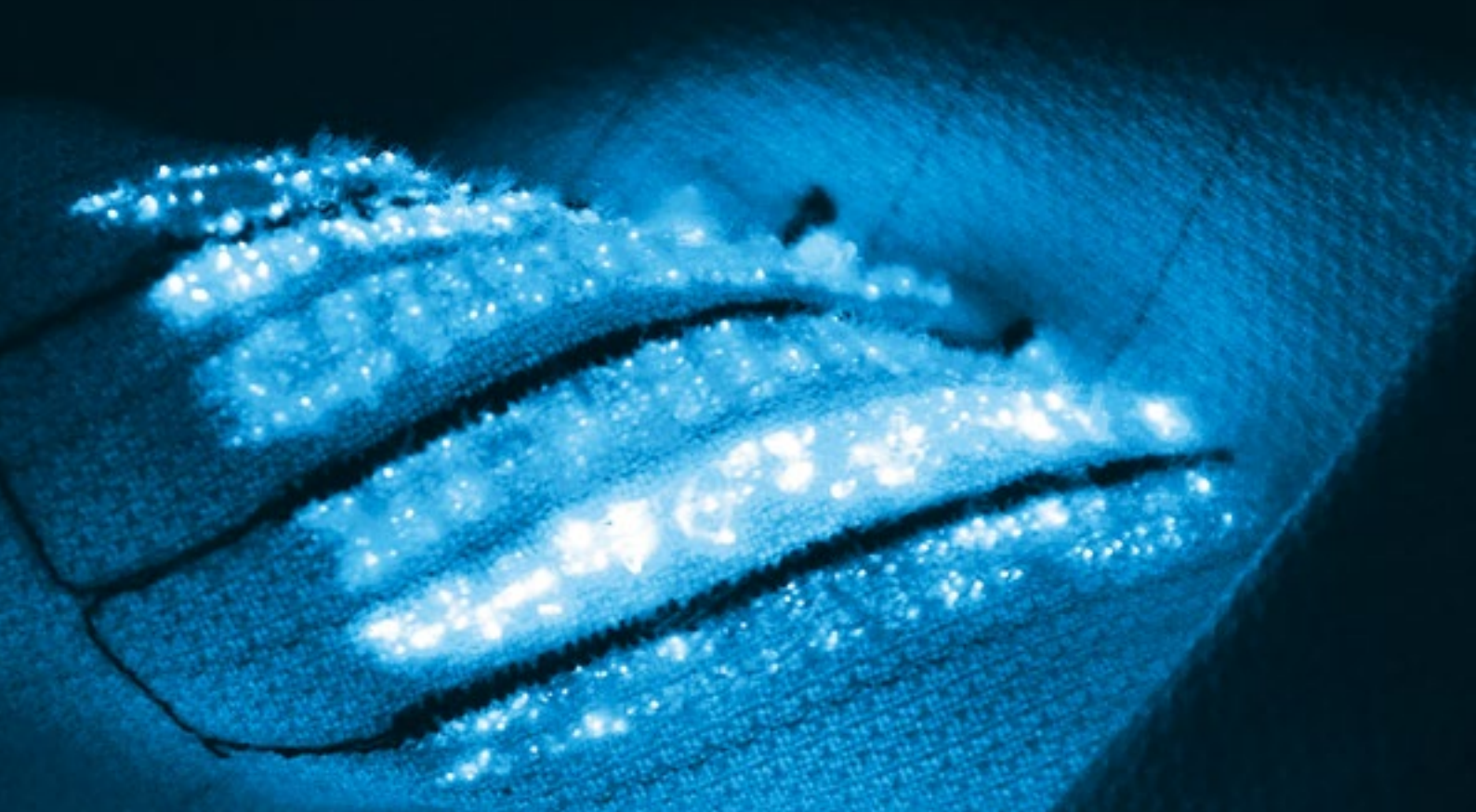


Jahresbericht 2018



Empa

Materials Science and Technology

Unsere Vision.
Materialien und Technologien
für eine nachhaltige Zukunft.

4

Vorwort

6

Das Jahr im Rückblick

10

Ausgewählte Projekte

32

Research Focus Areas

44

Von der Forschung zur Innovation

60

Zahlen und Fakten

72

Jahresrechnung 2018

137

Bericht der Revisionsstelle

Titelbild: Textilien mit hochempfindlichen Sensoren können physiologische Werte wie Herzfrequenz oder Sauerstoffsättigung im Blut messen. Die Polymer-optischen Fasern des Sensors werden mittels Schmelzspinnen hergestellt und können direkt als Garn verarbeitet werden.

Herausgeber: Empa; **Konzept/Redaktion/Gestaltung:** Empa; **Druck/Ausrüstung:** NeidhartSchön AG, Zürich.

© Empa 2019 – ISSN 1424-2176 Jahresbericht Empa



Gedruckt auf REFUTURA 100% Recyclingpapier



Spitzenforschung: Basis für einen erfolgreichen Technologietransfer

In einem so kompetitiven Umfeld wie der wissenschaftlichen Forschung ist es ratsam, sich in regelmässigen Abständen zu fragen, wo man im internationalen Vergleich denn so steht. Zu diesem Zweck hat die Empa letzten Oktober einen «Peer Review» durchgeführt; elf internationale Experten aus allen Tätigkeitsfeldern der Empa haben die Forschungs- und Innovationsleistungen des Instituts unter die Lupe genommen und international verglichen. Dabei stellten sie der Empa ein ausserordentlich gutes Zeugnis aus. So lobten die Experten die Empa einstimmig als international anerkannte Materialforschungsinstitution, die herausragende Wissenschaftler und Ingenieure anziehen vermag. Zudem betonten sie die herausragende Bedeutung der zahlreichen Forschungsergebnisse und der Innovationsleistung der Empa sowohl für die Industrie als auch für die Wissenschaft und bestärkten die Empa-Führung, den eingeschlagenen Weg konsequent weiterzuverfolgen.

Etwa, indem Empa-Forschende die Digitalisierung in Materialforschung und Technologieentwicklung konsequent weiterentwickeln. Denn das Thema Digitalisierung betrifft die Empa in all ihren Forschungsbereichen. Im Bereich «Advanced Manufacturing» (AM) erfordert die Entwicklung neuer Materialien datenintensive Simulationen der hochkomplexen Fertigungsprozesse und Materialeigenschaften. Ähnlich komplex ist auch die Modellierung neuartiger Energiesysteme mit der Konvergenz von Energienetzen verschiedener Grössenordnung (Einzelgebäude, Quartiere, Städte) und dem Mobilitätssektor. Die Empa wird daher ihre Forschungsaktivitäten in diesen Bereichen künftig ausbauen, etwa im Rahmen des neu gegründeten «Materials and Technology Center of Robotics», durch verstärkte Zusammenarbeit mit dem «Swiss National Supercomputing Center»

(CSCS) in Lugano und die Schaffung einer neuen «High Performance Computing»-Infrastruktur an der Empa sowie durch einen neuen Fokus auf Sensortechnologien für autonomes Fahren.

Die hervorragende Peer-Evaluation der Empa spiegelt sich auch in einigen anderen Untersuchungen wider. So führte das «Center for Science and Technology Studies» (CWTS) der Universität Leiden 2018 eine bibliometrische Analyse der wissenschaftlichen Publikationen der letzten zehn Jahre durch. Ergebnis: Zum einen werden die Empa-Publikationen international deutlich überdurchschnittlich beachtet bzw. zitiert; zum anderen zählt die Empa bei den gemeinsam mit der Industrie verfassten wissenschaftlichen Publikationen zu den 40 besten Universitäten bzw. Forschungseinrichtungen weltweit.

Weltweit spitze sind auch die meisten Patente, die Empa-Forschende anmelden. Das ergab eine Analyse des Patentportfolios des ETH-Bereichs durch BAK Economics. So stufte das Basler Wirtschaftsforschungsinstitut rund 45 Prozent der Empa-Patente als Weltklasse, weitere 20 Prozent als Top-Patente ein.

Viele dieser Patente entstehen im Rahmen von Kooperationsprojekten. Allein im vergangenen Jahr schloss die Empa neue Forschungsverträge mit knapp 330 akademischen und industriellen Partnern ab; insgesamt laufen derzeit mehr als 1200 aktive Verträge mit Partnern aus der Industrie, 70 Prozent davon aus der Schweiz. Für mich ein überzeugender Beweis, wie aus Grundlagenforschung marktfähige Innovationen entstehen. Denn ein erfolgreicher Wissens- und Technologietransfer kann nur auf der Basis eines soliden wissenschaftlichen Fundaments gedeihen. Auf diese erfolgreiche Kombination setzen wir auch in Zukunft getreu unserem Motto: Empa – The Place where Innovation Starts.



Prof. Dr. Gian-Luca Bona, Direktor

Das Jahr im Rückblick

Auszeichnung für Empa-Forscher

Gleich zwei Empa-Forscher, Bernd Nowack und Maksym Kovalenko (unten), haben es dieses Jahr auf die Liste der «Highly Cited Researcher» geschafft – Nowack bereits zum fünften Mal in Folge. Die Liste wird jährlich von «Clarivate Analytics» herausgegeben und zeigt auf, welche Forschenden in den verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen mit ihren Publikationen am häufigsten zitiert wurden. Dabei schafft es nur das oberste Prozent der Wissenschaftler auf die Liste – insgesamt rund 3500 Forschende weltweit.

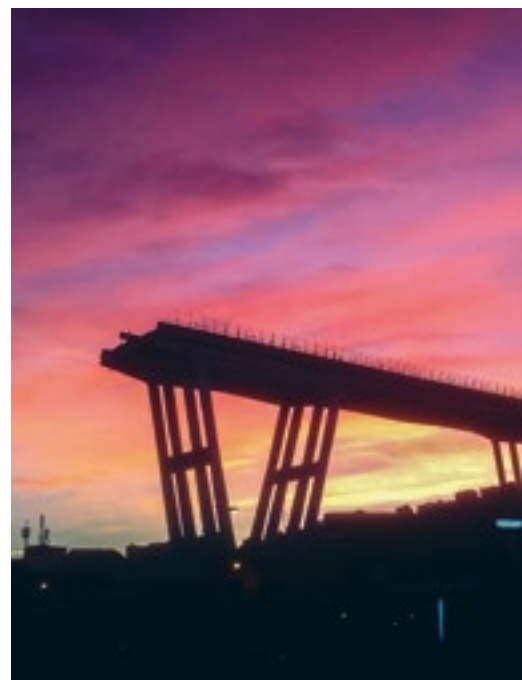


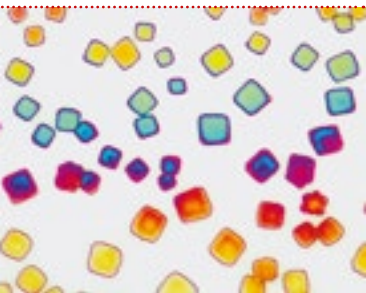
Mit Drohnen unter einem Dach

Im neuen «Materials and Technology Center of Robotics» an der Empa dreht sich alles um autonome Drohnen. Ziel dieser neuen Kooperation zwischen den Materialforschenden der Empa und den Robotikexperten des «Imperial College London» ist es, funktionale Materialien in die Robotertechnologie zu integrieren und so eine neue Generation von autonomen Drohnen zu entwickeln und zu optimieren. Die Flugroboter sollen als ständige Mitbewohner den Gebäudeunterhalt im NEST einfacher und effizienter machen. «Die Stadt der Zukunft wird ein gemeinsames Ökosystem für Menschen und Roboter sein», ist Robotikforscher Mirko Kovac überzeugt, der wissenschaftliche Leiter des neuen Zentrums.

ERC Consolidator Grant für Empa-Forscher

Maksym Kovalenko hat als einer von knapp 300 Forschenden in ganz Europa einen der diesjährigen Consolidator Grants des Europäischen Forschungsrats (ERC) erhalten. Sein Projekt wurde aus rund 2400 eingereichten Vorschlägen ausgewählt und ist eines von nur 13 geförderten Projekten im Bereich «Synthetische Chemie und Materialien». Kovalenko stehen nun 2 Millionen Euro für sein Projekt «SCALE-HALO» zur Verfügung, in dem er hochlumineszierende, molekulare und festkörperbasierte Verbindungen entwickeln möchte. Diese sollen als vielseitige Lichtquellen in Geräten wie Displays und Beleuchtungen sowie in der künftigen Quantentechnologie eingesetzt werden.





Nächste Generation Uhrspiralen

Was passiert, wenn etwas immer kleiner wird? Empa-Forscher gehen dieser Frage nach. Als Nebenprodukt entstanden dabei völlig neuartige Unruh-Spiralfedern für Uhren. Diese sind das schlagende Herz jedes mechanischen Uhrwerks – gewöhnlich gefertigt aus gewalzten Nivarox-Drähten. Die neuen Empa-Federn sind dagegen aus einer kalten, wässrigen Salzlösung galvanisch in der gewünschten Form abgeschieden und werden inzwischen in der Forschungsabteilung eines grossen Schweizer Uhrenherstellers in Prototypuhrwerke eingebaut. (Bild: A. Lange & Söhne)



Spurensuche im Trümmerberg

Mehrere tonnenschwere Brückenteile der am 14. August 2018 in Genua eingestürzten Morandi-Brücke wurden am 5. November an die Empa geliefert, um die Suche nach möglichen Einsturzursachen zu unterstützen. Im Zuge des Beweissicherungsverfahrens hatten die drei gerichtlich eingesetzten Experten die Empa beauftragt, Laboranalysen an Beton- und Stahlteilen der Brücke durchzuführen. Nicht weniger als fünf Forschungsabteilungen der Empa waren unter der Leitung von Gabor Piskoty an den Untersuchungen beteiligt. Am 11. Dezember 2018 wurde der 172 Seiten starke Untersuchungsbericht fristgerecht dem Expertengremium übergeben. Zwei Tage später wurden sämtliche Trümmer und alle entnommenen Probestücke zurück nach Genua transportiert. (Bild: iStock)

Spitzenforschung auf 3450 Metern

Anfang der 1930er-Jahre, als sich viele Länder Europas abschotteten, eröffnete die Schweiz die international ausgerichtete Forschungsstation Jungfrauoch. Die Station erhält gleich zwei Auszeichnungen als bedeutende historische Stätte der Naturwissenschaften: Die Europäische Physikalische Gesellschaft honoriert die Verdienste der Forschungsstation in der Physik, die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz jene in der Chemie. Die Empa forscht seit bald 50 Jahren auf dem Jungfrauoch.





Zweimal neue Abteilungsleitung

Technik im Fokus: Schon während ihres Architekturstudiums in Wien hat es Kristina Orehounig zu den technischen Aspekten des Bauens hingezogen, vor allem die Bauphysik faszinierte sie. Nun hat sie in der Simulation von Energiesystemen ihr berufliches Zuhause gefunden. Seit Februar 2018 leitet sie die Empa-Forschungsabteilung «Urban Energy Systems». Zuvor war sie Forscherin und Dozentin an der ETH Zürich. Unkonventionelle Ziele hat sich auch Gustav Nyström gesetzt, der seit April 2018 die Empa-Abteilung «Cellulose & Wood Materials» leitet. Er möchte Batterien aus Papier und Sensoren aus Nanozellulose entwickeln. Der gebürtige Schwede hat sich bereits während seiner Dissertation in Uppsala mit energiespeichernden Nanofibrillen aus Zellulose beschäftigt. Seine Motivation liegt vor allem darin, einen Beitrag zur Lösung grundlegender Fragestellungen unserer Zeit zu leisten.

Der «Betonkrankheit» auf der Spur

Wenn Brücken, Stauwauern und Betonfundamente Risse entwickeln, dann ist oft AAR die Ursache: die Alkali-Aggregat-Reaktion. Sie lässt den Beton quellen und macht Sanierungen oder Neubauten nötig. Ein Projekt, das vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) gefördert und von der Empa koordiniert wird, untersuchte die «Betonkrankheit» und fand heraus: Die durch AAR verursachten Risse im Beton entstehen in winzigen Kristallspalten und werden als bald mit blossem Auge sichtbar. Verantwortlich für das Bersten des Betons ist ein Alkali-Kalzium-Silikat-Hydrat, dessen Struktur mit Hilfe der Empa erstmals aufgeklärt werden konnte.



Der grösste Elektrolaster der Welt

Der Muldenkipper «eDumper», das grösste Elektrofahrzeug der Welt, steht seit 2018 in einem Steinbruch in Péry im Berner Jura im Einsatz. Entwickelt wurde der umweltfreundliche Laster zusammen mit Industriepartnern der Berner Fachhochschule (BFH), der Interstaatlichen Hochschule für Technik Buchs (NTB) und der Empa. Das 58 Tonnen schwere Fahrzeug wird über die nächsten zehn Jahre jährlich über 300 000 Tonnen Material transportieren und dabei nach vorläufigen Berechnungen bis zu 1300 Tonnen CO₂ und 500 000 Liter Diesel einsparen.

(Bild: eMiningAG)





Mit mikroskopischen Luftblasen dämmen

Bessere Wärmedämmung heisst weniger Heizkosten – doch das soll nicht auf Kosten einer spannenden Architektur gehen. Forschende der Empa haben daher das in Dämmziegeln üblicherweise eingesetzte Perlit mit Aerogel ersetzt, einem hochporösen Festkörper, der sehr hohe wärmedämmende Eigenschaften aufweist und gleichzeitig Temperaturen von bis zu 300 °C aushält. Ein solcher mit Aerogel gefüllter Ziegelstein könnte in Zukunft dünne, aber gleichzeitig hochdämmende Mauern ermöglichen, dies ganz ohne zusätzliche Dämmschicht.



Was macht Graphen in der Lunge?

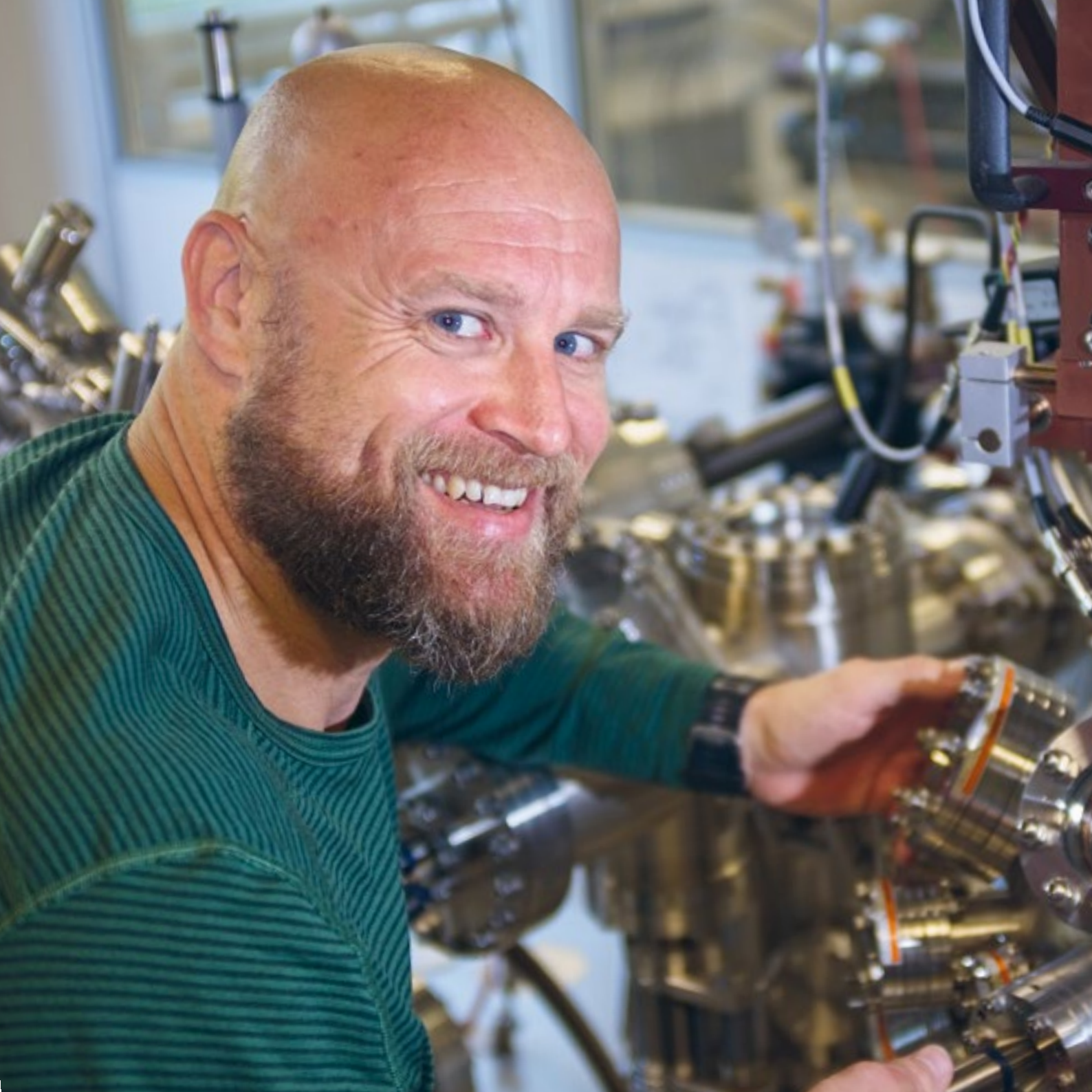
Wie wirkt sich Graphen, das «Material der Zukunft», auf unsere Gesundheit aus, wenn es in den Körper gelangt? Ein Forscherteam der Empa und des Adolphe-Merkle-Instituts (AMI) in Fribourg haben erstmalig Studien an einem zellulären 3D-Lungenmodell durchgeführt, um das Verhalten von Graphen und Graphen-ähnlichen Materialien nach dem Einatmen zu untersuchen. Die Forschenden konnten nachweisen, dass in der Lunge keine akuten Schäden entstehen, wenn Lungenepithelzellen in Kontakt mit Graphenoxid (GO) oder sogenannten Graphen-nanoplatelets (GNP) kommen. Um auch chronische Veränderungen aufzuspüren, läuft das vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) geförderte Projekt insgesamt drei Jahre.



Ende der Maskerade

Lachen macht gesund, sagt die medizinische Forschung. Doch wie soll es Kranken zum Lachen zumute sein, wenn die Gesichter von Pflegenden und Angehörigen von sterilen Masken verdeckt sind? Forscher der Empa und der EPFL entwickeln einen neuartigen Mundschutz, der freie Sicht auf die Mimik des Gegenübers ermöglicht. Die beteiligten Forscher erhielten bereits den Challenge Debiopharm-Inartis-Award als Anschubfinanzierung. Das unter anderem von der Gebert Rüt Stiftung und der Staub Kaiser Stiftung finanzierte Projekt läuft noch bis Ende 2019. (Bild: iStock)







Ausgewählte Projekte

Neue Materialien erforschen und innovative Technologien vorantreiben; Impulse setzen für eine nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft; die wissenschaftlichen Grundlagen schaffen für politische und gesellschaftliche Entscheide – das sind zentrale Ziele der Empa, die sie durch Forschung und Entwicklung, über Kooperationen und Partnerschaften, via Dienstleistungen, Expertisen und Consulting verfolgt. Die folgenden Snapshots aus den Labors geben einen Einblick in die vielfältigen Forschungsaktivitäten der Empa.



Prof. Dr. Francis Schwarze, francis.schwarze@empa.ch

Pilze, die normalerweise Baumstämme zersetzen, können auch Kunstwerke ins Holz zaubern. In der Natur verzieren die Fäulniserreger den Baum jedoch nicht nur, sie zerstören ihn auch. Empa-Forscher bringen den Pilzen im Labor nun das Zeichnen bei. Dabei entstehen marmorierte Hölzer, die zu wunderschönen Möbeln und Musikinstrumenten verarbeitet werden können.

Selbst wer Baumstämme absichtlich im Wald verrotten lässt, muss Jahre warten, bis er hoffen kann, ein von Pilzen verziertes und dennoch nutzbares Holz zu erhalten. Forscher der Empa haben nun eine Technologie entwickelt, mit der Harthölzer wie Buche, Esche und Ahorn mit Pilzkulturen behandelt werden können, sodass sich die Musterung im Holz kontrolliert steuern lässt.

Die feinen schwarzen Linien ziehen sich hierbei durch das Holz als Spuren eines Kampfes. Pilze haben hier im Holz ein Gefecht um Territorium und Ressourcen ausgetragen und sich mit dunkel pigmentierten Linien deutlich voneinander abgegrenzt. Die feinen Fäden der Pilzgemeinschaft schützen mit diesen Demarkationslinien ihre Kolonie aber nicht nur vor anderen Pilzen – die Pigmentgrenze sorgt zudem dafür, dass Bakterien und Insekten fernbleiben und

dem Lebensraum ein ideales Mass an Feuchtigkeit erhalten bleibt.

Schwarze Linien aus Melanin

Die Forscher konnten in der Natur wachsende Pilzarten identifizieren und analysieren, um jene mit den günstigsten Eigenschaften als Holzveredler auszuwählen. Der Brandkrustenpilz etwa oder die Schmetterlingstramete hinterlassen mit dem Farbstoff Melanin pigmentierte schwarze Linien und bleichen gleichzeitig das umliegende Holz dank ihres Enzyms Laccase aus. So entsteht ein Muster mit besonders starkem Kontrast im Holz.

Holzstruktur bleibt stabil

Besonders vorteilhaft an den im Empa-Labor verwendeten Pilzen ist deren sanfter Biss: Denn trotz des ausgeprägten Zeichentalents zernagen die ausgewählten Kandidaten ihren Untergrund kaum. Das Holz behält seine Stabilität und Form bei.

Dass der Prozess je nach gewünschtem Ergebnis gesteuert werden kann, liegt jedoch nicht nur an der Art der verwendeten Fäulniserreger. Die Forscher entwickelten zudem ein Verfahren, bei dem das Holz bereits innert Wochen zur Verarbeitung bereitsteht. Grund ist unter

anderem, dass die gewählten Pilzarten bei deutlich geringerer Feuchtigkeit im Holz zur Tat schreiten. Daher muss der Rohstoff nach seiner Veredlung und vor der Verarbeitung zum Möbel nicht erst langwierig, kosten- und energieintensiv getrocknet werden.

Produkte aus Schweizer Buche

Gemeinsam mit dem Industriepartner Koster Holzwelten AG in Arnegg (SG) sind die Forscher daran, einen effizienten und ökologisch nachhaltigen Produktionsweg zu implementieren. Hierzu gehört die Nutzung regionalen Holzes. Buchenholz ist ein in der Schweiz häufiges, aber für Möbeldesigner uninteressantes Hartholz. Mit Marmorholz aus einheimischer Buche könne man jedoch am Schweizer Holzmarkt, dessen jährlicher Umsatz rund 3 Milliarden Franken beträgt, gesuchte Produkte anbieten.

Zusätzlich zu Möbeln, Parkettböden und Küchenfronten kann Marmorholz auch für dekorative Objekte und Musikinstrumente verwendet werden. Bereits in der Antike wurden aus dem gemusterten Holz Unikate geschaffen. Mit der neuen Technologie lassen sich diese Einzelstücke nun schneller, nachhaltiger und erst noch mit der gewünschten Marmorierung herstellen. //



1
Marmorholz aus dem Labor: Je nach verwendeter Pilzart lässt sich der Verlauf der Muster im Holz steuern.

2
Obstschale aus Marmorholz, das im Labor entstanden ist.



Bauwerksverstärkung mit Carbonfasern und memory-steel

Prof. Dr. Masoud Motavalli, masoud.motavalli@empa.ch

Bewahren statt wegwerfen – das gilt nicht nur für Jugendstilvillen, für seltene Oldtimer oder die Schallplattensammlung aus den 60er-Jahren: Bewahren statt abbrechen ist auch für jahrzehntealte Eisenbahn- und Strassenbrücken, Industrie- und Wohngebäude eine gute Idee. Diese Baudenkmäler prägen das Erscheinungsbild europäischer Städte und sind Teil unserer Kultur.

Doch oft leiden historische Brücken unter der gewachsenen Verkehrsbelastung von heute – oder die Innenräume älterer Gebäude sind zu klein geworden für zeitgemässe Nutzungen. Die Bauwerke müssen fit gemacht werden für die Zukunft.

Carbonfaserstreifen für alte Brücken

Ein Empa-Team rettet alte Eisenbrücken aus dem 19. Jahrhundert vor dem Verfall. Ein Stützkorsett aus CFK (Carbonfaser-verstärkter Kunststoff), reversibel und denkmalschutzkonform an der Brücke fixiert, stärkt die Widerstandskraft der alten Bauwerke. CFK ist für Verstärkungen von Bauwerken Mittel der Wahl: Es ist korrosionsbeständig und zeigt keine Materialermüdung, ausserdem ist es leicht und belastet das Bauwerk nicht mit zusätzlichem Gewicht. Seit 2015 ist die Münchenstein-Eisenbahnbrücke bei

Basel, Baujahr 1892, mit den vorgespannten CFK-Pflastern verstärkt. Täglich rollen mehrere Dutzend Personen- und Güterzüge über die historische Stahlkonstruktion. Ein Langzeitüberwachungssystem misst Belastung und Bewegungen der Brückenteile und liefert die Daten in Echtzeit an die Empa.

Die Diamond-Creek-Strassenbrücke in Australien, Baujahr 1896, wurde im Januar 2018 verstärkt. Sie trägt ebenfalls Sensoren und wird für mindestens anderthalb Jahre Belastungsdaten an die Empa liefern. Schon heute ist das an der Empa entwickelte CFK-Verstärkungssystem mit einem Patent geschützt.

memory-steel für alte Industriebauten

Während sich Bauwerke sehr gut mit CFK-Streifen verstärken lassen, eignen sich Streifen aus Memory-Steel für die nachträgliche, vorgespannte Verstärkung älterer Gebäude. Sobald in die Betonstruktur eines Altbaus neue Fenster, Türen oder Aufzugsschächte eingebaut werden, ist eine Verstärkung der Tragstruktur oft unumgänglich. Bei Industriegebäuden muss bisweilen die Traglast einer alten Zwischendecke erhöht werden.

In rund 15 Jahren Forschungsarbeit haben Experten der Empa und des Startups re-fer AG nun eine genau passende

Verstärkungsmethode zur Serienreife gebracht: Formgedächtnislegierungen auf Eisenbasis, die sich beim Erhitzen zusammenziehen und die Betonstruktur so dauerhaft vorspannen. Unter dem Namen memory-steel wird der neue Baustoff ab sofort vertrieben. Zur Verstärkung eines Altbaus wird entweder ein Streifen des Spezialstahls mittels Dübeln unter der Decke befestigt und dann mit Strom oder per Infrarotstrahler erhitzt. Alternativ dazu kann die Verstärkung auch einbetoniert werden: Dazu wird zunächst ein Schlitz in die Betondecke gefräst, dann ein gerippter Bewehrungsstab aus memory-steel in die Vertiefung eingelegt und mit Spezialmörtel verfüllt. Zum Schluss wird das Profil mit Hilfe von Gleichstrom erhitzt und so vorgespannt. Eine weitere Variante ist das Einbetten des Bewehrungsstabs in eine zusätzliche Spritzbetonschicht.

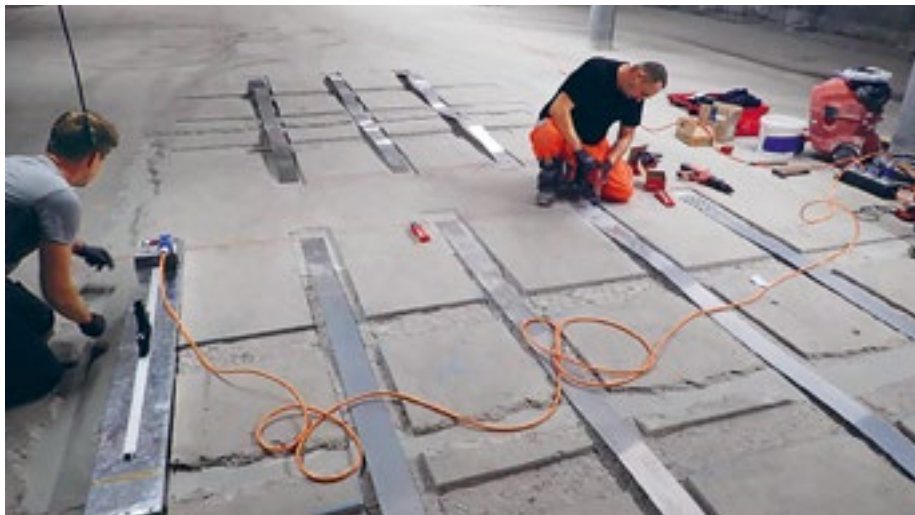
Das neue Baumaterial memory-steel wurde in vier Fachtagungen im September und Oktober 2018 interessierten Baufachleuten und Architekten in der Schweiz präsentiert. //

1
Die Diamond-Creek-Strassenbrücke
nahe Melbourne wurde 2018 mit
CFK-Streifen verstärkt und nach
getaner Arbeit mit einem 42-Tonnen-
Truck auf ihre Haltbarkeit getestet.

2
Verstärkung der Zwischendecke
eines Altbaus mit «memory-steel».



1



2

Kreislaufwirtschaft: mehr als «nur» Recycling

Dr. Patrick Wäger, patrick.waeger@empa.ch

Mehr als drei Erden wären nötig, würde jeder Mensch die Umwelt gleich stark belasten wie eine durchschnittliche Schweizerin oder ein durchschnittlicher Schweizer. Es ist also dringend nötig, unseren Ressourcenverbrauch zu minimieren, wie viele Experten am 2. Ressourcen Forum Schweiz betonten, das im Oktober 2018 an der Empa stattfand.

Wiederverwenden statt wegwerfen: Das gilt für das ausgetragene T-Shirt und das alte Smartphone ebenso wie für das Dämmmaterial oder die Bodenfliesen eines ausgedienten Wohnhauses. Vor allem im Elektronikschrott lauern wahre Schätze, vom Gold – das bereits zurückgewonnen wird – einmal abgesehen. Neodym und Indium gelten als rare Elemente, sind aber in vielen neuen Technologien zu finden, oft in Schlüsseltechnologien wie LCD-Bildschirmgeräten.

Eine Rückgewinnung wäre daher nicht nur sinnvoll, sondern drängt sich zunehmend auf, um künftige Engpässe zu vermeiden. Bislang lohnt sich eine solche Massnahme finanziell allerdings kaum. Eine geringfügige Erhöhung des vorgezogenen Recyclingbeitrags würde jedoch bereits genügen, um das Recycling wirtschaftlich attraktiv zu machen, etwa für Indium. Das haben Empa-For-

schende in einer Studie ermittelt. Demnach enthält ein Berg ausgedienter LCD-Panels einen höheren Indiumanteil als eine indiumhaltige Zinkmine mit dem gleichen Volumen. Auch die Umweltauswirkungen sind beim Recycling von Indium aus Flachbildschirmen laut Studie höchstens gleich hoch, wenn nicht sogar geringer als bei der Primärproduktion. Bei Neodym fällt die Bilanz sogar noch deutlicher zugunsten des Recyclings aus.

Europaweite Bestandsaufnahme

Doch welche Stoffe befinden sich überhaupt und in welchen Mengen im «Umlauf»? Eine Datenbank für Sekundärrohstoffe (www.urbanmineplatform.eu), an deren Entwicklung die Empa massgeblich beteiligt war, gibt darüber Aufschluss. Die Datenbank wurde im Rahmen eines vom EU-Forschungsprogramm «Horizon 2020» finanzierten Projekts entwickelt und zeigt auf, welche Rohstoffvorkommen in Autos, Batterien und Elektronikgeräten stecken, die in 28 EU-Ländern sowie in Norwegen und der Schweiz verkauft, benutzt, aufbewahrt – und schliesslich recycelt und entsorgt – werden. Gleich drei Abteilungen der Empa beteiligten sich an dem Projekt, nebst insgesamt 17 Forschungseinrichtungen aus 12 Ländern.

Die urbane Mine umfasst jedoch weitaus mehr als Edelmetalle in ausgedienten Smartphones oder Computern, und sie ist längst nicht ausgeschöpft. Das zeigt die NEST-Unit «Urban Mining und Recycling», die 2018 eröffnet wurde. Das Modul im innovativen Forschungsgebäude NEST der Empa und der Eawag besteht nicht nur zu grossen Teilen aus bereits recycelten Materialien, sondern soll auch beim Abbau komplett in wiederverwendbare bzw. sortenrein recyclebare Einzelteile zerlegt werden können. Wie energiesparend und nachhaltig dieses «Urban Mining»-Prinzip auf Gebäudeebene ist, haben Empa-Forscher in einer Studie bereits nachgewiesen. Die Ergebnisse der von der NEST-Unit ausgehenden Modellierungen deuten darauf hin, dass grosse Mengen an Rohstoffen eingespart und Umweltschäden vermieden werden könnten, würde die Bauweise dieser Unit künftig grossflächig eingesetzt.

Ein verbessertes Recycling, aber auch die Wiederverwendung sowie ein zeitgemässes Produktdesign, das den gesamten Lebenszyklus des Produkts miteinbezieht, sind also zentral für einen sorgsam und sparsam Umgang mit unseren Ressourcen. //



1

1
 Alle wiederverwendbaren, recycelbaren oder kompostierbaren Materialien, die beim Bau der NEST-Einheit Urban Mining and Recycling (UMAR) verwendet wurden, sind in der Materialbibliothek der Einheit ausführlich dokumentiert. (Bild: Felix Heisel)

2
 Eine als Raumteiler in der NEST-Unit «Urban Mining und Recycling» (UMAR) installierte Wand lässt sich um 90 Grad drehen. Die Steine der Drehwand wurden aus mineralischem Bauschutt gebacken. (Bild: Zoey Braun, Stuttgart)



2

Quantenkette in Graphen-Nanobändern

Dr. Oliver Gröning, oliver.groening@empa.ch

Empa-Forschenden ist gemeinsam mit Forschenden des Max Planck Instituts für Polymerforschung in Mainz und weiteren Partnern ein Durchbruch gelungen, der künftig für präzise Nanotransistoren oder – in fernerer Zukunft – gar bei Quantencomputern Anwendung finden könnte.

Nanobänder aus Graphen, die nur wenige Kohlenstoffatome breit und genau ein Atom dick sind, besitzen je nach Form und Breite ganz unterschiedliche elektronische Eigenschaften: Leiter, Halbleiter oder aber Isolator. Einem internationalen Forschungsteam unter Federführung der Empa-Abteilung «nanotech@surfaces» ist es gelungen, durch eine gezielte Variation der Form der Bänder deren Eigenschaften präzise einzustellen. Das Besondere daran: Damit lassen sich nicht nur die oben genannten «gewöhnlichen» elektronischen Eigenschaften verändern – auch die Erzeugung spezieller lokaler Quantenzustände ist durch diese Technologie möglich.

Die Übergänge im Fokus

Was steckt dahinter? Wenn sich die Breite eines schmalen Graphen-Nanobands ändert, in diesem Fall von sieben auf neun Atome, entsteht am Übergang eine spezielle Zone: Weil sich die elektronischen Eigenschaften der beiden Bereiche auf eine be-

sondere, sogenannte topologische Art unterscheiden, entsteht in der Übergangszone ein «geschützter» und damit sehr robuster neuer Quantenzustand. Diesen örtlich begrenzten elektronischen Quantenzustand kann man nun als Grundbaustein nutzen, um massgeschneiderte Halbleiter, Metalle oder Isolatoren zu erzeugen – und möglicherweise sogar einmal als Bauelement in Quantencomputern einzusetzen.

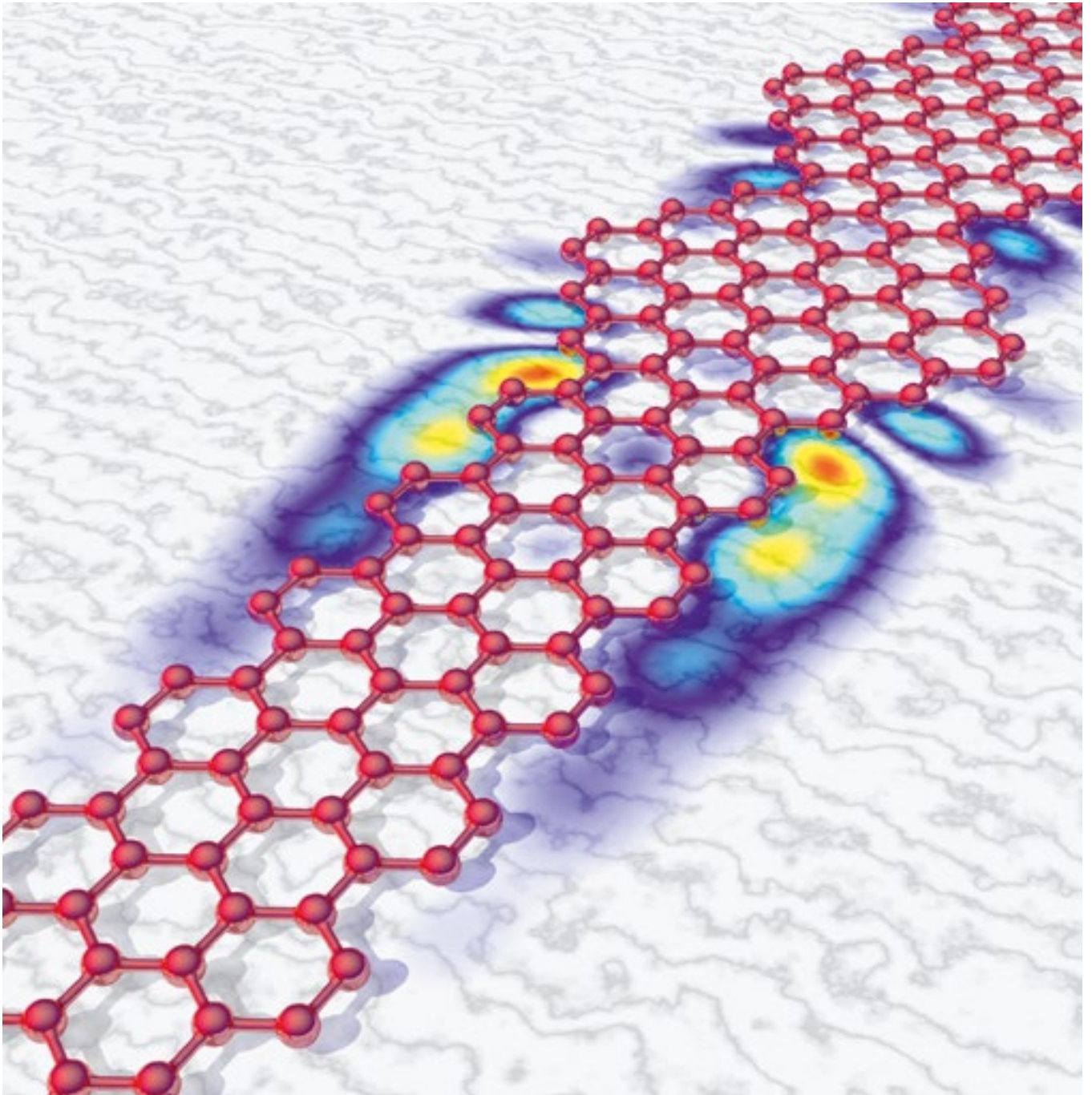
Die Forschenden der Empa unter der Leitung von Oliver Gröning konnten zeigen: Werden die Bänder so gebaut, dass sich unterschiedlich breite Bereiche regelmässig abwechseln, dann entsteht durch die vielen Übergänge eine Kette von untereinander verknüpften Quantenzuständen mit einer eigenen elektronischen Struktur. Das Spannende daran: Je nach Breite der unterschiedlichen Segmente ändern sich die elektronischen Eigenschaften der Kette. Dadurch lassen sich diese fein einstellen – vom Leiter zu Halbleitern mit unterschiedlich grossen Bandlücken. Dieses Prinzip lässt sich auf viele verschiedene Übergangszonen anwenden – zum Beispiel auch auf diejenige von sieben auf elf Atome.

In der Realität ist dies aber nicht ganz so einfach: Damit die Kette die gewünschten elektronischen Eigenschaften erhält, muss jedes einzelne der mehreren hundert oder gar tausend Atome auch am richtigen

Ort sein. «Dahinter steckt eine komplexe, interdisziplinäre Forschungsarbeit», so Empa-Forscher Gröning. «Dabei arbeiteten Forschende aus unterschiedlichen Fachgebieten in Dübendorf, Mainz, Dresden und Troy (USA) zusammen – vom theoretischen Verständnis über das spezifische Wissen, wie Vorläufermoleküle gebaut werden müssen und wie man die Strukturen auf Oberflächen gezielt wachsen lassen kann, bis hin zur strukturellen und elektronischen Analyse mittels eines Rastertunnelmikroskops.»

Auf dem Weg zur Nanoelektronik

Auf Basis dieser neuartigen Quantenkette könnten sich künftig präzise Nanotransistoren herstellen lassen – ein grundlegender Schritt auf dem Weg zur Nanoelektronik. Denn ob der Schaltabstand zwischen dem «1»-Zustand und dem «0»-Zustand des Nanotransistors auch tatsächlich genügend gross ist, hängt von der Bandlücke des Halbleiters ab. Mit der neuen Methode lässt sich diese fast beliebig einstellen. Es lassen sich aber auch weitergehende Anwendungen vorstellen, etwa im Bereich der Spintronik oder gar der Quanteninformatik – und damit ganz neue Möglichkeiten für rechenintensive Bereiche wie der Kryptographie oder beim Machine Learning. //



Wenn Graphen-Nanobänder Sektionen verschiedener Breite enthalten, so können in den Übergangszonen sehr robuste neue Quantenzustände entstehen.

Innovatives «Drug Delivery» dank therapeutischer Textilien

Prof. Dr. René Rossi, rene.rossi@empa.ch
Dr. Luciano Boesel, luciano.boesel@empa.ch

Will man Medikamente verabreichen, eignet sich nicht jeder Wirkstoff als Tablette zum Schlucken oder als Flüssigkeit, die injiziert werden kann. Die Haut – unser grösstes Organ – bietet hingegen eine beachtliche Fläche, über die Wirkstoffe bis zu einer bestimmten Molekülgrösse aufgenommen werden können. Forscher der Empa arbeiten an verschiedenen Projekten, um das Potenzial der Haut für ein innovatives «Drug Delivery» zu nutzen.

Eine Möglichkeit sind transdermale Pflaster, die Medikamente schmerzfrei und effizient über die Haut applizieren. Gemeinsam mit dem Adolphe Merkle Institut und der Universität Fribourg hat das Empa-Team ein System entwickelt, mit dem sich die Dosierung der Wirkstoffe steuern lässt – und zwar per Lichtschalter. Der molekulare Lichtschalter ist von der Natur inspiriert und arbeitet nach dem Prinzip der Netzhaut im menschlichen Auge. Wie die Farbstoffe im Auge werden auch die synthetischen Photochrome durch Licht aktiviert. Eingebaut wurden die molekularen Schalter in Polymer-Nanokugeln. Werden diese Nanocontainer mit Licht bestrahlt, ändert sich ihre Struktur, und die aktiven Substanzen können in die Umgebung diffundieren. Wechselt die Farbe des Lichts, kommt die

chemische Reaktion innert Sekunden zum Erliegen und die Nanocontainer sind wieder «dicht».

Das Team arbeitet mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und des «National Center of Competence in Research for Bio-Inspired Materials» daran, den Nanocontainer mit Lichtschalter weiter zu optimieren. Zunächst werden die Forschenden die exakt kontrollierbare Abgabe von Substanzen, die bereits für die Anwendung über die Haut zugelassen sind, wie etwa Schmerzmittel, untersuchen. Künftig sind jedoch zahlreiche weitere Therapien als «Pflaster mit Lichtschalter» denkbar.

Fasern erkennen Therapiebedarf

Eine andere Möglichkeit, Therapeutika über die Haut einzuschleusen, sind Textilien, die Medikamente enthalten und diese abgeben. Für das Projekt «Self Care Materials» werden mit verschiedenen Verfahren smarte Polymerfasern erzeugt. Die anvisierte Nutzung der Fasern entscheidet dabei, welcher Herstellungsprozess optimal ist. Zarte Membranen mit grosser Oberfläche entstehen beim sogenannten Elektrospinnen. Werden robuste Fasern benötigt, etwa für Schutzbekleidung, bietet sich das Ziehen der erwärmten oder geschmolzenen Inhaltsstoffe an.

Dank eines trickreichen Kontrollmechanismus läuft die Dosierung von Antibiotika oder Schmerzmitteln aus den Fasern präzise ab: Polymere, die vom Körper abbaubar sind, geben die Medikamente entsprechend einer kalkulierten Abbaurate ab. Reize, die dies steuern, können beispielsweise der pH-Wert einer Hautwunde sein, der anzeigt, dass Gewebeschäden behandelt werden müssen. So unterstützen die Fasern etwa in Form eines Kleidungsstücks die Diagnose und Behandlung von Krankheiten.

Darüber hinaus lassen sich Reize «von aussen» auch nutzen, um die Medikamentenabgabe zu steuern. Textilien, die auf leichten Druck oder einen Lichtreiz ein Heilmittel freisetzen, können zur Lebensqualität von Patienten beitragen und gleichzeitig die Pflegenden entlasten. Zudem lässt sich das System in der Prävention einsetzen, indem die Fasern als Sensoren wirken und beispielsweise den Zuckerwert im Blut messen.

Als Industriepartner konnten bereits 20 Schweizer Unternehmen gewonnen werden, wie auch der Branchenverband «Swiss Textiles», der mit der Forschungsinitiative Subitex am Projekt beteiligt ist. //



1

1
Smarte Textilien können in Zukunft Medikamente punktgenau dosieren, so wie dies hier der Empa-Forscher Claudio Toncelli mittels Pipette tut.

2
Der Nanocontainer mit Lichtschalter funktioniert nach dem Prinzip des menschlichen Auges.



2

Raus aus dem Labor, rein in die Industrie

Dr. Lars Sommerhäuser, lars.sommerhaeuser@empa.ch

Immer wieder entdecken kreative Forscher Wege, wie man neue Produkte herstellen kann, die bislang unmögliche Funktionalitäten bieten oder verbesserte Eigenschaften besitzen. Doch ein im Labor hergestellter Demonstrator ist noch lange nicht der letzte Schritt auf dem Weg zur marktfähigen Innovation. Er ist oftmals erst der Startschuss für die Entwicklung einer neuen Technologie. Bis eine neue Herstellungstechnologie reif ist für die industrielle Anwendung müssen noch viele Hürden überwunden und viel Entwicklungsarbeit geleistet werden.

Die Empa hat es sich – gemeinsam mit anderen Institutionen des ETH-Bereichs – zur Aufgabe gemacht, die Entwicklung und den Transfer innovativer Technologien im Bereich «Advanced Manufacturing» (AM) gezielt zu fördern. Der strategische Fokusbereich AM, den der ETH-Rat seit 2017 für vier Jahre mit 20 Millionen Franken fördert und der von der Empa koordiniert wird, finanziert Technologieentwicklungsprojekte. In diesen arbeiten interdisziplinäre Forscherteams innerhalb des ETH-Bereichs eng mit Industriepartnern zusammen, um neue Herstellungstechnologien zu entwickeln, die die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Industrie stärken. Derzeit fördert das Programm 11 Projekte, in

denen insgesamt 34 Forschungslabore und 41 Industriepartner zusammenarbeiten. Weitere Informationen zum Programm finden sich auf der Website der Initiative: www.sfa-am.ch.

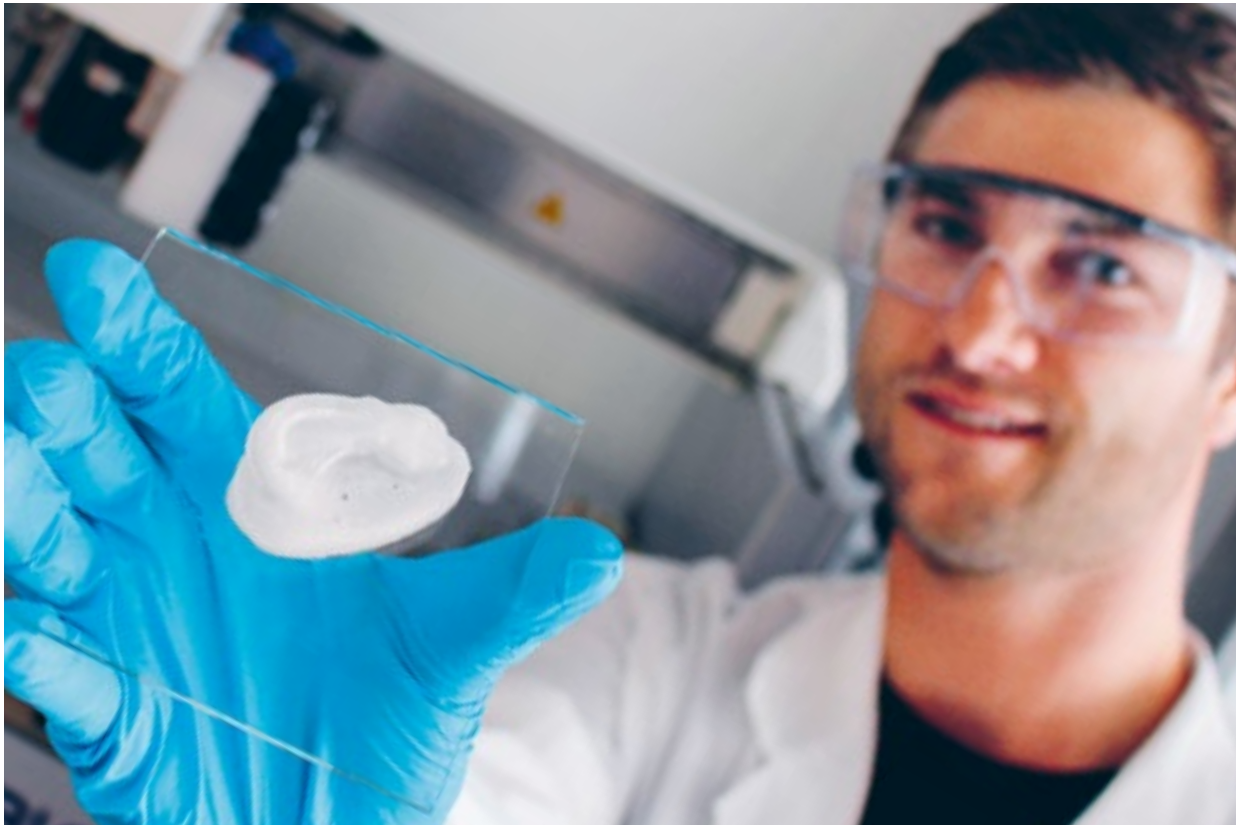
Vom Labor- zum Industriemasstab

Doch die finanzielle Unterstützung von Projekten alleine reicht nicht aus. Die Projektteams benötigen entsprechende Anlagen und Infrastrukturen, mit denen man demonstrieren kann, dass eine neue Technologie nicht nur im Labor funktioniert, sondern dass sie hochskalierbar ist und die neuen Produkte daher auch mit industriellen Prozessen herstellbar sind. Bereits 2016 hat die Empa mit der Eröffnung des «Coating Competence Center» Pilotproduktionsanlagen und Infrastrukturen aufgebaut, um die Lücke zwischen Laborforschung und industrieller Produktion im Bereich der Beschichtungstechnologien zu schliessen.

Diesem Beispiel folgend ist es der Empa gemeinsam mit zahlreichen Partnern aus Forschung und Industrie inzwischen gelungen, eine neue Initiative auf den Weg zu bringen. Diese hat zum Ziel, einen schweizweiten Verbund von Technologietransferzentren im Bereich AM – sogenannte «Advanced Manufacturing Technology Transfer Centers» (AM-TTC)

– aufzubauen. Die Initiative ist Teil des Aktionsplans «Digitalisierung», den der Bund Mitte 2017 verabschiedet hat. Der Plan sieht vor, dass sich Konsortien aus Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen, die gemeinsam ein Technologietransferzentrum aufbauen und betreiben wollen, um öffentliche Fördermittel bewerben können. In der Pilotphase, in der 2019 und 2020 erste Zentren entstehen sollen, unterstützt der ETH-Rat die Initiative mit 10 Millionen Franken. Für 2021 bis 2024 ist geplant, dass der Bund diese Zentren als Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung mit 40 Millionen Franken unterstützt.

Aktuell läuft der Bewerbungsprozess für die Zentren. Bis Ende 2018 hatten sich zwölf Zentren um eine Förderung beworben. Die Themen reichen dabei vom 3D-Drucken von patientenspezifischen Implantaten über die Herstellung von Batteriezellen bis hin zum Einsatz von digitalen Fertigungstechnologien und Robotern auf Baustellen. Die Entscheidung, welche Zentren in der Pilotphase gefördert werden, fällt Mitte 2019; die ersten Zentren werden ihren Betrieb voraussichtlich Ende 2019 aufnehmen. Weitere Informationen sind auf der Website der Initiative www.am-ttc.ch zu finden. //



1

1
Ein Ohr aus dem 3D-Drucker: Empa-Forscher bestücken aus Holz gewonnene Nanozellulose mit zusätzlichen Fähigkeiten und fertigen im 3D-Drucker beispielsweise Implantate für Patienten mit Knorpelerkrankungen.

2
Eingang zum 2016 eröffneten «Coating Competence Center» an der Empa in Dübendorf.



2

Im modularen Forschungs- und Innovationsgebäude NEST verwirklichen Forschende und Unternehmen gemeinsam neue Ideen in realen Bauprojekten. In sogenannten Units, die ins setz-kastenähnliche NEST-Gerüst integriert werden, verbauen sie neue Materialien, Technologien und Systeme und unterziehen diese einem Praxistest. Das breite Netzwerk an Partnern aus Forschung, Wirtschaft und öffentlicher Hand ist inzwischen auf über 140 gestiegen.

Zwei neue Units eröffnet ...

Zu den bereits bestehenden drei Units sind 2018 zwei weitere hinzugekommen: «Urban Mining & Recycling» (UMAR) sowie «SolAce». Die erste ist seit Mai durchgehend bewohnt. Idee und Konzept zu UMAR stammen von den deutschen Architekten und Forschern Werner Sobek, Dirk E. Hebel und Felix Heisel und orientieren sich an der Prämisse, dass nach dem Rückbau die Strukturen und sämtliche Materialien des Wohnmoduls vollständig und sortenrein wieder- oder weiterverwendet, recycelt oder kompostiert werden können.

Die Unit «SolAce» bringt zwei andere Bedürfnisse unter einen Hut: maximale Energiegewinnung über die Fassade und optimaler Komfort im Innern durch Nut-

zung des Sonnenlichts. Das Konzept von «SolAce» stammt von EPFL-Forschenden um Jean-Louis Scartezzini. Ziel ist es, eine ganzjährig positive Energiebilanz zu erreichen – und das ohne eine nutzbare Dachfläche. Dies soll in «SolAce» durch die Produktion von Solarstrom und Warmwasser direkt an der Fassade erreicht werden. Dazu kommen Photovoltaikmodule sowie solarthermische Kollektoren mit farbiger Verglasung zum Einsatz. Ein innovatives, mikrostrukturiertes Fensterglas ermöglicht zudem ein saisonaldynamisches Management der solaren Wärmegewinne und des Tageslichts.

... und zwei Preise eingeheimst

Auch aus den bestehenden Units gab es gute Neuigkeiten: Mehrere Produkte, die als Prototypen in der Büro-Unit «Meet-2Create» eingesetzt wurden, sind heute auf dem Markt erhältlich. Die «Solare Fitness & Wellness»-Unit wurde mehrfach für ihr nachhaltiges Konzept ausgezeichnet – darunter mit dem Norman Foster Solar Award und anfangs 2019 mit dem Watt d'Or. Im Energy Hub des NEST wurden die ersten Forschungsprojekte abgeschlossen. Sie lieferten Erkenntnisse, wie die Energieflüsse in einem Quartier – unter anderem durch künstliche Intelligenz – optimiert werden können. Gleichzeitig

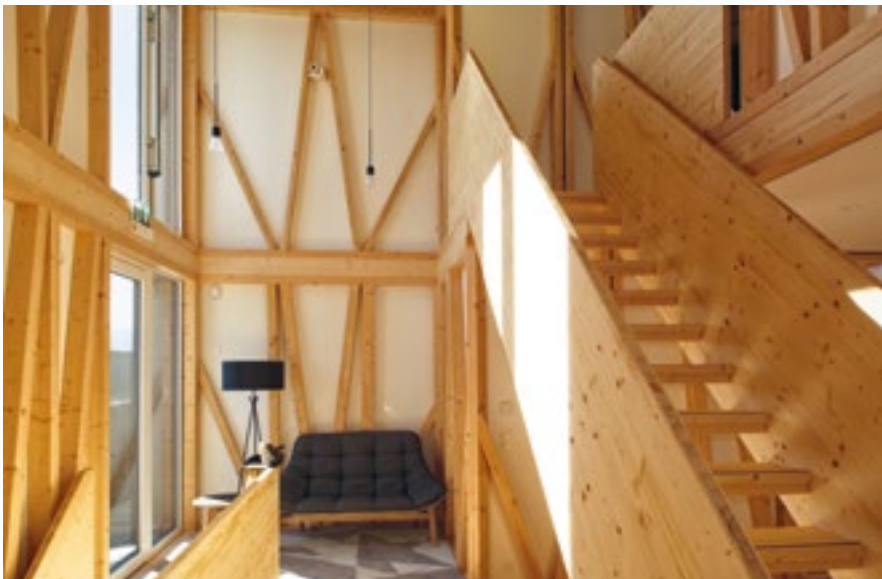
erfuhr der Water Hub einen starken Ausbau. Im Water Hub arbeiten Forschende der Eawag an Technologien zur Aufbereitung von getrennt gesammelten Abwasserströmen. «Aurin», ein Pflanzendünger, hergestellt aus im NEST gesammeltem Urin, hat 2018 die Zulassung als Univer-saldünger erhalten und wird vom Eawag-Spin-off «Vuna» vermarktet.

Eine Grossbaustelle

2018 hat NEST sein Gesicht wiederum stark verändert. Zusätzlich zu den beiden neuen Units entstand auf der obersten Plattform das «DFAB HOUSE», das Ende Februar 2019 offiziell eröffnet wurde. «DFAB HOUSE» ist ein grösstenteils mit Robotern und 3D-Druckern gebautes dreigeschossiges Gebäude, das in den Bereichen «Digitales Bauen» und «Digitales Wohnen» neue Massstäbe setzt. Entstanden ist die Unit in enger Zusammenarbeit mit zahlreichen Forschenden der ETH Zürich im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS) «Digitale Fabrikation» und einer grossen Anzahl Industriepartnern. «DFAB HOUSE» ist erneut ein gelungenes Beispiel dafür, dass durch die Kooperation von Forschung und Wirtschaft Wegweisendes entsteht und alle Beteiligten voneinander lernen und profitieren können. //



1



2

1
Die doppelt gekrümmte Mesh-Mould-Wand
trennt den Wohnbereich im «DFAB HOUSE»
ab. (Bild: Roman Keller)

2
«Spatial Timber Assemblies» ermöglicht
einzigartige Geometrien im «DFAB HOUSE».
(Bild: Roman Keller)

Rund 1,2 Tonnen erneuerbar produzierter Wasserstoff wurde 2018 im move getankt – und damit etwa 8600 Liter Benzin gespart. Die Demonstrationsplattform für zukünftige Mobilität bietet Tankmöglichkeiten für Brennstoffzellenfahrzeuge, Ladestationen für Elektroautos und Zapfsäulen für Gasfahrzeuge. move ist aber nicht nur eine Tankstelle, move ist vor allem eine Forschungs- und Demonstrationsanlage, in der die einzelnen Mobilitätspfade im Alltagsbetrieb untersucht und weiterentwickelt werden.

2018 ist einiges geschehen, das den Ausbau eines Wasserstofftankstellennetzes in der Schweiz vereinfachen soll: Gemeinsam mit der Suva wurde etwa für die Wasserstoffzapfsäule die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit von Lecktests untersucht – ein notwendiger Schritt, um derartige Zapfsäulen in herkömmliche Tankstellen integrieren zu können. Diese und weitere Sicherheitsmassnahmen flossen 2018 in einen ersten Entwurf eines Genehmigungsleitfadens für Wasserstofftankstellen. Nach Rücksprache mit allen relevanten Fachstellen und Behörden wird dieser dann als rechtliche und sicherheitstechnische Orientierungshilfe beim Bau von Wasserstofftankstellen dienen. Mit dem Eidgenössischen Institut für Metrologie (METAS) wird zudem im Rah-

men eines EU-Projekts ein Eichverfahren für Wasserstofftankstellen entwickelt.

In einem weiteren move-Projekt wurde der Energiebedarf für die Vorkühlung des Wasserstoffs bei der Betankung untersucht und die Temperaturverteilung im Fahrzeugtank bei einer schnellen Betankung mit Hilfe von 3D-Simulationen und Messungen analysiert. Ziel ist die Reduktion der Komplexität und des Energieverbrauchs des Vorkühlsystems.

Salzbatterien als Zwischenspeicher

Die move-Infrastruktur erfuhr 2018 eine Ergänzung um einen stationären Batteriespeicher. Der Speicher wird als Puffer zwischen der Photovoltaikanlage von move und den Elektro-Ladestationen genutzt und soll Fluktuationen im Netz ausgleichen. Die Salzbatterien (NaNiCl₂) haben eine Kapazität von 67,5 kWh. Wie alle anderen Komponenten von move sind auch sie in den Energiedemonstrator Energy Hub eingebunden und können gezielt angesteuert und eingesetzt werden.

2019 soll nun der dritte Mobilitätspfad implementiert werden, wozu im letzten Jahr umfangreiche Vorbereitungsarbeiten stattgefunden haben. Diese Phase beinhaltet den Aufbau einer Methanisierungsanlage als Beispiel für die Mobilität mit synthetischen Treibstoffen.

Dabei wird die Abwärme der Methanisierungsanlage zur Desorption des aus der Atmosphäre gewonnen CO₂ genutzt, was die Gesamteffizienz um mehrere Prozentpunkte verbessert. Zudem wird eine zweite sorptionskatalytische Methanisierungsstufe aufgebaut, die keine weitere Reinigung des Produktgases erfordert. Während der Projektlaufzeit sollen 20 Tonnen Methan erzeugt und in einem Gas-LKW genutzt werden. Dazu kommen detaillierte Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, um die Marktentwicklung gasförmiger und flüssiger synthetischer Treibstoffe abschätzen zu können.

move am Autosalon in Genf

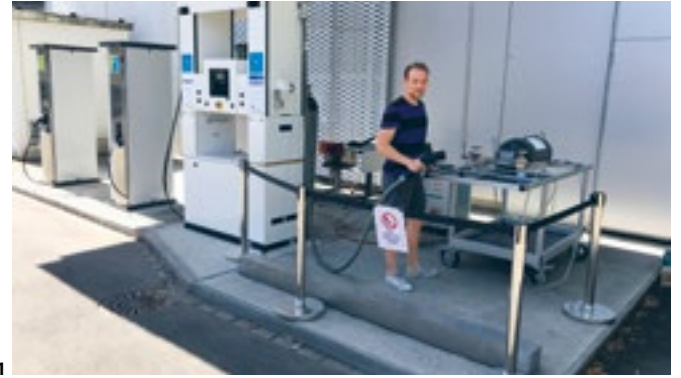
Wie in den Vorjahren hat move auch 2018 zahlreiche interessierte Personen nach Dübendorf gelockt, die im Rahmen von Führungen mit dem move-Konzept vertraut gemacht wurden. Dazu kam ein reger Austausch mit Forschenden und Vertretern der Industrie. Einen Höhepunkt an öffentlicher Aufmerksamkeit stellte die Teilnahme von move an der Geneva International Motor Show – dem Autosalon in Genf – dar. Gemeinsam mit der Erdöl-Vereinigung präsentierte die Empa dort die «Tankstelle der Zukunft», an der Treibstoffe aus erneuerbarer Energie – hoffentlich – die Hauptrollen spielen werden. //

1

Patrick Stadelmann bei Messungen zur Temperaturverteilung im Fahrzeugtank bei einer Wasserstoffbetankung.

2

Bundesrat Guy Parmelin, seit 2019 Vorsteher des Eidgenössischen Departements für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF), übt sich am Stand «Tankstelle der Zukunft» der Erdöl-Vereinigung und der Empa am Genfer Autosalon in der Betankung eines Fahrzeuges mit Wasserstoff.



1



2

Der Energy Hub, kurz ehub, dient als Forschungsplattform für das Energiemanagement im Quartier. Der ehub versorgt das Forschungsgebäude NEST und den Mobilitätsdemonstrator move mit Energie. Gleichzeitig erlaubt er den Forschenden, konkrete Fragestellungen zu unserer Energiezukunft zu untersuchen, etwa: Wie lassen sich die verschiedenen Energieformen von Gebäuden und Mobilität sinnvoll verknüpfen? Und ist es sinnvoll, Gebäude und Quartiere energetisch autonom zu betreiben? Wie lässt sich Energie kurz- und langfristig speichern?

Dafür bietet der ehub Forschenden eine flexible Infrastruktur aus thermischen und elektrischen Energiekomponenten. Dazu gehören Photovoltaikanlagen, Wärme- und Kältespeicher, Wärmepumpen sowie Batterien und Superkondensatoren. Diese sind in unterschiedlichen Netzen miteinander verbunden und lassen es zu, Energie in verschiedene Formen umzuwandeln und zu speichern. 550 Sensoren und 210 Aktoren mit insgesamt 6500 Datenpunkten ermöglichen es, die Energieflüsse zu steuern und auch Parameter aller Art zu messen und aufzuzeichnen.

Lohnen sich Batteriespeicher?

2018 wurde die Infrastruktur des ehub um zwei wichtige Komponenten ergänzt. Diese kamen auch gleich in Forschungsprojekten zum Einsatz. Zum einen eine Flüssigsalz-Batterie: In einem Projekt mit der lokalen Dübendorfer Energie- und Wärmeversorgerin Glattwerk AG untersuchten die Forschenden, wie sich Batterien unterschiedlicher Technologien und Grössen in Wohnhäusern und Quartieren wirtschaftlich sinnvoll einsetzen lassen. Das ist keineswegs trivial, denn die Energieversorger müssen sicherstellen, dass das Netz stabil bleibt, und wollen daher keine allzu grossen Schwankungen der eingespeisten und verbrauchten Strommenge. Die Konsumenten, die durch Photovoltaikanlagen auch gleichzeitig selber Strom produzieren, benötigen einerseits eine sichere Versorgung ohne Unterbrüche und möchten andererseits einen möglichst grossen wirtschaftlichen Vorteil aus dem erzeugten Strom ziehen, ihn also entweder gewinnbringend ins Stromnetz einspeisen oder aber erst dann verbrauchen, wenn der Strom aus dem Netz teuer ist. Das Forschungsprojekt konnte zeigen, dass sich bereits der Einsatz kleiner, dezentraler Batterien für beide Seiten lohnen kann.

Die digitale Seite der Energie

Die zweite wichtige Neuerung im ehub dient der Vernetzung: Dank neuer Interfaces ist es nun möglich, von aussen flexibler und offener auf die Infrastruktur des ehub zuzugreifen. Das vereinfacht gemeinsame Forschungsprojekte mit Start-ups, Unternehmen und anderen Forschungsinstituten wie etwa der ETH Zürich, dem PSI und der Hochschule Luzern.

Die Digitalisierung schreitet auch im ehub immer weiter voran. Der Digital Hub – kurz dhub – bildet unter anderem den ehub auf digitaler Ebene ab (siehe Seite 30). Digitale Technologien wie Machine Learning können etwa helfen, die Haustechnik immer besser zu steuern. Häufig sind Regelsysteme für die Haustechnik wie Heizung oder Steuerung der Rollläden ab Werk nicht optimal für ein individuelles Gebäude eingestellt. Es ist zwar möglich, diese zu optimieren – aber nur mit relativ grossem Aufwand und damit Kosten. Empa-Forschenden ist es nun gelungen, die Einstellungen der Regelkreise für eine Wärmepumpe mittels künstlicher Intelligenz zu verbessern. Das Zusammenspiel von ehub, NEST, move und dhub öffnet die Tür für weitere Energieforschungsprojekte – für die Energieflüsse von morgen. //



Die 550 Sensoren und 210 Aktoren mit insgesamt 6500 Datenpunkten des ehub ermöglichen es, die Energieflüsse zu steuern und Parameter aller Art zu messen.

Digital Hub – das reale Quartier für digitale Innovation

Reto Largo, reto.largo@empa.ch

Die Empa hat ihren Park an Demonstratoren – den sogenannten Research and Technology Transfer Platforms (RTTPs) – erweitert: Zu NEST, move und ehub gesellt sich der Digital Hub, kurz dhub. Dieser stellt die digitale Ebene der Demonstrationsplattformen dar und verbindet Gebäude, Mobilität und Energiesystem miteinander. Sämtliche Daten aus den drei Bereichen stehen sektorenübergreifend und in Echtzeit zur Verfügung und liefern die Basis, um neue Produkte und Dienstleistungen für Smart Cities und Smart Communities zu entwickeln und in der Praxis zu validieren.

«Digitaler Zwilling» für NEST

Digitale Technologien verändern die Wettbewerbslandschaft auch in den Bereichen Gebäude, Mobilität und Energie. Wollen Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit aufrechterhalten oder gar steigern, müssen sie ständig mit neuen und vielversprechenden digitalen Technologien experimentieren, von künstlicher Intelligenz (AI) über Augmented Reality bis hin zur Big-Data-Verarbeitung. Analog zu den drei etablierten Demonstratoren auf dem Empa-Campus ist auch der Digital Hub als Plattform zu verstehen, auf der Unternehmen gemeinsam mit

Forschenden neue digitale Ideen in einem realen Umfeld und ohne Risiken erstmals umsetzen und weiterentwickeln können.

Bereits konnte eine Reihe namhafter Unternehmen und Forschungsinstitutionen als dhub-Partner gewonnen werden. Ein erster Schritt bestand darin, einen digitalen Zwilling – also ein virtuelles, exaktes Abbild – von NEST anzufertigen, um die Basis für konkrete Projekte zu schaffen. Dazu wurde retrospektiv ein 3D-Modell erstellt. Alle Daten von NEST sind nun über einen sogenannten IoT-Hub (Internet of Things) einfach verfügbar.

Künstliche Intelligenz statt konventioneller Regelkreise

Ein erstes Projekt hat unter Einbezug der ehub-Infrastruktur die Möglichkeiten untersucht, konventionelle Regelkreise von Wärmepumpen mit Hilfe von künstlicher Intelligenz zu ersetzen. Damit lassen sich Installations- und Betriebskosten bei technischen Installationen senken. Ausserdem konnte im Demonstratorquartier auf dem Empa-Campus aufgezeigt werden, dass mit Machine Learning Spitzenbelastungen im Energienetz reduziert werden können. Damit lassen sich unnötige Investitionen in die Netze reduzieren oder gar ganz vermeiden.

Beim Bau von zukünftigen NEST-Units sollen im Rahmen eines weiteren Projekts digitale Entwurfsmethoden zum Einsatz kommen, mit denen beispielsweise sämtliche Klimatechnikleitungen vollständig vorfabriziert werden können. //



Der Digital Hub dhub verbindet die Units von NEST und die drei weiteren Empa-Demonstratoren auf einer digitalen Ebene.

Research Focus Areas

Wo liegen die grossen Herausforderungen unserer Zeit? Zweifellos in den Bereichen Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen, Umwelt und Klima, bei den zur Neige gehenden Rohstoffen, in einer sicheren und nachhaltigen Energieversorgung und bei der Erneuerung unserer Infrastruktur. In ihren fünf Forschungsschwerpunkten, den Research Focus Areas, bündelt die Empa das interdisziplinäre Know-how ihrer mehr als 30 Forschungslabors und Zentren und erarbeitet dadurch praxisnahe Lösungen für Industrie und Gesellschaft.

Kohlenstoff: Als Werkstoff einzigartig, als Nanomaterial herausragend

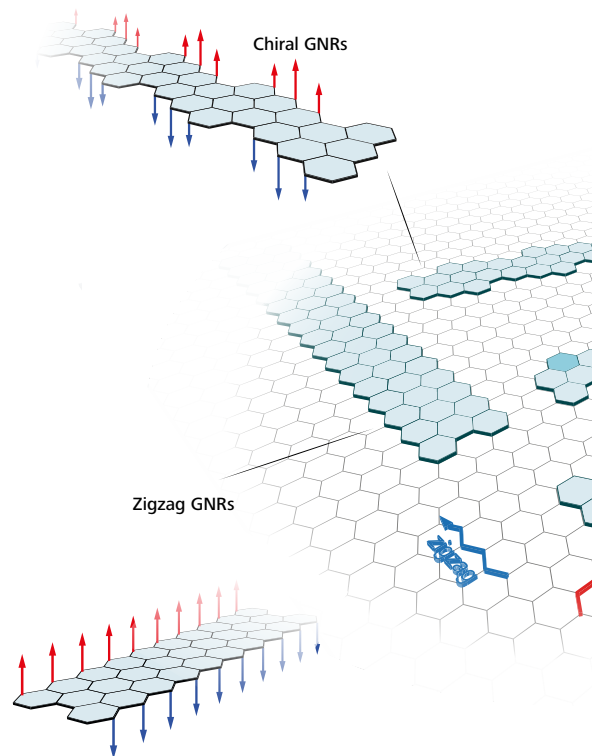
Dr. Pierangelo Gröning, pierangelo.groening@empa.ch

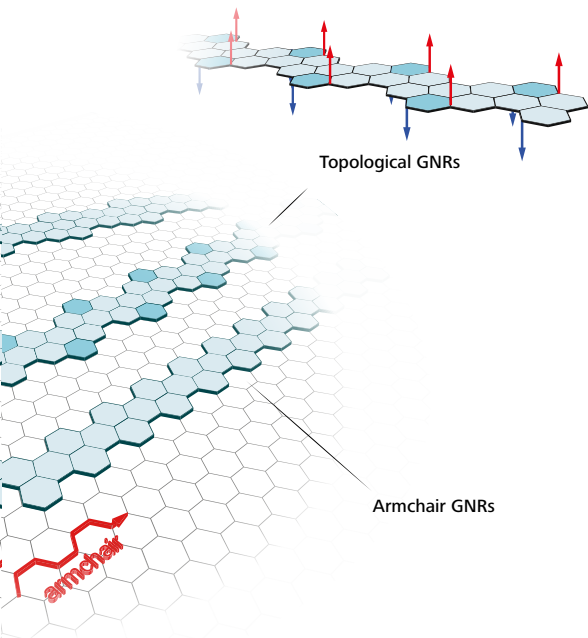
Kohlenstoff, Element Nummer 6 im Periodensystem, übertrifft mit seinem Schmelzpunkt von 3727 °C alle anderen Elemente und ist mit einer Dichte von 2,26 g/cm³ dabei noch eines der leichtesten. Diese Werte deuten bereits darauf hin, dass die mechanischen Eigenschaften von Kohlenstoff als Material herausragend sein müssen. Daneben kann Kohlenstoff von allen Elementen die grösste Vielfalt von chemischen Bindungszuständen eingehen – daher existiert reiner Kohlenstoff in verschiedenen Formen: Diamant, Graphit, Graphen, Fullerene oder Nanoröhrchen. Die physikalischen Eigenschaften dieser Kohlenstoffallotropen sind völlig unterschiedlich, immer aber herausragend. So ist Diamant das härteste Material, ein perfekter elektrischer Isolator und transparent. Die physikalischen Eigenschaften von Graphit sind das genaue Gegenteil davon: schwarz, sehr weich und ein perfekter elektrischer Leiter. Das Fullerene C₆₀ ist das stabilste Molekül, das man kennt. Die ausserordentliche Stabilität der Kohlenstoffallotropen gegenüber Sauerstoffoxidation macht diese zum idealen Nanomaterial – sind sie doch unter Atmosphärenbedingungen stabil. Ein überaus wichtiger Faktor bei der Umsetzung in technologische Anwendungen.

Die Empa forscht seit vielen Jahren an Materialien mit Kohlenstoff-Nanostrukturen für unterschiedlichste Anwendungen. Zum Beispiel organische Moleküle mit C₆₀ als Elektronenakzeptor in organischen Solarzellen oder Kohlenstoff-Nanoröhrchen als Füllstoff in Polymeren und Kompositwerkstoffen zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit oder der mechanischen Festigkeit. Seit einigen Jahren schon gilt Graphen als «Material der Zukunft» mit möglichen Anwendungen wie dehnbare Elektroden, Superkondensatoren und – in Form von Nanobändern – für die Nanoelektronik.

Graphen, Materialplattform für die Digitalisierung von übermorgen

Spintronik und Quantencomputer sind alternative Konzepte zur klassischen Elektronik, bei der die Steuerung von Elektronen für die Durchführung von logischen Operationen nutzt. Bei der Spintronik ist es der Drehimpuls des Elektrons, sprich der Spin, im Quantencomputer sind es Quantenzustände. Seit zwei Jahrzehnten forscht man weltweit nach geeigneten Materialien für die Spintronik und für Quantencomputer. Mit ihren neusten spektakulären Forschungsergebnissen hat das Team um Roman Fasel, Oliver Gröning und Pascal Ruffieux gezeigt, dass





Schematische Darstellung von Graphen-Nanobändern (graphene nanoribbons, GNRs) mit unterschiedlichen Randtopologien. Rote und blaue Pfeile zeigen die Richtung des Elektronenspins. Armchair-GNRs eignen sich für die Elektronik, Zigzag-GNRs für Spintronik und Topological GNRs für Quantencomputing.

sich das «simple» Material Graphen in Form von Nanobändern für Nanoelektronik, Spintronik und Quantencomputing gleichermaßen eignet, letzteres vielleicht sogar einmal bei Raumtemperatur, was bisher undenkbar war. Die einzige Modifikation, die man an den Graphen-Nanobändern vornehmen muss, um sie für eine der drei genannten Anwendungen «fit» zu machen, ist die Topologie der Ränder, also eine rein geometrische Modifikation – so ästhetisch kann exzellente Forschung doch sein. Je nach Konfiguration der Ränder – «armchair», «zigzag» oder Mischform – eignen sich die Graphen-Nanobänder für Elektronik-, Spintronik- oder Quantencomputing-Bauelemente. In Zusammenarbeit mit Kollegen am Max-Planck-Institut in Mainz (D) und dem Lawrence Berkeley National Laboratory (USA) konnten die Empa-Forschenden bereits ein erstes Bauelement realisieren, einen Nanotransistor mit ultrakurzer Kanallänge von 20 Nanometern. Dieser Transistor kann eine Stromdichte von bis zu einer Milliarde Ampère pro Quadratzentimeter schalten.

Gedruckte Superkondensatoren

Im Rahmen des neuen Forschungsschwerpunkts Printed Electronics entwickelt das Team um Jakob Heier eine Tech-

nologie, um mittels Kombination klassischer Druckverfahren (Sieb-, Tief- und Flexodruck) einen Graphen-basierten Superkondensator inklusive Elektrolyten drucken zu können. Superkondensatoren haben verglichen mit Batterien, eine bedeutend geringere Energiedichte, dafür aber eine 50- bis 100-fach höhere Leistungsdichte. Die sogenannten Supercaps kommen überall dort zum Einsatz, wo für kurze Zeit (einige Sekunden) hohe Leistung gefordert ist. Die Forschung konzentriert sich derzeit auf die Entwicklung geeigneter Drucktinten. Im Rahmen dieser Entwicklung haben die Forschenden eine neue Methode zur Exfolierung von Graphen aus Graphit entwickelt. Diese Zentrifugen-basierte Methode ist, verglichen mit heutigen Methoden, bedeutend sanfter, was zu einer deutlich besseren Qualität des gewonnenen Graphens führt. Das Verfahren ist zum Patent angemeldet. Erste Tintenformulierungen wurden mit dem neuen Graphenmaterial entwickelt und hergestellt. Die ersten Druckversuche waren sehr vielversprechend. Mit der Drucktechnologie sollten sich Supercaps mit besseren Eigenschaften und erheblich billiger herstellen lassen. //

Tiefes Verständnis der Materialien als Basis zum Erfolg

Dr. Tanja Zimmermann, tanja.zimmermann@empa.ch
Dr. Mateusz Wyrzykowski, mateusz.wyrzykowski@empa.ch

Die Qualität unserer gebauten Umwelt ist ein Schlüsselfaktor für eine wirklich nachhaltige Gesellschaft. Dazu gehören hochwertige und bezahlbare Wohn- und Arbeitsräume, Verkehrswege für den Personen- und Güterverkehr sowie eine zuverlässige Verteilung von Energie, Wasser und Informationen.

Die Forschung an der Empa erfolgt auf verschiedenen Ebenen, von der Entwicklung neuer Funktionsmaterialien über das Design fortschrittlicher Systeme bis hin zur Interaktion von Städten und ihrer Umwelt. Kernthema auf allen Ebenen ist die Minimierung des ökologischen Fussabdrucks bei gleichem oder sogar verbessertem Komfort und Sicherheit für die Nutzer. Als Vision könnte die gebaute Umwelt sogar mit Hilfe von Drohnen überwacht, instand gehalten und repariert werden. Genau dies ist das Ziel des Anfang 2019 gegründeten Materials and Technology Center of Robotics der Empa und des Imperial College London.

Sowohl im Bau- als auch im Energiesektor ist es heute eine enorme Herausforderung, neue Ideen und Produkte schnell auf den Markt zu bringen. Allzu oft hemmen hohe Investitionskosten im Baugeschäft die Risikobereitschaft der Unternehmen. Hierzu entstand auf dem

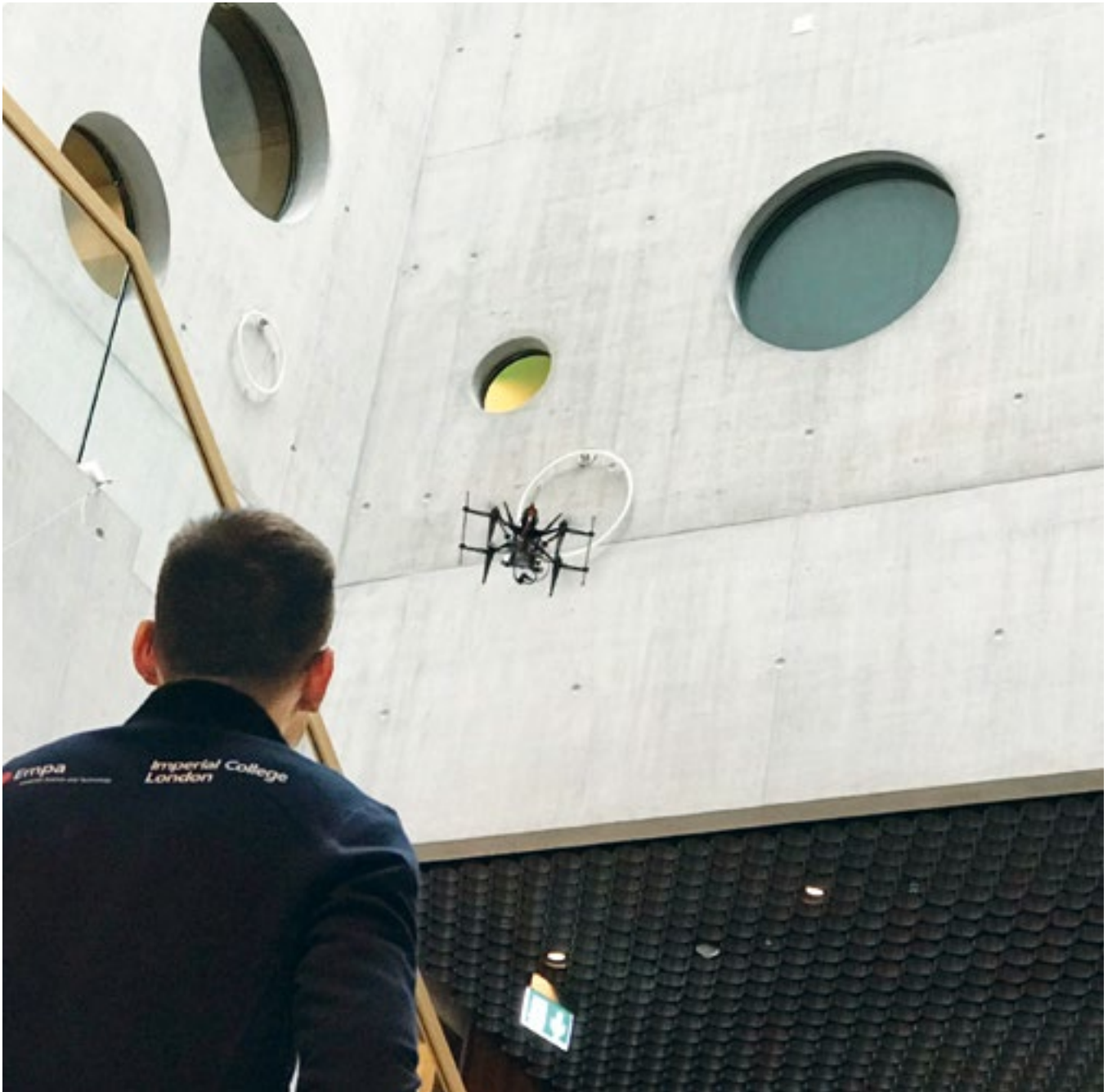
Campus von Empa und Eawag in Dübendorf das Experimentiergebäude NEST. Es bietet Forschern und Unternehmen die Möglichkeit, neue Technologien in vollem Umfang zu validieren; innovative Materialien und Systeme können so unter realen Bedingungen implementiert und überwacht werden (siehe Seite 24). Exzellenz in der Forschung und Kooperationen mit anderen Forschungseinrichtungen und mit der Industrie sind die Voraussetzungen für ein tiefes Verständnis der Materialien und damit die Basis zum Erfolg.

Rolle der Wasserumverteilung zum Kriechverhalten von Beton

Beton ist mit Abstand der wichtigste Baustoff und eines der meistverbreiteten Materialien der Welt. Deshalb ist dessen effiziente und nachhaltige Nutzung von grösster Bedeutung. Eine Bedrohung für die Stabilität und Haltbarkeit von Betonbauwerken sind unmittelbare und verzögerte Verformungen. Sofortige Verformungen treten etwa durch mechanische Belastung oder Temperaturänderung auf. Verzögerte Verformungen wie Schwinden oder Kriechen können selbst bei konstanter Belastung über Jahrzehnte andauern. In der Baupraxis, zum Beispiel bei Betonbrücken, besteht dabei die Gefahr, dass

durch zu geringe wissenschaftlich fundierte Kenntnisse wichtige Faktoren unterschätzt werden und es aufgrund übermässiger Verformung zu einem Versagen der Struktur kommt.

Ziel eines vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) unterstützten Ambizione-Projekts war es daher, Erkenntnisse zu gewinnen, wie Wasser im Beton zum Kriechverhalten beiträgt. Unter «Kriechen» versteht man die zeitabhängige Verformung von Beton unter konstanter Last. Hierzu wurde die Wasserumverteilung in der Mikrostruktur von Zementleim mikro- wie auch makroskopisch untersucht. Es zeigte sich, dass sowohl Temperaturschwankungen als auch vor allem mechanische Belastungen zu einer sofortigen Umverteilung des Wassers führen – von kleineren zu grösseren Poren. Dieser erste direkte Nachweis einer Wasserumverteilung innerhalb der Mikrostruktur von Beton unter Belastung liefert wichtige Erkenntnisse über die Mechanismen der thermischen Verformung und des kurzfristigen Kriechens. //



In der Zukunft könnte die gebaute Umwelt sogar mit Hilfe von Drohnen überwacht, instand gehalten und repariert werden. Daran arbeitet das Materials and Technology Center of Robotics der Empa und des Imperial College London.

Emissionen reduzieren – die Umwelt entlasten

Dr. Brigitte Buchmann, brigitte.buchmann@empa.ch

Die Verbrennung fossiler Brennstoffe für die heutige Mobilität ist eine der Hauptursachen des aktuellen Anstiegs der Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) in der Atmosphäre und somit mitverantwortlich für deren Erwärmung. Um das Risiko und die Auswirkungen des Klimawandels zu begrenzen, einigte sich die Pariser Klimakonferenz auf das langfristige Ziel von weniger als 2°C globalem durchschnittlichem Temperaturanstieg in Bezug auf die vorindustrielle Zeit. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen (GHG) in den kommenden Jahrzehnten drastisch reduziert werden. Empa-Forscher tragen massgeblich zu den technischen Grundlagen dieser erforderlichen Reduktionen der Emissionen bei.

Vollvariabler Ventilantrieb senkt den Treibstoffverbrauch

Schon lange streben Industrie und Wissenschaft nach einem flexibel steuerbaren Antrieb, der den Treibstoffverbrauch für alle Drehzahl- und Lastbereiche effizient regulieren kann. Heutige konventionelle Laststeuerungen mittels Drosselklappe sind vor allem im sehr häufig auftretenden Tieflastbereich wenig effizient und führen zu höherem Treibstoff-

verbrauch als nötig. Empa-Forschern ist es gelungen, in enger Zusammenarbeit mit dem Hydraulikspezialisten Wolfgang Schneider ein neuartiges, völlig flexibles, energie- und kosteneffizientes Ventilsteuerungssystem zu entwickeln, das auf schnell schaltende Magnetventile, hochauflösende Sensorik und teure Materialien verzichten kann. Ein Personenwagen-Ottomotor wurde mit einem solchen an der Empa gefertigten System ausgerüstet und auf einem Motorprüfstand betrieben. Der Ventiltrieb funktioniert auf der Einlass- sowie auf der Auslassseite wie gewünscht und liefert hervorragende Ergebnisse. Durch drosselfreie Laststeuerung und Zylinderabschaltung lassen sich dadurch Kraftstoffeinsparungen von 15–20 Prozent erzielen. Ziel der Empa ist es, diese Technologie in die Industrie zu transferieren.

Neue Satellitenkonstellationen – CO₂-Quellen quantifizieren

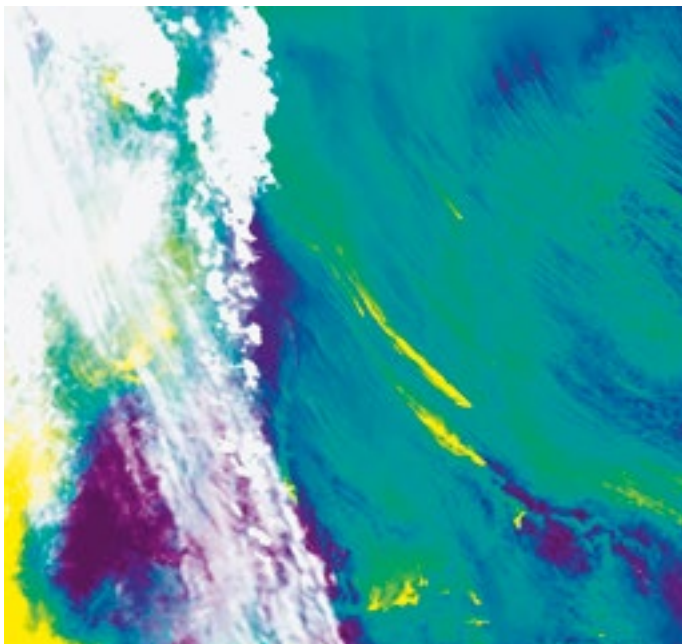
Zur Umsetzung der CO₂-Minderungs politik entwickelt die Europäische Kommission derzeit ein globales Überwachungssystem zur Quantifizierung der CO₂-Emissionen. Dieses basiert auf Immissionsmessungen in Kombination mit atmosphärischen Transportmodellen auf nationaler, städtischer und Anlagenebe-





1
Automotor im Labor: die an der Empa entwickelte vollvariable Ventilsteuerung brachte eine effiziente Treibstoffreduktion.

2
CO₂-Konzentrationen in einem Gebiet von 700 km × 600 km über Ostdeutschland. Die mit dem Wettervorhersagemodell COSMO erstellte Falschfarbenaufnahme zeigt die Simulation der CO₂-Emissionen verschiedener Kraftwerke (gelbe Schlieren), die sich rasch in der Atmosphäre verteilen.



2

ne. Ein Schlüsselement dieses Systems ist eine Konstellation von bildgebenden CO₂-Satelliten, die über das europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus implementiert werden.

Das von der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) finanzierte und von der Empa geleitete Projekt SMART-CARB analysierte das Potenzial zukünftiger Satellitenkonstellationen zur Quantifizierung starker CO₂-Quellen wie Städte und Kraftwerke.

Dafür wurden aus realitätsnahen Simulationen der Spurengase CO₂, NO₂ und CO mit Hilfe des atmosphärischen Transportmodells COSMO-GHG synthetische Satellitendatensätze erstellt. Diese wurden schliesslich verwendet, um verschiedene Instrumentenkonfigurationen mit unterschiedlicher Genauigkeit und räumlicher Abdeckung zu bewerten und spezifische Anforderungen für die neue Satellitenkonstellation vorzuschlagen. Eine wichtige Schlussfolgerung der Empa-Studie war, dass ein zusätzliches NO₂-Messinstrument den Erfolg der Mission erheblich steigern würde. Daher sieht das von der ESA vorgeschlagene Konzept der zukünftigen CO₂-Satelliten nun auch ein solches NO₂-Instrument vor. //

Wie sieht das Energiesystem der Zukunft aus?

Dr. Peter Richner, peter.richner@empa.ch

Das Energiesystem der Zukunft muss sicher, bezahlbar und umweltfreundlich sein. Im Forschungsschwerpunkt «Energie» entwickelt die Empa Lösungen, um diese Transformation zu ermöglichen und zu unterstützen. Die grössten Herausforderungen der kommenden Jahre werden darin bestehen, die ständig wachsende Nachfrage an Energie zu decken und gleichzeitig aus der Kernenergie auszusteuern. Die Forschung an der Empa umfasst unter anderem die Entwicklung neuer Materialien und Systeme für die Bereitstellung, Umwandlung und Speicherung von Energie; der Forschungsschwerpunkt Energie ist dabei eng mit den anderen Empa-Forschungsschwerpunkten verbunden.

Ein zentrales Forschungsthema sind Technologien zur Energiespeicherung. So ermöglichen beispielsweise Batterien das Speichern von Energie in Elektrofahrzeugen oder in stationären Speichern. Die Empa entwickelt neuartige Materialien, die speziell auf diese Anwendungen ausgerichtet sind: Eine kobaltfreie Natrium-Ionen-Batterie mit einem nicht brennbaren wässrigen Elektrolyten verbessert etwa die Betriebssicherheit und senkt zudem die Kosten stationärer Batteriesysteme. Die

Zellenspannung dieser neuartigen Batterie konnte von 1,5 Volt auf 2,6 Volt erhöht werden. Für Mobilitätsanwendungen wurde ausserdem eine 3-Volt-Festkörperbatterie entwickelt, die auch nach 250 Zyklen noch 85 Prozent ihrer ursprünglichen Kapazität besitzt und die auch bei Temperaturen von über 100°C betrieben werden kann – was ein schnelleres Laden ermöglicht. Für die saisonale – also langfristige – Speicherung von Strom in Form von synthetischen Kraftstoffen hat die Empa einen Katalysator auf Kupfer-Zinn-Basis zur selektiven elektrochemischen Reduktion von Kohlendioxid (CO₂) zu Kohlenmonoxid (CO) entwickelt, ein Zwischenprodukt zur Herstellung von flüssigen Kraftstoffen nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren.

Entwicklung saisonaler Speicher

Diverse Projekte haben untersucht, wie sich die zunehmende Elektrifizierung und der Ersatz fossiler Energieträger auf das Schweizer Stromnetz auswirken. Als künftig anstehende Veränderungen wurden Effizienzsteigerungen im Gebäudebetrieb, der teilweise Ersatz fossiler Heizgeräte durch Wärmepumpen und eine teilweise Elektrifizierung des Individualverkehrs angenommen. Auf der





Maryna Bodnarchuk und ihr Team untersuchen neue Materialien für die Energiespeicherung und die Lichtemission.

Stromerzeugungsseite wurden die Kernkraftwerke vernachlässigt und stattdessen 50 Prozent der geeigneten Dachfläche auf Gebäuden zur Generierung von Solarstrom genutzt. Ein Vergleich der daraus resultierenden Angebots- und Nachfrageprofile gibt Aufschluss über die auf uns zukommenden Herausforderungen: Während im Sommer ein grosser Stromüberschuss vorhanden sein wird, ist im Winter genau das Gegenteil der Fall.

Um dieses Dilemma zu lösen, sind saisonale Speicher für Wärme und Kälte notwendig, die den Energieverbrauch im Gebäudebereich weiter senken könnten. Darüber hinaus können Technologien zur Speicherung bzw. zur anderweitigen Nutzung von Stromüberschüssen – etwa durch Power-to-Gas-Ansätze – dazu beitragen, die mittel- und langfristige Speicherkapazität für Energie zu erhöhen. Andernfalls müssten im Sommer grosse Mengen an Strom exportiert und im Winter wieder importiert werden, und es ist ungewiss, ob dies überhaupt eine Option sein wird, denn unsere Nachbarländer stehen vor den exakt gleichen Herausforderungen.

Die Empa-Demonstratoren NEST, move und ehub sind ein perfekter Rahmen, um verschiedene Strategien zur

Bewältigung dieser Herausforderungen zu testen und zu validieren. Sie erlauben es unseren Forschenden, zahlreiche Technologien in verschiedenen Konfigurationen miteinander zu kombinieren und Energie leicht von einer Form in eine andere umzuwandeln und über verschiedene Zeiträume zu speichern. Erste Ergebnisse zeigen ein erhebliches Potenzial für Effizienzsteigerungen, Reduktion der Spitzenlasten auf der Nachfrageseite und eine generelle Reduzierung der CO₂-Emissionen. //

Der stetige Erkenntnisgewinn in der Medizin eröffnet neuartige Ansätze, und die Nachfrage nach neuen Technologien im Gesundheitsbereich für unsere wachsende und immer älter werdende Gesellschaft steigt. Im Forschungsschwerpunkt «Gesundheit und Leistungsfähigkeit» entwickelt die Empa materialbasierte Gesundheitsinnovationen, die den menschlichen Körper schützen und unterstützen. Für die Entwicklung neuer Konzepte ist ein tiefes Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Materialoberflächen und biologischen Zellen und Geweben grundlegend. Um daraus personalisierte Systeme mit verbesserten Eigenschaften und Leistungen entwickeln zu können, kombinieren Empa-Forschende die Expertise aus verschiedenen Bereichen wie Materialwissenschaft und -verarbeitung, rechnergestützte Modellierung und Life Sciences.

Die Knochenfestigkeit vorhersagen

Die zunehmende Anzahl an Knochenbrüchen stellt eine grosse Herausforderung für die weltweiten Gesundheitssysteme dar. Besonders Frakturen an der Hüfte, die zu einer Bewegungseinschränkung führen, weisen eine erhöhte Mortalität auf. Die Stärke der Knochen hängt von der Dichte der Knochenmineralien sowie

der Gewebequalität ab. Um die Veränderung der Gewebequalität mit dem Alter und bei Krankheiten zu identifizieren, werden verschiedene Untersuchungsmethoden und Informationen kombiniert. In einer interdisziplinären Studie arbeitet die Empa mit dem Institut für Chirurgische Technik der Universität Bern, der Orthopädischen Abteilung des Inselspitals und der Proteomikplattform «Personalized Health and Related Technologies» (PHRT) der ETH Zürich zusammen. Ziel der Studie ist eine verbesserte personalisierte Vorhersage der Knochenfestigkeit und des Frakturrisikos.

Neuer Ansatz gegen Mineralablagerungen im Weichgewebe

Weichgewebsverkalkungen, also die Bildung von anorganischen Komponenten auf Kalziumphosphatbasis in Fett-, Muskel- oder Bindegewebe, sind weit verbreitet und wurden bereits bei verschiedensten Krankheitsbildern einschliesslich Gefässverkalkung und Krebs identifiziert. Die Zusammensetzung der Mineralien und deren Ultrastruktur wurden jedoch bis anhin kaum untersucht. Im Projekt «Mineralomics» wendet die Empa modernste Methoden zur Materialcharakterisierung an, um die Gesamtheit der Mineralien in klinischen Weichgewebs-

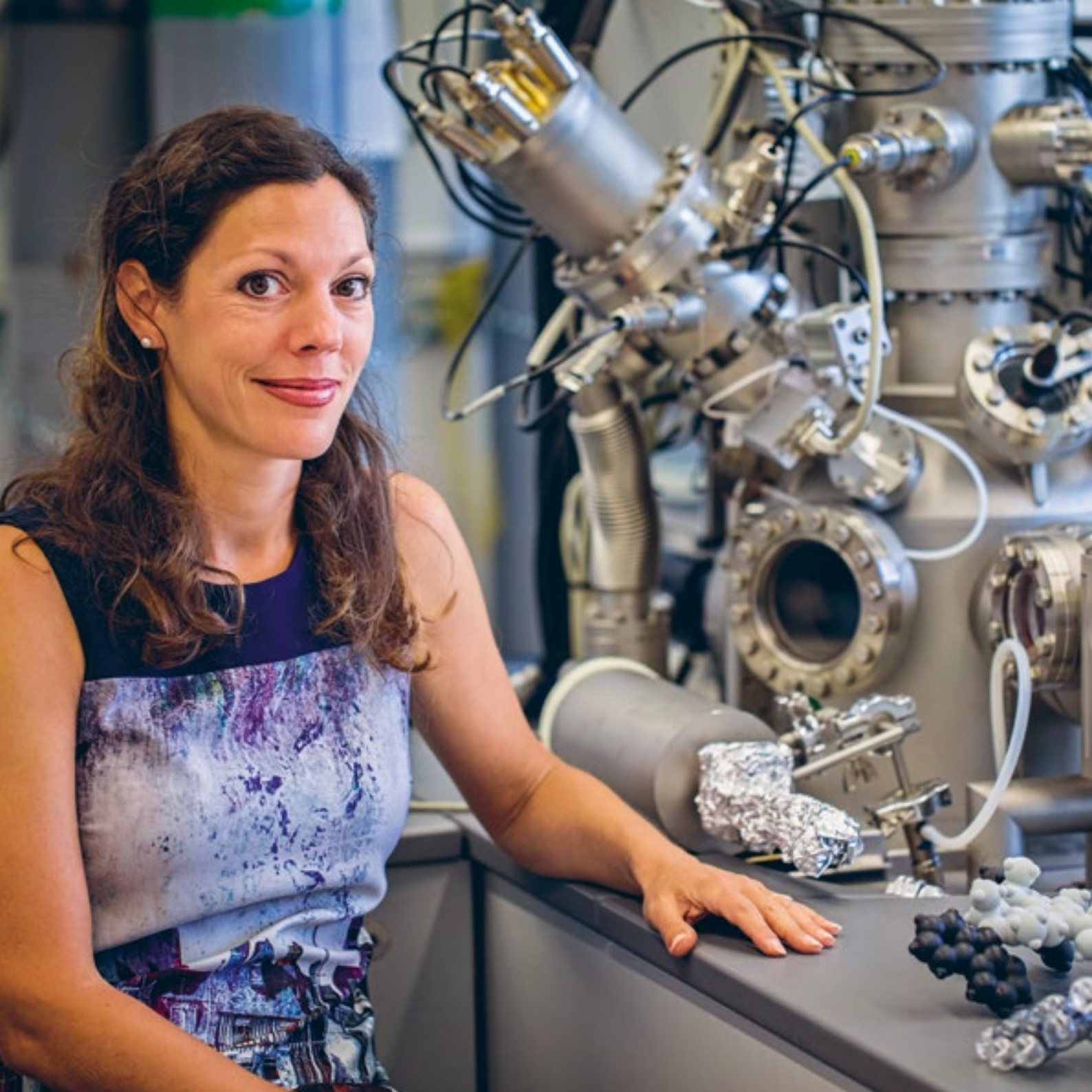
proben zu identifizieren und zu charakterisieren. Zusammen mit Partnern am University College London und mit Klinikern des Inselspitals Bern und des Kantonsspitals St. Gallen werden die Mineralablagerungen sowohl in Tumorbiopsien als auch in verkalkten Herzklappen untersucht. Dieser Ansatz ermöglicht verfeinerte Diagnosen sowie neue Wege zu präventiven und kurativen Massnahmen.

Die Wundheilung besser überwachen

Chronische Wunden betreffen 1 bis 2 Prozent der Bevölkerung und machen 2 bis 4 Prozent der Gesundheitskosten aus. Gleichzeitig stellen schwere akute Verletzungen die häufigste Todesursache in Industrieländern dar. Zurzeit basiert die Behandlung solcher Wunden auf sichtbaren Zeichen und Symptomen und ist stark von der Erfahrung des Arztes abhängig. Im Rahmen des Projektes «WoundSense» realisieren Empa-Forschende eine nicht-invasive Multisensing-Plattform zur Überwachung von Metaboliten in den Wundabsonderungen, um den Prozess der Wundheilung besser überwachen zu können. //



Über 330 Forschende arbeiten an der Empa auf dem Medtech-Gebiet.





Von der Forschung zur Innovation

Erstklassige Forschung und Industrienähe – das sind die zwei «Pole», zwischen denen sich die Empa bewegt. Durch effiziente und individuelle Formen der Zusammenarbeit sowie ein breites Spektrum an Dienstleistungen ist die Empa in der Lage, ihren Partnern massgeschneiderte Lösungen anzubieten. Sei es, um neue Produkte und Anwendungen zu entwickeln, Technologien zu optimieren, konkrete Probleme zu lösen oder technisches Fachpersonal auf den neuesten Stand des Wissens zu bringen, die Empa ist mit ihren über 550 hochqualifizierten Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen sowie erstklassiger technischer Infrastruktur die richtige Adresse.

Innovation durch Kooperation und Technologietransfer

Marlen Müller, marlen.mueller@empa.ch

Für die Schweiz als kleines Land ist es von zentraler Bedeutung, ihre starke Innovationskultur zu bewahren und weiter zu entwickeln, damit der Wirtschaftsstandort seine Rolle als globaler Innovationschampion behaupten kann. Die Empa als Innovationsmotor der Schweiz legt daher grossen Wert auf eine möglichst enge Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie sowie mit akademischen Partnern. Interdisziplinär und kompetent erforscht die Empa zusammen mit ihren Partnern drängende, auf eine nachhaltige Zukunft ausgerichtete Fragen und fördert und unterstützt den Transfer von Wissen und neuen Technologien in die Wirtschaft.

2018 hat die Empa mehr als 200 neue Forschungsprojekte mit Partnern aus der Industrie lanciert, ein Anstieg von 18 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Zudem hat sie 14 neue Erfindungen zum Patent angemeldet und 16 neue Lizenz- und Technologietransferverträge mit Wirtschaftspartnern abgeschlossen.

memory-steel für Altbauten

Bislang wurde herkömmlicher Spannstahl in Betonbauwerken hydraulisch vorgespannt. Der hohe Platzbedarf der dafür notwendigen Apparaturen verunmöglichte bisweilen gerade bei älteren Bauten eine

nachträgliche vorgespannte Verstärkung. Experten der Empa und der Firma refer haben nach mehrjähriger Forschungsarbeit eine alternative Methode zur Serienreife gebracht: Formgedächtnislegierungen auf Eisenbasis, die sich beim Erhitzen zusammenziehen und die Betonstruktur so dauerhaft vorspannen. Auf das hydraulische Vorspannen kann dadurch verzichtet werden – es genügt, den Stahl kurz durch elektrischen Strom oder Infrarotstrahlen zu erhitzen. Der neue Baustoff wurde bereits in mehreren Pilotprojekten eingesetzt und wird unter dem Namen memory-steel von der Firma Voestalpine Böhler Edelstahl hergestellt und von refer vertrieben (siehe auch Seite 14).

Schweiss auf Knopfdruck beseitigen

Wintersport erfordert Funktionsbekleidung, die den Körper warmhält und den Schweiß abtransportiert. Herkömmliche Materialien erfüllen meist nicht beide Anforderungen gleich gut. Die elektro-osmotische Membran der Schweizer Firma Osmotex war Ausgangspunkt zur Entwicklung der Hydro-bot-Technologie: Eine Membran mit Milliarden Poren pro Quadratmeter ist von elektrisch leitfähigem Gewebe umgeben. Mittels einer kleinen elektrischen Spannung verwandeln

1

Heisser Spass in der Kälte: Beim Wintersport produziert der Körper jede Menge Feuchtigkeit. Die neuartige Funktionskleidung sorgt für ein angenehm warmes und trockenes Mikroklima. Zwei in die Rückenzone der Skijacke integrierte Funktionsmembranen transportieren den Schweiß aktiv an die Aussenfläche. Fotos: Kjus

2

Armierungsstäbe aus einer Formgedächtnislegierung auf Eisenbasis, sogenanntem memory-steel, ziehen sich durch Erhitzen zusammen und spannen die Betonstruktur so dauerhaft vor. Auf das hydraulische Vorspannen kann dadurch verzichtet werden.



1



sich die Poren in Mikropumpen, die Feuchtigkeit schnell und effizient nach aussen leiten. In von der Innosuisse geförderten Projekten haben Empa-Forschende die Technologie mit den Industriepartnern Kjus, Schoeller und Oxyphen zur Marktreife entwickelt. Die erste Skijacke mit Hydro-bot-Technologie wurde vom Schweizer Sportbekleidungshersteller Kjus im November 2018 präsentiert. Die Jacke lässt sich mittels integrierten Steuergerät, sowie einer Smartphone-App ein- und ausgeschaltet. Durch einen aktiven Feuchtigkeitstransport sorgt diese Funktionskleidung für ein trockenes Mikroklima beim Träger, und die gewünschte Isolationswirkung wird aufrechterhalten.

Polyamid-Textilien mit Flammschutz

Polyamid 6 (PA6) ist eines der am häufigsten verwendeten Polyamide, beispielsweise für Industrie-, Sport- und Freizeittextilien. Erhebliche Nachteile sind die leichte Entzündbarkeit und das Freiwerden grosser Mengen toxischer Gase beim Verbrennen. Existierende PA6-Produkte mit Flammschutz sind kaum verbreitet, weil sie giftige Halogene enthalten oder ihre mechanischen Eigenschaften (zum Beispiel die Festigkeit)

durch die Flammschutz-Additive leiden. Nach einem erfolgreichen, von der Innosuisse unterstützten Vorprojekt entwickelten Empa-Forschende mit der Firma Litrax ein neues flammhemmendes Additiv namens L11 zur Marktreife weiter. L11 ist halogenfrei, es kann durch Schmelzextrusion mit PA6 zu Granulat für die Faserproduktion verarbeitet werden. Es ist kompatibel mit dem Schmelzspinnprozess zur Faserproduktion und zeigt hervorragende Flammchutzigenschaften bei gleichzeitig guten mechanischen Eigenschaften der Fasern. Derzeit läuft das Zulassungsverfahren unter der EU-Chemikalienverordnung REACH, die noch dieses oder nächstes Jahr abgeschlossen sein soll; dann steht einer Vermarktung der flammhemmenden Polyamidfaser nichts mehr im Weg. //

Innovative Diversität – die Business-Inkubatoren der Empa

Mario Jenni, mario.jenni@empa.ch

Peter Frischknecht, peter.frischknecht@empa.ch

In den beiden Business-Inkubatoren der Empa wurden im vergangenen Jahr 55 Startups mit insgesamt 286 Mitarbeitenden von der ersten Geschäftsidee bis hin zum Markteintritt begleitet.

Innovationspreis für biologischen Pflanzen- und Holzschutz

MycoSolutions ist ein Spin-off der Empa in St. Gallen und entwickelt Pilzlösungen für den biologischen Pflanzen- und Holzschutz. Im Labor werden Trichoderma-Arten selektiert und je nach Kundenanforderung als massgeschneidertes Produkt hergestellt oder ab Lager geliefert. Dadurch lassen sich schädliche Mikroorganismen vollkommen biologisch in Schach halten. In verschiedenen Projekten in Italien, Schweiz, Deutschland und Österreich konnte dadurch das Wachstum von Bäumen und Pflanzen deutlich verbessert werden. Für ein Produkt, das holzerstörende Pilze im Boden reduziert und die Standdauer von chromhaltigen und chromfrei imprägnierten Holzmasten erheblich verlängern kann, wurde MycoSolutions im September der Empa Innovation Award 2018 verliehen. Hierzu wurde, in Zusammenarbeit mit der Swisscom AG, ein Antagonist selektiert und ein Verfahren zur biologischen Kontrolle gegen kupfertolerante Pilze entwickelt.

Alleine bei der Deutschen Telekom belaufen sich die jährlichen Schäden durch Frühausfälle von Holzmasten auf ca. 25 bis 30 Millionen Euro. Bei der Swisscom, der BKW sowie weiteren Elektrizitätsversorgern ist das Produkt bereits im Einsatz.

Softwareplattform für die Planung nachhaltiger Energiesysteme

Symphony ist ein Spin-off der Empa, der sich auf die softwarebasierte Unterstützung bei der Planung nachhaltiger Energiesysteme für Stadtteile, Bezirke und Gemeinden konzentriert. Ziel ist es, den Planern von Energiesystemen zu helfen, schnell, umfassend und effektiv durch das Spektrum der verfügbaren technologischen Optionen in der Energiesystemplanung zu navigieren und eine Reihe optimaler Designlösungen zu identifizieren, die auf die spezifischen Randbedingungen und Ziele eines bestimmten Standorts und Kunden zugeschnitten sind. Die innovative Softwareplattform wurde in den letzten vier Jahren im Rahmen des «Urban Energy Systems Laboratory» an der Empa, am Lehrstuhl für Bauphysik an der ETH Zürich und im Rahmen des «Swiss Competence Center for Energy Research» (SCCER Future Energy Efficient Buildings & Districts) entwickelt. //





Francis Schwarze (Dritter von links), Gründer des Empa-Spin-off MycoSolutions AG, hat in seiner bisherigen Forschungsarbeit neue Screeningmethoden zur Evaluation und Selektion von Nützlingen entwickelt und diese auch bereits erfolgreich eingesetzt. Für diesen erfolgreichen Transfer von der Forschung zur industriellen Innovation sind er und das Unternehmen mit dem Empa-Innovationspreis ausgezeichnet worden.

Empa-Zukunftsfonds – Forschen für die Welt von morgen

Gabriele Dobenecker, gabriele.dobenecker@empa.ch

Seit knapp 140 Jahren ist die Empa eines der wichtigsten Zentren für naturwissenschaftlich-technische Forschung in der Schweiz. Als Bindeglied zwischen Forschung und Praxis erarbeiten unsere Wissenschaftlerinnen, Ingenieure und Technikerinnen Lösungen für die vorrangigen Herausforderungen von Industrie und Gesellschaft – sei es, indem sie die Grundlagen für eine nachhaltige Energieversorgung schaffen oder innovative, nachhaltige Technologien für den Schutz unserer Gesundheit entwickeln.

Die Empa stellt sich der Aufgabe, Wege in eine lebenswerte Zukunft für künftige Generationen aufzuzeigen und zu entwickeln. Unsere Forschenden müssen dazu die Grenzen von Wissenschaft und Technik erweitern und immer wieder in unbekanntes Terrain vorstossen. Genau dafür haben wir den Empa-Zukunftsfonds ins Leben gerufen. Dank Mitteln aus dem Zukunftsfonds können wir bereits heute für die Welt von morgen forschen und unseren Teil dazu beitragen, die drängenden Fragen unserer Gesellschaft zu lösen.

Mit dem Zukunftsfonds werden Forschungsvorhaben und vielversprechende Forschertalente unterstützt, die anderweitig (noch) keine Förderung erhalten: zukunftsweisende Ideen, die nach ihrer

Realisierung einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigeren Welt leisten können. Der Zukunftsfonds vergibt Mittel, die ihm von Unternehmen, Stiftungen und Privatpersonen als gemeinnützige Donationen anvertraut werden. Mit diesen und eigenen Mitteln hat die Empa bereits eine Vielzahl herausfordernder Projekte anstossen können.

Gezielte Sepsis-Behandlung

Sepsis ist eine lebensbedrohliche, ausser Kontrolle geratene Infektion, an der in der Schweiz jährlich bis zu 15000 Menschen erkranken; in jedem dritten Fall verläuft sie tödlich. Die Behandlung ist schwierig, da der auslösende Erreger häufig schlecht nachweisbar ist. Die therapeutischen Massnahmen umfassen daher meist Breitband-Antibiotika, deren übermässige Anwendung mit ein Grund für immer häufiger auftretende Resistenzen ist. Das durch die Novartis-Stiftung geförderte Projekt untersucht eine neue Möglichkeit zur Sepsis-Behandlung. Im Blut zirkulierende Mikroben werden dabei mittels magnetischer Nanopartikel direkt aus dem Blut «gefischt». Dies soll es einst ermöglichen, krankheitsverursachende Bakterien möglichst schnell zu identifizieren und eine entsprechende zielgerichtete Antibiotika-Therapie zu verabreichen.

Neue Materialien für neue Wasserfilter

Hunderte Millionen Menschen erkranken jährlich aufgrund von verunreinigtem Trinkwasser; etliche Millionen sterben gar an den Folgen. Mit konventionellen Filtern kann man Trinkwasser zwar leicht von Bakterien und Kleinorganismen befreien; hingegen funktionieren diese Filter nicht gegen Viren, die mehr als 50-mal kleiner sind als Bakterien. Ziel des Projekts ist es, neue, speziell beschichtete Materialien zu entwickeln, die als Vlies im Wasserfilter pathogene Viren zurückhalten. Das Projekt wurde durch eine private Spende ermöglicht.

Günstig und sicher – die Salzwasserbatterie

Wasser könnte die Basis bilden für künftige, besonders günstige und sichere Batterien. Empa-Forschern ist es 2018 dank einer speziellen Salzlösung gelungen, die elektrochemische Stabilität von Wasser zu verdoppeln. Damit rückt eine wirtschaftliche Nutzung der Technologie näher. Der Ursprung dieser Forschung lag in einem 2015 durch den Empa-Zukunftsfonds geförderten Projekt. 2018 wurde das Projekt Schweizer Finalist beim «Falling Walls Lab», das alljährlich in Berlin stattfindet. //



1

1
Gezielte Sepsis-Behandlung:
Bakterien können mit
magnetischer Blutreinigung
entfernt werden.



2

2
Wasserkiosk mit
Membranfiltration
in Uganda. (Bild: Eawag)



3

3
Forschung an neuartigen
Batteriekonzepten.

Globale Partnerschaften

Prof. Dr. Gian-Luca Bona, gian-luca.bona@empa.ch

Man hört es allenthalben: Forschung ist ein globales Unterfangen, selbstverständlich auch an der Empa. Dass dies nicht nur eine Floskel ist, sondern ein Faktum, belegt eine kürzlich durchgeführte Analyse der Forschungsprojekte der Empa: Demnach entstehen knapp 60 Prozent aller wissenschaftlichen Publikationen der Empa-Forschenden mit internationalen Partnern; in den letzten fünf Jahren hat die Empa mit Partnern aus sage und schreibe 93 Ländern zusammengearbeitet – kurz gesagt: mit fast der ganzen Welt (wobei rund 60 Prozent der Partner aus dem EU-Raum stammen und auch Länder wie USA, Japan, China und Südkorea deutlich überrepräsentiert sind).

Strategische Kooperationen

Im Rahmen des strategischen internationalen Kooperationsprogramms der Fraunhofer-Gesellschaft, ICON («International Cooperation and Networking»), starteten die Empa und das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung in Würzburg Anfang 2019 ein dreijähriges gemeinsames Forschungsprojekt, das die Basis für eine produktionstaugliche nächste Generation von Antriebsbatterien für Elektroautos schaffen soll – mit Beteiligung der Industrie und bis hin zu ersten Prototypen. An-

ders als heute gebräuchliche Lithium-Ionen-Zellen sollen diese nur noch aus Feststoffen bestehen und keine brennbare Elektrolyt-Flüssigkeit mehr enthalten. Mit ICON möchte die Fraunhofer-Gesellschaft die strategische Zusammenarbeit mit internationalen Exzellenzzentren in verschiedenen Bereichen ausbauen. So wurden bislang etwa Projekte mit der University of Cambridge und der Johns Hopkins University initiiert; das Projekt mit der Empa ist das erste ICON-Projekt mit einem Partner aus der Schweiz.

Im neuen Materials and Technology Center of Robotics der Empa und des Imperial College London dreht sich dagegen alles um autonome Drohnen. Ziel der neuen, im Dezember gestarteten Kooperation ist es, funktionale Materialien in die Robotertechnologie zu integrieren. Als Flugarena nutzen die Roboter das Forschungsgebäude NEST. Hier werden sie sich als ständige Mitbewohner zum Beispiel selbstständig am Gebäudeunterhalt beteiligen und diesen damit einfacher und effizienter machen.

Swiss-Swedish Innovation Initiative

Am 25. September trafen sich rund 150 Forschende und Industrievertreter aus Schweden und der Schweiz an der Empa-



1



2



1
 Robotikforscher Mirko Kovac ist Leiter des neuen Materials and Technology Center of Robotics der Empa und des Imperial College London.

2
 Treffen der Swiss-Swedish Innovation Initiative an der Empa-Akademie im September. Rund 150 Forschende und Industrievertreter aus Schweden und der Schweiz trafen sich zum Wissensaustausch über Advanced Manufacturing.



Akademie im Rahmen der Swiss-Swedish Innovation Initiative (SWII), des offiziellen Partnerschaftsprogramms zur Förderung gemeinsamer marktorientierter Forschungs- und Entwicklungsprojekte – dieses Mal zum Thema Advanced Manufacturing (AM). Ziel dieser regelmässig stattfindenden Networking-Veranstaltungen – die dieses Mal vom schwedischen Botschafter Magnus Hartog-Holm eröffnet wurde – ist es, Vertreter der innovativsten Firmen beider Länder mit führenden Forscherinnen und Forschern zusammenzubringen, um die bilaterale Forschungszusammenarbeit in verschiedenen, strategisch wichtigen Bereichen weiter auszubauen. Seit Oktober 2012 brachte die SWII insgesamt bereits 34 bilaterale Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Gesamtvolumen von rund 43 Millionen Euro hervor.

International (bw-i), dem Kompetenzzentrum des Landes Baden-Württemberg zur Internationalisierung von Wirtschaft und Wissenschaft, um mögliche Kooperationen mit der Empa im Bereich zukünftige Mobilität auszuloten, und eine Gruppe der Förderagentur für Technologie, Innovation und Forschung aus Thüringen (STIFT). Aber auch eine indische Delegation unter Leitung von Botschafter Sibi George und Peter Dröll, Direktor für Industrietechnologien in der Generaldirektion «Forschung und Innovation» der Europäischen Kommission, statteten der Empa einen Besuch ab; Peter Dröll nahm Ende September am «Empa Technology and Innovation Forum» (ETIF) teil, das letztes Jahr unter dem Motto «Sicherung des Produktionsstandorts Schweiz – Trumpfkarte Innovation» stand. //

Besuche aus aller Welt

Ausserdem haben auch 2018 auch wieder zahlreiche ausländische Delegationen die Empa und ihre Forschungseinrichtungen besucht. So etwa gleich mehrere Gruppen aus verschiedenen deutschen Bundesländern, zum Beispiel die Wirtschaftsminister von Rheinland-Pfalz und Sachsen, Volker Wissing und Martin Dulig, sowie eine Delegation von Baden-Württemberg

Als Forschungsinstitut, das sich zu einem grossen Teil durch öffentliche Mittel – sprich: Steuergelder – finanziert, ist die Empa an einem regen Austausch mit Vertreterinnen und Vertretern aus Politik und Gesellschaft interessiert; denn diese sind im Grunde genommen die «Eigentümer» der Empa. Diese Begegnungen pflegen wir einerseits bei den zahlreichen Besuchen, die die Empa übers Jahr verteilt empfängt, sowie bei den Fachveranstaltungen an der Empa-Akademie. Insgesamt durfte die Empa im vergangenen Jahr etwa 16 000 Besucherinnen und Besucher willkommen heissen, also gleich viele wie im bisherigen Rekordjahr 2017. Darunter waren neben zahlreichen ausländischen Delegationen (siehe Seite 52) auch wieder viele Schweizer Firmen und Branchenverbände, etwa die KMU-Frauen des Kantons Zürich, und Vertreterinnen und Vertreter der kantonalen und nationalen Verwaltung, zum Beispiel eine Delegation des Bundesverwaltungsgerichts. Eine andere Gelegenheit, bei der Empa-Vertreter den Austausch pflegen, sind die zahlreichen Events in der ganzen Schweiz, mit denen Themen wie Forschung, Innovation, Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit in den Fokus gerückt werden.

Innovationspark nimmt Gestalt an

So konnte Anfang März der Innovationspark Zürich auf dem Areal des Flugplatzes Dübendorf einen ersten Meilenstein feiern: Mit einem Tag der offenen Türe wurde der Pavillon als Begegnungszentrum und erstes Element des neuen Parks unter Beisein von Bundesrat Guy Parmelin und der Zürcher Regierungsrätin Carmen Walker Späh feierlich eröffnet. Neben den Themen Robotik und autonomes Fahren sind weitere Schwerpunkte auf dem Innovationspark die Bereiche Luft- und Raumfahrt unter Federführung der Universität Zürich sowie moderne Produktionstechnologien («Advanced Manufacturing») unter Leitung der Empa.

Auch am WEF ist Innovation ein Thema

Der Einladung des ETH-Bereichs ans WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung anlässlich des World Economic Forum (WEF) in Davos folgten rund 40 Vertreter und Vertreterinnen aus der Schweizer Politik. Unter den interessierten Gästen waren Bundesrat Guy Parmelin – als neuer Vorsteher des Departements für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) oberster Chef des ETH-Bereichs – sowie die neue Staatssekretärin Martina Hirayama vom Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI). Die

Empa-Direktion war mit Gian-Luca Bona und Tanja Zimmermann vertreten und präsentierte den gespannten Anwesenden erstaunliche Innovationen aus Holz wie «Swiss Ebony», eine nachhaltige Schweizer Alternative für bedrohte Tropenhölzer wie Ebenholz, feuerfestes Holz und «Marmorholz» aus völlig gewöhnlichen einheimischen Holzarten, die nach einer «Pilzkur» zu wunderschönen Möbeln, Designobjekten und Musikinstrumenten verarbeitet werden können.

Forschung zieht auch medial

Neben einem regen direkten Austausch kommunizierte die Empa zudem indirekt mit ihren verschiedenen «Stakeholdern», also via Medien. Die grosse Zahl an relevanten und spannenden Forschungsergebnissen aus den Empa-Labors sorgten 2018 wieder für ein grosses Medienecho. Insgesamt berichteten rund 5300 Artikel in 32 Sprachen über die Forschungsaktivitäten der Empa, davon mehr als 1250 in Printmedien und 56 Fernsehbeiträge – beides neue Höchstwerte. //



1

1
Empa-Direktor Gian-Luca Bona (links), Mitglied des Stiftungsrats Innovationspark Zürich, freut sich mit Ständerat Ruedi Noser und Regierungsrätin Carmen Walker Späh über die Eröffnung des Innovationsparks auf dem Areal des Flugplatzes Dübendorf.



2

2
Empa-Direktor Gian-Luca Bona (rechts) spricht am Weltwirtschaftsforum (WEF) in Davos mit dem neuen Vorsteher des Departements für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Bundesrat Guy Parmelin. (Bild: Markus Mallaun)

3
Tanja Zimmermann, Leiterin des Empa-Departements «Functional Materials», stellte am WEF eine Geige mit Schweizer Ebenholz und weitere Holzinnovationen der Empa vor. (Bild: Markus Mallaun)



3

Förderung von Chancengleichheit und Vielfalt

Marianne Senn, marianne.senn@empa.ch

Im Jahr 2018 veröffentlichte der ETH-Rat seine Gender-Strategie 2017–2020. Damit will er ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis sowie die Chancengleichheit von Mann und Frau fördern. Speziell soll der Frauenanteil in Lehre und Forschung sowie in Führungspositionen steigen. Im März erschien zudem das «Reporting Personalmanagement» des Bundes für das Jahr 2017, der auch die Entwicklung der letzten fünf Jahre im ETH-Bereich unter die Lupe nahm. So hat sich im ETH-Bereich der generelle Frauenanteil seit 2013 nur geringfügig auf 34 Prozent erhöht; im Kader ist er dagegen von 17 auf 20 Prozent angestiegen. An der Empa liegt der generelle Frauenanteil bei 28 Prozent (minus 1 Prozent gegenüber seit 2013), im Kader blieb er stabil bei 16 Prozent.

Förderung von (jungen) Wissenschaftlerinnen

Weiterhin beteiligt sich die Empa an Programmen, die speziell junge Forscherinnen fördern. So unterstützt die Empa das Programm «Fix the leaky pipeline» der AG Chancengleichheit, das dem Schwund von Frauen in der Wissenschaft nach dem Doktorat bzw. Postdoc entgegenwirkt. Einige PhD-Studentinnen und Postdocs der Empa nahmen an den Kursen und Coaching-Gruppen teil, im neu lancierten



Dass die Empa nicht nur ein Ort für erstklassige Wissenschaft ist, sondern auch unter den besten Lehrbetrieben der Schweiz figuriert, wurde ihr kürzlich vom Beratungsunternehmen «Great Place to Work» attestiert. Sie bietet mit ihren rund 1000 Mitarbeitenden mehr als 40 Lernenden in 10 Lehrberufen ein nicht alltägliches, spannendes Forschungsumfeld mit einem modernen Ausbildungskonzept. (Bild: Marc Weiler)



Mentoring ergab sich dagegen noch keine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Mentees und Mentorinnen. Gleichzeitig läuft die Vorbereitung des Programms «CONNECT» der AG Chancengleichheit auf Hochtouren. Es soll junge Wissenschaftlerinnen mit jungen Führungsfrauen aus Wirtschaft und Verwaltung zusammenbringen. Dementsprechend soll dieses Programm beim Einstieg in Wirtschaft und Verwaltung helfen.

Die Veranstaltungsreihe «women in science» von Empa und Eawag spricht sämtliche Wissenschaftlerinnen beider Forschungsinstitute an. 2018 fanden zwei Anlässe statt: Die Management-Beraterin Silvie Klein-Franke erläuterte die Erfolgsfaktoren für Frauen, wenn diese Führungspositionen übernehmen wollen. Eine weitere Veranstaltung widmete sich dem Thema «Start-ups». Drei Frauen in unterschiedlichen Funktionen gestalteten den Anlass: Cornelia Gut, Geschäftsführerin der Stiftung Startfeld, des Netzwerks für Innovationen und Start-ups in der Region St. Gallen-Bodensee, die Neo-Unternehmerin Kristin Schirmer, die als Eawag-Forscherin das Start-up aQuatox Solutions GmbH gegründet hat, sowie

Andrea Kennel, Präsidentin der SVIN (Schweizerische Vereinigung der Ingenieurinnen) und Chefin der Firma Infopunkt Kennel GmbH. So entstand ein vielschichtiges und inspirierendes Bild der Gründerinnen-Szene in der Schweiz.

Wissenschaft für die Jugend

Die Förderung des weiblichen Nachwuchses stand auch am Nationalen Zukunftstag im Vordergrund; rund die Hälfte der Teilnehmerinnen erhielten über das Programm «Mädchen-Techniklos» einen Einblick in die verschiedenen Berufe an der Empa. Gänzlich losgelöst von der Geschlechterfrage fand auch 2018 wieder das Sommercamp für unsere Jüngsten statt. Es dient einem Teil der Eltern an der Empa dazu, ihre Kinder während der Ferien eine Woche sinnvoll beschäftigt zu wissen. Auch das Sommercamp bietet bereits erste Eindrücke in die Berufswelt der Eltern.

Vielfalt

Die Vielfalt der Empa spiegelt sich deutlich in der Herkunft des Personals wider: 2017 stammten knapp 60 Prozent aus der Schweiz und etwas mehr

als 40 Prozent aus dem Ausland, insgesamt aus mehr als 50 Ländern. Sie spiegelt sich aber auch darin, dass nebst wissenschaftlichen Angestellten auch zahlreiche technische und administrative Mitarbeitende hier arbeiten. Und ausser Studierenden und Doktoranden bildet die Empa auch mehr als 40 Lernende in 10 Lehrberufen aus. //

Grosser Umbau – grosse Wirkung

Marcel Gauch, marcel.gauch@empa.ch

Die Optimierung der Bausubstanz am Standort Dübendorf und der Baufortschritt des dortigen Mitteltemperaturnetzes verlaufen gut; schon bald wird es möglich sein, Energie auf verschiedenen Temperaturniveaus unter Produzenten und Konsumenten auszutauschen. Das Netz verbindet das gesamte Areal der Empa und der Eawag in Dübendorf und wird in Verbindung mit den Gebäudeoptimierungen eine deutliche Reduktion des Bedarfs an fossilen Energieträgern bewirken. Umfassende Pläne für eine Zwischenspeicherung von Wärme für die Nutzung in der kalten Jahreszeit werden für eine noch weitergehende Reduktion des Bedarfs an Erdgas und damit verbunden zu einer weiteren deutlichen Senkung der CO₂-Emissionen beitragen. Vorbild für den Umbau des gesamten Areals war der «Energy Hub» (ehub), der das Forschungsgebäude NEST mit dem Energiedemonstrator move verbindet und dank eines ausgeklügelten Leitungs- und Steuerungskonzepts Energie intelligent verteilen kann. Hier war Forschung an der Empa also für einmal reiner Selbstzweck.

Erfassung der Mitarbeitermobilität

Erstmals wurde eine umfassende Umfrage zum Pendlerverhalten bei den Empa-Mit-

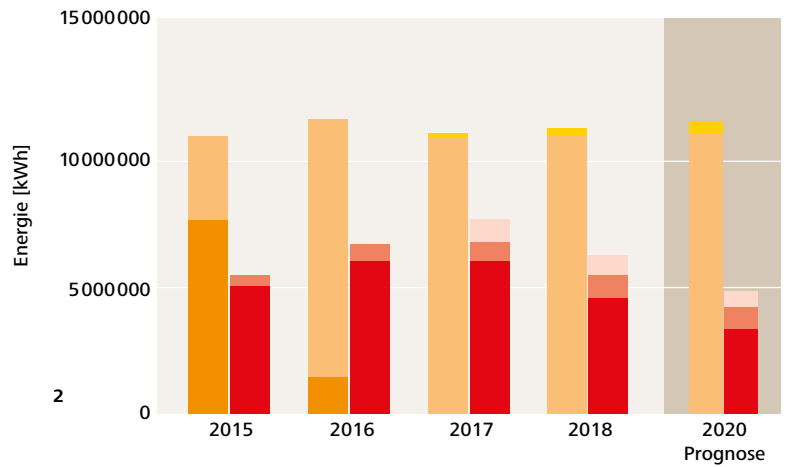
arbeitenden an allen drei Standorten durchgeführt. Dank einer Rücklaufquote von 52 Prozent resultierten repräsentative und interessante Ergebnisse: Die durchschnittliche Länge des einfachen Arbeitswegs beträgt über die gesamte Empa gemittelt knapp 24 Kilometer. Mitarbeitende am Standort Thun haben den längsten Arbeitsweg (knapp 34 Kilometer), gefolgt von jenen im St. Gallen (27,5 Kilometer). Der durchschnittliche Arbeitsweg der Mitarbeitenden am Standort Dübendorf ist knapp 22 Kilometer. Die Empa-Mitarbeitenden legen beim Pendeln in einem Jahr insgesamt knapp 10 Millionen Kilometer zurück, davon 62 Prozent mit dem öffentlichen Verkehr, 28 Prozent mit dem motorisierten Individualverkehr und 10 Prozent zu Fuss oder mit dem Fahrrad. Interessant ist der Vergleich mit der Anzahl beruflich zurückgelegter Kilometer, der nur rund halb so hoch ausfällt wie der Pendlerverkehr: Der Fluganteil der Empa-Mitarbeitenden beträgt rund 4 Millionen Kilometer jährlich.

Energieverbrauch im Trend

Der Elektrizitätsbedarf konnte auf dem Niveau des Vorjahres gehalten werden, der Strom stammt zu 100 Prozent aus erneuerbaren Quellen. Der Anteil an selbst produziertem Solarstrom wurde fast ver-

doppelt. Beim Wärmebedarf zeigen sich positive Auswirkungen der laufenden Umbaumassnahmen: Durch den dank Modernisierungen und Sanierungen tieferen Energiebedarf musste deutlich weniger Erdgas bezogen werden, ein erhöhter Biogasanteil trägt massgeblich zu einer Verbesserung der CO₂-Bilanz bei. //





- Elektrizität konventionell kWh/a
- Elektrizität mit Herkunftsnachweis kWh/a
- Elektrizität Photovoltaik kWh/a
- Wärme fossil kWh/a
- Wärme Biogas kWh/a
- Fernwärme KVA kWh/a

1

Der Energy Hub verbindet das Forschungsgebäude NEST mit dem Energiedemonstrator move; eine umfassende Datenerfassung erlaubt Forschung zur Verbesserung der gesamten Energieeffizienz.

2

Trend des Empa-Energieverbrauchs für Elektrizität und Wärme. Der Strom stammt vollständig aus erneuerbaren Quellen (Wasserkraft mit Herkunftsnachweis und Sonnenenergie), der wichtigste Wärmeträger ist Erdgas.



Zahlen und Fakten

Forscher messen gerne, unter anderem auch ihre eigene Leistung: 2018 haben Empa-Forscherinnen und -Ingenieure 700 wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht und 14 Entwicklungen zum Patent angemeldet. Ende Jahr liefen an der Empa 122 vom Schweizer Nationalfonds (SNF) finanzierte Projekte; 95 Projekte, die von der Innosuisse unterstützt wurden, und knapp 70 EU-Projekte. Die 26 Spin-offs beschäftigten zusammen mit weiteren Start-ups in den beiden Business-Inkubatoren der Empa insgesamt 784 Mitarbeitende.

Stefan Hösli, stefan.hoesli@empa.ch

Ziel des Risikomanagements ist es, Risiken für das Unternehmen und dessen Mitarbeitende frühzeitig zu erkennen, zu analysieren, Massnahmen zu treffen und diese auf ihren Nutzen hin zu überprüfen. Dieses System führt zu einer intensiver gelebten Sicherheitskultur und damit zu einer sich stetig verbessernden Sicherheitslage an der Empa.

Grundsätze im Umgang mit Risiken

Die Empa hat ihre Regelungen auf diesem Gebiet an den Vorgaben für das Risikomanagement im ETH-Bereich und beim Bund ausgerichtet. Ihre Sicherheits- und Risikopolitik legt den homogenen, systematischen und konsequenten Umgang mit den vielfältigen Risiken verbindlich fest. Alle Massnahmen verfolgen in erster Priorität den Schutz von Leib und Leben der Mitarbeitenden, der Gäste sowie aller Personen im Einflussbereich der Empa. Weitere Ziele sind der Schutz der Umwelt vor negativen Einwirkungen, der Schutz des erarbeiteten Know-hows und des geistigen Eigentums sowie der Schutz der Reputation der Empa. Das Hauptaugenmerk der Bemühungen liegt dabei auf der Prävention.

Das Risikomanagement erfolgt nach einem standardisierten Prozess, der mit einer periodischen Bestandsaufnahme von Risiken beginnt. Jedes Risiko wird nach möglicher Auswirkung und Wahrscheinlichkeit des Eintretens bewertet und in den Dimensionen Finanz- und Reputationsrisiko beurteilt. Schliesslich werden Massnahmen für die Eindämmung der Risiken definiert und umgesetzt. Im Risikocontrolling wird der Risikomanagementprozess regelmässig überprüft und – falls als nötig erachtet – angepasst.

Weiterentwicklung der Sicherheitsorganisation

Die personelle Aufstockung der Risk-Management-Organisation zeigte im Jahr 2018 erste Früchte. Trotz weiter steigender Anzahl konnten sicherheitsrelevante Anfragen innert nützlicher Frist bearbeitet werden. Diverse Projekte wurden zudem abgeschlossen sowie neue aufgeleitet.

Das aufwändigste Projekt war die Finalisierung, Implementierung und Inbetriebnahme einer professionellen Videoüberwachung am Standort Dübendorf. Die fundierte rechtliche Begleitung sowie der Einbezug der Personalvertretung stellen sicher, dass eine für das Personal vertretbare Lösung gefunden und unter Einhaltung des Persönlichkeitsschutzes umgesetzt worden ist. Die Evakuationsanlage wurde im Verlauf des Jahres ebenfalls weiterentwickelt. Zusätzlich zum bestehenden System wurde eine massgebliche Softwarekomponente evaluiert und getestet, die die Erreichbarkeit der am Computer arbeitenden Mitarbeitenden stark erhöht, die Wirksamkeit der Alarmierung verbessert und die Reaktionszeit reduziert. Dies wird uns ab 2019 die Möglichkeit eröffnen, bei einem Ereignis allen PC-Anwendern simultan Informationen zu übermitteln. Im Weiteren wurden einige Schritte eingeleitet, um das Feuer- und Chemieereignis-Team weiter zu professionalisieren. Dies wird über Schulungen, intensivierete Übungstätigkeit sowie Investitionen in die Ausrüstung und Infrastruktur erreicht.

Im Jahr 2018 wurde das Risk Management der Empa aufwändig durch das Interne Audit des ETH-Rats auditiert. Un-

tersucht wurden die Bereiche Governance, Risikomanagement, Compliance, Konzepte, Prozesse und Kontrollen. Es wurden der Empa Kompetenz, eine sehr gut organisierte und engagierte Sicherheitsorganisation sowie insgesamt ein sehr gutes Sicherheitsniveau attestiert.

Die Sensibilisierung der Mitarbeitenden für Sicherheitsthemen hat sich klar verbessert. Dies zeigt sich in der deutlich gestiegenen Anzahl der Anfragen zu sicherheitsrelevanten Themen wie zum Beispiel Drohnenflüge auf dem Campus und in Gebäuden, Explosionsschutz, Sicherheit von chemischen Reaktionen oder Abklärungen für den Bau einer Teststrecke für das prestigeträchtige Swissloop-Projekt der ETH auf dem Campus der Empa. Im Baubereich wird das Risikomanagement neu besser in die Projektplanung integriert und beispielsweise auch für die Beurteilung von Naturgefahren oder der Sicherheit auf Baustellen beigezogen. Viel Aufwand war in diesem Jahr zur Erarbeitung der Grundlagen für das Projekt des neuen, flexiblen Laborgebäudes erforderlich.

Aufgrund der gesellschaftlichen und technischen Entwicklung gewinnt das Thema Informationssicherheit an Bedeutung. Das Bewusstsein, dass dies weit über die normale Arbeit einer ICT-Abteilung hinausgeht und dabei die Arbeitsweise und der Umgang mit Informationen jedes einzelnen Mitarbeiters entscheidend sind, ist noch nicht genügend verankert. Dieses Thema wird in Zukunft an Brisanz und Umfang weiter zunehmen und das Risikomanagement in nächster Zukunft intensiv beschäftigen. //

Personelle Entwicklung

(in Klammern die Vorjahreszahlen)

André Schmid, andre.schmid@empa.ch

Ende 2018 arbeiteten inklusive der Lernenden 994 (966) Personen an der Empa. Dies entspricht, bedingt durch die vielen Teilzeitmöglichkeiten, einem Vollzeitäquivalent (FTE) von 928,6 (895,4) Stellen. Die Zugänge sind vor allem bei den Doktoranden (+ 18) und den Postdocs (+ 8) zu finden.

Der Bestand an wissenschaftlichem Personal beträgt 558 (530) Personen. Davon sind 108 (116) Senior Scientists. Als technisches/administratives Personal waren im Berichtsjahr 396 (392) Personen tätig. Der Frauenanteil von 28,9 (28,1) Prozent widerspiegelt die Absolventenzahlen der Universitäten und der ETH bei den Fakultäten, die an der Empa vertreten sind.

Der Ausländeranteil liegt bei 436 (399) Personen, das sind 43,9 (41,3) Prozent des gesamten Personalbestands. Aus dem EU-Raum stammen 281 (262) Personen, das sind 64,4 (65,7) Prozent aller ausländischen Mitarbeitenden. Die Empa bietet eine breite Palette von Berufslehren an und beschäftigt 40 (44) Lernende. Auch 2018 haben alle Lernenden die Abschlussprüfungen bestanden. //

PERSONALBESTAND ENDE 2018

	2017	2018
Wissenschaftliches Personal	530	558
Technisches/administratives Personal	392	396
Lernende	44	40
Total	966	994

Kennzahlen

WISSENSCHAFTLICHER OUTPUT

	2017	2018
ISI-Publikationen	695	700
Konferenzbeiträge	1328	1372
Doktoratsabschlüsse	33	45
Laufende Doktorate	177	191
Lehrtätigkeit (in Stunden)	3987	4423
Preise/Auszeichnungen	65	81

MEDIENPRÄSENZ

	2017	2018
Radio	103	72
TV	54	56
Print	1200	1250
Online	4850	3850
Total	6205	5250
Sprachen	34	32

EMPA-AKADEMIE

	2017	2018
Empa-Veranstaltungen	55	96
Teilnehmende	3400	5931
Wissenschaftliche Tagungen	10	17
Fachveranstaltungen für die Wirtschaft	36	24

WISSENS- & TECHNOLOGIETRANSFER

	2017	2018
Neue F&E-Vereinbarungen	175	208
Aktive Verwertungsverträge (Lizenz/Option/Verkauf)	68	68
Neue Verwertungsverträge	13	16
Neue Patentanmeldungen	14	14

SPIN-OFFS & START-UPS (tebo & glaTec)

	2017	2018
Firmen gesamt	72	94
Davon Spin-offs	24	26
Mitarbeitende gesamt	580	784
Davon Mitarbeitende der Spin-offs	118	131

LAUFENDE PROJEKTE

	2017	2018
SNF	120	122
KTI/Innosuisse	103	95
EU	69	69

ETH-Rat

Der ETH-Rat leitet den ETH-Bereich mit den beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen und den vier Forschungsanstalten PSI, WSL, Eawag und Empa.

PRÄSIDENT

Fritz Schiesser **Dr. iur.**, Haslen GL

VIZEPRÄSIDENTIN

Beth Krasna **Dipl. Ing.** ETH, unabhängige Verwaltungsrätin

MITGLIEDER

Kristin Becker van Slooten **Dr.**, EPF Lausanne

Gian-Luca Bona **Prof. Dr.**, Empa

Marc Bürki **Dipl. El.-Ing.**, Swissquote

Beatrice Fasana **Dipl. Ing. Lm**, Sandro Vanini SA, Rivera

Susan Gasser **Prof. Dr., Dr. h. c. mult.**, Universität Basel

Barbara Haering **Dr. Dr. h. c.**, Econcept AG, Zürich

Christiane Leister, **Leister AG**, Kägiswil

Joël Mesot **Prof. Dr.**, ETH Zürich

Martin Vetterli **Prof. Dr.**, EPF Lausanne

Industriebeirat

Der Industriebeirat ist ein Gremium führender Persönlichkeiten, das die Leitung der Empa bei grundlegenden Fragen berät.

PRÄSIDENT

Henning Fuhrmann **Dr.**, Siemens, Zug

MITGLIEDER

Kurt Baltensperger **Dr.**, ETH-Rat, Zürich

Burkhard Böckem **Dr.**, Hexagon, Heerbrugg

Robert Frigg **Prof. Dr. mult. h. c.**, 41 medical, Bettlach

Andreas Hafner **Dr.**, BASF, Basel

Markus Hofer **Dr.**, Bühler, Uzwil

Urs Mäder **Dr.**, SATW, Zürich

Andreas Schreiner **Dr.**, Novartis, Basel

Forschungskommission

Die Forschungskommission berät die Empa-Leitung in Forschungsfragen, bei der Wahl des F&E-Spektrums und bei der Evaluation von F&E-Projekten.

MITGLIEDER

Urs T. Dürig **Dr.**, SwissLitho AG, Zürich

Rik Eggen **Prof. Dr.**, Eawag, Dübendorf

Thomas Egli **Prof. em. Dr.**, Feldmeilen

Marcus Textor **Prof. Dr.**, ETH Zürich

Alexander Wokaun **Prof. em. Dr.**, Endingen

Organigramm

Stand April 2019

RESEARCH FOCUS AREAS (Forschungsschwerpunkte)

Nanostrukturierte Materialien

Dr. Pierangelo Gröning

Sustainable Built Environment

Dr. Tanja Zimmermann
Prof. Dr. Giovanni Terrasi

Gesundheit und Leistungsfähigkeit

Prof. Dr. Alex Dommann

Natürliche Ressourcen und Schadstoffe

Dr. Brigitte Buchmann

Energie

Dr. Peter Richner
Urs Elber

DIREKTION

Direktor	Stv. Direktor	Mitglieder
Prof. Dr. Gian-Luca Bona	Dr. Peter Richner	Dr. Brigitte Buchmann, Prof. Dr. Alex Dommann, Dr. Pierangelo Gröning, Dr. Urs Leemann, Dr. Tanja Zimmermann

DEPARTMENTE

Moderne Materialien, Ober- und Grenzflächen	Ingenieurwissenschaften	Materials Meet Life
Dr. Pierangelo Gröning	Dr. Peter Richner	Prof. Dr. Alex Dommann
Zentrum für Elektronenmikroskopie Dr. Rolf Erni	Center for Synergetic Structures Dr. Cédric Galliot	Zentrum für Röntgenanalytik Prof. Dr. Antonia Neels
		Zentrum für Elektronik & Zuverlässigkeit Prof. Dr. Alex Dommann
ABTEILUNGEN		
Fügetechnologien und Korrosion Dr. Lars Jeurgens	Ingenieur-Strukturen Prof. Dr. Masoud Motavalli	Nanoscale Materials Science Prof. Dr. Hans Josef Hug
Advanced Materials Processing Prof. Dr. Patrik Hoffmann	Mechanical Systems Engineering Prof. Dr. Giovanni Terrasi	Biomimetic Membranes and Textiles Prof. Dr. René Rossi
nanotech@surfaces Prof. Dr. Roman Fasel	Multiscale Studies in Building Physics Viktor Dorer	Particles-Biology Interactions Dr. Peter Wick
Werkstoff- und Nanomechanik Dr. Johann Michler	Experimental Continuum Mechanics Prof. Dr. Edoardo Mazza	Biointerfaces Prof. Dr. Katharina Maniura
Dünnschichten und Photovoltaik Prof. Dr. Ayodhya N. Tiwari	Urban Energy Systems Dr. Kristina Orehounig	Transport at Nanoscale Interfaces Prof. Dr. Michel Calame
Funktionspolymere Prof. Dr. Frank Nüesch		

FORSCHUNGS-, WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER-PLATTFORMEN

NEST/dhub Reto Largo	move Dr. Brigitte Buchmann	ehub Philipp Heer	Coating Competence Center Dr. Lars Sommerhäuser	Empa-Akademie Claudia Gonzalez	Business Incubators glaTec Mario Jenni STARTFELD Peter Frischknecht	International Research Cooperations Prof. Dr. Gian-Luca Bona
--------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------------------------------	------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

Empa-Portal portal@empa.ch / Tel. +41 58 765 44 44 / www.empa.ch/web/empa/empa-portal

Mobilität, Energie und Umwelt	Functional Materials	Corporate Services
Dr. Brigitte Buchmann	Dr. Tanja Zimmermann	Dr. Urs Leemann
	Materials and Technology Center of Robotics Dr. Mirko Kovac	Bibliothek (Lib4RI) Dr. Lothar Nunnenmacher
		Fundraising / Entrepreneurship / Industry Relations Gabriele Dobenecker
Materials for Energy Conversion Dr. Corsin Battaglia	Hochleistungskeramik Prof. Dr. Thomas Graule	Informatik Stephan Koch
Advanced Analytical Technologies PD Dr. Davide Bleiner	Strassenbau / Abdichtungen Dr. Peter Richner a.i.	Konstruktion / Werkstatt Stefan Hösli
Luftfremdstoffe / Umwelttechnik Dr. Lukas Emmenegger	Cellulose & Wood Materials Dr. Gustav Nyström	Finanzen / Controlling / Einkauf Heidi Leutwyler
Fahrzeugantriebssysteme Christian Bach	Beton / Bauchemie Prof. Dr. Pietro Lura	Kommunikation Dr. Michael Hagmann
Materials for Renewable Energy Prof. Dr. Andreas Züttel (Antenne Sion)	Building Energy Materials and Components Dr. Matthias Koebel	Personal André Schmid
Technologie und Gesellschaft Dr. Patrick Wäger	Advanced Fibers Prof. Dr. Manfred Heuberger	Wissens- und Technologietransfer / Recht Marlen Müller
Akustik / Lärminderung Kurt Eggenschwiler		Immobilienmanagement Hannes Pichler

Energiebilanz

Well-to-wheel Bilanz für industrielle ArA

- Analyse des Energiepfades auf Basis von Messungen, Herstellerangaben und u
- Messungen an Elektrolyseur, Verdichter, Vorkühlsystem und Brennstoffzellenli



Jahresrechnung 2018

nlage

nd Literatur (well-to-wheel)
enfahrzeug im Realbetrieb



Die Jahresrechnung der Empa wird, wie bei allen Institutionen des ETH-Bereichs, seit dem 1. Januar 2015 in Orientierung an IPSAS (International Public Sector Accounting Standards) erstellt. Ziel dieses internationalen Rechnungslegungsstandards ist es, Transparenz, Vergleichbarkeit und Qualität der finanziellen Berichterstattung gegenüber der Öffentlichkeit und den Geldgebern zu verbessern.

74

Finanzen

76

Erfolgsrechnung

78

Bilanz

80

Eigenkapitalnachweis

84

Geldflussrechnung

86

Anhang

137

Bericht der Revisionsstelle

Vorwort zum Finanzbericht

2018 stellte ein hochkarätiges internationales Expertengremium im Rahmen einer periodischen Evaluation der Empa ein ausgezeichnetes Zeugnis aus. Der Expertenbericht untermauert die hervorragende Reputation der Empa und bekräftigt, dass die Empa getreu ihres Mottos – «Empa – The Place where Innovation Starts» – einen wesentlichen Beitrag zum Nutzen der Schweizer Wirtschaft und zum Wohle der Gesellschaft leistet. 2018 wurden wiederum mehr als 700 wissenschaftliche Publikationen mit laufend zunehmendem Impact veröffentlicht, erneut über 200 neue Verträge mit der Industrie, akademischen Partnern und der öffentlichen Hand abgeschlossen, zwei neue Spin-offs unterstützt und 14 neue Patente angemeldet. Im Weiteren zeigt eine von BiGGAR Economics durchgeführte Studie zum volkswirtschaftlichen Nutzen des ETH-Bereichs, dass die Empa mit einem Franken Grundfinanzierung aus Bundesbeiträgen national einen fünffachen ökonomischen Effekt erzielt.

Die Finanzpolitik der Empa ist auf die Zukunft ausgerichtet mit dem primären Ziel, die Kerntätigkeiten Forschung, forschungsorientierte Dienstleistungen sowie Wissens- und Technologietransfer langfristig sicherzustellen. Dieser Planungshorizont leitet sich aus der Tatsache ab, dass Ergebnisse von Forschungsprojekten nicht vorhersehbar sind. Die Schaffung einer neuen Wertschöpfungskette von den wissenschaftlichen Grundlagen bzw. der anwendungsorientierten Forschung hin zu innovativen Produkten, die sich am Markt durchsetzen und den Industriepartnern der Empa einen entsprechenden Wettbewerbsvorteil beschere, dauert in der Regel mehrere Jahre.

Die beiden primären Finanzierungsquellen für die Empa sind der Finanzierungsbeitrag des Bundes und die – in der Regel kompetitiv eingeworbenen – Drittmittel (SNF, Innosuisse, EU, Ressortforschung etc.). Drittmittel haben zwei zentrale Eigenschaften: Erstens sind sie an bestimmte Forschungsprojekte gebunden, und zweitens sind sie nicht kostendeckend. Das bedeutet, dass zur Bearbeitung derart finanzierter Forschungsprojekte zusätzlich Erstmittel (Finanzierungsbeitrag des Bundes) aufgewendet werden müssen. Aufgrund des relativ konstanten Finanzierungsbeitrags des Bundes ist damit die Einwerbung von Drittmitteln limitiert. Das über die gesamte Empa betrachtete Verhältnis von Erstmitteln zu Drittmitteln sollte daher das Verhältnis von 60:40 nicht überschreiten. Eine

darüber hinaus gehende Drittmittelinwerbung würde noch weitere Mittel aus dem ordentlichen Finanzierungsbeitrag binden, was wiederum die Forschungsfreiheit und die damit verbundene Innovationsleistung der Empa beeinträchtigen würde. Der teilweise geäusserten Forderung nach einer weiteren markanten Steigerung der Drittmittel steht damit die quasi natürliche Grenze des Finanzierungsbeitrags des Bundes entgegen.

Die kommenden Jahre bringen für die Empa eine Reihe von Herausforderungen. Es steht die wichtige Frage im Raum, wie sich die Schweiz bzw. Schweizer Forschende künftig an europäischen Projekten beteiligen können bzw. welche Mittel auf europäischer Ebene eingeworben werden können. Aber auch nationale Entwicklungen und politischen Entscheide haben einen Einfluss auf die Erbringung von Forschungsleistungen. Für die langfristige Planung ist daher eine stabile Grundfinanzierung, die von den Institutionen autonom und selbstständig verwaltet werden kann, von zentraler Bedeutung. Dies ermöglicht u. a. die Bildung von Reserven, welche für grosse strategische Vorhaben über einen längeren Zeitraum geäufnet werden können.

Erfolgsrechnung

TCHF	Anhang	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Operatives Ergebnis					
Finanzierungsbeitrag des Bundes		101 000	111 530	-10 530	-9%
Beitrag an Unterbringung		16 277	15 977	300	2%
Trägerfinanzierung	5	117 277	127 507	-10 230	-8%
Schuldener und andere Benutzungsgebühren	6	201	814	-613	-75%
Schweizerischer Nationalfonds (SNF)		8 185	8 633	-448	-5%
Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse)*		10 321	12 249	-1 928	-16%
Forschung Bund (Ressortforschung)		8 655	13 230	-4 575	-35%
EU-Forschungsrahmenprogramme (FRP)		7 322	6 037	1 285	21%
Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft)		15 840	15 772	68	0%
Übrige projektorientierte Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internationale Organisationen)		2 169	1 042	1 127	108%
Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen	7	52 492	56 963	-4 471	-8%
Schenkungen und Legate	8	55	763	-708	-93%
Übrige Erträge	9	7 610	6 460	1 150	18%
Operativer Ertrag		177 635	192 507	-14 871	-8%
Personalaufwand	10, 25	119 429	115 917	3 512	3%
Sachaufwand	11	46 343	45 162	1 181	3%
Abschreibungen	18	11 661	10 780	880	8%
Transferaufwand	12	160	1 251	-1 091	-87%
Operativer Aufwand		177 592	173 111	4 482	3%
Operatives Ergebnis		43	19 396	-19 353	-100%
Finanzergebnis	13	-47	285	-331	-116%
Jahresergebnis		-4	19 680	-19 684	-100%

* Am 1. Januar 2018 übernahm die Schweizerische Agentur für Innovationsförderung Innosuisse die Funktion der Kommission für Technologie und Innovation (KTI).

Die Empa weist für das Jahr 2018 einen geringfügigen Jahresverlust von 4000 Franken aus (−19.7 Mio. im Vergleich zum Vorjahr). Die Veränderung ist hauptsächlich auf die um 10.2 Mio. tiefere Trägerfinanzierung für 2018 zurückzuführen. Der Rückgang in der Trägerfinanzierung hängt im Wesentlichen damit zusammen, dass in 2017 die Empa, in der Rolle als Leading House, 6.3 Mio. zweckgebundene Mittel für die Strategic Focus Area Advanced Manufacturing erhalten hat. Die anteilige Weiterleitung dieser Mittel an die beteiligten Projektpartner im ETH-Bereich konnte erst in 2018 in der Höhe von 2.8 Mio. vorgenommen werden.

Im Jahresergebnis enthalten sind unter anderem Entlastungseffekte von 12.6 Mio. Franken (VJ: 13.3 Mio.) für die Übertragung der Investitionen in die Bilanz. Die Nettovorsorgeverpflichtung (IPSAS 39) hat die Erfolgsrechnung erneut zusätzlich mit 5.4 Mio. belastet (VJ: 5.1 Mio.), siehe Anhang 25 Nettovorsorgeverpflichtung.

Zweit- und Drittmittel haben keinen wesentlichen Einfluss auf das Jahresergebnis. Die Erträge werden in der Höhe der aufgelaufenen Projektkosten realisiert. Die Differenz zwischen den zugeflossenen (operativer Ertrag) und den effektiv verwendeten Mitteln (operativer Aufwand) wird über die Buchung der erfolgswirksamen Bestandsveränderung in der Höhe von +3.3 Mio. als Ertragskorrektur (VJ: +3.5 Mio.) für noch zu leistende Projektarbeiten neutralisiert.

Der operative Ertrag ist mit 177.6 Mio. deutlich tiefer als im Vorjahr (VJ: 192.5 Mio.). Die Erträge aus Forschungsbeiträgen und wissenschaftlichen Dienstleistungen sind projektbedingt um 4.5 Mio. Franken tiefer als im Vorjahr. Die Reduktion der ausgewiesenen Erträge aus Forschungsbeiträgen ist hauptsächlich auf das Projekt NEST zurückzuführen, da nur noch einzelne Units der 1. Phase nicht abgeschlossen sind. Der Anteil der Trägerfinanzierung (Finanzierungsbeitrag des Bundes inkl. Beitrag an die Unterbringung) beträgt 66% (VJ: 66.2%) des operativen Ertrags. Der Ertrag aus Forschungsbeiträgen und -aufträgen beläuft sich auf 52.5 Mio. (VJ: 57 Mio.) nach Bestandsveränderung. Darin enthalten sind wissenschaftliche Dienstleistungen von rund 9.5 Mio. (VJ: 10 Mio.).

Auf die übrigen Erträge entfallen die restlichen 7.6 Mio. (VJ: 6.5 Mio.).

Der operative Aufwand hat um 4.5 Mio. auf 177.6 Mio. um 3% zugenommen. Der Hauptanteil des operativen Aufwands entfällt auf den Personalaufwand mit 119.4 Mio. (VJ: 115.9 Mio.) bzw. 67.2% des operativen Aufwands. Im Sachaufwand von 46.3 Mio. (VJ: 45.2 Mio.) ist auch der Raumaufwand für die durch die Empa genutzten Immobilien im Eigentum des Bundes (16.3 Mio.) enthalten. Das Total der Abschreibungen von 11.7 Mio. hat sich gegenüber dem Vorjahr um 0.9 Mio. erhöht, was unter anderem auf die Fertigstellung und Aktivierung weiterer NEST Units zurückzuführen ist.

Das Finanzergebnis ist aufgrund der Wechselkurseinflüsse und der tiefen Zinsen negativ (VJ: 0.3 Mio.).

Bilanz

TCHF	Anhang	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Umlaufvermögen					
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	14	96 028	93 197	2 831	3%
Kurzfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	15	35 094	33 768	1 327	4%
Kurzfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	15	3 396	3 705	-308	-8%
Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen	19	40 387	40 179	208	1%
Vorräte	16	-	-	-	0%
Aktive Rechnungsabgrenzungen	17	754	1 167	-413	-35%
Total Umlaufvermögen		175 660	172 016	3 644	2%
Anlagevermögen					
Sachanlagen	18	60 959	60 160	798	1%
Immaterielle Anlagen	18	127	297	-170	-57%
Langfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	15	26 472	33 364	-6 892	-21%
Langfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	15	-	-	-	0%
Langfristige Finanzanlagen und Darlehen	19	318	677	-359	-53%
Kofinanzierungen	20	7 062	6 782	281	4%
Total Anlagevermögen		94 938	101 280	-6 342	-6%
Total Aktiven		270 599	273 296	-2 697	-1%

Die Bilanz vermittelt einen Überblick über die Vermögens- und Kapitalstruktur der Empa. Die Struktur der Passiven kennt als Besonderheit nebst Fremd- und Eigenkapital zusätzlich das zweckgebundene Kapital im Fremd- und Eigenkapital.

Die Leistungsverpflichtungen der Empa für Forschungsprojekte werden als zweckgebundene Drittmittel im langfristigen Fremdkapital aufgeführt. Diese Verpflichtungen haben

um 7.6 Mio. abgenommen und belaufen sich auf 68.1 Mio. (VJ: 75.6 Mio.). Die Durchführung der Forschungsvorhaben erfolgt üblicherweise in einem Zeitraum von 2–5 Jahren.

Die flüssigen Mittel und kurzfristigen Geldanlagen haben sich um 2.8 Mio. auf 96 Mio. erhöht.

TCHF	Anhang	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Fremdkapital					
Laufende Verbindlichkeiten	21	5 217	4 571	647	14%
Kurzfristige Finanzverbindlichkeiten	22	–	–	–	0%
Passive Rechnungsabgrenzungen	23	4 885	5 997	–1 112	–19%
Kurzfristige Rückstellungen	24	6 488	6 194	294	5%
Kurzfristiges Fremdkapital		16 589	16 761	–172	–1%
Zweckgebundene Drittmittel	26	68 054	75 613	–7 559	–10%
Langfristige Finanzverbindlichkeiten	22	–	–	–	0%
Nettovorsorgeverpflichtungen	25	143 328	120 593	22 735	19%
Langfristige Rückstellungen	24	4 575	4 587	–12	0%
Langfristiges Fremdkapital		215 957	200 793	15 164	8%
Total Fremdkapital		232 546	217 554	14 992	7%
Eigenkapital					
Bewertungsreserven		–91 537	–73 852	–17 685	24%
Zweckgebundene Reserven		36 171	39 398	–3 227	–8%
Freie Reserven		85 749	78 008	7 740	10%
Kofinanzierungen	20	7 062	6 782	281	4%
Bilanzüberschuss (+)/–fehlbetrag (–)		608	5 406	–4 797	–89%
Total Eigenkapital		38 053	55 742	–17 689	–32%
Total Passiven		270 599	273 296	–2 697	–1%

Die Nettovorsorgeverpflichtungen von 143.3 Mio. sind hauptsächlich aufgrund der negativen Performance aus dem Vorsorgevermögen und des etwas höheren Versichertenbestandes gestiegen.

Die Einflüsse aus geänderten Annahmen für die Berechnung der Vorsorgeleistungen werden gemäss IPSAS 39 nicht über die Erfolgsrechnung, sondern direkt im Eigenkapital verbucht. Die Bewertungsreserven nach IPSAS 39 sind deshalb um 17.3 Mio. auf 91.2 Mio. erhöht worden.

Eigenkapitalnachweis

TCHF	Bewertungs- reserven	Schenkungen und Legate
2018		
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	-	-
Stand per 01.01.2018	-73 852	1 057
Jahresergebnis		
Direkt im Eigenkapital erfasste Positionen:		
Neubewertung Finanzanlagen	-359	
Neubewertung Nettovorsorgeverpflichtungen	-17 326	
Total direkt im Eigenkapital erfasste Positionen	-17 685	
Gewinnabführung/Verlustausgleich einfache Gesellschaften		
Zunahme (+)/Abnahme (-) der Reserven		-67
Währungsdifferenzen im Eigenkapital		
Total Veränderungen	-17 685	-67
Stand per 31.12.2018	-91 537	990

Das Eigenkapital hat sich um 17.7 Mio. auf 38.1 Mio. verringert. Massgebend für die Reduktion war die Erhöhung der Bewertungsreserve für die Nettovorsorgeverpflichtung um 17.3 Mio.

Das Jahresergebnis ist mit -4 000 Franken um 19.7 Mio. tiefer als im Vorjahr.

Der im Eigenkapital erfasste Neubewertungsverlust der Nettovorsorgeverpflichtung beträgt 2018 17.3 Mio. (2017: Neubewertungsgewinn von 38.5 Mio.). Die versicherungsmathematischen Verluste basieren auf geänderten Annahmen für die Berechnung der Nettovorsorgeverpflichtung gemäss IPSAS 39. Dabei war ein wesentlicher Einfluss die tiefere Verzinsung der Altersguthaben (s. Anhang 25).

Die zweckgebundenen Reserven beinhalten Mittel für interne finanzielle Zusagen für die Unterstützung von Forschungsprojekten wie Advanced Manufacturing (SFA, Standortförderungen Thun), das Projekt NEST oder die Finanzierungszusagen für das Labor in Sion. Davon verwendet wurden in 2018 3.2 Mio. Die freien Reserven werden geäufnet, um wichtige, geplante grössere Projekte (wie z. B. Neubau Labor-

gebäude, Sanierung bestehendes Laborgebäude und Erweiterung RTTPs) zu finanzieren. Ebenfalls in den freien Reserven enthalten sind die Restsaldi aus abgeschlossenen Projekten, die die Abteilungsleitenden und Direktion zur Unterstützung der Lehre und Forschung und zur Abdeckung von Verlusten (z. B. kurzfristige Ertragsausfälle, Währungsverluste) verwenden können. Eine zeitlich bezogene oder zielorientierte Zweckgebundenheit besteht jedoch nicht. Die freien Reserven der Abteilungen ermöglichen den Forschenden, auch Projekte zu initiieren, für welche aufgrund des frühen Stadiums noch keine externe Projektfinanzierung möglich ist (curiosity driven research). Dies ist ein wesentliches Element der Forschungsfreiheit und ein massgebliches Instrument für Innovationen.

Der Bilanzüberschuss von 0.6 Mio. per 31. Dezember 2018 stellt die Residualgrösse des gesamten Eigenkapitals abzüglich der separat ausgewiesenen Reservepositionen dar. Er zeigt den Stand der kumulierten Ergebnisse am Bilanzstichtag und beinhaltet die Anpassung infolge der Anwendung von IPSAS 39, des Ergebnisvortrags, des Jahresergebnisses sowie der Zu- oder Abnahme der Reserven. Die Verbuchung der Ergebnis-

Reserve Lehre und Forschung	Reserve Infrastruktur und Verwaltung	Zweckgebundene Reserven	Freie Reserven	Kofinanzierung	Bilanz- überschuss (+)/ -fehlbetrag (-)	Total Eigenkapital
-	-	-	-	-	-	-
38 341	-	39 398	78 008	6 782	5 406	55 742
					-4	-4
						-359
						-17 326
						-17 685
					-	-
-3 160	-	-3 227	7 740	281	-4 794	-
					-	-
-3 160	-	-3 227	7 740	281	-4 797	-17 689
35 181	-	36 171	85 749	7 062	608	38 053

verwendung innerhalb des Rechnungsjahres, de facto zum Zeitpunkt des Jahresabschlusses, ist ein buchhalterisches Spezifikum, das beim ETH-Bereich zur Anwendung kommt.

Die Empa hat im Berichts- und im Vorjahr keine Absicherungsgeschäfte getätigt, weshalb kein Hedge Accounting angewendet wird.

TCHF	Bewertungs- reserven	Schenkungen und Legate
2017		
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	-	-
Stand per 01.01.2017	-112 271	398
Jahresergebnis		
Direkt im Eigenkapital erfasste Positionen:		
Neubewertung Finanzanlagen	-95	
Neubewertung Nettovorsorgeverpflichtungen	38 514	
Total direkt im Eigenkapital erfasste Positionen	38 419	
Direkt im Eigenkapital erfasste Veränderungen der Beteiligungen an assoziierten Einheiten		
Gewinnabführung/Verlustausgleich einfache Gesellschaften		
Zunahme (+)/Abnahme (-) der Reserven	-	659
Währungsdifferenzen im Eigenkapital		
Total Veränderungen	38 419	659
Stand per 31.12.2017	-73 852	1 057

Reserve Lehre und Forschung	Reserve Infrastruktur und Verwaltung	Zweckgebundene Reserven	Freie Reserven	Kofinanzierung	Bilanz- überschuss (+)/ -fehlbetrag (-)	Total Eigenkapital
-	-	-	-	-	10 695	10 695
19 136	1 200	20 734	74 535	6 246	8 398	-2 358
					19 680	19 680
						-95
						38 514
						38 419
					-	-
					-	-
19 205	-1 200	18 664	3 473	536	-22 673	-
					-	-
19 205	-1 200	18 664	3 473	536	-2 992	58 099
38 341	-	39 398	78 008	6 782	5 406	55 742

Geldflussrechnung

TCHF	Anhang	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Geldfluss aus operativer Tätigkeit					
Jahresergebnis		-4	19 680	-19 684	-100%
Abschreibungen	18	11 661	10 780	880	8%
Finanzergebnis nicht geldwirksam		-	-	-	0%
Veränderung des Nettoumlaufvermögens		-1 071	-3 110	2 039	-66%
Veränderung der Nettovorsorgeverpflichtung	25	5 409	5 133	276	5%
Veränderung der Rückstellungen	24	282	64	218	343%
Veränderung der langfristigen Forderungen	15	6 892	-12 707	19 599	-154%
Veränderung der zweckgebundenen Drittmittel	26	-7 559	12 137	-19 696	-162%
Umgliederungen und sonstiger nicht liquiditätswirksamer Erfolg		-	5 000	-5 000	-100%
Geldfluss aus operativer Tätigkeit		15 609	36 977	-21 368	-58%
Geldfluss aus Investitionstätigkeit					
Investitionen					
Zugänge von Sachanlagen	18	-12 135	-12 649	514	-4%
Zugänge von immateriellen Anlagen	18	-	-	-	0%
Zugänge Kofinanzierung	20	-487	-727	240	-33%
Zugänge Darlehen	19	-58	-	-58	0%
Zugänge kurz- und langfristige Finanzanlagen	19	-150	-	-150	0%
Total Investitionen		-12 830	-13 375	546	-4%

TCHF	Anhang	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Desinvestitionen					
Abgänge von Sachanlagen	18	52	76	-24	-31%
Abgänge von immateriellen Anlagen	18	-	-	-	0%
Abgänge Kofinanzierung	20	-	-	-	0%
Abgänge Darlehen	19	-	-	-	0%
Abgänge kurz- und langfristige Finanzanlagen	19	-	-	-	0%
Total Desinvestitionen		52	76	-24	-31%
Erhaltene Dividendenzahlungen von assoziierten Einheiten und Joint Ventures		-	-	-	0%
Geldfluss aus Investitionstätigkeit		-12 778	-13 299	522	-4%
Geldfluss aus Finanzierungstätigkeit					
Aufnahme von kurzfristigen und langfristigen Finanzverbindlichkeiten	22	-	-	-	0%
Rückzahlung von kurzfristigen und langfristigen Finanzverbindlichkeiten	22	-	-	-	0%
Geldfluss aus Finanzierungstätigkeit		-	-	-	0%
Total Geldfluss		2 831	23 677	-20 846	-88%
Anpassungen aus Restatement per 01.01.		-	-	-	0%
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen Anfang Periode	14	93 197	69 520	23 677	34%
Total Geldfluss		2 831	23 677		
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen Ende Periode	14	96 028	93 197	2 831	3%
Davon Währungsdifferenzen auf flüssigen Mitteln und kurzfristigen Geldanlagen		-	-	-	0%
Im Geldfluss aus operativer Tätigkeit enthalten sind:					
Erhaltene Dividenden		-	-	-	0%
Erhaltene Zinsen		13	-	13	0%
Bezahlte Zinsen		-	-	-	0%

Anhang der Jahresrechnung

1 Geschäftstätigkeit

Die Empa betreibt Material- und Technologieforschung; sie erarbeitet interdisziplinär Lösungen für die vorrangigen Herausforderungen der Industrie und schafft die wissenschaftlichen Grundlagen für eine nachhaltige Gesellschaftsentwicklung. Gemeinsam mit Industriepartnern entwickelt die Empa Forschungsergebnisse zu marktfähigen Innovationen. Dadurch trägt die Empa massgeblich dazu bei, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft zu stärken. Die Empa ist eine öffentlich-rechtliche Anstalt des Bundes mit eigener Rechtspersönlichkeit. Als Institution des ETH-Bereichs ist die Empa in all ihren Tätigkeiten der Exzellenz verpflichtet.

2 Grundlagen der Rechnungslegung

Bei diesem Abschluss handelt es sich um einen Einzelabschluss mit der Berichtsperiode vom 1. Januar 2018 bis 31. Dezember 2018. Bilanzstichtag ist der 31. Dezember 2018. Die Berichterstattung erfolgt in Schweizer Franken (CHF). Alle Zahlen werden, sofern nicht anders aufgeführt, in Millionen Franken (Mio. CHF) dargestellt.

Rechtsgrundlagen

Die Rechnungslegung des ETH-Bereichs stützt sich auf folgende Rechtsgrundlagen (inkl. Weisungen und Reglemente):

- Bundesgesetz vom 04.10.1991 über die Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH-Gesetz; SR 414.110)
- Verordnung vom 19.11.2003 über den Bereich der Eidgenössischen Technischen Hochschulen (Verordnung ETH-Bereich; SR 414.110.3)
- Verordnung vom 05.12.2014 über das Finanz- und Rechnungswesen des ETH-Bereichs (SR 414.123)
- Rechnungslegungshandbuch für den ETH-Bereich (Version 6.3)

Rechnungslegungsstandard

Die Jahresrechnung der Empa wurde in Übereinstimmung mit den International Public Sector Accounting Standards (IPSAS) erstellt. Die zugrundeliegenden Rechnungslegungsvorschriften sind in der Weisung Rechnungslegungshandbuch für den

ETH-Bereich festgelegt (Art. 34 Weisungen, Verordnung über das Finanz- und Rechnungswesen des ETH-Bereichs, SR 414.123).

Veröffentlichte, aber noch nicht angewendete IPSAS

Bis zum Bilanzstichtag wurden nachfolgende IPSAS veröffentlicht.

Standard	Titel	Inkraftsetzung
IPSAS 40	Zusammenschlüsse im öffentlichen Sektor	01.01.2019
IPSAS 41	Finanzinstrumente: Ansatz und Bewertung (ersetzt IPSAS 29)	01.01.2022
IPSAS 42	Sozialleistungen	01.01.2022
Diverse	Verbesserungen an den IPSAS, 2018	diverse, ab 01.01.2019

Die vorgängig aufgeführten Standards und Verbesserungen an den IPSAS werden in der vorliegenden Jahresrechnung nicht frühzeitig angewendet. Die Empa analysiert die Auswirkungen auf ihre Berichterstattung systematisch. Zum heutigen Zeitpunkt werden keine wesentlichen Auswirkungen auf die konsolidierte Jahresrechnung erwartet. Es gibt keine weiteren Änderungen oder Interpretationen, die noch nicht verpflichtend anzuwenden sind und die eine wesentliche Auswirkung auf den ETH-Bereich hätten.

3 Grundsätze der Bilanzierung und Bewertung

Die Bilanzierungs- und Bewertungsgrundsätze leiten sich aus den Grundlagen der Rechnungslegung ab. Die Jahresrechnung vermittelt ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage der Empa («True and Fair View»).

Der Abschluss basiert auf historischen Anschaffungswerten. Ausnahmen von dieser Regel sind in den nachfolgenden Rechnungslegungsgrundsätzen beschrieben.

Währungsumrechnung

Transaktionen in einer von der funktionalen Währung abweichenden Fremdwährung werden mit dem zum Transaktionszeitpunkt gültigen Kurs umgerechnet.

Am Bilanzstichtag werden monetäre Positionen in Fremdwährungen zum Stichtagskurs und nicht monetäre Positionen mit dem Kurs vom Tag der Transaktion umgerechnet. Daraus resultierende Währungsumrechnungsdifferenzen werden im Finanzertrag bzw. -aufwand erfasst.

Aktiven und Passiven von beherrschten Einheiten mit einer abweichenden funktionalen Währung werden zum Stichtagskurs, Erfolgsrechnung und Geldflussrechnung zum Durchschnittskurs umgerechnet. Umrechnungsdifferenzen aus der Umrechnung der Nettovermögenswerte und Erfolgsrechnungen werden im Eigenkapital erfasst.

Die wichtigsten Währungen und deren Umrechnungskurse sind:

Fremdwährungskurse

Währung	Einheit	Stichtagskurs per 31.12.		Durchschnittskurs	
		2018	2017	2018	2017
EUR	1	1.1265	1.1701	1.1549	1.1116
USD	1	0.9855	0.9743	0.9780	0.9846
GBP	1	1.2523	1.3168	1.3055	1.2681
JPY	1 000	8.9600	8.6460	8.8500	8.7780
SGD	1	0.7205	0.7289	0.7250	0.7130

Erfassung von Erträgen

Jeder Mittelzufluss einer Einheit wird dahingehend beurteilt, ob es sich um eine Transaktion mit zurechenbarer Gegenleistung (IPSAS 9) oder um eine Transaktion ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) handelt. Liegt eine zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 9) vor, wird der Ertrag grundsätzlich zum Zeitpunkt der Lieferung und Leistung verbucht. Bei Projektverträgen wird die noch nicht erbrachte Leistungsverpflichtung dem Fremdkapital zugeordnet. Der Ertrag wird aufgrund des Projektfortschritts, gestützt auf die in der Berichtsperiode an-

gefallenen Kosten, abgerechnet und ausgewiesen. Im Falle einer Transaktion ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) ist zu unterscheiden, ob eine Leistungs- oder Rückzahlungsverpflichtung vorhanden ist oder nicht. Liegt eine solche Verpflichtung vor, wird der entsprechende Betrag bei Vertragsabschluss als Fremdkapital verbucht und gemäss Projektfortschritt auf Basis der verbrauchten Ressourcen ertragswirksam aufgelöst.

Liegt weder eine entsprechende Gegenleistung noch eine Leistungs- oder Rückzahlungsverpflichtung gemäss IPSAS 23 vor, wie dies in der Regel bei Zuwendungen der Fall ist, wird der Ertrag im Berichtsjahr vollumfänglich erfolgswirksam verbucht und das Nettovermögen bzw. Eigenkapital einer Einheit entsprechend erhöht.

Die Erträge werden wie folgt strukturiert:

Trägerfinanzierung

Die vom Bund bzw. Parlament gesprochenen Beiträge an den ETH-Bereich umfassen den Finanzierungsbeitrag des Bundes (i. e. S.) und den Unterbringungsbeitrag des Bundes. Beide Ertragsarten werden als Transaktion ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) qualifiziert.

Die Beiträge des Bundes werden im Jahr der Entrichtung erfasst. Nicht verwendete Mittel des Finanzierungsbeitrags des Bundes führen zu Reserven im Eigenkapital.

Der Unterbringungsbeitrag entspricht dem Unterbringungsaufwand, dessen Höhe einer kalkulatorischen Miete für die von der EMPA genutzten Gebäude im Eigentum des Bundes entspricht. Der Unterbringungsaufwand wird als Teil des Sachaufwands ausgewiesen.

Schulden und andere Benutzungsgebühren

Erträge aus Schulgeldern und anderen Benutzungsgebühren werden als Transaktionen mit zurechenbarer Gegenleistung (IPSAS 9) qualifiziert. Grundsätzlich werden die Erträge zum Zeitpunkt der Lieferung oder Leistungserbringung verbucht und abgezogen.

Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen

Der EMPA fliessen von verschiedenen Geldgebern projektbezogene Beiträge zu, mit dem Ziel, die Lehre und Forschung zu fördern. Bei Projektfinanzierungen handelt es sich überwiegend um mehrjährige Vorhaben. Je nach Charaktereigenschaft der Beiträge werden diese als Transaktion mit oder ohne zurechenbare Gegenleistung klassifiziert.

Schenkungen und Legate

Erträge aus Schenkungen und Legaten werden als Transaktionen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) qualifiziert. Solche Zuwendungen ohne bedingtes Rückzahlungsrisiko werden in der Regel bei Vertragsunterzeichnung in vollem Umfang als Ertrag erfasst.

Zu den Schenkungen gehören auch die In-kind-Leistungen, die wie folgt unterschieden werden:

- *Naturalleistungen* (Goods In-kind) werden zum Zeitpunkt der Vertragsunterzeichnung erfasst und gemäss den geltenden Vorschriften aktiviert.
- *Erhaltene Nutzungsrechte von Vermögenswerten* (Donated Rights) im Sinne eines operativen Leasings werden als Aufwand und Ertrag verbucht. Die erhaltenen Nutzungsrechte im Sinne eines Finanzierungsleasings werden bei Vertragsabschluss zum Verkehrswert (Fair Value) bewertet, sofern bekannt, und über die Nutzungsdauer abgeschrieben. Wenn eine Leistungsverpflichtung vorliegt, wird diese passiviert und der Ertrag jährlich gemäss den erhaltenen Leistungen realisiert. Liegt keine Leistungsverpflichtung vor, wird der Ertrag bei Aktivierung des Anlageguts im Ganzen realisiert.
- *Erhaltene Sach- und Dienstleistungen* (Services In-kind) werden nicht verbucht, sondern – falls wesentlich – im Anhang ausgewiesen und kommentiert.

Aufgrund der hohen Anzahl und der Schwierigkeit der Erhebung, der Separierbarkeit und der Bewertung wird von einer Erfassung von Nutzungsrechten sowie Sach- und Dienstleistungen im Rahmen von Forschungsverträgen abgesehen. Es

erfolgt lediglich eine allgemeine Beschreibung der Forschungsaktivität im Anhang.

Übrige Erträge

Als übrige Erträge gelten unter anderem übrige Dienstleistungserträge sowie Liegenschaftserträge. Diese Erträge werden als Transaktionen mit zurechenbarer Gegenleistung (IPSAS 9) klassifiziert. Grundsätzlich werden die Erträge zum Zeitpunkt der Lieferung oder Leistungserbringung verbucht und abgegrenzt.

Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen

Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen umfassen Kassenbestände, Sichtguthaben und Terminanlagen bei Finanzinstituten sowie Gelder, die beim Bund angelegt sind, wenn die Gesamtlaufzeit oder Restlaufzeit beim Erwerbszeitpunkt unter 90 Tagen liegt. Die Bewertung der flüssigen Mittel und kurzfristigen Geldanlagen erfolgt zum Nominalwert.

Forderungen

Forderungen aus Transaktionen mit zurechenbarer Gegenleistung (aus Lieferungen und Leistungen) und ohne zurechenbare Gegenleistung werden in der Bilanz separat ausgewiesen.

Bei Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23), wie bei SNF- und EU-Projekten sowie von anderen Geldgebern, ist die Wahrscheinlichkeit eines Mittelzuflusses in Bezug auf das gesamte vertraglich vereinbarte Projektvolumen gegeben. Aus diesem Grund wird in der Regel die gesamte Projektsumme als Forderung zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses verbucht, sofern der Verkehrswert verlässlich ermittelt werden kann. Wenn die Erfassungskriterien nicht erfüllt werden können, werden Angaben unter den Eventualforderungen gemacht.

Langfristige Forderungen über 10 Mio. CHF werden zu fortgeführten Anschaffungskosten unter Verwendung der Effektivzinsmethode bilanziert. Kurzfristige Forderungen werden zu Anschaffungskosten bilanziert.

Auf Forderungen werden, basierend auf Erfahrungswerten und Einzelfallbeurteilungen, Wertberichtigungen vorgenommen.

Sachanlagen

Sachanlagen werden zu Anschaffungs- oder Herstellungskosten abzüglich kumulierter Abschreibungen bilanziert. Abschrei-

bungen werden linear nach Massgabe der geschätzten Nutzungsdauer vorgenommen. Die geschätzten Nutzungsdauern betragen:

Nutzungsdauer der Anlageklassen

Anlageklasse	Nutzungsdauer Forschungsanstalten
Immobilies Anlagevermögen	
Grundstücke	unbeschränkt
Mieterausbauten <= 1 Mio. CHF	10 Jahre
Mieterausbauten > 1 Mio. CHF	gemäss Komponenten ¹
Gebäude und Bauten	gemäss Komponenten ²
Biotope und Geotope	unbeschränkt
Mobilies Anlagevermögen	
Maschinen, Apparate, Werkzeuge, Geräte	5–10 Jahre
Personen-, Liefer-, Lastwagen, Luftfahrzeuge, Schiffe, etc.	4–7 Jahre
Mobiliar	5–10 Jahre
Informatik und Kommunikation	3–7 Jahre
Technische Betriebseinrichtungen (Grossforschungsanlagen)	10–40 Jahre

¹ Bei Sachanlagen mit einem Gesamtwert ab 1 Mio. CHF wird geprüft, ob Bestandteile (mit einem im Verhältnis zum Gesamtwert bedeutenden Wert) aufgrund einer anderen Lebensdauer separat aktiviert und beschrieben werden müssen (Komponentenansatz).

² Die Nutzungsdauer ist abhängig von der Gebäudeart, dem Verwendungszweck und der Bausubstanz (20–100 Jahre). Anlagen im Bau werden nicht beschrieben.

Aktiviert Mieterausbauten und Installationen in gemieteten Räumlichkeiten werden über die geschätzte wirtschaftliche Nutzungsdauer oder die kürzere Mietvertragsdauer abgeschrieben.

Bei Zugängen von Sachanlagen wird geprüft, ob Bestandteile mit einem im Verhältnis zum Gesamtwert bedeutenden Wert aufgrund einer anderen Lebensdauer separat aktiviert und beschrieben werden müssen (Komponentenansatz).

Investitionen, die einen mehrjährigen zukünftigen wirtschaftlichen oder öffentlichen Nutzen generieren sowie deren Wert verlässlich bestimmbar ist, werden aktiviert und über die

geschätzte wirtschaftliche Nutzungsdauer abgeschrieben.

Der Restwert verschrotteter oder verkaufter Sachanlagen wird aus der Bilanz ausgebucht. Der Abgangszeitpunkt entspricht dem Zeitpunkt des physischen Anlageabgangs. Die aus der Ausbuchung einer Sachanlage resultierenden Gewinne oder Verluste werden als betrieblicher Ertrag oder betrieblicher Aufwand erfasst.

Mobile Kulturgüter und Kunstgegenstände werden nicht aktiviert. Es wird ein Sachinventar über diese Gegenstände geführt.

Immaterielle Anlagen

Immaterielle Vermögenswerte werden zu Anschaffungs- oder Herstellungskosten erfasst. Handelt es sich um Standard-Software, erfolgt die Abschreibung erfolgswirksam linear über drei Jahre. Andere immaterielle Vermögenswerte werden mit einer individuell zu bestimmenden Abschreibungsdauer über den Zeitraum der geschätzten Nutzungsdauer linear abgeschrieben.

Wertminderungen (Sachanlagen und immaterielle Anlagen)

Bei den Sachanlagen und den immateriellen Anlagen wird jährlich überprüft, ob Anzeichen einer Wertminderung vorliegen. Liegen konkrete Anzeichen vor, wird eine Werthaltigkeitsprüfung durchgeführt. Übersteigt der Buchwert dauerhaft den Nutzungswert oder den Nettoveräusserungserlös, wird eine Wertminderung in Höhe der Differenz erfolgswirksam erfasst. Besteht der Hauptzweck einer Anlage in der Erzielung einer wirtschaftlichen Rendite, erfolgt die Wertberichtigungsberechnung anhand IPSAS 26 (Wertminderung zahlungsmittelgenerierender Vermögenswerte). Für alle anderen Anlagen wird eine allfällige Wertminderung gemäss den Vorgaben von IPSAS 21 (Wertminderung nicht zahlungsmittelgenerierender Vermögenswerte) berechnet. Hauptkriterien zur Beurteilung sind die ursprünglichen Motive der jeweiligen Investitionen und die Wesentlichkeit der geplanten Geldrückflüsse.

Leasing

Leasingverträge für Liegenschaften, Einrichtungen, übrige Sachanlagen und Fahrzeuge, bei denen die Empa im Wesentlichen alle mit dem Eigentum verbundenen Risiken und Chancen übernimmt, werden als Finanzierungsleasing behandelt. Zu Beginn des Leasingvertrags werden das Aktivum und die Verbindlichkeit aus einem Finanzierungsleasing zum Verkehrswert des Leasingobjekts oder zum tieferen Barwert der Mindestleasingzahlungen erfasst. Jede Leasingzahlung wird in Amortisation und Zinsaufwand aufgeteilt. Der Amortisationsanteil wird von der kapitalisierten Leasingverbindlichkeit in Abzug gebracht. Die Abschreibung des Leasingguts erfolgt über die wirtschaftliche Nutzungsdauer oder, falls der Eigentumsübergang zum Ende der Leasingdauer nicht sicher ist, über die

kleinere Vertragsdauer. Die übrigen Leasingverträge, bei denen die Empa als Leasingnehmer oder -geber auftritt, werden als operatives Leasing erfasst. Sie werden nicht bilanziert, sondern periodengerecht als Aufwand in der Erfolgsrechnung erfasst.

Langfristige Mieten von Immobilien werden für Grundstücke und Gebäude getrennt beurteilt.

Finanzanlagen und Darlehen

Finanzanlagen werden zum Verkehrswert erfasst, wenn sie mit der Absicht erworben werden, kurzfristige Gewinne durch die gezielte Ausnutzung von Marktpreisfluktuationen zu erzielen, oder wenn sie als Finanzanlagen, bewertet zum Marktwert, designiert werden (z. B. Beteiligungen ohne massgeblichen Einfluss). Wertänderungen werden erfolgswirksam erfasst.

Die übrigen langfristigen Finanzanlagen, die auf unbestimmte Zeit gehalten werden und jederzeit aus Liquiditätsgründen oder als Reaktion auf veränderte Marktbedingungen verkauft werden können, werden als «zur Veräusserung verfügbar» klassifiziert und zum Verkehrswert oder zum Anschaffungswert bilanziert, wenn der Verkehrswert nicht verlässlich bestimmbar ist. Nicht realisierte Gewinne und Verluste werden erfolgsneutral im Eigenkapital erfasst und erst zum Zeitpunkt der Veräusserung der Finanzanlage oder des Eintretens einer Wertminderung (Impairment) erfolgswirksam umgebucht. Unter der Position «zur Veräusserung verfügbar» werden beispielsweise die Beteiligungen bilanziert, die nicht beherrscht oder massgeblich beeinflusst werden.

Gewährte Darlehen und Festgelder werden entweder zu fortgeführten Anschaffungskosten bilanziert (Nominalwert unter 10 Mio. sowie kurzfristige Darlehen und Festgelder über 10 Mio.) oder zu fortgeführten Anschaffungskosten unter Verwendung der Effektivzinsmethode (langfristige Darlehen und Festgelder über 10 Mio.). Die Effektivzinsmethode verteilt die Differenz zwischen Anschaffungs- und Rückzahlungswert (Agio/Disagio) anhand der Barwertmethode über die Laufzeit der entsprechenden Anlage. Wertberichtigungen werden basierend auf Einzelfallbeurteilungen vorgenommen.

Derivative Finanzinstrumente werden primär zu Absicherungszwecken oder als strategische Position eingesetzt. Die

Bewertung erfolgt ausnahmslos zu Verkehrswerten. Wertanpassungen werden in der Regel erfolgswirksam erfasst.

Als Finanzinvestition gehaltene Immobilien

Als Finanzinvestition gehaltene Immobilien werden nur separat ausgewiesen, wenn sie wesentlich sind. Ansonsten werden sie bei den Sachanlagen bilanziert und offengelegt.

Kofinanzierungen

Bei Kofinanzierungen handelt es sich um vom von der Empa akquirierte Drittmittel, mit denen Bauvorhaben in bundeseigenen Immobilien finanziert werden.

Die Bewertung von Kofinanzierungen richtet sich nach der Bewertung der ihnen zugrundeliegenden Immobilien, die der Bund zu Anschaffungs- oder Herstellungskosten abzüglich kumulierter Abschreibungen bilanziert. Der Wert der Kofinanzierungen reduziert sich aufgrund der laufenden Abschreibungen im gleichen Verhältnis wie die zugrundeliegenden Immobilien.

Die Kofinanzierungen werden sowohl in den Aktiven als auch in den Passiven (Eigenkapital) der Bilanz mit gleichen Werten ausgewiesen.

Laufende Verbindlichkeiten

Die Bilanzierung der laufenden Verbindlichkeiten erfolgt üblicherweise bei Rechnungseingang. Im Weiteren sind in dieser Position die Kontokorrente mit Dritten (u. a. mit den Sozialversicherungen) bilanziert. Die Bewertung erfolgt zum Nominalwert.

Finanzverbindlichkeiten

Die Finanzverbindlichkeiten enthalten monetäre Verbindlichkeiten, die aus Finanzierungstätigkeiten entstehen, sowie negative Wiederbeschaffungswerte aus derivativen Finanzinstrumenten. Die monetären Verbindlichkeiten sind in der Regel verzinslich. Verbindlichkeiten, die innerhalb von zwölf Monaten nach dem Bilanzstichtag zur Rückzahlung fällig werden, sind kurzfristig. Die Bewertung erfolgt grundsätzlich zu fortgeführten Anschaffungskosten. Derivative Finanzinstrumente werden zum Verkehrswert bewertet.

Rückstellungen

Rückstellungen werden gebildet, wenn ein Ereignis der Vergangenheit zu einer gegenwärtigen Verpflichtung führt, ein Mittelabfluss wahrscheinlich ist und dieser zuverlässig geschätzt werden kann.

Nettovorsorgeverpflichtungen

Die in der Bilanz ausgewiesenen Nettovorsorgeverpflichtungen werden gemäss den Methoden von IPSAS 39 bewertet. Sie entsprechen dem Barwert der leistungsorientierten Vorsorgeverpflichtungen (Defined Benefit Obligation, DBO) abzüglich des Vorsorgevermögens zu Marktwerten. Die Beschreibung des Vorsorgewerks und der Versicherten des ETH-Bereichs findet sich im Anhang 25 Nettovorsorgeverpflichtungen.

Die Vorsorgeverpflichtungen und der Dienstzeitaufwand werden jährlich durch externe Experten nach der versicherungsmathematischen Bewertungsmethode der laufenden Einmalprämien (Projected Unit Credit-Methode) ermittelt. Basis für die Berechnung sind Angaben zu den Versicherten (Lohn, Altersguthaben etc.) unter Verwendung demografischer (Pensionierung, Invalidisierung, Todesfall etc.) und finanzieller (Lohn- oder Rentenentwicklung, Verzinsung etc.) Parameter. Die berechneten Werte werden unter Verwendung eines Diskontierungszinssatzes auf den Bewertungsstichtag abgezinst. Änderungen in der Einschätzung der ökonomischen Rahmenbedingungen können wesentliche Auswirkungen auf die Vorsorgeverpflichtungen haben.

Die Vorsorgeverpflichtungen wurden basierend auf dem aktuellen Versichertenbestand des Vorsorgewerks ETH-Bereich per 31. Oktober 2018 und anhand der versicherungsmathematischen Annahmen per 31. Dezember 2018 (z. B. BVG 2015) sowie der Vorsorgepläne des Vorsorgewerks ETH-Bereich ermittelt. Die Resultate wurden unter Anwendung von pro rata geschätzten Cashflows per 31. Dezember 2018 fortgeschrieben. Die Marktwerte des Vorsorgevermögens wurden unter Einbezug der geschätzten Performance per 31. Dezember 2018 eingesetzt.

In der Erfolgsrechnung werden der laufende Dienstzeitaufwand, der nachzuverrechnende Dienstzeitaufwand aus Planänderungen, Gewinne und Verluste aus Planabgeltungen,

die Verwaltungskosten sowie die Verzinsung der Nettovorsorgeverpflichtungen im Personalaufwand dargestellt.

Planänderungen und -abgeltungen werden, soweit sie zu wohlerworbenen Rechten geführt haben, unmittelbar in derjenigen Periode erfolgswirksam erfasst, in der sie entstehen.

Versicherungsmathematische und anlageseitige Gewinne und Verluste aus leistungsorientierten Plänen werden in der Berichtsperiode, in der sie anfallen, direkt im Eigenkapital erfasst.

Zweckgebundene Drittmittel

Die Verbindlichkeiten aus zweckgebundenen Projekten, die aus Transaktionen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) entstehen, werden in der Bilanz als zweckgebundene Drittmittel ausgewiesen. Die Zuordnung erfolgt ausschliesslich im langfristigen Fremdkapital, weil es sich in der Regel um mehrjährige Projekte handelt und der kurzfristige Anteil der Verpflichtung aufgrund der Natur der Projekte mehrheitlich nicht bestimmt werden kann.

Die Bewertung erfolgt basierend auf den offenen Leistungsverpflichtungen zum Bilanzstichtag. Diese berechnen sich aus der vertraglich vereinbarten Projektsumme abzüglich der bis zum Bilanzstichtag erbrachten Leistungen.

Eigenkapital

Das Nettovermögen oder Eigenkapital ist der Residualanspruch auf Vermögenswerte einer Einheit nach Abzug all ihrer Verbindlichkeiten. Das Eigenkapital wie folgt strukturiert:

Bewertungsreserven

Erfolgsneutrale Verbuchungen:

- *Neubewertungsreserven für Finanzanlagen*, die unter die Kategorie «zur Veräusserung verfügbar» fallen und zum Verkehrswert bilanziert werden: Marktwertveränderungen werden bis zur Veräusserung der Finanzanlagen über das Eigenkapital verbucht.
- *Neubewertungsreserven aus Nettovorsorgeverpflichtungen*: Versicherungsmathematische und anlageseitige Gewinne und Verluste aus Vorsorgeverpflichtungen bzw. Planvermögen werden erfolgsneutral über das Eigenkapital verbucht.

- *Bewertungsreserven aus Absicherungsgeschäften*: Falls Hedge Accounting angewendet wird, werden positive und negative Wiederbeschaffungswerte aus Absicherungsgeschäften erfolgsneutral über das Eigenkapital verbucht und erfolgswirksam aufgelöst, sobald das abgesicherte Grundgeschäft erfolgswirksam wird.

Zweckgebundene Reserven:

- *Schenkungen und Legate*: Unter dieser Position werden noch nicht verwendete Mittel aus Schenkungen und Legaten ausgewiesen, die mit gewissen Auflagen verbunden sind, aber nicht als Fremdkapital zu qualifizieren sind.
- *Reserve Lehre und Forschung (Wahl- / Berufsversprechen, Lehr- und Forschungsprojekte)*: Diese Position zeigt auf, dass verschiedene interne und externe Zusprachen bestehen und entsprechende Reserven zu deren Deckung zwingend gebildet werden. Mehrheitlich handelt es sich um sogenannte Wahlversprechen, das heisst um Mittel, die neu gewählten Professorinnen und Professoren im Rahmen der vertraglichen Vereinbarungen zugesprochen werden, um ihre Professur einzurichten.
- *Reserve Infrastruktur und Verwaltung (Wertschwankungen, Bauprojekte)*: Darunter fallen Reserven für Wertschwankungen des Wertschriftenportfolios (Risikokapital) und für verzögerte Bauprojekte.

Zweckgebundene Reserven müssen – mit Ausnahme von Wahl-/ Berufsversprechen – erwirtschaftet worden sein. Bildung und Auflösung erfolgen innerhalb des Eigenkapitals.

Freie Reserven

Als freie Reserven werden nicht verwendete Mittel ausgewiesen, für die gemäss IPSAS keine vertraglichen oder internen Auflagen bestehen. Eine zeitlich bezogene oder zielorientierte Zweckgebundenheit besteht nicht.

Bilanzüberschuss/-fehlbetrag

Die Position Bilanzüberschuss oder -fehlbetrag zeigt den Stand der kumulierten Ergebnisse am Bilanzstichtag. Er besteht aus Ergebnisvortrag, Jahresergebnis und den Zunahmen bzw. Abnahmen der Reserven.

Der Ergebnisvortrag wird jährlich im Rahmen der Ergebnisverwendung geäufnet. Das Jahresergebnis enthält den noch nicht verteilten Teil des Ergebnisses. Falls im Rahmen der Konsolidierung Währungsumrechnungsdifferenzen von ausländischen, vollkonsolidierten Beteiligungen entstehen, werden sie erfolgsneutral im Eigenkapital gebucht.

Eventualverbindlichkeiten und Eventualforderungen

Eine Eventualverbindlichkeit ist entweder eine mögliche Verpflichtung aus einem vergangenen Ereignis, deren Existenz erst durch ein zukünftiges Ereignis bestätigt werden muss, dessen Eintritt nicht beeinflusst werden kann. Oder es handelt sich um eine gegenwärtige Verbindlichkeit aus einem vergangenen Ereignis, dessen Eintreten möglich, jedoch nicht wahrscheinlich ist oder mangels zuverlässiger Messbarkeit nicht bilanziert werden kann (die Kriterien für die Verbuchung einer Rückstellung sind nicht erfüllt).

Eine Eventualforderung ist eine mögliche Vermögensposition, die aus einem vergangenen Ereignis resultiert und deren Existenz erst durch ein zukünftiges Ereignis bestätigt werden muss. Der Eintritt dieses Ereignisses kann nicht beeinflusst werden.

Finanzielle Zusagen

Finanzielle Zusagen werden im Anhang ausgewiesen, wenn sie auf Ereignissen vor dem Bilanzstichtag basieren, nach dem Bilanzstichtag sicher zu Verpflichtungen gegenüber Dritten führen und in ihrer Höhe zuverlässig ermittelt werden können.

Geldflussrechnung

Die Geldflussrechnung zeigt die Geldflüsse aus operativer Tätigkeit sowie aus Investitions- und Finanzierungstätigkeit. Die Darstellung erfolgt nach der indirekten Methode. Das heisst, der operative Geldfluss basiert auf dem Jahresergebnis, das um Werteflüsse bereinigt wird, die keinen unmittelbaren Mittelfluss auslösen. «Total Geldfluss» entspricht der Veränderung der Bilanzposition «Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen».

4 Schätzungsunsicherheiten und Managementbeurteilungen

Schätzungsunsicherheiten hinsichtlich der Anwendung von Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Die Erstellung der Jahresrechnung ist von Annahmen und Schätzungen im Zusammenhang mit den Rechnungslegungsgrundsätzen abhängig, bei denen das Management einen gewissen Ermessensspielraum hat. Obwohl die Schätzwerte nach bestem Wissen der Leitungsorgane ermittelt werden, können die tatsächlichen Ergebnisse von ihnen abweichen.

Dies gilt insbesondere für folgende Sachverhalte:

Nutzungsdauer und Impairment von Sachanlagen

Die Nutzungsdauer von Sachanlagen wird unter Berücksichtigung der aktuellen technischen Gegebenheiten und Erfahrungen aus der Vergangenheit definiert und periodisch überprüft. Eine Änderung der Einschätzung kann Auswirkungen auf die zukünftige Höhe der Abschreibungen und des Buchwerts haben.

Im Rahmen der regelmässig durchgeführten Werthaltigkeitsprüfung werden ebenfalls Einschätzungen vorgenommen, die eine Reduktion des Buchwerts nach sich ziehen können (Wertminderung bzw. Impairment).

Rückstellungen

Rückstellungen beinhalten einen hohen Grad an Schätzungen. Infolgedessen könnten sie je nach Abschluss des Sachverhalts zu einem höheren oder tieferen Mittelabfluss führen.

Nettovorsorgeverpflichtungen

Die Berechnung der Nettovorsorgeverpflichtungen basiert auf langfristigen versicherungsmathematischen Annahmen für die Vorsorgeverpflichtung und für die erwartete Rendite auf das Vermögen der Vorsorgepläne. Diese Annahmen können von der effektiven zukünftigen Entwicklung abweichen. Die Bestimmung des Diskontierungszinssatzes und der zukünftigen Lohnentwicklungen sind wesentlicher Bestandteil der versicherungsmathematischen Bewertung.

Managementbeurteilungen hinsichtlich der Anwendung von Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Auf Antrag der Empa hat der ETH-Rat anlässlich der Sitzung vom 7./8. Dezember 2016 einer langfristigen Mietverpflichtung für den Standort Thun zugestimmt. Das Management hat sich damit entschieden, den Standort Thun langfristig aufrecht zu erhalten und die Aktivitäten in Thun fortzuführen. Die vertragliche Zusicherung den Standort Thun bis Ende 2030 im Umfang von 2016 zu betreiben, ist deshalb aus Sicht des Managements gesichert. Aus diesem Grund wird darauf verzichtet, eine entsprechende Leistungsverpflichtung für den bisherigen Geschäftsbetrieb zu bilden.

5 Trägerfinanzierung

Finanzierungsbeitrag des Bundes

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Finanzierungsbeitrag des Bundes	101 000	111 530	-10 530	-9%

Die verfügbaren Mittel des bewilligten Zahlungsrahmens der Empa für die Jahre 2017–2020 wurden über die beiden Kredite Finanzierungsbeitrag des Bundes und Investitionskredit Bauten ETH-Bereich abgewickelt.

Der Finanzierungsbeitrag des Bundes wurde zur Erreichung der Ziele gemäss ETH-Gesetz (SR 414.110) und des Leistungsauftrags 2017–2020 verwendet und floss in die Jahresrechnung der Empa, im Unterschied zum Investitionskredit Bauten.

Mit dem zugesprochenen Finanzierungsbeitrag deckt die Empa die Kosten für die Forschung und Lehre, den Wissens- und Technologietransfer wie auch den Anteil an nutzerspezifischen Bauten, d. h. primär an der Forschung orientierten, und Unterhalt für die von der Empa genutzten Immobilien im Eigentum des Bundes. Die Abwicklung des Investitionskredits Bauten ETH-Bereich erfolgt über das Departement EFD (VE 620 BBL).

Unterbringungsbeitrag des Bundes

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Beitrag an Unterbringung	16 277	15 977	300	2%

Der Unterbringungsbeitrag repräsentiert den Mietaufwand für die Liegenschaften im Eigentum Bund, die von der Empa genutzt werden. Die Berechnung erfolgt auf Basis der kalkulatorischen Abschreibungen und der Kapitalkosten der Immobilien. Aus Transparenzgründen wird der Unterbringungsbeitrag nicht ausgabenwirksam und erfolgsneutral sowohl in den Erträgen als auch im Aufwand abgebildet.

6 Schulgender und andere Benutzungsgebühren

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Schulgender und andere Benutzungsgebühren	201	814	-613	-75%

7 Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen

TCHF	2018	davon Erträge (IPSAS 23)	davon Erträge (IPSAS 9)	2017	davon Erträge (IPSAS 23)	davon Erträge (IPSAS 9)	Veränderung absolut	Veränderung %
Schweizerischer Nationalfonds (SNF)	8 185	8 185	–	8 633	8 633	–	–448	–5%
Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse)	10 321	10 321	–	12 249	12 249	–	–1 928	–16%
Forschung Bund (Ressortforschung)	8 655	6 545	2 110	13 230	10 982	2 248	–4 575	–35%
EU-Forschungsrahmenprogramme (FRP)	7 322	7 322	–	6 037	6 037	–	1 285	21%
Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft)	15 840	1 567	14 273	15 772	1 726	14 045	68	0%
Übrige projektorientierte Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internationale Organisationen)	2 169	1 779	390	1 042	639	403	1 127	108%
Total Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen	52 492	35 719	16 773	56 963	40 266	16 697	–4 471	–8%

EU-Forschungsrahmenprogramme (FRP)

davon vom SBFI finanziert	3 931	3 931	–	3 200	3 200	–	731	23%
---------------------------	-------	-------	---	-------	-------	---	-----	-----

Gemäss dem Rechnungslegungsstandard IPSAS werden die Erträge je nach Art der Verträge entweder unter IPSAS 23 (z. B. Forschungsbeiträge mit Subventionscharakter) oder als IPSAS 9 (z. B. wissenschaftliche Dienstleistungen) dargestellt. Die

Ertragsrealisierung erfolgt aufgrund der erbrachten Leistung, die auf Basis der aufgelaufenen Kosten ermittelt wird und kann daher sehr stark variieren. Die noch zu erbringende Leistungsverpflichtung für alle IPSAS 23-Projekte werden zweckgebun-

den im langfristigen Fremdkapital ausgewiesen. Die um 4.5 Mio. tieferen Erträge aus der Forschung Bund sind hauptsächlich auf die ausserordentliche Leistungserbringung des Vorjahres im Zusammenhang mit der Realisierung der Research and Technology Transfer Plattform (RTTP) NEST zurückzuführen.

In der wirtschaftsorientierten Forschung sind u. a. die wissenschaftlichen Dienstleistungen mit 9.5 Mio. (VJ: 10 Mio.) und die Cash-Beiträge der Industrie für Innosuisse-Projekte in der Höhe von 0.8 Mio. (VJ: 0.5 Mio.) enthalten. Die erfreuliche Zunahme in den übrigen projektorientierten Drittmittel um 1.1 Mio. basiert auf der Unterstützung des Kantons Bern und der Stadt Thun von Forschungsprojekten im Bereich Advanced Manufacturing (SFA, Standortförderungen Thun).

8 Schenkungen und Legate

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Total Schenkungen und Legate	55	763	-708	-93%

Die Empa hat 2018 eine Schenkung in der Höhe von 55 000 Franken erhalten.

In-kind Leistungen

In 2018 hat die Empa keine wesentlichen In-kind Leistungen erhalten.

9 Übrige Erträge

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Lizenzen und Patente	318	220	98	44%
Verkäufe	103	64	39	61%
Rückerstattungen	592	430	161	37%
Übrige Dienstleistungen	389	341	48	14%
Liegenschaftsertrag	1 781	2 087	-306	-15%
Erträge aus Nutzungsüberlassung Immobilien Bund	496	-	496	0%
Gewinne aus Veräusserungen (Sachanlagen)	6	11	-4	-40%
Aktivierung von Eigenleistungen	-	-	-	0%
Übriger verschiedener Ertrag	3 926	3 308	618	19%
Total Übrige Erträge	7 610	6 460	1 150	18%

Im Vergleich zum Vorjahr haben die Lizenzeinnahmen um 0.1 Mio. zugenommen (+ 44%). Die Lizenzeinnahmen stehen in Abhängigkeit zum erzielten Umsatz und können daher sehr stark schwanken. Der Liegenschaftsertrag und die Erträge aus Nutzungsüberlassungen Immobilien Bund umfassen vor allem die Erträge aus der Vermietung von Geschäftsräumen (0.8 Mio.), dem Guesthouse (1.2 Mio.) und von Parkplätzen (0.3 Mio.). Die Erträge aus Nutzenüberlassung Immobilien Bund werden ab 2018 erfolgsneutral aus dem Liegenschaftsunterhalt umgliedert und separat ausgewiesen, da wir davon 50% an den Bund abgeben müssen (s. Anhang 11). Die übrigen Erträge umfassen im Berichtsjahr vor allem die Intercompany-Verrechnungen im ETH-Bereich. Darin sind in 2018 zusätzliche Erlöse für die Weiterverrechnung für das gemeinsame SAP Migrationsprojekt der 4 Forschungsanstalten sowie für die Zusammenarbeit im Logistikbereich angefallen.

10 Personalaufwand

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Professorinnen und Professoren	–	–	–	0%
Wissenschaftliches Personal	52 844	51 546	1 298	3%
Technisch-administratives Personal, Lernende, Praktikantinnen und Praktikanten	40 443	39 476	967	2%
EO, SUVA und sonstige Rückerstattungen	–345	–410	65	–16%
Total Personalbezüge	92 942	90 612	2 329	3%
Sozialversicherung AHV/ALV/IV/EO/MuV	5 776	5 629	147	3%
Nettovorsorgeaufwand	16 736	16 033	703	4%
Unfall- und Krankenversicherung Suva (BU/NBU/KTG)	364	382	–18	–5%
Arbeitgeberbeitrag an die Familienausgleichskasse (FAK/FamZG)	1 104	1 075	29	3%
Total Sozialversicherungen und Vorsorgeaufwand	23 980	23 118	861	4%
Übrige Arbeitgeberleistungen	85	117	–32	–27%
Temporäres Personal	35	19	15	78%
Veränderung Rückstellungen für Ferien und Überzeit	10	230	–220	–96%
Veränderung Rückstellungen für anwartschaftliche Dienstaltersgeschenke	215	–125	340	–272%
Übriger Personalaufwand	2 163	1 945	218	11%
Total Personalaufwand	119 429	115 917	3 512	3%

Der Personalaufwand hat um 3 % auf 119.4 Mio. zugenommen. Die Erhöhung bei den Personalbezügen im wissenschaftlichen Bereich ist auf die projektbezogenen Anstellungen zurückzuführen. Die vom ETH-Rat beschlossenen Lohnmassnahmen betragen für 2018 1.2 %. Die detaillierte Zusammensetzung des Nettovorsorgeaufwands wird ausführlich im Anhang 25 Nettovorsorgeverpflichtung dargestellt. Die Rückstellung für Ferien und Überzeit sind im Vergleich zum Vorjahr fast unverändert.

11 Sachaufwand

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Material- und Warenaufwand	6 341	6 019	322	5%
Raumaufwand	21 838	21 923	-85	0%
Übriger Betriebsaufwand	18 163	17 221	943	5%
Total Sachaufwand	46 343	45 162	1 181	3%

Der Sachaufwand ist mit 46.3 Mio. im Vergleich zum Vorjahr um 3% gestiegen. Darin enthalten ist erstmalig der Betrag von 0.2 Mio. als Abgeltung von 50% für die nicht unmittelbar der Aufgabenerfüllung der Empa dienenden Mieterträgen von Dritten für die Nutzung von bundeseigenen Liegenschaften an den Bund. Der Material- und Warenaufwand hat projektbedingt um 0.3 Mio. zugenommen. Die im übrigen Betriebsaufwand ent-

haltenen Informatikaufwendungen haben aufgrund verschiedener Informatikprojekte wie der Ausbau des Netzwerkes, der Umstellung des Zahlungsverkehrs (ISO 20022), die Ablösung des Bau-Managementsystems und der Migration der SAP Systeme zu einem neuen Provider um 0.4 Mio. zugenommen.

12 Transferaufwand

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Beiträge an Forschungsprojekte	-	1 122	-1 122	-100%
Übrige	-	1 122	-1 122	-100%
Übriger Transferaufwand	160	130	31	24%
Total Transferaufwand	160	1 251	-1 091	-87%

Im Transferaufwand weisen wir nur Beiträge der Empa für Forschungsprojekte aus, die nicht im Rahmen einer Leading House-Funktion der Empa weitergeleitet werden. 2017 haben wir an die EPFL zur Unterstützung des Aufbaus des Labors in Sion einen zusätzlichen Betrag von 1 Mio. geleistet.

13 Finanzergebnis

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Finanzertrag				
Zinsertrag	13	–	13	0%
Fremdwährungsgewinne	146	383	–237	–62%
Übriger Finanzertrag	–	–	–	–
Total Finanzertrag	159	383	–224	–59%
Finanzaufwand				
Zinsaufwand	–	–	–	–
Fremdwährungsverluste	198	83	115	138%
Wertberichtigung Darlehen und Festgelder	–	–	–	–
Übriger Finanzaufwand	8	15	–7	–49%
Total Finanzaufwand	205	98	107	109%
Total Finanzergebnis	–47	285	–331	–116%

Die Anlage der finanziellen Mittel wird auf Basis der Vereinbarung zwischen der Eidg. Finanzverwaltung (EFV) und dem ETH-Rat über die Tresoreriebeziehungen zwischen der EFV und dem ETH-Bereich vom 29.11.2007 vorgenommen. Nach wie vor werden die Guthaben bei der EFV aufgrund der Marktsituation nicht mehr verzinst. Das negative Finanzergebnis ist hauptsächlich auf die negative Entwicklung der Wechselkurse zurück zu führen.

14 Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Kasse	78	58	20	34%
Post	13 951	16 072	-2 121	-13%
Bank	-	68	-68	-100%
Kurzfristige Geldanlagen (<90 Tage)	82 000	77 000	5 000	6%
Total Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	96 028	93 197	2 831	3%

Der Bestand an flüssigen Mitteln und kurzfristigen Geldanlagen hat im Vergleich zum Vorjahr um 2.8 Mio. zugenommen. Die kurzfristigen Geldanlagen umfassen die, gemäss der Tresorvereinbarung zwischen der EFV und dem ETH-Bereich, angelegten Drittmittel und Reserven, die zweckgebunden für die Lehre oder Forschung sowie für die geplanten grösseren Bauvorhaben (Neubau eines Laborgebäudes, Sanierung bestehendes Laborgebäude und Erweiterung RTTPs) verwendet werden.

Es sind keine flüssigen Mittel mit Verfügungsbeschränkung vorhanden (IPSAS 2.61).

15 Forderungen

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen				
Forderungen aus Projektgeschäft und Zuwendungen	61 566	67 132	-5 565	-8%
Sonstige Forderungen	-	-	-	0%
Wertberichtigungen	-	-	-	0%
Total Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	61 566	67 132	-5 565	-8%
davon kurzfristig	35 094	33 768	1 327	4%
davon langfristig	26 472	33 364	-6 892	-21%
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen				
Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	3 553	3 725	-172	-5%
Sonstige Forderungen	5	84	-79	-94%
Wertberichtigungen	-162	-105	-57	55%
Total Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 396	3 705	-308	-8%
davon kurzfristig	3 396	3 705	-308	-8%
davon langfristig	-	-	-	0%

Die Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) sind projektorientiert und können sich aufgrund der sehr unterschiedlichen Projektvertragswerte im Vergleich zum Vorjahr erheblich verändern. Die Abnahme der Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen um 5.6 Mio. ist zum grössten Teil auf einen Rückgang der Zusprachen für Projekte der Innosuisse und der EU zurückzuführen.

Fälligkeit der Forderungen

TCHF	Total Forderungen	Nicht überfällig	Überfällig bis 90 Tage	Überfällig 91 bis 180 Tage	Überfällig über 180 Tage
31.12.2018					
Bruttowert	65 125	63 616	1 241	74	193
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	61 566	60 828	738	–	–
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 558	2 788	503	74	193
Wertberichtigungen	-162	–	–	-60	-102
Davon Einzelwertberichtigung	–				
31.12.2017					
Bruttowert	70 941	68 254	2 529	52	106
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	67 132	65 822	1 309	–	–
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 809	2 431	1 220	52	106
Wertberichtigungen	-105	–	–	–	-104
Davon Einzelwertberichtigung	–				

16 Vorräte

Vorräte sind ab einem Gesamtwert von 0.1 Mio. zu aktivieren. Die Empa verzichtet auf eine Bilanzierung, da diese Aktivierungsgrenze nicht erreicht wird.

17 Aktive Rechnungsabgrenzungen

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Abgrenzung vorausbezahlter Aufwendungen	216	595	-379	-64%
Übrige aktive Rechnungsabgrenzungen	538	572	-34	-6%
Total Aktive Rechnungsabgrenzungen	754	1 167	-413	-35%

18 Sachanlagen und immaterielle Anlagen 2018

TCHF	Technische Betriebs- einrichtungen, Maschinen, Geräte, Mobiliar, Fahrzeuge	Informatik und Kommunikation	Anzahlungen, mobile Anlagen im Bau
Anschaffungswerte			
Stand per 01.01.2018	120 120	5 415	4 503
Zugänge	7 612	33	2 694
Umgliederungen	3 709	–	–3 709
Abgänge	–299	–12	–
Stand per 31.12.2018	131 143	5 436	3 488
Kumulierte Wertberichtigungen			
Stand per 01.01.2018	75 766	4 488	–
Abschreibungen	9 547	467	–
Wertminderungen	–	–	–
Zuschreibungen	–	–	–
Umgliederungen	–	–	–
Abgänge Wertberichtigungen	–247	–12	–
Stand per 31.12.2018	85 066	4 943	–
Bilanzwert per 31.12.2018	46 077	493	3 488
davon Anlagen im Leasing			

Zu den grösseren Investitionen 2018 in den technischen Betriebseinrichtungen gehören unter vielen anderen ein 3D-Drucker (Second-Hand Mobile 1.0) für 0.4 Mio., die NEST Unit «SolAce» mit 0.9 Mio., die NEST Unit «Urban Mining» mit 0.4 Mio., eine 500 kN Ermüdungsmaschine (Fatigue Testing

Machine) für 0.2 Mio., eine Glovebox mit 0.2 Mio. und zwei Abgasmessanlagen (Horiba Mexa MEXA-ONE-D1-EGR) für je 0.2 Mio. Die Mieterausbauten von 1.6 Mio. beinhalten vor allem die Raumnutzung im Laborgebäude mit 0.8 Mio. sowie die nutzerspezifischen Betriebseinrichtungen für NEST.

Total Mobiles Anlagevermögen	Grundstücke, Gebäude	Immobilie Anlagen im Bau	Total Immobiles Anlagevermögen	Total Sachanlagen	Total Immaterielle Anlagen
130 039	12 476	402	12 878	142 916	510
10 339	1 569	226	1 796	12 135	–
–	402	–402	–	–	–
–311	–	–	–	–311	–
140 067	14 447	226	14 673	154 740	510
80 254	2 502	–	2 502	82 756	212
10 013	1 271	–	1 271	11 284	170
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–259	–	–	–	–259	–
90 009	3 773	–	3 773	93 781	382
50 058	10 674	226	10 901	60 959	127
–	–	–	–	–	–

Sachanlagen und immaterielle Anlagen 2017

TCHF	Technische Betriebs- einrichtungen, Maschinen, Geräte, Mobiliar, Fahrzeuge	Informatik und Kommunikation	Anzahlungen, mobile Anlagen im Bau
Anschaffungswerte			
Stand per 01.01.2017	110 408	5 495	5 362
Zugänge	7 139	195	3 888
Umgliederungen	4 613	–	–4 747
Abgänge	–2 040	–275	–
Stand per 31.12.2017	120 120	5 415	4 503
Kumulierte Wertberichtigungen			
Stand per 01.01.2017	69 034	4 229	–
Abschreibungen	8 696	534	–
Wertminderungen	–	–	–
Zuschreibungen	–	–	–
Umgliederungen	–	–	–
Abgänge Wertberichtigungen	–1 964	–275	–
Stand per 31.12.2017	75 766	4 488	–
Bilanzwert per 31.12.2017	44 354	927	4 503
davon Anlagen im Leasing			

Total Mobiles Anlagevermögen	Grundstücke, Gebäude	Immobilie Anlagen im Bau	Total Immobiles Anlagevermögen	Total Sachanlagen	Total Immaterielle Anlagen
121 265	11 169	149	11 318	132 582	510
11 222	1 025	402	1 426	12 649	–
–133	282	–149	133	–	–
–2 315	–	–	–	–2 315	–
130 039	12 476	402	12 878	142 916	510
73 263	1 313	–	1 313	74 576	42
9 231	1 188	–	1 188	10 419	170
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–2 239	–	–	–	–2 239	–
80 254	2 502	–	2 502	82 756	212
49 784	9 975	402	10 376	60 160	297
–	–	–	–	–	–

19 Finanzanlagen und Darlehen

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Übrige Finanzanlagen	39 929	39 929	–	0%
Darlehen	458	250	208	83%
Total Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen	40 387	40 179	208	1%
Langfristige Finanzanlagen und Darlehen				
Übrige Finanzanlagen	318	527	–209	–40%
Darlehen	–	150	–150	–100%
Total Langfristige Finanzanlagen und Darlehen	318	677	–359	–53%

Bei den übrigen Finanzanlagen handelt es sich vor allem um die zweckgebundenen Projektmittel (Zweit- und Drittmittel), die, bis sie in Lehre und Forschung eingesetzt werden, vorübergehend beim Bund angelegt sind.

Ein kurzfristiges Darlehen von 0.1 Mio. Franken musste infolge Konkurs der Gesellschaft in 2016 zu 100% wertberichtigt werden. Ansonsten bestehen keine weiteren überfälligen Darlehen.

Wertberichtigung

TCHF	Wertberichtigung Darlehen
31.12.2017	
Stand per 31.12.2016	–
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	–100
Stand per 01.01.2017	–100
Wertminderungen	–
Ausfälle (erlittene Verluste)	–
Wertaufholungen	–
Abgänge	–
Stand per 31.12.2017	–100
31.12.2018	
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	–
Stand per 01.01.2018	–100
Wertminderungen	–
Ausfälle (erlittene Verluste)	–
Wertaufholungen	–
Abgänge	–
Stand per 31.12.2018	–100

20 Kofinanzierungen

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Anschaffungswerte				
Stand per 01.01.	6 988	6 261	727	12%
Zugänge	487	727	-240	-33%
Abgänge	-	-	-	-
Stand per 31.12.	7 475	6 988	487	7%
Kumulierte Wertberichtigungen				
Stand per 01.01.	206	15	191	1282%
Abschreibungen	206	191	15	8%
Abgänge	-	-	-	-
Stand per 31.12.	412	206	206	100%
Bilanzwert per 31.12.	7 062	6 782	281	4%

Bei den Kofinanzierungen handelt es sich um Mittel von Dritten, welche der Empa zur Finanzierung von Immobilien zugewendet wurden. Der Ausweis der Kofinanzierungen unter dem Eigenkapital stellt den Teilanspruch an den durch die Empa kofinanzierten Immobilien im Eigentum des Bundes bei einem etwaigen Verkauf dar. Die 7.5 Mio. sind die Anteile der von Dritten finanzierten Bauleistungen für NEST.

21 Laufende Verbindlichkeiten

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	1 501	1 124	377	34%
Verbindlichkeiten gegenüber Sozialversicherungen	1 762	1 715	47	3%
Übrige laufende Verbindlichkeiten	1 954	1 732	222	13%
Total Laufende Verbindlichkeiten	5 217	4 571	647	14%

Die Rechnungen der Sozialversicherungspartner werden im Abschluss entweder direkt in den Verbindlichkeiten gegenüber Sozialversicherungen verbucht oder, falls sie noch nicht vorliegen, entsprechend in den transitorischen Posten abgegrenzt.

22 Finanzverbindlichkeiten

Es bestehen keine monetären Verbindlichkeiten, die aus Finanzierungstätigkeiten stammen.

Finanzierungsleasing

Es bestehen keine Leasingverträge für Liegenschaften, Einrichtungen, übrige Sachanlagen und Fahrzeuge, bei denen die Empa alle mit dem Eigentum verbundenen Risiken und Chancen übernimmt.

23 Passive Rechnungsabgrenzungen

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Zinsen	–	–	–	0%
Abgrenzung vorrauserhaltene Erträge	3 116	4 235	–1 119	–26%
Übrige passive Rechnungsabgrenzungen	1 768	1 762	7	0%
Total Passive Rechnungsabgrenzungen	4 885	5 997	–1 112	–19%

Die Abgrenzungen für vorrauserhaltene Erträge in der Höhe von 3.1 Mio. (VJ: 4.2 Mio.) enthalten hauptsächlich die Ertragsabgrenzungen für Verträge gemäss IPSAS 9 (z. B. Auftragsforschung, wissenschaftliche Dienstleistungen).

24 Rückstellungen

Überblick

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Mehrleistungen des Personals (Ferien, Überzeit)	6 150	6 140	10	0%
Andere fällige Leistungen nach IPSAS 39	4 575	4 360	215	5%
Rückbauten	–	–	–	0%
Bürgschaften, Garantien	–	–	–	0%
Rechtsfälle	320	–	320	0%
Andere Rückstellungen	18	281	–264	–94%
Total Rückstellungen	11 063	10 781	282	3%

Die Rückstellungen für noch nicht bezogene Ferien und Überzeitschädigungen der Mitarbeitenden in der Höhe von 6.2 Mio. sowie auch die restlichen Rückstellungen bewegen sich in etwa auf dem Vorjahresniveau. Die anderen fälligen Leistungen nach IPSAS 39 beinhalten die erworbenen Dienstaltersgeschenke/Treueprämien, die durch unabhängige Aktuar mittels der Projected-Unit-Credit-Methode bewertet werden und betragen im Berichtsjahr 4.6 Mio.

Rückstellungen – Veränderung

TCHF	Mehrleistungen des Personals (Ferien, Überzeit)	Andere fällige Leistungen nach IPSAS 39	Rückbauten	Bürgschaften, Garantien	Rechtsfälle	Andere Rückstellungen	Total Rückstellungen
Stand per 01.01.2018	6 140	4 360	–	–	–	281	10 781
Bildung	10	1 019	–	–	320	18	1 367
Auflösung	–	–	–	–	–	–222	–222
Verwendung	–	–804	–	–	–	–59	–863
Umgliederungen	–	–	–	–	–	–	–
Anstieg des Barwerts	–	–	–	–	–	–	–
Stand per 31.12.2018	6 150	4 575	–	–	320	18	11 063
davon kurzfristig	6 150	–	–	–	320	18	6 488
davon langfristig	–	4 575	–	–	–	–	4 575
Stand per 01.01.2017	5 910	4 485	–	–	20	303	10 718
Bildung	230	542	–	–	–	50	822
Auflösung	–	–	–	–	–20	–13	–33
Verwendung	–	–667	–	–	–	–59	–726
Umgliederungen	–	–	–	–	–	–	–
Anstieg des Barwerts	–	–	–	–	–	–	–
Stand per 31.12.2017	6 140	4 360	–	–	–	281	10 781
davon kurzfristig	6 140	–	–	–	–	54	6 194
davon langfristig	–	4 360	–	–	–	227	4 587

25 Nettovorsorgeverpflichtungen

Der Grossteil der Angestellten und Rentenbeziehenden der Institutionen der Empa sind im Vorsorgewerk ETH-Bereich bei der Sammeleinrichtung Pensionskasse des Bundes PUBLICA (PUBLICA) versichert.

Rechtsrahmen und Verantwortlichkeiten

Gesetzliche Vorgaben

Die Durchführung der Personalvorsorge muss über eine vom Arbeitgeber getrennte Vorsorgeeinrichtung erfolgen. Das Gesetz schreibt Minimalleistungen vor.

Organisation der Vorsorge

PUBLICA ist eine selbstständige, öffentlich-rechtliche Anstalt des Bundes.

Die Kassenkommission ist das oberste Organ der PUBLICA. Neben der Leitung übt sie die Aufsicht und die Kontrolle über die Geschäftsführung der PUBLICA aus. Die paritätisch besetzte Kommission besteht aus 16 Mitgliedern (je acht Vertreterinnen und Vertreter der versicherten Personen sowie der Arbeitgeber aus dem Kreis aller angeschlossenen Vorsorgewerke). Somit besteht das oberste Organ der PUBLICA zu gleichen Teilen aus Arbeitnehmer- und Arbeitgebervertreterinnen und -vertretern.

Jedes Vorsorgewerk hat ein eigenes paritätisches Organ. Es wirkt u. a. beim Abschluss des Anschlussvertrags mit und entscheidet über die Verwendung allfälliger Überschüsse. Das paritätische Organ setzt sich aus je neun Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertreterinnen und -vertretern der Einheiten zusammen.

Versicherungsplan

Im Sinne von IPSAS 39 ist die Vorsorgelösung als leistungsorientiert (defined benefit) zu klassifizieren.

Der Vorsorgeplan ist in den Vorsorgereglementen für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie für die Professorinnen und Professoren des Vorsorgewerks ETH-Bereich festgelegt. Diese Reglemente sind Bestandteil des Anschlussvertrags mit der PUBLICA. Der Vorsorgeplan gewährt im Fall von Invalidität,

Tod, Alter und Austritt mehr als die vom Gesetz geforderten Mindestleistungen, d. h. es handelt sich um einen sogenannten umhüllenden Plan (obligatorische und überobligatorische Leistungen).

Die Arbeitgeber- und Arbeitnehmersparbeiträge werden in Prozent des versicherten Lohnes definiert. Für die Versicherung der Risiken Tod und Invalidität wird eine Risikoprämie erhoben. Die Verwaltungskosten werden vom Arbeitgeber bezahlt.

Die Altersrente ergibt sich aus dem zum Pensionierungszeitpunkt vorhandenen Altersguthaben multipliziert mit dem im Reglement festgelegten Umwandlungssatz. Die Arbeitnehmerin oder der Arbeitnehmer hat die Möglichkeit, die Altersleistungen als Kapital zu beziehen. Es bestehen Vorsorgepläne für verschiedene Versichertengruppen. Zudem hat die Arbeitnehmerin oder der Arbeitnehmer die Möglichkeit, zusätzliche Sparbeiträge zu leisten.

Die Risikoleistungen werden in Abhängigkeit vom projizierten, verzinsten Sparkapital und vom Umwandlungssatz ermittelt.

Vermögensanlage

Die Vermögensanlage erfolgt durch die PUBLICA gemeinsam für alle Vorsorgewerke (mit gleichem Anlageprofil).

Die Kassenkommission als oberstes Organ der PUBLICA trägt die Gesamtverantwortung für die Verwaltung des Vermögens. Sie ist zuständig für den Erlass und für Änderungen des Anlagereglements und bestimmt die Anlagestrategie. Der Anlageausschuss berät die Kassenkommission in Anlagefragen und überwacht die Einhaltung des Anlagereglements und der -strategie.

Die Verantwortung für die Umsetzung der Anlagestrategie liegt beim Asset Management von PUBLICA. Ebenso fällt das Asset Management die taktischen Entscheide, vorübergehend von den Gewichtungen der Anlagestrategie abzuweichen, um gegenüber der Strategie einen Mehrwert zu generieren. Bei einem mehrjährigen Auf- oder Abbau von einzelnen Anlageklassen wird eine Prorata-Strategie berechnet, damit die Transaktionen auf der Zeitachse diversifiziert werden.

Risiken für den Arbeitgeber

Das paritätische Organ des Vorsorgewerks ETH-Bereich kann das Finanzierungssystem (Beiträge und zukünftige Leistungen) jederzeit ändern. Während der Dauer einer Unterdeckung im vorsorgerechtlichen Sinne (Art. 44 BVV 2) und sofern andere Massnahmen nicht zum Ziel führen, kann das paritätische Organ vom Arbeitgeber Sanierungsbeiträge erheben. Wenn damit überobligatorische Leistungen finanziert werden, muss der Arbeitgeber sich damit einverstanden erklären.

Besondere Ereignisse

Aufgrund der seit Jahren andauernden Situation der tiefen Zinsen auf den Kapitalmärkten, der steigenden Lebenserwartungen und ungenügenden langfristigen Renditeerwartungen hat die Kassenkommission von PUBLICA am 25. Januar 2018 beschlossen, den technischen Zinssatz und den Umwandlungssatz per 1. Januar 2019 zu senken. Der technische Zinssatz im Vorsorgewerk ETH-Bereich beträgt seit dem 1. Januar 2015 2.75%. Per 1. Januar 2019 wird er auf 2.0% festgelegt. Der Umwandlungssatz beträgt bis Ende 2018 5.65% im Alter 65 und wird ab 1. Januar 2019 auf 5.09% festgelegt.

Die Kassenkommission hat Abfederungsmassnahmen für die Generation beschlossen, die zum Umstellungszeitpunkt über 60 Jahre alt ist. Die Änderung wird damit für Versicherte im Alter 65 vollständig kompensiert, für die Versicherten ab

Der definitive Deckungsgrad gemäss BVV2 lag zum Zeitpunkt der Genehmigung der konsolidierten Jahresrechnung noch nicht vor. Der provisorische regulatorische Deckungsgrad des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA nach BVV 2 betrug per Ende 2018 101.8% (2017: 108.0%, definitiv). Der provisorische ökonomische Deckungsgrad des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA betrug per Ende Jahr 84.7% (2017: 89.5%, definitiv).

Alter 60 mindestens teilweise. Diese Massnahmen gelten aber nur beim Bezug einer Rente und nicht für einen Kapitalbezug

Das paritätische Organ des Vorsorgewerks ETH-Bereich hat weitere Abfederungsmassnahmen beschlossen. Es werden einerseits die Sparbeiträge erhöht, andererseits erlaubt die vorsichtige Rückstellungspolitik zusätzliche Erhöhungen des Alterskapitals am 1. Januar 2019. Die Alterskapitalien für Versicherte ab 45 Jahren werden linear steigend erhöht, sodass die Einbussen ab Alter 60 vollständig kompensiert sind.

Der Bundesrat fällte den Entscheid über die Anpassungen am 25. April 2018. Die Planänderungen wurden deshalb mit einem Diskontierungsfaktor von 0.5% (per 30. April 2018) bewertet und gehen als nachzuverrechnender Dienstzeitaufwand in die IPSAS-Bewertung ein.

Nettovorsorgeverpflichtungen

TCHF	31.12.2018	31.12.2017
Barwert der Vorsorgeverpflichtungen	-579 677	-576 353
Vorsorgevermögen zu Marktwerten	436 349	455 760
Bilanzierte Nettovorsorgeverpflichtungen	-143 328	-120 593

Die Zunahme der Nettovorsorgeverpflichtung um 22.7 Mio. geht hauptsächlich auf die negative Performance aus dem Vorsorgevermögen und auf den gestiegenen Versichertenbestand zurück.

Nettovorsorgeaufwand

TCHF	2018	2017
Laufender Dienstzeitaufwand des Arbeitgebers	15 804	15 921
Nachzuerrechnender Dienstzeitaufwand	772	–
Gewinne (-)/Verluste (+) aus Planabgeltungen	–	–
Zinsaufwand aus Vorsorgeverpflichtungen	1 733	1 165
Zinsertrag aus Vorsorgevermögen	-1 363	-852
Verwaltungskosten (exkl. Vermögensverwaltungskosten)	244	257
Andere	–	–
Total Nettovorsorgeaufwand inkl. Zinsaufwand, erfasst in der Erfolgsrechnung	17 190	16 491

Der Nettovorsorgeaufwand der Empa für das Berichtsjahr beträgt 17.2 Mio. (2017: 16.5 Mio.). Davon beziehen sich keine auf Vorsorgepläne ausserhalb des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA.

Der Nettovorsorgeaufwand ist 0.7 Mio. höher als im Vorjahr. Für die Abnahme des laufenden Dienstzeitaufwands um 0.1 Mio. sind die im Vorjahr angepassten versicherungstechnischen Annahmen ausschlaggebend (2017 vs. 2016). Der nachzuerrechnende Dienstzeitaufwand beinhaltet die Effekte (0.8 Mio.) aus der Anpassung des technischen Zinssatzes und des Umwandlungssatzes bei der Publica. Der Zinsaufwand aus Vorsorgeverpflichtungen hat um 0.6 Mio., der Zinsertrag aus Vorsorgevermögen um 0.5 Mio. zugenommen. Dies ist auf den höheren Diskontierungszinssatz per 01.01. zurückzuführen (2018: 0.3 % vs. 2017 0.2 %). Netto betrug der Effekt 0.1 Mio.

Im Berichtsjahr wurden Einlagen in Höhe von 8.5 Mio. vom ETH-Rat an das Vorsorgewerk ETH-Bereich übertragen. In der aktuarischen Berechnung wird dieser Betrag anteilmässig für die Empa (0.5 Mio.) als Arbeitgeberbeitrag berücksichtigt. Sie führt zu einer Differenz zum effektiv verbuchten Nettovorsorgeaufwand, da die interne Weiterverrechnung buchhalterisch nicht erfolgen kann. Für das kommende Geschäftsjahr werden Arbeitgeberbeiträge im Umfang von 11.6 Mio. sowie Arbeitnehmerbeiträge in Höhe von 6.3 Mio. erwartet.

Im Eigenkapital erfasste Neubewertung

TCHF	31.12.2018	31.12.2017
Versicherungsmathematische Gewinne (-) und Verluste (+)		
aus Änderung der finanziellen Annahmen	-2 331	-19 792
aus Änderung der demografischen Annahmen	-1 994	-
aus Erfahrungsänderung	3 534	12 210
Ertrag aus Vorsorgevermögen exkl. Zinsertrag (Gewinn (-)/Verlust (+))	18 117	-30 932
Andere	-	-
Im Eigenkapital erfasste Neubewertung	17 326	-38 514
Kumulierter Betrag der im Eigenkapital erfassten Neubewertung (Gewinn (-)/Verlust (+))	91 193	73 867

Der im Eigenkapital erfasste Neubewertungsverlust beträgt 2018 17.3 Mio. (2017: Neubewertungsgewinn von 38.5 Mio.). Dies ergibt einen total aufgelaufenen Verlust per 31. Dezember 2018 von 91.2 Mio. (2017: 73.9 Mio.). Die versicherungsmathematischen Gewinne aus Änderung der finanziellen und der demographischen Annahmen resultieren einerseits aus der Reduktion der Verzinsung des Altersguthabens und andererseits aus der Anpassung der Invalidisierungswahrscheinlichkeiten von 100% auf 85% der technischen Grundlagen BVG 2015 (Vorjahr: keine Änderung von demografischen Annahmen).

Entwicklung des Barwerts der Vorsorgeverpflichtungen

TCHF	2018	2017
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	–	–10 695
Barwert der Vorsorgeverpflichtungen Stand per 01.01.	576 353	582 419
Laufender Dienstzeitaufwand des Arbeitgebers	15 804	15 921
Zinsaufwand aus Vorsorgeverpflichtungen	1 733	1 165
Arbeitnehmerbeiträge	6 255	6 142
Ein- (+) und ausbezahlte (–) Leistungen	–20 449	–21 712
Nachzuerrechnender Dienstzeitaufwand	772	–
Gewinne (–)/Verluste (+) aus Planabgeltungen	–	–
Versicherungsmathematische Gewinne (–)/Verluste (+)	–791	–7 582
Andere	–	–
Barwert der Vorsorgeverpflichtungen Stand per 31.12.	579 677	576 353

Die gewichtete durchschnittliche Laufzeit aus den leistungsorientierten Vorsorgeverpflichtungen beläuft sich per 31. Dezember 2018 auf 14.6 Jahre (2017: 14.9 Jahre).

Entwicklung des Vorsorgevermögens

TCHF	2018	2017
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	–	–
Vorsorgevermögen zu Marktwerten Stand per 01.01.	455 760	428 445
Zinsertrag aus Vorsorgevermögen	1 363	852
Arbeitgeberbeiträge	11 781	11 358
Arbeitnehmerbeiträge	6 255	6 142
Ein- (+) und ausbezahlte (–) Leistungen	–20 449	–21 712
Gewinne (+)/Verluste (–) aus Planabgeltungen	–	–
Verwaltungskosten (exkl. Vermögensverwaltungskosten)	–244	–257
Ertrag aus Vorsorgevermögen exkl. Zinsertrag (Gewinn (+)/Verlust (–))	–18 117	30 932
Andere	–	–
Vorsorgevermögen zu Marktwerten Stand per 31.12.	436 349	455 760

Überleitung der Nettovorsorgeverpflichtungen

TCHF	2018	2017
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	–	10 695
Nettovorsorgeverpflichtungen Stand per 01.01.	–120 593	–153 974
Nettovorsorgeaufwand inkl. Zinsaufwand, erfasst in der Erfolgsrechnung	–17 190	–16 491
Im Eigenkapital erfasste Neubewertung	–17 326	38 514
Arbeitgeberbeiträge	11 781	11 358
Verpflichtungen bezahlt direkt von der Einheit	–	–
Andere	–	–
Nettovorsorgeverpflichtungen Stand per 31.12.	–143 328	–120 593

Hauptkategorien des Vorsorgevermögens (in Prozent)

Prozent	Kotiert	Nicht kotiert	31.12.2018	Kotiert	Nicht kotiert	31.12.2017
Flüssige Mittel	3	–	2	4	–	3
Obligationen (in CHF) Eidgenossenschaft	7	–	6	6	–	6
Obligationen (in CHF) ex Eidgenossenschaft	13	–	12	12	–	11
Staatsanleihen (in Fremdwährungen)	28	–	26	28	–	26
Unternehmensanleihen (in Fremdwährungen)	15	–	14	15	–	14
Hypotheken	–	–	–	–	–	–
Aktien	31	–	28	33	–	31
Immobilien	1	65	7	–	71	5
Rohstoffe	2	–	2	2	–	2
Andere	–	35	3	–	29	2
Total Vorsorgevermögen	100	100	100	100	100	100

Die PUBLICA trägt die versicherungs- und anlagetechnischen Risiken selbst. Die Anlagestrategie ist so definiert, dass die reglementarischen Leistungen bei Fälligkeit erbracht werden können.

Es sind keine vom Arbeitgeber genutzten Immobilien des Vorsorgewerks bekannt.

**Wichtigste zum Abschlussstichtag verwendete
versicherungsmathematische Annahmen (in Prozent)**

Prozent	2018	2017
Diskontierungszinssatz per 01.01.	0.30	0.20
Diskontierungszinssatz per 31.12.	0.30	0.30
Erwartete Lohnentwicklung	0.50	0.50
Erwartete Rentenentwicklung	0.00	0.00
Verzinsung der Altersguthaben	0.30	0.50
Lebenserwartung im Alter 65 – Frauen (Anzahl Jahre)	24.54	24.43
Lebenserwartung im Alter 65 – Männer (Anzahl Jahre)	22.50	22.38

Der Diskontierungszinssatz basiert auf den monatlich von der Schweizerischen Nationalbank publizierten Kassazinssätzen von Bundesobligationen und den erwarteten Kapitalflüssen des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA gemäss Bestandsdaten des Vorjahrs. Die erwartete künftige Lohnentwicklung basiert auf volkswirtschaftlichen Referenzgrössen. Die Rentenentwicklung entspricht der aufgrund der finanziellen Lage der Pensionskasse für die durchschnittliche Restlaufzeit erwarteten Rentenentwicklung. Für die Annahme der Lebenserwartung werden die Generationentafeln BVG 2015 angewendet.

Sensitivitätsanalyse (Veränderung auf Barwert der Vorsorgeverpflichtung)

TCHF	2018		2017	
	Erhöhung Annahme	Verminderung Annahme	Erhöhung Annahme	Verminderung Annahme
Diskontierungszinssatz (Veränderung +/- 0.25%)	-20 411	21 782	-20 784	22 197
Erwartete Lohnentwicklung (Veränderung +/- 0.25%)	2 029	-1 980	2 151	-2 094
Erwartete Rentenentwicklung (Veränderung +/- 0.25%)	17 247	-16 400	17 410	-16 553
Verzinsung der Altersguthaben (Veränderung +/- 0.25%)	3 283	-3 215	3 413	-3 362
Lebenserwartung (Veränderung +/- 1 Jahr)	20 803	-21 128	20 461	-20 748

In der Sensitivitätsanalyse wird die Veränderung der Vorsorgeverpflichtungen bei Anpassung der versicherungsmathematischen Annahmen ermittelt. Es wird dabei jeweils nur eine der Annahmen angepasst, während die übrigen Parameter unverändert bleiben. Der Diskontierungszinssatz, die Verzinsung der Altersguthaben und die Annahmen zur Lohn- und Rentenentwicklung wurden um fixe Prozentpunkte erhöht bzw. gesenkt. Die Sensitivität auf die Lebenserwartung wurde berechnet, indem die Lebenserwartung mit einem pauschalen Faktor gesenkt bzw. erhöht wurde, sodass die Lebenserwartung für die meisten Alterskategorien um rund ein Jahr erhöht bzw. reduziert wurde.

26 Zweckgebundene Drittmittel

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Forschungsbeiträge Schweizerischer Nationalfonds (SNF)	19 482	18 344	1 138	6%
Forschungsbeiträge Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse)	11 776	15 229	-3 453	-23%
Forschungsbeiträge Europäische Union (EU)	14 974	18 052	-3 078	-17%
Forschungsbeiträge Bund (Ressortforschung)	11 086	11 522	-436	-4%
Forschungsbeiträge wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft)	3 861	2 364	1 497	63%
Forschungsbeiträge übrige projektorientierte Drittmittel	6 874	10 101	-3 227	-32%
Schenkungen und Legate	-	-	-	0%
Total Zweckgebundene Drittmittel	68 054	75 613	-7 559	-10%

Die Leistungsverpflichtungen der Empa für Forschungsprojekte (IPSAS 23; z. B. Forschungsbeiträge) werden zweckgebunden im langfristigen Fremdkapital aufgeführt. Diese Verpflichtungen haben um 7.6 Mio. abgenommen und belaufen sich auf 68.1 Mio. Die Abnahme von 3.2 Mio. bei den übrigen projektorientierten Drittmittel beinhaltet vor allem die Leistungserbringung für die Standortförderung in Thun sowie für NEST.

27 Finanzielles Risikomanagement und Zusatzinformationen zu den Finanzinstrumenten

Allgemeines

Das finanzielle Risikomanagement ist in das allgemeine Risikomanagement des ETH-Bereichs eingebettet, über das jährlich an den ETH-Rat berichtet wird (s. Geschäftsbericht, Kapitel Risikosituation und Risikomanagement, S. 38 f.).

Das finanzielle Risikomanagement behandelt insbesondere:

- das Kreditrisiko (Ausfallrisiko),
- das Liquiditätsrisiko und
- das Marktrisiko (Zins-, Kurs- und Fremdwährungsrisiko).

Der Schwerpunkt des Risikomanagements liegt unverändert beim Kreditrisiko. Es bestehen Richtlinien zur Steuerung der Anlage von finanziellen Mitteln, um das Ausfall- sowie das Marktrisiko zu verringern. Ein Grossteil der Forderungen und Ansprüche aus finanziellen Vermögenswerten besteht gegenüber Parteien mit hoher Kreditwürdigkeit und Zahlungsfähigkeit. Klumpenrisiken bestehen nur gegenüber diesen Gegenparteien, weshalb das Kreditrisiko als gering eingeschätzt wird. Des Weiteren bestehen Forderungen und Finanzanlagen in Fremdwährung, die situativ abgesichert werden, um das Risiko zu minimieren.

Die Einhaltung und Wirksamkeit der Richtlinien wird durch das interne Kontrollsystem (IKS) sichergestellt.

Kredit- und Ausfallrisiko

Das maximale Ausfallrisiko entspricht den Buchwerten in der Bilanz. Das tatsächliche Risiko ist aufgrund der Tatsache, dass ein Grossteil der finanziellen Vermögenswerte gegenüber dem Bund und anderen öffentlichen Institutionen besteht, sehr gering.

Liquiditätsrisiko

Die Empa verfügt über Prozesse und Grundsätze, die eine ausreichende Liquidität zur Begleichung der laufenden und künftigen Verpflichtungen gewährleisten. Dazu gehört das Halten einer ausreichenden Reserve an flüssigen Mitteln.

Finanzielle Verbindlichkeiten entstehen vor allem aus operativen laufenden Verbindlichkeiten und Leasingverbindlichkeiten. Aufwendungen und Investitionen werden im Normalfall eigenfinanziert. Es wurden keine Investitionen durch Leasingverträge finanziert. Sämtliche finanziellen Verbindlichkeiten sind durch flüssige Mittel und durch beim Bund angelegte, kurzfristig verfügbare Geldanlagen gedeckt. Das Liquiditätsrisiko ist gering.

Maximales Ausfallrisiko

TCHF	Total	Bund	Europäische Kommission FRP *	SNF, KTI, Sozialwerke AHV, SUVA	SNB und Banken mit Staatsgarantie	Postfinance und übrige Banken	übrige Gegen- parteien
31.12.2018							
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	96 028	82 078	–	–	–	13 951	–
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	61 566	12 910	12 044	26 390	–	–	10 222
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 396	931	–	–	–	–	2 466
Finanzanlagen und Darlehen	40 705	39 929	–	–	–	–	776
Aktive Rechnungsabgrenzungen	538	–	–	–	–	–	538
Total	202 234	135 848	12 044	26 390	–	13 951	14 002
31.12.2017							
Total Vorperiode	205 461	130 310	13 191	29 862	68	16 072	15 958

Die Restforderungen gegenüber dem Bund (Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation, SBFI) aus dem Überbrückungsprogramm für Horizon 2020 und die Forderungen gegenüber europäischen Universitäten, welche aus EU-Forschungsrahmenprogrammen entstanden sind, werden in der Spalte Europäische Kommission ausgewiesen.

Vertragliche Fälligkeiten der finanziellen Verbindlichkeiten

TCHF	Total Buchwert	Total Vertragswert	bis 1 Jahr	1–5 Jahre	über 5 Jahre
31.12.2018					
Nicht derivative finanzielle Verbindlichkeiten					
Laufende Verbindlichkeiten	5 217	5 217	5 217	–	–
Leasingverbindlichkeiten	–	–	–	–	–
Finanzverbindlichkeiten	–	–	–	–	–
Passive Rechnungsabgrenzungen	1 768	1 768	1 768	–	–
Derivative finanzielle Verbindlichkeiten	–	–	–	–	–
Total	6 985	6 985	6 985	–	–
31.12.2017					
Total Vorperiode	6 333	6 333	6 333	–	–

Sensitivität Fremdwährungsrisiko

TCHF	Total	CHF	EUR
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	96 028	94 427	1 072
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	61 566	51 268	9 556
./. IPSAS 23 Forderungen mit Fremdkapitalkomponente	-58 165	-48 017	-9 416
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 396	2 811	522
Finanzanlagen und Darlehen	40 705	40 705	-
Aktive Rechnungsabgrenzungen	538	538	-
- Kontraktvolumen Absicherungen	-	-	-
Total	144 069	141 731	1 734
Laufende Verbindlichkeiten	5 217	4 785	387
Leasingverbindlichkeiten	-	-	-
Finanzverbindlichkeiten	-	-	-
Passive Rechnungsabgrenzungen	1 768	1 540	228
- Kontraktvolumen Absicherungen	-	-	-
Total	6 985	6 325	615
Währungsbilanz Netto	137 084	135 406	1 119
Erfolgswirksame Sensitivität +/- 10%			112
Stichtagskurs			1.1265

Marktrisiko

Zins- und Kursrisiko

Das Zinsrisiko wird nicht abgesichert. Eine Zu- oder Abnahme des Zinssatzes um einen Prozentpunkt würde das Ergebnis um rund 0.5 Mio. Franken erhöhen bzw. senken.

Gestützt auf Art. 34c Abs. 2 des ETH-Gesetzes (SR 414.110) hat der ETH-Rat die Anlagerichtlinien erlassen, die per 1. Januar 2008 in Kraft gesetzt worden sind. Darauf basiert die Anlagestrategie der Empa vom 20.8.09.

Fremdwährungsrisiko

Die Forderungen in Fremdwährungen sind mehrheitlich in Euro und US-Dollar. Diese werden nicht mit Derivaten abgesichert. Eine Kursschwankung dieser beiden Währungen von +/- 10 % hätte folgenden Effekt auf die Erfolgsrechnung: +/-0.2 Mio. Franken.

Kapitalmanagement

Als verwaltetes Kapital wird das Eigenkapital ohne die Bewertungsreserven bezeichnet. Die Empa strebt eine solide Eigenkapitalbasis an. Diese Basis ermöglicht es, die Umsetzung der

	31.12.2018					31.12.2017	
	USD	Übrige	Total	CHF	EUR	USD	Übrige
	530	–	93 197	90 382	2 608	207	–
	743	–	67 132	58 129	9 003	–	–
	–732	–	–63 548	–54 708	–8 840	–	–
	62	2	3 705	3 313	335	1	55
	–	–	40 856	40 856	–	–	–
	–	–	572	572	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–
	602	2	141 913	138 543	3 107	208	55
	25	21	4 571	4 040	491	40	1
	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	1 762	1 624	137	–	–
	–	–	–	–	–	–	–
	25	21	6 332	5 664	628	40	1
	577	–19	135 581	132 879	2 479	168	54
	58				248	17	
	0.9855				1.1701	0.9743	

strategischen Ziele sicherzustellen. Gemäss gesetzlichen Vorgaben darf die Empa keine Gelder am Kapitalmarkt aufnehmen.

Schätzung der Verkehrswerte

Aufgrund der kurzfristigen Fälligkeit entsprechen der Buchwert der flüssigen Mittel und kurzfristigen Geldanlagen sowie die Buchwerte der kurzfristigen Darlehensguthaben, Festgelder, Forderungen und der laufenden Verbindlichkeiten einer angemessenen Schätzung des Verkehrswerts.

Der Verkehrswert der langfristigen Forderungen ohne zu-rechenbare Gegenleistungen und der langfristigen Darlehen

wird aufgrund der künftig fälligen Zahlungen berechnet, die zu Marktzinssätzen diskontiert werden.

Der Verkehrswert der zur Veräusserung verfügbaren Finanzanlagen basiert auf tatsächlichen Werten, wenn diese zuverlässig bestimmbar sind, oder er entspricht den Anschaffungskosten.

Klassen und Kategorien von Finanzinstrumenten nach Buch- und Verkehrswerten

TCHF	Darlehen und Forderungen	Erfolgswirksam zum Verkehrswert	Zur Veräußerung verfügbar	Finanzielle Verbindlichkeiten zu Anschaffungskosten	Total Buchwert	Total Verkehrswert
31.12.2018						
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	96 028				96 028	96 028
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	61 566				61 566	61 566
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 396				3 396	3 396
Finanzanlagen und Darlehen	40 387	–	318		40 705	40 705
Aktive Rechnungsabgrenzungen	538				538	538
Finanzverbindlichkeiten *	–	–	–	6 985	6 985	6 985

31.12.2017

Finanzvermögen **	204 935	–	527	–	205 462	205 462
Finanzverbindlichkeiten *	–	–	–	6 333	6 333	6 333

* Laufende Verbindlichkeiten, Verbindlichkeiten aus Finanzierungsleasing, übrige Finanzverbindlichkeiten, Passive Rechnungsabgrenzungen.

** Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen, Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen, Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen, Finanzanlagen und Darlehen, Aktive Rechnungsabgrenzungen

Die Empa hat keine finanziellen Vermögenswerte, die bis zur Endfälligkeit gehalten werden.

Hierarchiestufen für die Verkehrswerte

TCHF	31.12.2018				31.12.2017			
	Buchwert/ Verkehrswert	Level 1	Level 2	Level 3	Buchwert/ Verkehrswert	Level 1	Level 2	Level 3
Finanzanlagen	318	–	–	318	527	–	–	527
Finanzverbindlichkeiten	–	–	–	–	–	–	–	–

Hierarchiestufen der zum Verkehrswert bewerteten Finanzinstrumente

Zum Verkehrswert bewertete Finanzinstrumente sind im Rahmen einer dreistufigen Bewertungshierarchie offenzulegen:

- Level 1: Börsenkurse an einem aktiven Markt für identische Vermögenswerte und Verbindlichkeiten;
- Level 2: Bewertungsmethoden, bei denen allen wesentlichen Inputparametern beobachtbare Marktdaten zugrunde liegen;
- Level 3: Bewertungsmethoden, bei denen wesentliche Inputparameter nicht auf beobachtbaren Marktdaten basieren.

Sämtliche Finanzanlagen sind dem Level 3 zugeordnet und umfassen die Beteiligungen zur Förderung von Spin-offs der Empa. In 2018 wurde eine weitere Förderung eines Spin-off mit 0.1 Mio. vorgenommen.

Nettoergebnisse je Bewertungskategorie

TCHF	Darlehen und Forderungen	Erfolgswirksam zum Verkehrswert	Zur Veräusserung verfügbar	Finanzielle Verbindlichkeiten
31.12.2018				
Zinsertrag (+)/Zinsaufwand (-)	13	-	-	-
Beteiligungsertrag		-	-	
Veränderung des Verkehrswerts		-		
Währungsumrechnungsdifferenzen, netto	-69	-		17
Wertminderungen	-		-	
Wertaufholungen	-			
Vom Eigenkapital in die Erfolgsrechnung übertragene Gewinne und Verluste			-	
Nettoergebnis in der Erfolgsrechnung erfasst	-56	-	-	17
Nettoergebnis im Eigenkapital erfasst	-	-	-359	-
Total Nettoergebnis pro Bewertungskategorie	-56	-	-359	17
31.12.2017				
Total Nettoergebnis pro Bewertungskategorie Vorjahr	340	-	-95	-40

Die Währungsdifferenzen und Verkehrswertanpassungen hatten den grössten Einfluss auf das Nettoergebnis. Die Verkehrswerte der Finanzanlagen der Empa (Level 3) haben in 2018 um 0.4 Mio. abgenommen.

28 Eventualverbindlichkeiten und Eventualforderungen

Im Berichtsjahr bestehen keine Eventualverbindlichkeiten (Bürgschaften, Garantien, Rechtsfälle, Übrige), welche die Wesentlichkeitsgrenze für die Offenlegung von 0.5 Mio. übersteigen.

Eventualforderungen

Es bestehen keine Eventualforderungen in 2018.

29 Finanzielle Zusagen

TCHF	31.12.2018	31.12.2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Finanzielle Zusagen bis 1 Jahr	3 209	2 949	260	9%
Finanzielle Zusagen zwischen 1 und 5 Jahre	416	85	331	390%
Finanzielle Zusagen grösser als 5 Jahre	–	–	–	0%
Ohne Fälligkeit/unbestimmt	–	–	–	0%
Total Finanzielle Zusagen	3 624	3 034	591	19%

Bei finanziellen Zusagen handelt es sich um Verpflichtungen gegenüber Dritten, die im Moment noch nicht existieren (keine gegenwärtige Verpflichtung, present obligation im Sinne von IPSAS 19), aber in Zukunft sicher eintreten werden.

Es handelt sich dabei vor allem um bereits in 2018 getätigte Bestellungen u. a. für Versicherungsleistungen, Material- und Gerätebeschaffungen.

Es bestehen keine weiteren gegenwärtigen Verpflichtungen (present obligation im Sinne von IPSAS 19), die in Zukunft sicher eintreten werden.

30 Operatives Leasing

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Fälligkeiten				
Fälligkeiten bis 1 Jahr	1 825	1 653	172	10%
Fälligkeiten von 1 bis 5 Jahren	3 002	4 073	-1 071	-26%
Fälligkeiten von mehr als 5 Jahren	-	-	-	0%
Künftige Mindestleasingzahlungen aus unkündbarem operativem Leasing per 31.12.	4 827	5 726	-899	-16%
Leasingaufwand				
Mindestleasingzahlungen	1 729	1 668	61	4%
Zahlungen aus Untermietverhältnissen	-	-	-	0%
Leasingaufwand der Periode	1 729	1 668	61	4%
Zusätzliche Informationen				
Zukünftige Erträge aus Untermieten (aus unkündbaren Mietverträgen)	-	-	-	0%

Bei der Empa existiert ein langfristiger Mietvertrag mit solidarischer Haftung der Eawag für das Gästehaus bis 2022 mit einem Restvolumen von 4.1 Mio. Die Jahresmiete beträgt 1 Mio. Ein weiterer Vertrag besteht für den Standort Empa Thun, der jährlich kündbar ist. Die Jahresmiete ist mit 0.4 Mio. ebenfalls im Mietaufwand erfasst.

31 Vergütungen an Schlüsselpersonen des Managements

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Schulleitung und Direktion	2 144	1 915	229	12%

Schlüsselpersonen

TCHF	2018	2017	Veränderung absolut	Veränderung %
Schulleitung und Direktion	7	7	–	0%

Die Schlüsselpersonen des Managements umfassen alle Mitglieder der Direktion der Empa. In 2017 wurde die Direktion unterjährig mit einer zusätzlichen Departementsleiterin aufgestockt.

32 Beziehungen zu beherrschten und assoziierten Einheiten

Die Empa hat keine Beziehungen zu beherrschten und assoziierten Einheiten.

33 Ereignisse nach dem Bilanzstichtag

Die Rechnung der Empa wurde vom Direktor und der Leiterin Finanzen/Controlling/Einkauf der Empa am 25. Februar 2019 genehmigt. Bis zu diesem Datum sind keine wesentlichen Ereignisse eingetreten, die eine Offenlegung im Rahmen der Rechnung der Empa per 31. Dezember 2018 oder deren Anpassung erforderlich gemacht hätten.



Reg. Nr. 1.19048.936.00122.002

Bericht der Revisionsstelle

**an den Direktor der Eidgenössischen Materialprüfungs- und
Forschungsanstalt, Dübendorf**

Bericht zur Prüfung der Jahresrechnung

Prüfungsurteil

Wir haben die Jahresrechnung der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) – bestehend aus der Erfolgsrechnung 2018, der Bilanz zum 31. Dezember 2018, dem Eigenkapitalnachweis und der Geldflussrechnung für das dann endende Jahr sowie dem Anhang zur Jahresrechnung, einschliesslich einer Zusammenfassung bedeutsamer Rechnungslegungsmethoden – geprüft.

Nach unserer Beurteilung vermittelt die Jahresrechnung (Seiten 76 bis 136) ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens- und Finanzlage der EMPA zum 31. Dezember 2018 sowie deren Ertragslage und Cashflows für das dann endende Jahr in Übereinstimmung mit den International Public Sector Accounting Standards (IPSAS) und entspricht den gesetzlichen Vorschriften und dem Rechnungslegungshandbuch für den ETH-Bereich.

Grundlage für das Prüfungsurteil

Wir haben unsere Prüfung in Übereinstimmung mit dem schweizerischen Gesetz, den International Standards on Auditing (ISA), den Schweizer Prüfungsstandards (PS) und gemäss Artikel 35ater des Bundesgesetzes über die Eidgenössischen Technischen Hochschulen (SR 414.110) durchgeführt. Unsere Verantwortlichkeiten nach diesen Vorschriften und Standards sind im Abschnitt „Verantwortlichkeiten der Revisionsstelle für die Prüfung der Jahresrechnung“ unseres Berichts weitergehend beschrieben. Wir sind in Übereinstimmung mit dem Finanzkontrollgesetz (SR 614.0) und den Anforderungen des Berufsstands von der EMPA unabhängig und haben unsere sonstigen beruflichen Verhaltenspflichten in Übereinstimmung mit diesen Anforderungen erfüllt.

Wir sind der Auffassung, dass die von uns erlangten Prüfungsnachweise ausreichend und geeignet sind, um als Grundlage für unser Prüfungsurteil zu dienen.

Übrige Informationen im Geschäftsbericht

Die Geschäftsleitung der EMPA ist für die übrigen Informationen im Geschäftsbericht verantwortlich. Die übrigen Informationen umfassen alle im Geschäftsbericht dargestellten Informationen, mit Ausnahme der Jahresrechnung und unserem dazugehörigen Bericht.

Die übrigen Informationen im Geschäftsbericht sind nicht Gegenstand unseres Prüfungsurteils zur Jahresrechnung und wir machen keine Prüfungsaussage zu diesen Informationen.

Im Rahmen unserer Prüfung der Jahresrechnung ist es unsere Aufgabe, die übrigen Informationen zu lesen und zu beurteilen, ob wesentliche Unstimmigkeiten zur Jahresrechnung oder zu unseren Erkenntnissen aus der Prüfung bestehen oder ob die übrigen Informationen anderweitig wesentlich falsch dargestellt erscheinen. Falls wir auf der Basis unserer Arbeiten zu dem Schluss gelangen, dass eine wesentliche falsche Darstellung der übrigen Informationen vorliegt, haben wir darüber zu berichten. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf den Abschnitt „Bericht zu sonstigen gesetzlichen und anderen rechtlichen Anforderungen“ am Ende dieses Berichts.

Verantwortlichkeiten der Geschäftsleitung der EMPA für die Jahresrechnung

Die Geschäftsleitung der EMPA ist verantwortlich für die Aufstellung einer Jahresrechnung, die in Übereinstimmung mit den IPSAS und den gesetzlichen Vorschriften (Verordnung über den ETH-Bereich, SR 414.110.3; Verordnung über das Finanz- und Rechnungswesen des ETH-Bereichs, SR 414.123; Rechnungslegungshandbuch für den ETH-Bereich) ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild vermittelt, und für die internen Kontrollen, die die Geschäftsleitung der EMPA als notwendig feststellt, um die Aufstellung einer Jahresrechnung zu ermöglichen, die frei von wesentlichen – beabsichtigten oder unbeabsichtigten – falschen Darstellungen ist.

Bei der Aufstellung der Jahresrechnung ist die Geschäftsleitung der EMPA dafür verantwortlich, die Fähigkeit der EMPA zur Fortführung der Geschäftstätigkeit zu beurteilen und Sachverhalte in Zusammenhang mit der Fortführung der Geschäftstätigkeit – sofern zutreffend – anzugeben.

Verantwortlichkeiten der Revisionsstelle für die Prüfung der Jahresrechnung

Unsere Ziele sind, hinreichende Sicherheit darüber zu erlangen, ob die Jahresrechnung als Ganzes frei von wesentlichen – beabsichtigten oder unbeabsichtigten – falschen Darstellungen ist, und einen Bericht abzugeben, der unser Prüfungsurteil beinhaltet. Hinreichende Sicherheit ist ein hohes Mass an Sicherheit, aber keine Garantie dafür, dass eine in Übereinstimmung mit dem schweizerischen Gesetz, den ISA sowie den PS durchgeführte Prüfung eine wesentliche falsche Darstellung, falls eine solche vorliegt, stets aufdeckt. Falsche Darstellungen können aus dolosen Handlungen oder Intümern resultieren und werden als wesentlich angesehen, wenn von ihnen einzeln oder insgesamt vernünftigerweise erwartet werden könnte, dass sie die auf der Grundlage dieser Jahresrechnung getroffenen wirtschaftlichen Entscheidungen von Nutzern beeinflussen.

Als Teil einer Prüfung in Übereinstimmung mit dem schweizerischen Gesetz, den ISA sowie den PS üben wir während der gesamten Prüfung pflichtgemässes Ermessen aus und bewahren eine kritische Grundhaltung. Darüber hinaus:

- identifizieren und beurteilen wir die Risiken wesentlicher – beabsichtigter oder unbeabsichtigter – falscher Darstellungen in der Jahresrechnung, planen und führen Prüfungshandlungen als Reaktion auf diese Risiken durch sowie erlangen Prüfungsnachweise, die ausreichend und geeignet sind, um als Grundlage für unser Prüfungsurteil zu dienen. Das Risiko, dass aus dolosen Handlungen resultierende wesentliche falsche Darstellungen nicht aufgedeckt werden, ist höher als ein aus Irrtümern resultierendes, da dolose Handlungen betrügerisches Zusammenwirken, Fälschungen, beabsichtigte Unvollständigkeiten, irreführende Darstellungen oder das Ausserkraftsetzen interner Kontrollen beinhalten können.
- gewinnen wir ein Verständnis von dem für die Prüfung relevanten internen Kontrollsystem, um Prüfungshandlungen zu planen, die unter den gegebenen Umständen angemessen sind, jedoch nicht mit dem Ziel, ein Prüfungsurteil zur Wirksamkeit des internen Kontrollsystems der EMPA abzugeben.
- beurteilen wir die Angemessenheit der angewandten Rechnungslegungsmethoden sowie die Vertretbarkeit der dargestellten geschätzten Werte in der Rechnungslegung und damit zusammenhängenden Angaben.
- schlussfolgern wir über die Angemessenheit der Anwendung des Rechnungslegungsgrundsatzes der Fortführung der Geschäftstätigkeit durch die Geschäftsleitung der EMPA sowie auf der Grundlage der erlangten Prüfungsnachweise, ob eine wesentliche Unsicherheit im Zusammenhang mit Ereignissen oder Gegebenheiten besteht, die bedeutsame Zweifel an der Fähigkeit des Instituts zur Fortführung der Geschäftstätigkeit aufwerfen kann. Falls wir die Schlussfolgerung treffen, dass eine wesentliche Unsicherheit besteht, sind wir verpflichtet, in unserem Bericht auf die dazugehörigen Angaben im Anhang der Jahresrechnung aufmerksam zu machen oder, falls diese Angaben unangemessen sind, unser Prüfungsurteil zu modifizieren. Wir ziehen unsere Schlussfolgerungen auf der Grundlage der bis zum Datum unseres Berichts erlangten Prüfungsnachweise. Zukünftige Ereignisse oder Gegebenheiten können jedoch die Abkehr der EMPA von der Fortführung der Geschäftstätigkeit zur Folge haben.
- beurteilen wir die Gesamtdarstellung, den Aufbau und den Inhalt der Jahresrechnung einschliesslich der Angaben im Anhang sowie, ob die Jahresrechnung die zugrunde liegenden Geschäftsfälle und Ereignisse in einer Weise wiedergibt, dass eine sachgerechte Gesamtdarstellung erreicht wird.
- erlangen wir ausreichende geeignete Prüfungsnachweise zu den Finanzinformationen der Einheiten oder Geschäftstätigkeiten innerhalb der EMPA, um ein Prüfungsurteil zur Jahresrechnung abzugeben. Wir sind verantwortlich für die Anleitung, Überwachung und Durchführung der Prüfung der Jahresrechnung. Wir tragen die Alleinverantwortung für unser Prüfungsurteil.

Wir tauschen uns mit dem Prüfungsausschuss des ETH-Rats und der Geschäftsleitung der EMPA aus, unter anderem über den geplanten Umfang und die geplante zeitliche Einteilung der Prüfung sowie über bedeutsame Prüfungsfeststellungen, einschliesslich etwaiger bedeutsamer Mängel im internen Kontrollsystem, die wir während unserer Prüfung erkennen.

Bericht zu sonstigen gesetzlichen und anderen rechtlichen Anforderungen

In Übereinstimmung mit dem Finanzkontrollgesetz und dem Schweizer Prüfungsstandard 850 bestätigen wir, dass ein gemäss den Vorgaben des ETH-Rats ausgestaltetes internes Kontrollsystem für die Aufstellung der Jahresrechnung existiert.

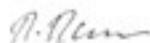
In Übereinstimmung mit Art. 21 Abs. 2 der Verordnung über das Finanz- und Rechnungswesen des ETH-Bereichs bestätigen wir, dass keine Widersprüche zwischen dem Personalreporting im Geschäftsbericht (Lagebericht) und der Jahresrechnung bestehen und dass keine Widersprüche zwischen den Finanzaufstellungen im Geschäftsbericht (Lagebericht) und der Jahresrechnung bestehen.

Ferner bestätigen wir in Übereinstimmung mit Art. 21 Abs. 2 der Verordnung über das Finanz- und Rechnungswesen des ETH-Bereichs, dass ein gemäss den Vorgaben des ETH-Rats ausgestaltetes Risikomanagement adäquat durchgeführt wurde.

Wir empfehlen, die vorliegende Jahresrechnung zu genehmigen.

Bern, 25. Februar 2019

EIDGENÖSSISCHE FINANZKONTROLLE



Regula Dumer
Zugelassene
Revisionsexpertin



David Ingen Housz
Zugelassener
Revisionsexperte

Empa – The Place where Innovation Starts

Empa
www.empa.ch

CH-8600 Dübendorf
Überlandstrasse 129
Telefon +41 58 765 11 11
Telefax +41 58 765 11 22

CH-9014 St. Gallen
Lerchenfeldstrasse 5
Telefon +41 58 765 74 74
Telefax +41 58 765 74 99

CH-3602 Thun
Feuerwerkerstrasse 39
Telefon +41 58 765 11 33
Telefax +41 58 765 69 90



Empa

Materials Science and Technology