieren zudem körpereigene Heilungsprozesse, indem sie die Bildung von gesundem Gewebe fördern», so anavo-Mitgründer Tino Matter. Ein weiterer Vorteil der von Forschenden des «Particles-Biology Interactions» Labors der Empa in St. Gallen in Zusammenarbeit mit dem «Nanoparticle Systems Engineering Lab» der ETH Zürich entwickelten Technologie: Sie basiert auf günstigen Materialien, die im Grossmassstab hergestellt werden können. Für diese innovative Leistung im Technologietransfer wurde anavo unter anderem mit dem «Empa Innovation Award» und dem «Best Swiss Nanotech Startup Award» ausgezeichnet. Nach vielversprechenden Laborergebnissen sind demnächst erste klinische Studien mit Patientinnen und Patienten geplant.

IONIC WIND TECHNOLOGIES: ENERGIEEFFIZIENTE KÜHLUNG DANK IONENWIND

Rechenzentren verschlingen Unmengen an Energie – etwa 40 Prozent davon allein für die Kühlung der Mikroprozessoren. Neuartige Kühlmethode mittels Ionenwind könnten den Energieverbrauch drastisch senken. Diese nutzen elektrostatische Felder, um elektrischen Strom direkt und energieeffizient in einen Luftstrom umzuwandeln. Die geringen Geschwindigkeiten des erzeugten Luftstroms verhinderten bisher einen breiten Einsatz. Nun ist dem mehrfach ausgezeichneten Empa-Spin-off Ionic Wind Technologies ein Durchbruch gelungen: Ihr neuartiger Luftstromverstärker beschleunigt – dank neuartigen Elektroden kombiniert mit strömungstechnisch optimierter Gehäuseform – Ionenwind viel stärker als bisher. Würden

Fotos: Empa



herkömmliche Lüfter in Datenzentren durch ihre patentierte Technologie ersetzt, liessen sich so bis zu 60 Prozent der Kühlenergie einsparen. Die entwickelte Technologie eignet sich laut Spin-off-Gründer Donato Rubineti für Industrien, die auf Kühlsysteme, Trocknungsvorgänge und Luftreinigung angewiesen sind. «Ich sehe das Potenzial überall dort, wo Luft mit kleinem Druckunterschied bewegt werden soll, also etwa bei der Trocknung von Lebensmitteln – dort sind wir bereits aktiv –, künftig aber vor allem auch bei der Kühlung von Computern, Servern und Datenzentren.»

NAHTLOS: KÜHLENDE KLEIDUNG

Sommerhitze setzt jenen Menschen besonders stark zu, deren körpereigene Temperaturregulierung eingeschränkt ist. Dies gilt etwa für Menschen mit einer Querschnittslähmung, die in den betroffenen Körperregionen nicht schwitzen können. Hier setzen die Entwickler des St. Galler Medtech-Start-ups Nahtlos mit ihrer Kühlkleidung an: Ausgestattet mit einer halbdurchlässigen Textilschicht mit Wasserreservoir, nutzt die Kleidung den Kühleffekt des verdampfenden Wassers. «Die Kühlweste entzieht der Haut in diesem Prozess Wärme, was Abhilfe bei Überhitzung schafft», sagt José Näf, Mitgründer des Empa-Spin-offs. «Die Nachfrage nach derartigen

Produkten ist gross – auch für den Einsatz in einem hitzeintensiven Arbeitsumfeld, etwa beim Strassenbau oder in Produktionsstätten», so der Jungunternehmer. Das Team um den Gründungspartner und ehemaligen Empa-Forscher Michel Schmid arbeitet zudem daran, die bereits erfolgreich auf dem Markt eingeführten textilen EKG-Elektroden «Duratrod» für die Produktion in hohen Stückzahlen weiterzuentwickeln.



PRODUKTE MIT «EMPA INSIDE»

Technologietransfer ist ein langer und komplexer Prozess. Nicht alle Forschungsprojekte führen zu einem marktreifen Produkt – aber es sind doch einige. Auf dieser Seite finden Sie eine Auswahl von Produkten, bei deren Entwicklung die Empa eine wesentliche Rolle gespielt hat. Manche sind bereits seit vielen Jahren auf dem Markt, andere erst seit Kurzem. Gemeinsam ist ihnen: Sie enthalten ein Stück Empa.

Text: Anna Ettlin, Andrea Six

EIN «WUERFELI» FÜR BESSERE LUFT



Das «Wuerfeli» macht die Luftqualität auf elegante Weise sichtbar. Der kompakte Gassensor ändert seine Farbe, sobald es Zeit wird, frische Luft in den Raum zu lassen. Er misst die Konzentration verbrauchter Atemluft in Innenräumen und bietet so einen einfachen Weg, das Raumklima zu überwachen. Entwickelt in Zusammenarbeit mit der Empa im Rahmen einer umfassenden Studie zur Luftqualität in 150 Schulzimmern, dient der Sensor als zuverlässiges und erprobtes Messgerät für gesunde Luft. Produziert in Landquart GR von dem Start-up Quanta Elusio (QE), ist das «Wuerfeli» inzwischen auch auf Galaxus erhältlich.

Fotos: Wuerfeli by QE, Swiss wood Solutions

HOLZ IM PORTEMONNAIE

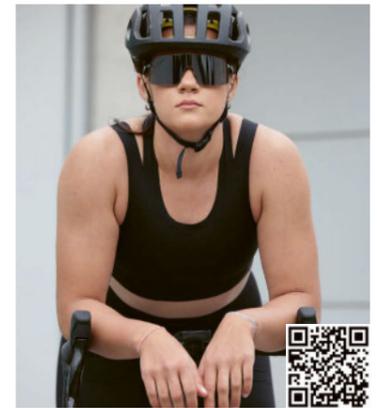


Wo herkömmliche Kredit- und Debitkarten aus Plastik bestehen, setzt das Empa-Spin-off Swiss Wood Solutions auf Holz. Das Unternehmen hat eine Kreditkarte aus einheimischen Holzsorten wie etwa Kirsche, Eiche oder Fichte entwickelt. Der Clou dabei: Im Gegensatz zu anderen Holzkarten kommt die Karte von Swiss Wood Solutions ohne Plastikkern aus. Der Kartenkörper besteht lediglich aus vier Furnierlagen und einer Lage Papier. Nach dem Ende ihrer Lebensdauer kann die hochwertige Karte somit kompostiert werden – einzig der eingebaute Chip, die Antenne und der zurzeit noch vorgeschriebene Magnetstreifen bleiben dabei zurück. Die Technologie ist nicht auf Bankkarten beschränkt: Möglich sind auch Mitglieder-, Zutritts- und Visitenkarten sowie Firmenausweise.

Fotos: Swijin, Empa, Tisca

AMPHIBIEN-DRESS FÜR SPORTLERINNEN

Hautwunden, Bindegewebschäden, Muskelverspannungen: Suboptimale Sport-BHs können unangenehme Folgen haben. Das Schweizer TechTex-Start-up Swijin hat daher neue Sportbekleidungen auf den Markt gebracht, die dies ändern sollen: Sets aus Sport-BH und Unterteil, die sowohl als Schwimm- wie auch als Laufbekleidung funktionieren und blitzschnell trocknen, und zwar bis zu fünfmal schneller als herkömmliche Schwimm- oder Sportbekleidung. Entwickelt wurden die Produkte zusammen mit Empa-Forschenden in einem Innosuisse-Projekt. Die so entstandenen neuen textilen Technologien für Sport-BHs sind bereits zum Patent angemeldet.



EIN STÜCK EMPA AM HANDGELENK



Empa-Forschung lässt Schweizer Uhren heller leuchten, so auch die «MoonSwatch»-Kollektion von Swatch und Omega. Die Zeiger und Stundenmarkierungen der Uhr sind nämlich mit dem Leuchtstoff «Swiss Super-LumiNova Grade X1» beschichtet. Von 2013 bis 2015 wurde er von der Appenzeller Firma RC Tritec AG, der Empa und der Universität Genf im Rahmen eines KTI-Projekts (Kommission für Technologie und Innovation, die heutige Innosuisse) weiterentwickelt. Der Leuchtstoff basiert auf Strontiumaluminat. Durch einen komplexen Mechanismus speichert das Material eintreffendes Licht und gibt dieses zu einem späteren Zeitpunkt wieder ab. Durch eine Verfeinerung der Prozessschritte brachten die Partner den Stoff dazu, noch länger und noch heller nachzuleuchten.

HAUTSCHONENDER SPORTRASEN FÜR DIE STARS

Auf dieser Theaterbühne wird beste Dramatik geboten: Das grosse grüne Parkett für 22 Stars und eine einzige Requisite, den Fussball. Wenn hierbei Kunstrasen ins Spiel kommt, sind von ihm Langlebigkeit und Trittsicherheit gefragt. Das Schweizer Textilunternehmen TISCA in Bühler AR hat gemeinsam mit Empa-Forschenden des «Advanced Fibers»-Labors Kernmantelfasern entwickelt, die aus zwei Polymerkomponenten bestehen. Um Schürfwunden, etwa bei Tacklings, zu verhindern, ist die Oberfläche der Fasern weich, während der harte Kern für Stabilität und Langlebigkeit sorgt. Das Produkt ist bereits international im Einsatz, etwa beim Londoner Fussballclub Arsenal.



WIE GEFÄHRLICH IST NANOPLASTIK FÜR BABYS?

Allergien und Asthma sind weitverbreitete Leiden, die während der Entwicklung im Mutterleib entstehen könnten. Belastungen des Kindes mit Schadstoffen aus der Umwelt sind eine mögliche Ursache. Forschende untersuchen daher Nanoplastik-Partikel, die zur Entwicklung eines überempfindlichen Immunsystems beim Kind führen könnten. Unterstützt wird das Projekt von der Eduard Aeberhardt-Stiftung und einer weiteren Stiftung.

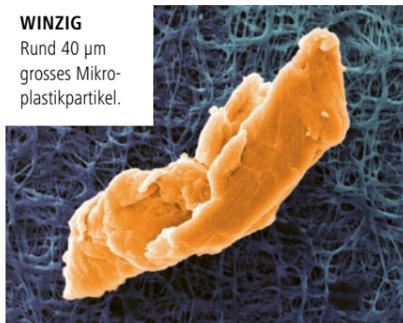
Text: Andrea Six

Asthma, Pollenallergie oder chronische Hautleiden: Das Auftreten von allergischen Reaktionen nimmt zu. Im Verdacht stehen schädigende Umweltfaktoren, die während der Entwicklung im Mutterleib die Grundlage für spätere Erkrankungen legen. Ein Team aus Forschenden der Empa, der ETH Zürich, der EPFL, der Universität Zürich und dem Kantonsspital St. Gallen nimmt nun Mikro- und Nanoplastik ins Visier. Bekannt ist, dass die winzigen Plastikpartikel über das Trinkwasser, die Nahrung und die Luft in den Körper gelangen und ihren Weg bis zum ungeborenen Kind finden. Hier könnten sie das Immunsystem von Mutter und Kind beeinflussen. Zudem können sie weitere Schadstoffe, Allergene und Krankheitserreger transportieren.

Das Forschungsprojekt will nun eine ganzheitliche Sicht auf die Bedeutung von Plastikpartikeln in der Schwangerschaft ermöglichen. Hierzu spannen Expertinnen und Experten aus der Materialanalyse, Zellbiologie, Allergieforschung und der medizinischen Klinik zusammen. Gefördert wird das Projekt von der Eduard Aeberhardt-Stiftung und einer weiteren Stiftung.

WINZIG

Rund 40 µm
grosses Mikro-
plastikpartikel.



RISIKO KORREKT BEWERTEN

Besonders interessiert sich das Team um die Empa-Forscherinnen Tina Bürki und Sina Ruhstaller vom «Particles-Biology Interactions»-Labor dabei für die Plazenta. Das Organ bildet sich ausschliesslich während der Schwangerschaft und versorgt das Kind mit Nährstoffen und Botenstoffen. Daher könnte die Plazenta eine entscheidende Rolle spielen, wenn es um die Immunantwort auf Fremdstoffe geht. Klar ist bereits, dass die Kommunikation zwischen Plazenta und Kind durch die Anwesenheit von Nanopartikeln gestört werden kann. Die Wirkung von Mikro- und Nanoplastik auf die immunologische Funktion der Plazenta und die Auswirkungen auf das fötale Immunsystem sind jedoch wenig erforscht. «Es besteht ein dringender Bedarf an korrekten Risikobewertungen von Umweltbelastungen für Schwangere», sagt Bürki.

Um den Ablauf der Nanopartikel-Exposition zu analysieren, werden die Forschenden den Mikro- und Nano-Abrieb alltäglicher Plastikprodukte untersuchen und die Interaktionen mit Allergie-auslösenden Substanzen und Schadstoffen bewerten. Anhand von Zellkulturen der menschlichen Plazenta und fötalen Blutzellen kann der Transport im Körper und die Reaktion auf die Partikel realitätsnah abgebildet werden.

PRIVATE UNTERSTÜTZUNG, DIE DEN UNTERSCHIED MACHT

Dank den grosszügigen Zuwendungen der Eduard Aeberhardt-Stiftung und einer weiteren Stiftung konnte das Projekt gestartet werden. Es werden aber noch weitere Mittel gesucht. Falls auch Sie einen Beitrag zu dem Projekt leisten möchten:



«Durch die Freisetzung von Hormonen und Mediatorstoffen könnte die Plazenta zu Fehlentwicklungen im kindlichen Immunsystem beitragen», sagt Tina Bürki. Für die nachhaltige Verwendung von sicheren Kunststoffprodukten sei es deshalb unerlässlich zu wissen, ob und welche Polymere ein erhöhtes Potenzial besitzen, Allergien auszulösen. ■

Die Medizin von morgen möglich machen.



Machen Sie den Unterschied!
Unterstützen Sie den
Empa Zukunftsfonds «Medizin».
empa.ch/zukunftsfonds

 **Empa**
Zukunftsfonds

MUSKELN AUS DEM DRUCKER

Empa-Forschende arbeiten an künstlichen Muskeln, die mit den echten mithalten können. Nun haben sie eine Methode entwickelt, die weichen und elastischen, aber dennoch kraftvollen Strukturen mittels 3D-Druck herzustellen. Eines Tages könnten sie in der Medizin oder der Robotik zum Einsatz kommen – und auch überall sonst, wo sich Dinge auf Knopfdruck bewegen sollen.

Text: Anna Ettlín

Künstliche Muskeln versetzen nicht nur Roboter in Bewegung: Eines Tages könnten sie Menschen beim Arbeiten oder beim Gehen unterstützen oder verletztes Muskelgewebe ersetzen. Künstliche Muskulatur zu entwickeln, die der echten in nichts nachsteht, ist allerdings eine grosse technische Herausforderung. Um mit ihren biologischen Vorbildern mithalten zu können, müssen künstliche Muskeln nicht nur stark, sondern auch elastisch und weich sein. Im Grunde genommen sind künstliche Muskeln sogenannte Aktoren: Bauteile, die elektrische Impulse in Bewegung umwandeln. Aktoren kommen überall zum Einsatz, wo sich auf Knopfdruck etwas bewegt, ob zuhause, im Automotor oder in hochentwickelten Industrieanlagen. Mit Muskeln haben diese harten mechanischen Komponenten aber noch nicht viel gemein.

WIDERSPRÜCHE UNTER EINEN HUT GEBRACHT

Ein Team von Forschenden aus dem Empa-Labor für Funktionspolymere arbeitet deshalb an Aktoren aus weichen Materialien. Nun haben sie erstmals eine Methode entwickelt, solche komplexen Komponenten mit dem

**KOMPLEXITÄT IM
KLEINEN RAHMEN**
Ein 3D-gedruckter
weicher Aktor oder
«künstlicher Muskel».

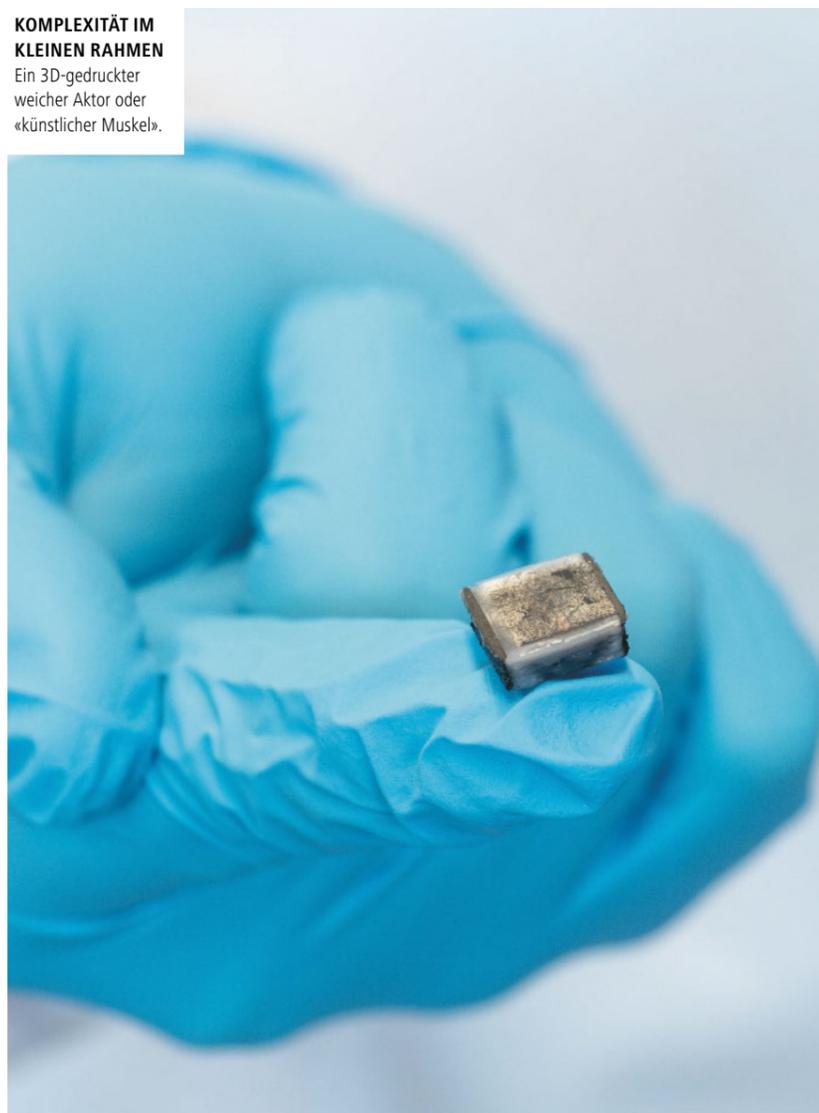


Foto: Empa

3D-Drucker herzustellen. Die sogenannten dielektrischen elastischen Aktoren (DEA) bestehen aus zwei unterschiedlichen silikonbasierten Materialien: einem leitenden Elektrodenmaterial und einem nichtleitenden Dielektrikum. Diese Materialien greifen schichtförmig ineinander. «In etwa so, als würde man die Finger verschränken», erklärt Empa-Forscher Patrick Danner. Legt man an den Elektroden eine elektrische Spannung an, zieht sich der Aktor wie ein Muskel zusammen. Schaltet man die Spannung wieder ab, entspannt er sich in seine Ursprungsposition.

Eine solche Struktur mittels 3D-Druck herzustellen, ist nicht trivial, weiss Danner. Die beiden weichen Materialien sollten sich – trotz ihrer sehr unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften – beim Druckprozess sehr ähnlich verhalten. Sie dürfen sich nicht vermischen, müssen aber im fertigen Aktor trotzdem gut zusammenhalten. Die gedruckten «Muskeln» müssen möglichst weich sein, damit ein elektrischer Stimulus zu der benötigten Verformung führen kann. Dazu kommen die Ansprüche, die alle 3D-druckbaren Materialien zu erfüllen haben: Unter Druck müssen sie sich verflüssigen, damit sie aus der Druckerdüse gepresst werden können. Unmittelbar danach müssen sie aber wieder zähflüssig genug sein, um die gedruckte Form zu behalten. «Diese Eigenschaften stehen oft in direktem Widerspruch zueinander», sagt Danner. «Wenn man eine davon optimiert, verändern sich drei andere, meistens zum Nachteil.»

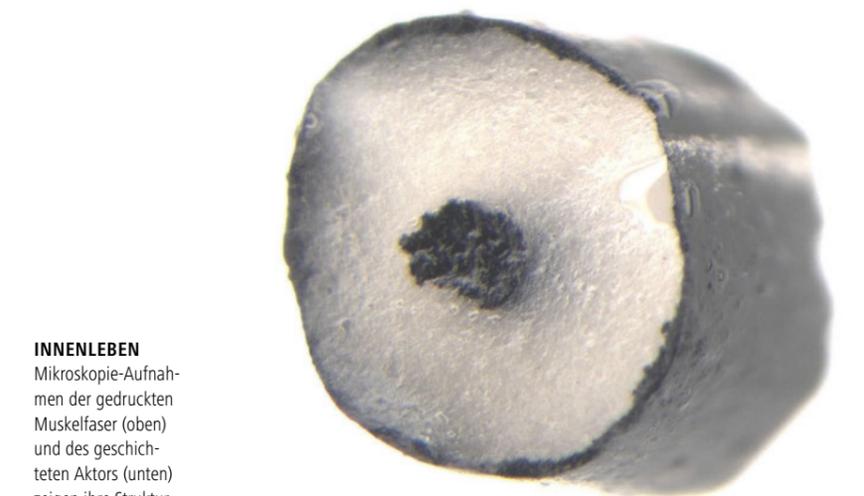
VOM HANDSCHUH BIS ZUM HERZ

In Zusammenarbeit mit Forschenden der ETH Zürich ist es Danner und Dorina Opris, Leiterin der Forschungsgruppe «Functional Polymeric Materials», gelungen, viele dieser widersprüchlichen Eigenschaften unter einen Hut zu bringen. Zwei Spezialtinten, ent-

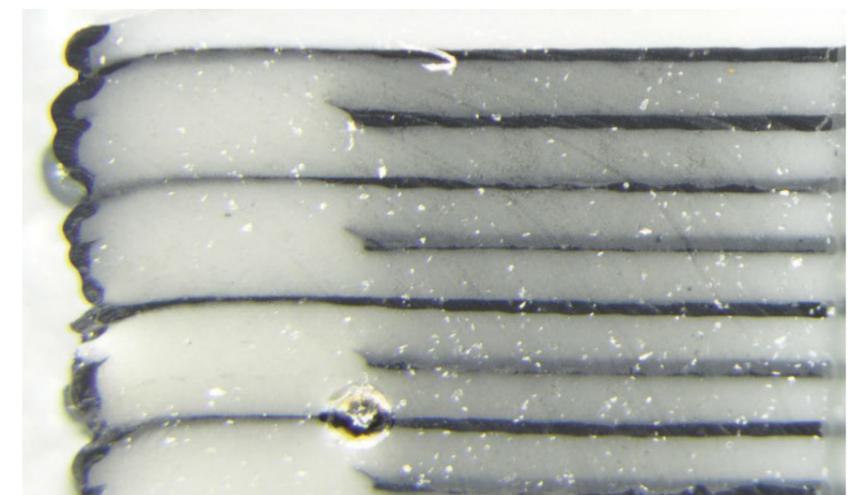
wickelt an der Empa, werden über eine von den ETH-Forschenden Tazio Pleij und Jan Vermant entwickelte Düse zu funktionierenden weichen Aktoren gedruckt. Die Zusammenarbeit ist Teil des Grossprojekts «Manufhaptics», das zum Strategischen Fokusbereich «Advanced Manufacturing» des ETH-Bereichs gehört. Ziel des Projekts ist es, einen Handschuh zu entwickeln, der virtuelle Welten greifbar macht. Hier sollen die künstlichen Muskeln durch Widerstand das Greifen von Gegenständen simulieren.

Die weichen Aktoren haben jedoch weit aus mehr Anwendungsmöglichkeiten. Sie sind leicht, geräuschlos und, dank dem neuen 3D-Druck-Verfahren, beliebig formbar. Sie könnten herkömmliche

Aktoren in Autos, Maschinen und in der Robotik ersetzen. Entwickelt man sie noch weiter, kommen sie auch für medizinische Anwendungen in Frage. Dorina Opris und Patrick Danner arbeiten bereits daran: Mit ihrem neuen Verfahren lassen sich nicht nur komplexe Formen drucken, sondern auch lange elastische Fasern. «Wenn wir sie noch etwas dünner machen, kommen wir der Funktionsweise von echten Muskelfasern schon recht nahe», so Opris. In Zukunft könnte man aus solchen Fasern womöglich ein ganzes Herz drucken, glaubt die Forscherin. Bis ein solcher Traum Wahrheit wird, gibt es allerdings noch viel zu tun. ■



INNENLEBEN
Mikroskopie-Aufnahmen der gedruckten Muskelfaser (oben) und des geschichteten Aktors (unten) zeigen ihre Struktur.



ZU BESUCH IM LABOR

Mitte September öffneten die Empa und die Eawag ihre Türen für die Öffentlichkeit. Rund 7000 Gäste besuchten den Campus in Dübendorf, tauschten sich mit den Forschenden aus und erfuhren dabei, wie die Forschung von heute die Welt von morgen prägt.

Text: Anna Ettlin



Am Samstag, 14. September, fand an der Empa in Dübendorf ein Tag der offenen Tür statt. Trotz des kühlen und gelegentlich nassen Wetters strömten fast 7000 Besucherinnen und Besucher auf den Empa-Campus. An den rund 70 Posten sowie bei Führungen, Workshops und Vorträgen lernten Klein und Gross die Forschung der Empa kennen. Auch das Partnerinstitut Eawag, eines der weltweit

WILLKOMMEN
Trotz des kühlen Wetters besuchten rund 7000 Menschen den gemeinsamen Campus der Empa und der Eawag.



Fotos: Nicolas Zorvi

führenden Wasserforschungsinstitute, öffnete an diesem Tag seine Türen.

Eines der Highlights des Tages war der neue Forschungscampus «co-operate», den die Empa und Eawag diesen Sommer fertiggestellt und in Betrieb genommen haben. Bei Führungen erlebten die Besucherinnen und Besucher die modernen Labors und Büroräumlichkeiten, den neu gestalteten Aussenraum sowie die Innovationen aus den Empa-Labors, die beim Bau der drei neuen Gebäude zum Einsatz gekommen sind, so etwa das Erdsondenfeld, das Sommerwärme für den Winter speichert.

MATERIALIEN ALS INNOVATIONSTREIBER

Noch mehr Lehrreiches und Interessantes zum Thema «Energiewende» gab es an den Ständen: Solarzellen zum Selbermachen, Batterien zum Anhören und smarte Energiesysteme zum Bestaunen begeisterten hier die Gäste.

In der Themenwelt «Klimawandel» lernten die Besucherinnen und Besucher, was hinter dem Treibhauseffekt steckt und wie man CO₂ aus der Luft einfangen und zu innovativen, nachhaltigen Materialien und Produkten weiterverarbeiten kann. Am Tag der offenen Tür konnten sich insbesondere junge Leute – künftige Entscheidungsträgerinnen und -träger – mit den Technologien vertraut machen, die ihre Zukunft prägen werden.

Grossen Interesses erfreute sich auch die Themenwelt «Gesundes Leben, gesunde Umwelt». Hier ging Forschung buchstäblich unter die Haut mit 3D-gedruckten Gelenken, neuartigen chirurgischen Instrumenten und Nanopartikeln für die Medizin. Insbesondere ältere Besuchende interessierten sich für diesen Themenbereich, in dem es auch darum geht, unser Leben bis ins hohe Alter gesund und lebenswert zu machen. Die Empa-Forschenden beleuchteten aber auch Um-



GROSS UND KLEIN
Für alle Altersgruppen gab es Spannendes und Lehrreiches zu entdecken.



Fotos: Nicolas Zorvi

weltfaktoren, die unsere Gesundheit beeinträchtigen können, etwa Lärm und das allgegenwärtige Mikroplastik.

Bei der Themenwelt «Schwindende Ressourcen» drehte sich alles um wertvolle Rohstoffe: Wie können wir sparsam damit umgehen? Was ist nötig, um Asphalt, Beton oder Batterien effizient zu recyceln? Können wir nachwachsenden Plastik herstellen? Diese Themen waren keineswegs den Erwachsenen vorbehalten: Auch Kinder konnten hier aktiv ihre Ideen zur Kreislaufwirtschaft und zu einer lebenswerten Zukunft einbringen.

Doch die Vielfalt der Materialwissenschaft war selbst damit noch nicht ausgeschöpft. Die Themenwelt «Faszinierende Materialien» bot ein buntes Kaleidoskop an ungewöhnlichen und «verrückten» Materialien und Technologien. Hier gab es Roboter und Magnete, Moleküle und Satelliten, flüssige Luft, künstliche Erdbeben und noch vieles mehr zu entdecken. Ausserdem zeigten einige Spin-offs der Empa, wie Innovationen aus dem Labor in die reale Welt gelangen. Und für Jugendliche, die gleich selbst Hand anlegen wollten, präsentierte die Empa ihre spannenden Lehrberufe.

HINTER DEN KULISSEN UND DAVOR

Über 300 Empa-Mitarbeitende und rund 100 Kolleginnen und Kollegen von der Eawag waren am Tag der offenen Tür im Einsatz. Dazu kommen zahlreiche weitere Mitarbeitende, die in den Monaten und Wochen vorher dazu beigetragen haben, den Tag zu einem unvergesslichen Erlebnis für die Gäste zu machen. Die Empa dankt ihnen herzlich für ihren Einsatz. Ein grosses Dankeschön gilt auch allen Besucherinnen und Besuchern, die den Campus in Dübendorf am Samstag voller Wissensdurst durchstreift haben. ■

BATTERIEKONFERENZ MIT NOBELPREISTRÄGER

HOHER BESUCH

Nobelpreisträger Stanley Whittingham (3. v. l.) und weitere Gastredner der «Swiss Battery Days» 2024 zusammen mit den Konferenzorganisatoren und Empa-Forschern David Reber (2. v. r.) und Corsin Battaglia (1. v. l.) auf dem neuen Empa-Campus.



Vom 26. bis 28. August fanden zum sechsten Mal die «Swiss Battery Days» statt. Die internationale Konferenz, organisiert von der Empa, dem PSI und dem schweizerischen Batterie-Verband «iBAT», bringt Batterieforschende und Industriefachleute zusammen. Was vor sechs Jahren als kleine Veranstaltung anfang, durfte dieses Jahr rund 250 Teilnehmende aus ganz Europa begrüßen. Darunter auch einen besonderen Gast: Stanley Whittingham, Professor an der «Binghamton University» und Nobelpreisträger. Gemeinsam mit John Goodenough und Akira Yoshino erhielt Whittingham 2019 den Nobelpreis für Chemie für die Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien. An den «Swiss Battery Days» referierte er über die aktuelle Batterieforschung in den USA.



WUNDERBARE VIELFALT: BATTERIEN FÜR ALLE FÄLLE

Ob E-Auto, Handy oder im Keller als stationäre Stromspeicher – Batterien sind ein Schlüsselement der Energiewende. Doch je nach Anwendung brauchen Batterien ganz unterschiedliche Eigenschaften. Mal müssen sie möglichst kompakt und leicht sein, mal möglichst grosse Energiemengen speichern, mal möglichst rasch laden und entladen. Und dann sollten Batterien auch noch möglichst nachhaltig sein – und natürlich möglichst günstig. Ganz schön viele Anforderungen ... aber auch eine enorme Chance für die Schweizer Industrie. Empa-Forschende arbeiten an den unterschiedlichsten Batterietechnologien für verschiedene Anwendungen. Am «Wissen2go» am 29. Oktober stellen sie neuste Batterietrends vor. Die kostenlose Veranstaltung findet an der Empa-Akademie in Dübendorf sowie online statt.



Bilder: Empa

«SWISS GREEN ECONOMY SYMPOSIUM»: WIRTSCHAFT TRIFFT NACHHALTIGKEIT



EXPERTISE

Jannis Wernery (oben in der Mitte) und Nathalie Casas (unten) am «Swiss Green Economy Symposium»



Vom 27. bis 29. August fand in Winterthur das «Swiss Green Economy Symposium» statt. Die Konferenz zu Wirtschaft und Nachhaltigkeit stand unter dem Themenschwerpunkt «Gemeinsam Konflikte lösen» und brachte Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und NGOs zusammen, um dringende Themen wie Kreislaufwirtschaft, Klimaschutz, nachhaltiges Bauen und «Carbon Capture»-Technologien zu diskutieren. Unter den 280 Speakern und Forumsteilnehmenden der Konferenz waren auch Nathalie Casas, Direktionsmitglied der Empa und Leiterin des Departements «Energie, Mobilität und Umwelt», sowie Empa-Forscher Jannis Wernery aus dem Labor «Building Energy Materials and Components».



Fotos: Thomas Oehrl / Visual Craft

VERANSTALTUNGEN

28. OKTOBER 2024

Kurs: Energy Harvesting

Zielpublikum: Industrie und Wissenschaft

www.empa-akademie.ch/harvesting

Empa, Dübendorf

29. OKTOBER 2024

wissen2go: Batterien im Fokus

Zielpublikum: Öffentlichkeit

www.empa.ch/web/w2go/batterien

Empa, Dübendorf und online via Zoom

05. NOVEMBER 2024

RFA Seminar Built Environment

Zielpublikum: Industrie und Wissenschaft

www.empa-akademie.ch/rfaseminar

Empa, Dübendorf

29. NOVEMBER 2024

Kurs: Tribologie

Zielpublikum: IngenieurInnen,

ProduktentwicklerInnen, KonstrukteurInnen

www.empa-akademie.ch/tribologie

Empa, Dübendorf



THE PLACE WHERE INNOVATION STARTS.



Empa

Materials Science and Technology