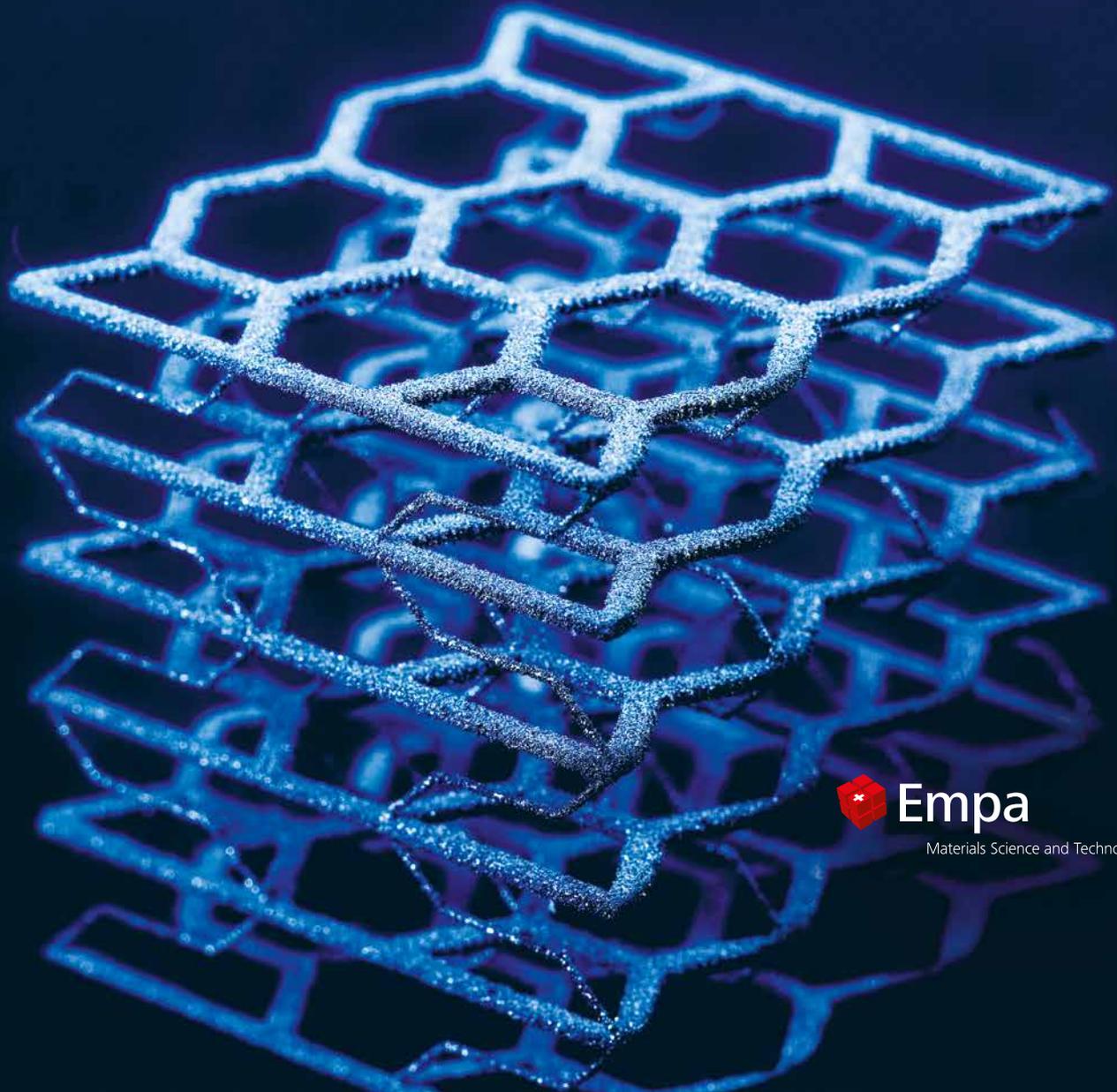


Jahresbericht 2017



Empa

Materials Science and Technology

Unsere Vision.
Materialien und Technologien
für eine nachhaltige Zukunft.

4

Vorwort

6

Das Jahr im Rückblick

8

Ausgewählte Projekte

34

Research Focus Areas

48

Von der Forschung zur Innovation

66

Zahlen und Fakten

80

Jahresrechnung 2017

150

Bericht der Revisionsstelle

Titelbild: Im 3D-Druck hergestelltes Gitter aus Titan mit variabler Steifigkeit.
Ein mögliches Anwendungsgebiet sind Implantate, die in einer Richtung elastisch, in anderen aber steif sein müssen.

Herausgeber: Empa; **Konzept/Redaktion/Gestaltung:** Empa; **Druck/Ausrüstung:** Neidhart+Schön AG, Zürich.

© Empa 2018 – ISSN 1424-2176 Jahresbericht Empa



Gedruckt auf 100% Recyclingpapier



Gemeinsam die Zukunft gestalten

Es gibt unzählige gesellschaftliche und ökonomische Herausforderungen, die wir nur gemeinsam meistern können. Die Institutionen des ETH-Bereichs entwickeln hierfür innovative Lösungen, die dazu beitragen, unsere Zukunft nachhaltig und auch für künftige Generationen lebenswert zu gestalten. Dazu hat der ETH-Bereich vier strategische Forschungsinitiativen gestartet, bei denen sich alle sechs Institutionen einbringen, die Empa etwa mit ihren Kompetenzen in der Materialforschung und Entwicklung neuer Technologien.

Da ist zunächst die Energieforschung. Bereits seit Jahren ist dies ein Kerngebiet der Empa mit speziellem Fokus auf erneuerbare Konzepte für eine entkarbonisierte – also für eine nicht auf fossilen Brennstoffen basierte – Gesellschaft und Wirtschaft, vor allem im Gebäude- und Mobilitätsbereich. Unser Ziel ist es, mit unserer Forschung die Grundlagen zu liefern, damit die Schweizer «Energiestrategie 2050» Realität werden kann. Diese Anstrengungen sind in vollem Gange, und es freut mich, dass unsere Forschenden etwa bei der Stromspeicherung mit Hilfe neuer Batteriekonzepte bereits überzeugende, innovative Lösungen präsentieren konnten.

Im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung haben die gemeinsamen Anstrengungen unter anderem zur Gründung des «Swiss Data Science Center» der beiden ETHs geführt. Die Empa beteiligt sich daran mit ihren Kenntnissen in der Modellierung von Materialeigenschaften auf atomarer und molekularer Ebene. Zudem gewinnen Modellierungen auf verschiedenen Längenskalen – vom Nanometer bis zu zig Kilometern – immer mehr an Bedeutung; die Empa betreibt einerseits komplexe Messnetze in der ganzen Schweiz, die zahlreiche Luftfremdstoffe präzise und in kleinsten Mengen aufspüren, um damit mittels Computersimu-

lationen beispielsweise die atmosphärische Verteilung der Schadstoffe und deren Quellen zu ermitteln. Andererseits beruhen auch die Energienetze immer mehr auf komplexen Algorithmen, die Produktion, Verteilung und Verbrauch von Energie regeln – Themen also, die in den Grossforschungsplattformen NEST und Energy Hub der Empa angegangen werden.

Mit der Initiative «Personalisierte Gesundheit und zugehörige Technologien» ist die Empa über ihren Forschungsschwerpunkt «Gesundheit und Leistungsfähigkeit» verbunden. Die an der Empa entwickelten in-vitro-Modelle sowie unsere Forschung an der Schnittstelle von Materialoberflächen und belebter Materie, also menschlichen Zellen und Geweben, aber auch die Forschung an neuen Implantaten führen so in Zusammenarbeit mit unseren Partnern effizienter und zielstrebig zu neuen diagnostischen und therapeutischen Ansätzen.

Fortschrittliche und additive Fertigungstechnologien sind schliesslich das Thema der Initiative «Advanced Manufacturing» (AM), die die Empa für den gesamten ETH-Bereich koordiniert und mit neuen Materialentwicklungen auch wesentlich prägt. Verständlicherweise ist diese Initiative für uns als Materialforschungsinstitut von besonderer Bedeutung. So bietet etwa die Entwicklung neuer pulverförmiger Materialien für den 3D-Druck enorme Chancen, den industriellen Wandel hierzulande umzusetzen. Neue oxydische Verbindungen, die ultrahart und gleichzeitig leicht sind, ermöglichen dank AM völlig neue Anwendungen – am Computer entworfen und mittels additiver Fertigung hergestellt. Mit konventionellen Herstellungsmethoden wären diese schlicht nicht realisierbar. Mit diesen Initiativen wollen wir an der Empa in enger Zusammenarbeit mit dem ETH-Bereich die Zukunft mitgestalten.



Prof. Dr. Gian-Luca Bona, Direktor

01

Nanostrukturierte Oberflächen

Um neue Herstellungsverfahren von Produkten im Nanometersstab zu entwickeln, arbeitet die Empa im EU-geförderten Netzwerk «ELENA» mit 13 Unis, 3 Forschungsinstituten und 5 Firmen aus 13 Ländern zusammen.

Sommerwärme für die Wintersaison

Wie sich Sommerwärme bis in den Winter speichern lässt, fand ein EU-Projekt mit Beteiligung der Empa heraus: mit einer preisgünstigen und zuverlässigen Methode, basierend auf Natronlauge.

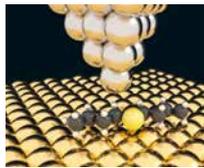


02

Geldsegen für junge Forschende

Die EU bewilligte den zweiten «COFUND»-Antrag der Empa in der Höhe von mehr als 3,5 Millionen Euro im Rahmen des Marie-Sklodowska-Curie-Programms. Damit werden über fünf Jahre 50 Postdoc-Stellen an der Empa co-finanziert.

Der Entropie auf der Spur



Mit Hilfe eines Rastertunnelmikroskops haben Empa-Forscher Einblicke in eine eher abstrakte physikalische Grösse erhalten und diese erstmals anhand eines einzelnen Moleküls gemessen – die Entropie.

03

Weiche Sensoren für smarte Textilien

Forschenden der Empa ist es gelungen, optische Fasern für Sensoren herzustellen, die sich für Textilien eignen. Damit liesse sich zum Beispiel im Spital überwachen, ob ein Patient Druckgeschwüre bekommt.



Neuartiger «Obst-Spion»

Ein an der Empa entwickelter Sensor überwacht zuverlässig die Kühlung von Früchten auf dem Transport von der Plantage bis in den Laden. Er sieht aus wie eine Frucht und verhält sich auch so.



Chemische Reaktionen in Echtzeit beobachten

Ein modernes Transmissionselektronenmikroskop eröffnet neue Möglichkeiten: Damit lässt sich unter anderem das Wachstum von Nanokristallen in Echtzeit beobachten – und filmen.

04

Was beim Gasgeben rauskommt

Die Abgasreinigung bei Dieseln und Benzinern kommt im alltäglichen Fahrverhalten an ihre Grenzen. Das zeigten Abgasanalysen der Empa unter realen Bedingungen.

Seite 22



Hautmodell statt Probandenversuche

Empa-Forschende haben ein künstliches Hautmodell auf Gelatinebasis entwickelt, das die menschliche Haut nahezu perfekt simuliert und so Probandenversuche ersetzen kann.

05

3D-Druckertinte aus dem Wald

Empa-Forschende entwickelten eine Tinte aus Cellulosenanokristallen, mit der sich im 3D-Druck Mikrostrukturen für Implantate und andere biomedizinische Anwendungen herstellen lassen.



Neue Komponenten für Batterien

Ein Empa-Team konnte zeigen, dass Natrium und Magnesium sich für die Entwicklung neuer Feststoffbatterien eignen. Ziel ist es, Alternativen zu Lithium-Ionen-Akkus zu entwickeln.

Seite 26

06

Bauen mit Robotern und 3D-Druckern

Auf dem NEST-Gebäude der Empa und Eawag bauen Forscher der ETH Zürich mit Wirtschaftspartnern das dreigeschossige «DFAB HOUSE». Es handelt sich um das weltweit erste Haus, das weitgehend mit digitalen Prozessen entworfen, geplant und gebaut wird.



Neue Legierungen für den 3D-Druck

An der Empa in Thun trafen sich über 100 Gäste aus Wirtschaft und Politik, um das Know-how der Empa auf dem Gebiet des 3D-Drucks aus erster Hand zu erleben.



07

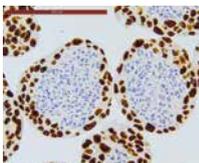
Sensor unterstützt die Wundheilung



Ein neuartiger Verband warnt dank Sensoren mittels Lichtsignalen, sobald die Wunde schlecht verheilt – ohne dass er entfernt werden muss. Das ermöglicht das Überwachen chronischer Wunden auch zuhause.

Medikation fürs ungeborene Kind

Ein Empa-Team entwickelte ein neues Zellmodell der menschlichen Plazentaschranke. Das «Modellorgan» liefert schnell und zuverlässig neue Erkenntnisse zur Aufnahme von Substanzen wie Nanopartikeln und zu möglichen toxischen Effekten auf das ungeborene Kind.



08

Mit Algen gegen Arthrose?

Neuer Ansatz zur Behandlung von Arthrose: Ein chemisch modifiziertes Alginat unterdrückt in Zellkulturversuchen die Immunreaktion gegen Knorpelzellen und bekämpft damit die Ursachen von Arthrose.

Seite 18



Solare Fitness- und Wellness-Unit

Im NEST ging im August als Weltneuheit eine Fitness- und Wellness-Unit in Betrieb, die komplett mit Sonnenenergie und dem sportlichen Beitrag der Nutzer betrieben wird.



09

Grösstes Elektrofahrzeug der Welt

Schweizer Firmen bauten das grösste Elektrofahrzeug der Welt. Der E-Dumper ist konzipiert für harte Arbeit im Steinbruch. Spezialisten der Empa sorgen für die Betriebssicherheit.



Lasern statt nähen

Empa-Wissenschaftler haben ein Verfahren entwickelt, das Kunstfasergewebe miteinander verschweisst – und die «Naht» dadurch absolut luft- und wasserdicht macht.

Seite 54

Ungiftiger Flammhemmer



An der Empa entwickelte Flammenschutzmittel sind vor allem für Matratzen und Polster geeignet. Anders als bisherige, chlorhaltige Produkte ist die neue Stoffklasse ungiftig.

10

Wundkleber gegen Blutungen

Wunden im Körperinneren können weder genäht noch mit einem Pflaster behandelt werden. Ein an der Empa entwickelter, auf Nanopartikeln basierender Wundkleber soll helfen, schlecht zugängliche Wunden zu schliessen und lebensbedrohliche Blutungen zu vermeiden.

Leuchtpyjama als Therapie



Babys, die nach der Geburt an Gelbsucht leiden, werden mit kurzweiligem Licht behandelt. Empa-Forscher haben nun einen Leuchtpyjama entwickelt, der die Therapie im Brutkasten ersetzt.

Seite 46

Günstige Batterien aus Abfallgraphit

Lithium-Ionen-Akkus sind brennbar, und der Preis für den Rohstoff steigt stetig. Forscher der Empa und der ETH Zürich haben neue Ansätze entdeckt, wie man Batterien aus Abfallgraphit und Schrottmetalen herstellen könnte.

Seite 26

11

Ein Kraftwerk aus Gummi

Forschende der Empa haben ein elastisches Material entwickelt, das bei Verformung Strom erzeugt. Es könnte zum Beispiel als Implantat Herzschrittmacher mit Strom versorgen.



Farbsensoren mit maximaler Auflösung

Forscher der Empa und der ETH Zürich haben einen Farbsensor entwickelt, der Licht nahezu ideal absorbiert und günstig herzustellen ist. Dabei werden die Sensoren aufeinandergeschichtet statt aufgereiht.

Seite 38



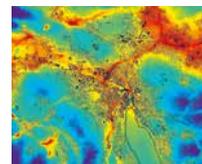
12

Aufgewärmt an den Start



Beim Kaltstart eines Benzinmotors entstehen weit mehr Feinstaub und Schadstoffe als während der Fahrt. Empa-Forscher heizen den Katalysator daher mit Mikrowellen vor, damit dieser sofort effizient arbeitet.

Schweizweite CO₂-Daten



Die Schweiz erhält ein weltweit einzigartig dichtes CO₂-Messsystem: 300 vom Empa-Spin-off Decentlab entwickelte Sensoren sammeln laufend Messwerte und übermitteln diese drahtlos ans «Swiss Data Science Center», wo die Daten verarbeitet und visualisiert werden.

Seite 42





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.

Nanotransistoren aus Graphen

Transistoren auf der Basis von Kohlenstoffnanostrukturen – was nach Zukunftsmusik klingt, könnte in wenigen Jahren Realität sein. Einem internationalen Forscherteam mit Beteiligung der Empa ist es gelungen, Nanotransistoren aus nur wenigen Atomen breiten Graphenbändern zu produzieren. Die Bänder, auch Graphen-Nanoribbons genannt, haben spezielle elektronische Eigenschaften, die sie zu vielversprechenden Kandidaten für die Nanoelektronik der Zukunft machen: Während Graphen – eine nur ein Atom dünne Kohlenstoffschicht – ein leitendes Material ist, kann es in Form von Nanobändern zum Halbleiter werden. Dadurch kann es je nach angelegter Spannung zwischen einem leitenden und einem isolierenden Zustand wechseln – und wird so möglicherweise zu einem zentralen Bestandteil von Nanotransistoren.

Kleinste Details in der atomaren Struktur dieser Graphenbänder haben allerdings massive Auswirkungen auf deren elektronische Eigenschaften. Diese hängen einerseits von der Breite der Graphenbänder ab, andererseits von der Struktur der Ränder. Da Graphen aus gleichseitigen Kohlenstoffsechsecken besteht, kann der Rand je nach Ausrichtung der Bänder eine Zickzack- oder eine

sogenannte Sessel-Form («armchair») aufweisen. Während sich Bänder mit Zickzackrand wie Metalle verhalten – also leitend sind –, werden sie mit einem Sessel-Rand zum Halbleiter.

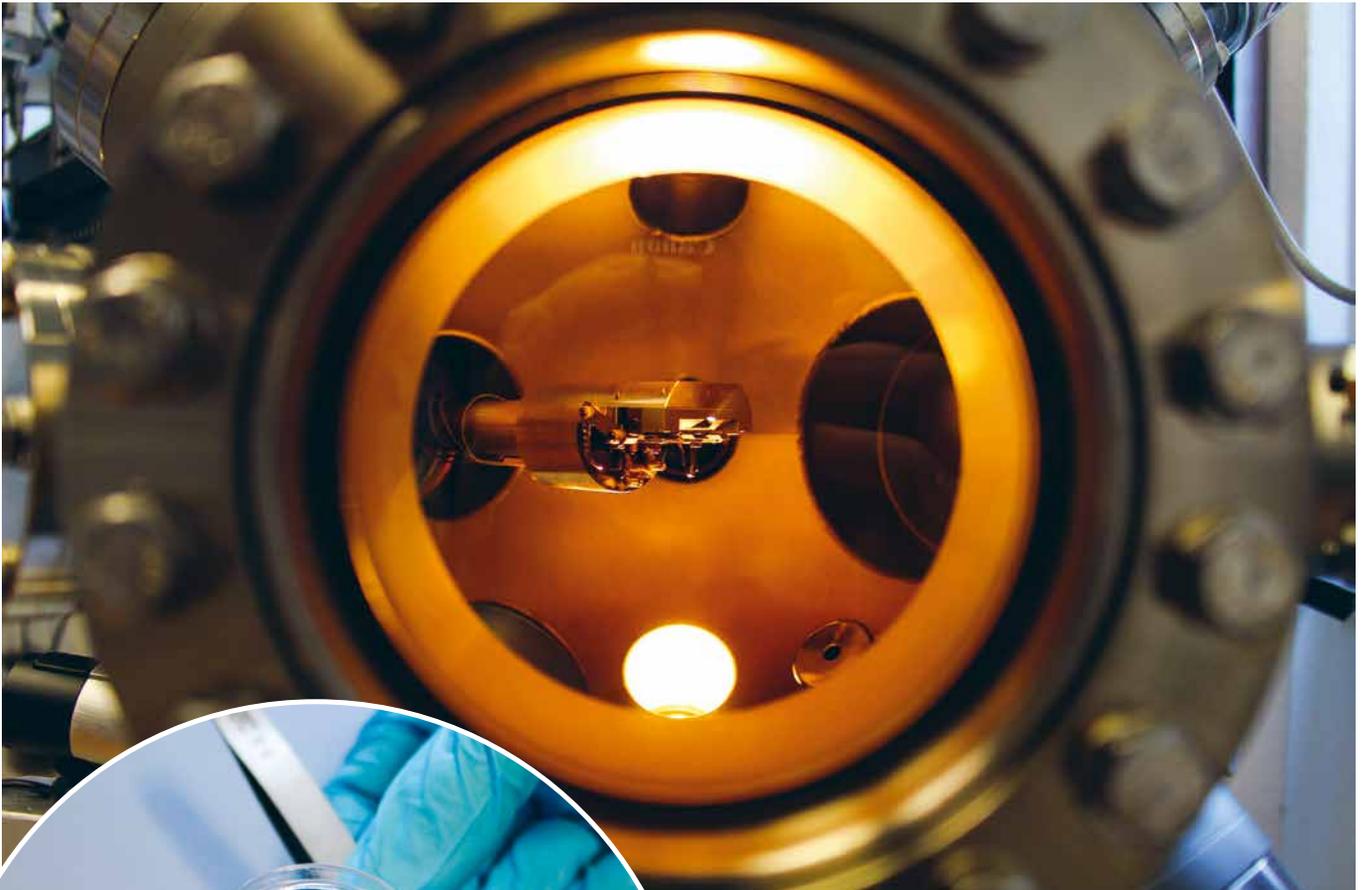
Mit neun Atomen zum Halbleiter

Forschenden der Empa ist es in Zusammenarbeit mit Kollegen am Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz und an der University of California in Berkeley gelungen, Bänder von exakt neun Atomen Breite und einem regelmässigen Sessel-Rand aus Vorläufermolekülen wachsen zu lassen. Dafür werden die speziell angefertigten Moleküle im Ultrahochvakuum verdampft. Wie Puzzlestücke fügen sie sich nach mehreren Verfahrensstufen auf einer Goldunterlage zu den gewünschten Nanoribbons von rund einem Nanometer Breite und bis zu 50 Nanometern Länge zusammen. Die Forschenden übertrugen diese Bänder von der Goldunterlage auf das vorstrukturierte Siliziumsubstrat und ergänzten diese mit Kontakten in nur gerade 20 Nanometern Abstand zu Nanotransistoren.

Die ersten Versuche waren allerdings zunächst wenig erfolgreich: Messungen zeigten, dass der Unterschied im Stromfluss zwischen dem «EIN»-Zustand (also bei angelegter Spannung) und dem

«AUS»-Zustand (ohne angelegte Spannung) viel zu gering war. Das Problem lag bei der dielektrischen Schicht aus Siliziumoxid, die die halbleitende Nanoribbon-Schicht mit dem elektrischen Schalterkontakt verbindet: Um die gewünschten Eigenschaften aufzuweisen, musste diese 50 Nanometer dick sein – und das wiederum beeinflusste das Verhalten der Elektronen. Den Forschenden gelang es in der Folge jedoch, diese Schicht massiv zu verkleinern, indem sie als dielektrisches Material anstelle von Siliziumoxid Hafniumoxid (HfO_2) verwendeten. Damit ist die Schicht gerade noch 1,5 Nanometer dünn – und der Strom bei «eingeschaltetem» Transistor um Zehnerpotenzen höher. Damit gelang dem Forscherteam ein ganz wesentlicher Schritt auf dem Weg zur Nanoelektronik. //

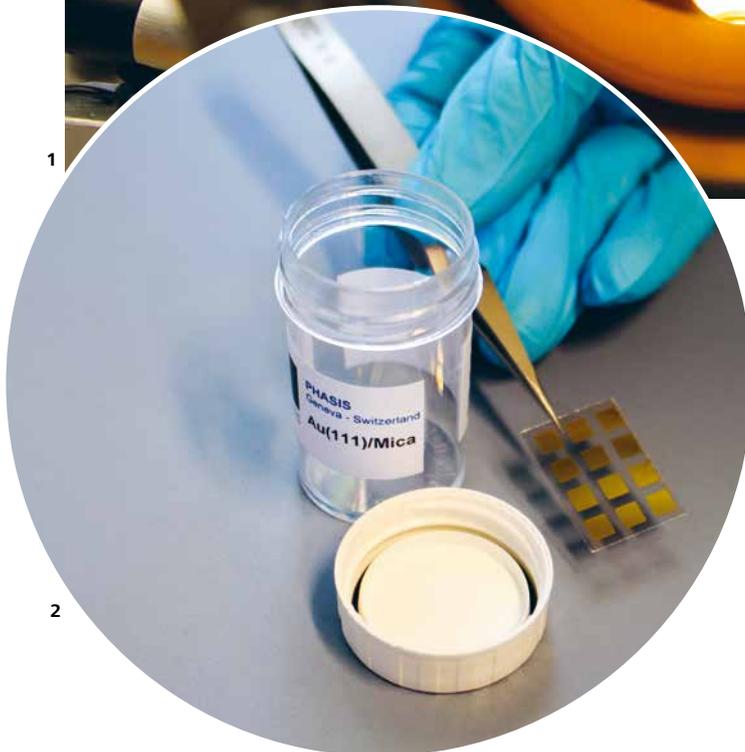
Prof. Dr. Roman Fasel, roman.fasel@empa.ch



1

1
Die Graphennanobänder werden im Hochvakuum aus speziell angefertigten Molekülen hergestellt.

2
Auf einer Unterlage aus Gold wachsen die Graphenbänder, die gerade mal einen Nanometer breit und bis zu 50 Nanometer lang sind.



2

Neue Materialien aus Holz

Prof. Dr. Ingo Burgert, ingo.burgert@empa.ch

Die Einsatzmöglichkeiten von Holz sind mannigfaltig und noch längst nicht ausgeschöpft. Forschende der Empa verändern und behandeln dieses vielseitige Material so, dass es völlig neue Eigenschaften aufweist – was ganz unerwartete Anwendungen erlaubt: vom Ersatz für wertvolles, weil knapp werdendes, Ebenholz über pilzbehandelte Geigen bis zu nanofibrillierter Cellulose im Fasadenbau.

Edelhölzer sind weltweit bedroht, und trotz strenger Handelsvorschriften nehmen etwa die Ebenholzbestände rapide ab. Ein Ersatz muss also her. Und den liefert das Empa-Spin-off «Swiss Wood Solutions». Ihr Produkt, «Swiss Ebony», besteht aus modifiziertem Schweizer Bergahorn, das ähnliche Eigenschaften wie Ebenholz bietet – nachhaltig und völlig legal. Es wird zum Beispiel an Stelle von echtem Ebenholz für Griffbretter von Saiteninstrumenten eingesetzt. Die junge Firma existiert seit gut einem Jahr und hat sich bereits einen Platz in den Top 100 der Schweizer Start-ups gesichert.

Instrumente stehen auch beim «Mycowood»-Projekt im Zentrum. Dabei gelang es Empa-Forschenden, Geigenholz mit Pilzen zu behandeln, um

dem Instrument so den Klang einer antiken Meistergeige zu verleihen. Die Empa-Abteilung «Akustik/Lärminderung» untersucht den Klang solcher Biotechgeigen vom ersten Moment seiner Entstehung bis hin zur Empfindung, die er bei den Zuhörern auslöst. In einem ersten Versuch zeigte sich das Publikum bei einem Hörtest bereits begeistert – doch wie Menschen die «Seele» der Biotechgeige – also ihren Klang – wahrnehmen, wollen die Empa-Experten nun im Labor für Hörversuche wissenschaftlich untersuchen.

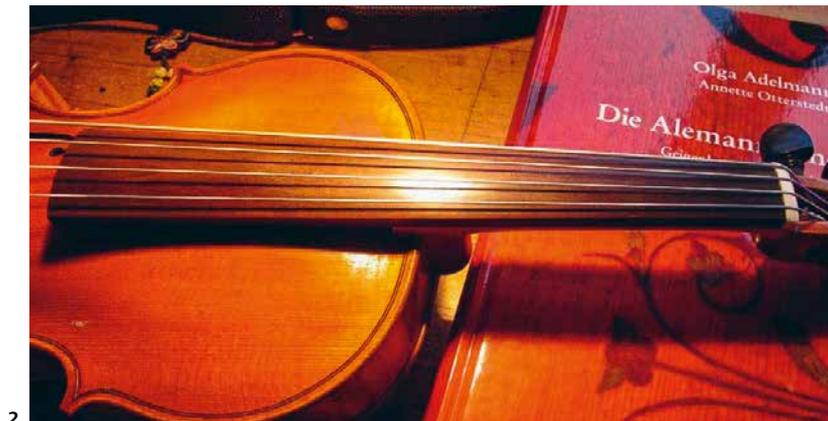
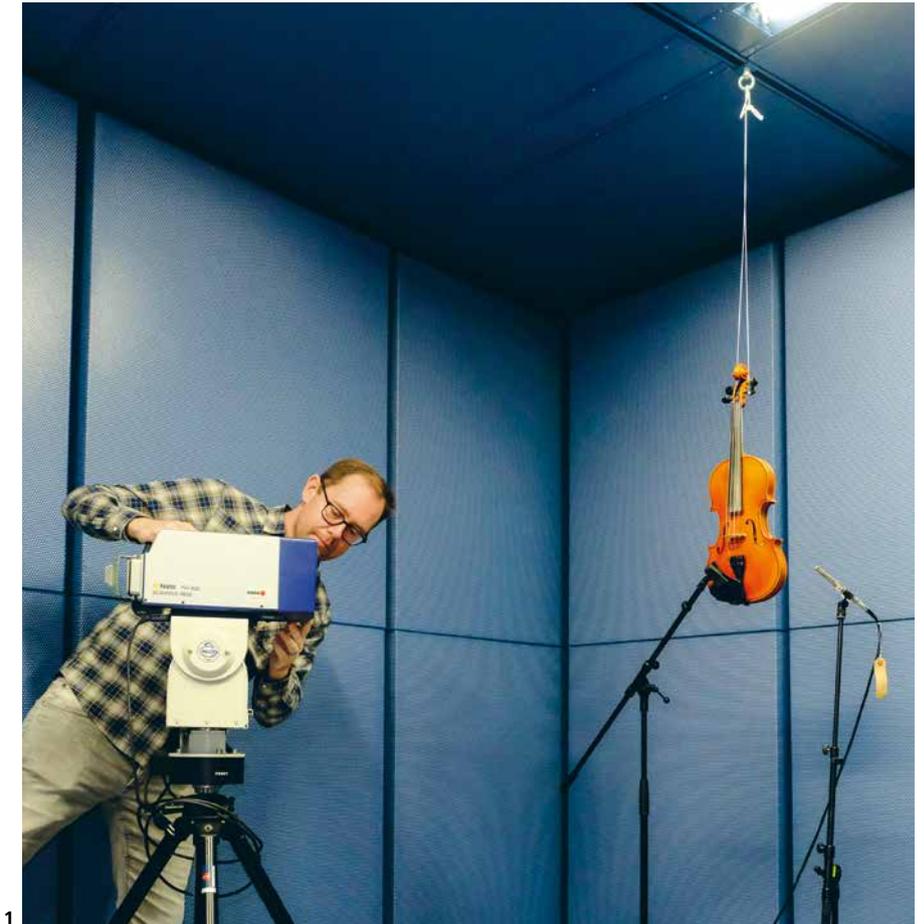
Gefragte Ressource

Der Schweizer Nationalfonds hat dem Holz ein Nationales Forschungsprogramm gewidmet – NFP 66 «Ressource Holz» –, das 2017 auslief und auch drei Empa-Projekte beinhaltete. Ein Projekt widmete sich dabei dem Holz als Baumaterial; so untersuchten Empa-Forscher etwa das Verhalten von Verbindungen und Wandelementen bei Horizontalkräften, wie sie bei Erdbeben und starkem Wind auftreten. Holz ist für eine Vielzahl von Anwendungen ein exzellenter Werkstoff; seine Verwendung wird aber durch nachteilige Eigenschaften teilweise eingeschränkt. Ein weiteres Projekt hatte daher das Ziel, Holz

und Holzwerkstoffe durch die Veränderung von Zellwänden und Faseroberflächen mittels Polymerchemie und nanotechnologischer Verfahren zu verbessern. Eine Beschichtung aus nanofibrillierter Cellulose – ebenfalls an der Empa entwickelt – soll ausserdem eine wichtige Rolle im Witterungsschutz von Holzfasaden übernehmen. //

1
Klingen Geigen aus pilzbe-
handeltem Holz so wie
ein antikes Meisterinstrument?
Präzise Körperschallmessungen
und Experimente mit Versuchs-
personen sollen zeigen, ob
eine «Pilzkur» ein Instrument
messbar veredeln kann.

2
Geige mit Griffbrett aus
«Swiss Ebony».
Bild: Wilhelm Geigenbau AG, Suhr



Mikroplastik aus der Waschmaschine

Prof. Dr. Bernd Nowack, bernd.nowack@empa.ch
Dr. Patrick Wäger, patrick.waeger@empa.ch

Milliarden von Plastikteilen schwimmen in den Ozeanen. Nicht erst seit der UN-Konferenz zum Schutz der Ozeane weiss man um die desaströsen Auswirkungen von Plastik auf die Weltmeere: Meerestiere verschlucken den Plastik oder verfangen sich darin, um dann qualvoll zu verenden. Weniger bekannt sind dagegen die Folgen von kleinsten Plastikteilchen, sogenanntem Mikroplastik. Empa-Forschende haben untersucht, wie und woraus Mikroplastik überhaupt entsteht.

Für Mikroplastik in unserem Abwasser sind vor allem zwei Faktoren verantwortlich: Einerseits enthalten viele Kosmetikartikel wie Zahnpasta, Cremes, Duschgels und Peelings winzige Plastikteilchen, um einen mechanischen Reinigungseffekt zu erzielen. Andererseits wird Mikroplastik etwa beim Waschen von Kleidern aus Polytextilien ausgespült und gelangt so über das Abwasser in unsere Umwelt.

Viele Forscher, die sich in letzter Zeit mit Nanopartikeln auseinandergesetzt haben, forschen mittlerweile auch über Mikroplastik. So auch die Forscherinnen und Forscher der Empa-Abteilung «Technologie und Gesell-

schaft». Untersucht wird beispielsweise, wie sich Waschmittel, Wassertemperatur sowie Anzahl und Länge der Waschgänge auf die Freisetzung von Mikrofasern auswirken.

Das Team fand heraus, dass die Menge an Fasern, die bei verschiedenen Waschbedingungen herausgelöst wurde, immer mehr oder weniger konstant war; Waschmittel und Tenside erhöhten dabei die Menge an freigesetzten Mikrofasern im Vergleich zu «normalem» Wasser. Die Wascht Temperatur hatte dagegen keinen Einfluss auf die Anzahl Mikrofasern; auch die Dauer der Waschgänge hatte keinen nennenswerten Einfluss – und wiederlegte so die Hypothese, dass umso mehr Mikrofasern aus dem Textil herausgelöst werden, je länger ein Textil gewaschen wird.

Forschung geht weiter

Bereits sind Folgestudien angelaufen. So startete in Zusammenarbeit mit der Empa-Abteilung «Advanced Fibers» eine Doktorarbeit zur Entstehung von Mikrofasern beim Waschen. Diese Studie analysiert systematisch verschiedene Stoffarten, um so Licht ins Dunkel der Entstehung von Mikrofasern in der Waschmaschine zu bringen.

Plastikrecycling im «KUH-Bag»

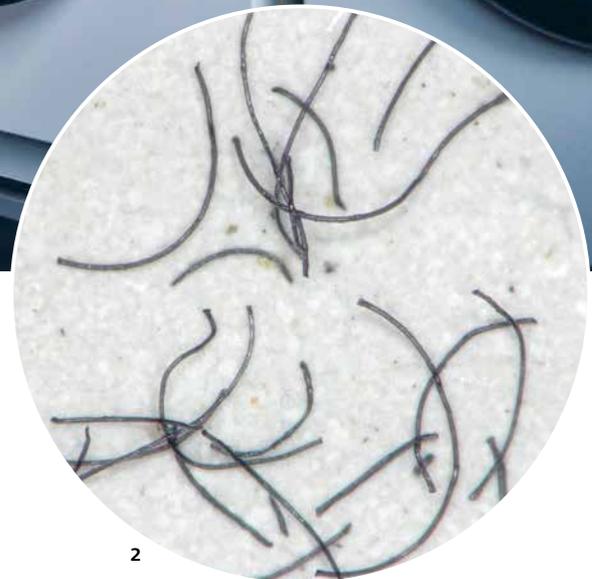
Jährlich fallen im Schweizer Siedlungsabfall rund 175 000 Tonnen Kunststoffe an, die nicht rezykliert werden. Forschende der Empa haben im Auftrag des Amts für Umwelt des Kantons Thurgau zwei Jahre lang das «KUH-Bag»-System wissenschaftlich begleitet (KUH = Kunststoffe aus Haushalten). Dabei werden Kunststoffabfälle in einem separaten, kostenpflichtigen Sack gesammelt, sortiert und aufbereitet. Die Studie erfasste und beurteilte die Menge und Qualität des Sammelmaterials und dessen Verarbeitung.

Fazit: Der «KUH-Bag» hat einen ökologischen Nutzen. Durch Optimierungen, wie etwa mehr Entsorgungsstellen, lassen sich Ökologie wie auch Kosten weiter verbessern. Kann die Verarbeitungsqualität auch bei steigenden Sammelmengen hochgehalten werden, könnte die Schweiz eine Vorreiterrolle in der Kunststoffverwertung einnehmen. Aufgrund der grossen Nachfrage und der positiven Studienresultate wird der «KUH-Bag» weitergeführt. //



1

1
Bernd Nowack untersucht, wie sich Waschmittel, Wassertemperatur sowie Anzahl und Länge der Waschgänge auf die Freisetzung von Mikrofasern auswirken.



2

2
Beim Waschen von Polyestertextilien freigesetzte Mikrofasern unter einem Digitalmikroskop.

Mit Algen gegen Arthrose

Prof. Dr. Katharina Maniura, katharina.maniura@empa.ch
Dr. Markus Rottmar, markus.rottmar@empa.ch

Arthrose ist eine Volkskrankheit, von der rund 90 Prozent der über 65-Jährigen betroffen sind. Aber auch bei jüngeren Menschen ist die degenerative Erkrankung der Gelenke weit verbreitet. Bei Arthrose wird das Knorpelgewebe im Gelenk abgebaut, sodass die Knochen ihre schützende Gleitschicht verlieren. Dies kann extrem schmerzhaft für die Betroffenen sein, da der Prozess mit Entzündungsreaktionen einhergeht. Im späteren Verlauf der Erkrankung schwindet der Knorpel so stark, dass die Knochen bei jeder Bewegung sogar direkt aufeinander reiben können.

Von Arthrose können sämtliche Gelenke des Körpers betroffen sein, am häufigsten jedoch Knie, Hüfte und Finger. Die Krankheit gilt bislang als unheilbar. Es lassen sich lediglich die Symptome behandeln, etwa mit Schmerzmitteln und Entzündungshemmern. Als letzter Ausweg hilft oft nur noch eine Operation, bei der das betroffene Gelenk durch ein künstliches ersetzt wird.

Forschende der Empa sind gemeinsam mit der ETH Zürich und dem norwegischen Forschungsinstitut SINTEF einem neuen Ansatz zur Behandlung von Arthrose auf der Spur. Das Team hat eine Substanz identifiziert, die das Potenzial

hat, den Knorpelabbau in den Gelenken aufzuhalten. Dabei handelt es sich um den Inhaltsstoff einer Braunalge. Der sogenannte Palmentang, *Laminaria hyperborea*, enthält das Polysaccharid Alginat, das Molekülen im menschlichen Knorpelgewebe ähnelt.

Nachdem es den Forschern gelang, das Alginat mit Sulfatgruppen chemisch zu modifizieren, untersuchten sie die Reaktion verschiedener Zelltypen auf das veränderte Polysaccharid. Dabei zeigte sich, dass Alginatsulfat den oxidativen Stress – eine häufige Ursache von Zellschäden – erheblich senkt, und zwar umso stärker, je mehr Sulfatgruppen vorher angehängt wurden.

Die Entzündung ausbremsen

Alginat kann jedoch noch mehr: In Zellkulturexperimenten vermochte es gar, Entzündungsreaktionen zu unterdrücken, erneut in Abhängigkeit von der Anzahl der Sulfatgruppen. Sowohl in menschlichen Knorpelzellen, sogenannten Chondrozyten, als auch in Makrophagen – den «Fresszellen» des Immunsystems konnte Alginatsulfat die Aktivität von Genen, die eine Entzündungsreaktion auslösen, runterregulieren. Die Algenmoleküle böten damit eine Möglichkeit, dem Knorpelabbau im Gelenk entgegenzu-

wirken. Die Forscher hoffen, dass die neue Substanz den Knorpelschwund sogar komplett stoppen könnte.

Die Alginatsulfate wurden bisher nur *in vitro*, also im Labor mit Zellkulturen, untersucht. Aufgrund der ermutigenden Ergebnisse soll die Forschung nun weitergehen. Als nächstes müssen die Substanzen in klinischen Versuchen ihre Wirksamkeit beweisen. Diese Testreihen sind indes langwierig und aufwändig. Daher dürfte es auch im besten Fall noch einige Jahre dauern, bis Arthrosepatienten eine Behandlung mit Alginatsulfat zur Verfügung steht. //

1

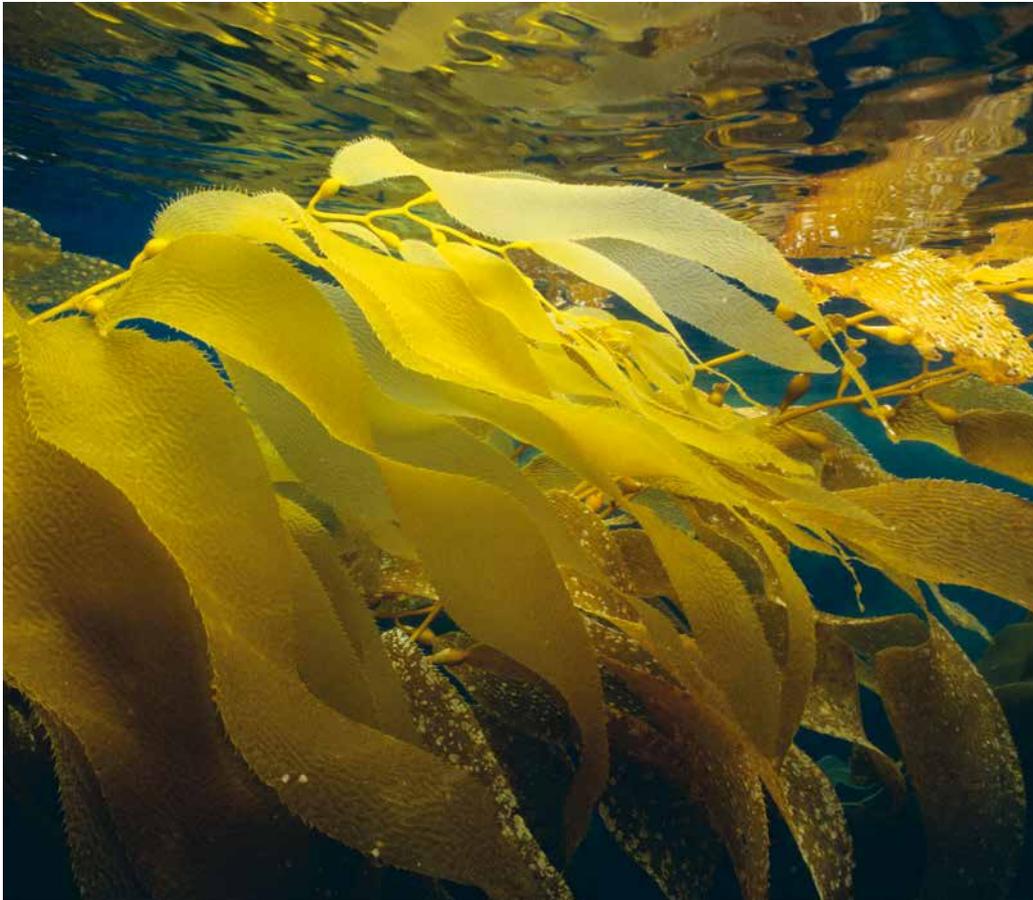
In Zellkulturen hat Alginatsulfat seine heilende Wirkung bereits demonstriert.

2

Grundlage des neuen Ansatzes zur Behandlung von Arthrose sind Braunalgen. Bild: istockphoto



1



2

Bio-Tarnkappe für künstliche Herzpumpen

Dr. Giuseppino Fortunato, giuseppino.fortunato@empa.ch

Wer aufgrund einer Herzinsuffizienz auf eine Transplantation angewiesen ist, muss auf ein passendes Spenderorgan hoffen. Eine elegante Alternative wäre ein künstliches Herz, das nach der Implantation keinerlei Abstoßungsreaktionen im Körper auslöst. «Zurich Heart», ein Projekt des Forschungsverbundes Hochschulmedizin Zürich, dessen Partner die Empa ist, entwickelt derzeit ein solches Kunstherz.

Damit diese sogenannte Herzassistenzpumpe aus dem Labor vom Körper angenommen wird, soll sie – einer Tarnkappe gleich – mit menschlichem Gewebe ausgekleidet sein. Das Züchten von mehrschichtigen, funktionsfähigen Geweben ist jedoch noch eine grosse Herausforderung im aufstrebenden Gebiet des «Tissue Engineering». Empa-Forschern ist es nun in abteilungsübergreifender Arbeit gelungen, Muskelzellen in einem dreidimensionalen Kunststoffgerüst, das die natürliche Umgebung im Körper perfekt nachahmt, mehrschichtig und vernetzt heranwachsen zu lassen. Dieser mehrschichtige Aufbau von Muskel- und Endothelzellen ist unter anderem wichtig, damit sich keine Blutgerinnsel bilden.

Das Problem beim Züchten dreidimensionaler biologischer Gewebe: Die

Zellen müssen zunächst in eine Art Stützgerüst eingebracht werden. Bei der Herstellung von Kunststoffstrukturen, die dem menschlichen Gewebe ähneln – etwa durch «Elektro-Spinning» –, kommen allerdings Lösungsmittel zum Einsatz, die toxisch für die empfindlichen Zellen sind. Die Empa-Forscher haben die kostbaren Zellen daher in Kapseln verpackt. In dieser Hülle aus Gelatine bleiben die Zellen vor den Lösungsmitteln geschützt. Ein spezielles Sprühverfahren, das «Elektro-Spraying», ermöglicht es, die Zellkapseln in die Poren des gesponnenen fasrigen Polymergerüsts einzubringen. So überstehen die geschützten Zellen das Sprayen unbeschadet. Sind die Zellen im Polymergerüst eingebracht, lösen sich die gallerartigen Kapseln innert Minuten auf.

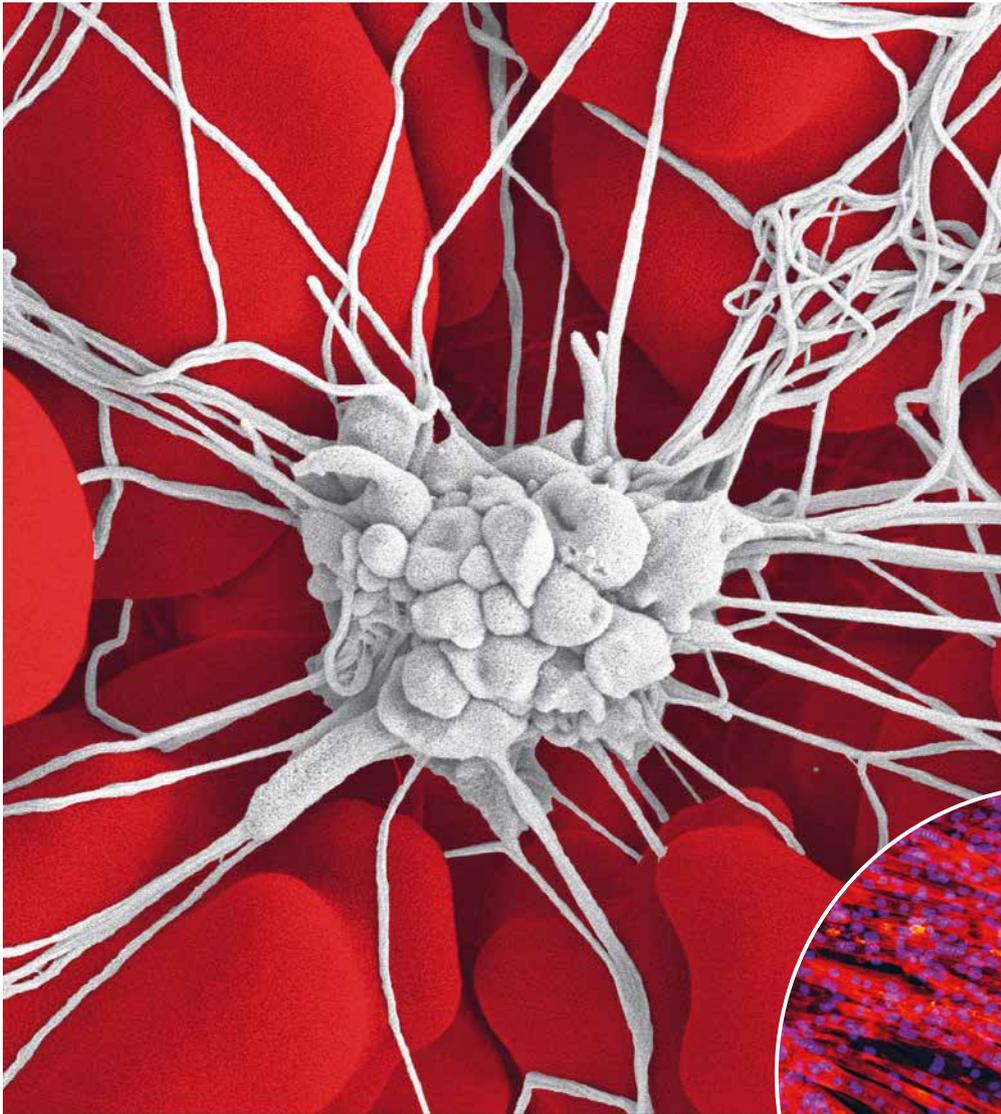
Für die Körperabwehr unsichtbar

Dass sich die Zellen im Polymergerüst wohlfühlen, zeigt sich unter dem Mikroskop: Sobald sich die Gelatinekapseln aufgelöst haben, heften sich die Zellen am Gerüst an, teilen sich und reifen zu länglichen Muskelzellen aus. Am Schluss soll eine Struktur entstehen, die den natürlichen Oberflächen im menschlichen Blutkreislauf möglichst ähnlich ist.

Für die Versuchsreihe verwendeten die Forscher Muskelzellen einer Mäuse-

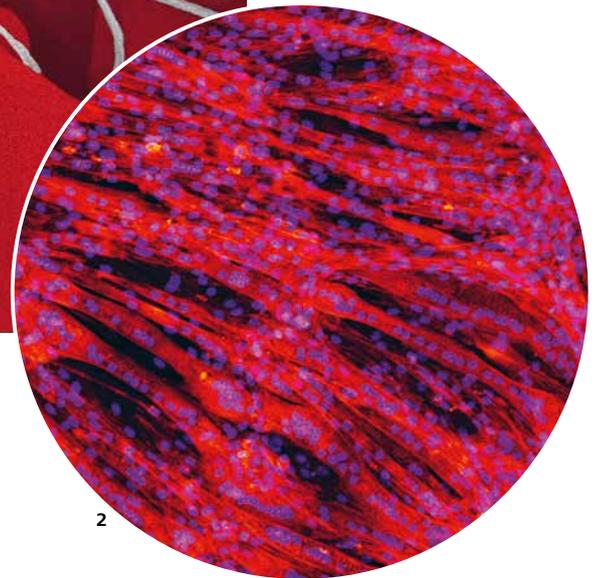
zelllinie. Diese Vorläuferzellen erlauben es, im Experiment genau zu bestimmen, ob die Zellen sich zu Muskelgewebe entwickeln können.

Die implantierbare Herzassistenzpumpe soll in Zukunft allerdings mit Zellen bestückt werden, die vom Patienten selbst stammen. So liesse sich für die Betroffenen eine personalisierte Herzpumpe erhalten, die für die Körperabwehr «unsichtbar» bleibt. //



1
Das neuartige Polymergerüst darf vom Körper nicht als Eindringling erkannt werden. Durch die Besiedelung mit patienteneigenen Zellen soll das künstliche Gewebe für die Körperabwehr unsichtbar bleiben. Andernfalls entstehen schädliche Blutgerinnsel, bestehend aus Blutzellen und einem Netzwerk aus Fibrinfäden (weiss).

2
Der Natur nachgeahmt: Ein Geflecht von Muskelzellen wächst auf einem Polymergerüst. Unter dem konfokalen Laser-Scanning-Mikroskop erscheinen Muskelzellen rot, Zellkerne blau.



Auf frischer Fahrt ertappt

Christian Bach, christian.bach@empa.ch

Niedrige Stickoxidemissionen (NO_x) im Labor und deutlich höhere Werte auf der Strasse bei Euro-6b-Dieselpersonenwagen zeigten sich auch bei Abgasuntersuchungen der Empa. Insgesamt sechs Personenwagen wurden von der Empa im Labor und auf der Strasse untersucht. Die Bandbreite der Stickoxidemissionen auf der Strasse war aber beträchtlich. Während einzelne Fahrzeuge auf der Strasse «nur» 3-mal höhere NO_x -Emissionen ausstießen als im Labor, lag der Wert beim Fahrzeug mit den höchsten Emissionen bei über 10-mal höheren NO_x -Emissionen. Ab Oktober 2019 dürfen Fahrzeuge auf der Strasse nur noch 2,1-mal höhere NO_x -Emissionen ausstossen als im Labor.

Unrealistische Vorschriften

Wie ist es möglich, dass moderne Fahrzeuge auf der Strasse so hohe Emissionen aufweisen? Ein Problem sind die bisherigen Abgasvorschriften. Unrealistische Bestimmungen der Leermassen und Fahrwiderstände der Fahrzeuge sowie vorgegebene, hochtourige Schaltpunkte und ein Fahrprofil, das nichts mit der Realität zu tun hatte, prägten diese Vorschriften. Zudem mussten bei Personenwagen bisher keine Strassenmessungen durchgeführt werden. Die Fahrzeugher-

steller optimierten die Abgasnachbehandlung auf den Labortest und reduzierten sie bei realen Fahrbedingungen oder schalteten gar ganz ab. Ob solche Massnahmen illegal oder nur unschön sind, ist Gegenstand laufender Ermittlungen. Diese technisch veralteten Abgasvorschriften wurden im Herbst 2017 durch ein neues, in vielen Punkten verbessertes Labormessverfahren ersetzt, und es sind zusätzliche NO_x -Messungen auf der Strasse vorgeschrieben.

Saubere Diesel sind möglich

Diese Vorschriften erzwingen nun wesentlich sauberere Dieselfahrzeuge. Damit Abgasreinigungssysteme auch bei niedrigen Temperaturen und sonstigen widrigen Umständen permanent und hocheffizient im Einsatz sein können, müssen sie technisch im Detail verstanden, richtig dimensioniert und darüber hinaus optimal betrieben werden. Der aktuelle Dieselskandal zeigt es deutlich: Hier gibt es Nachholbedarf. Die Empa leistet mit einem Hochtemperaturströmungslabor wertvolle Beiträge, indem sie etwa das Einspritzverhalten von «AdBlue» – einer wässrigen Harnstofflösung, die bei neueren Dieselfahrzeugen ins Abgas eingespritzt wird – im Detail untersucht. Dabei wird der «AdBlue»-

Spraykegel mit Lasermessgeräten bis auf Einzeltröpfchen hin vermessen, die Bildung und Verdampfung flüssiger «AdBlue»-Wandfilme im Abgasrohr untersucht und die Zersetzung von verdampftem «AdBlue» gemessen. Die Ergebnisse helfen mit, die «AdBlue»-basierte Abgasnachbehandlung zu optimieren.

Interessant: Neben den Euro-6b-Personenwagen mit Dieselmotor hat die Empa auch sechs Euro-6b-Lieferwagen mit Dieselmotor untersucht. Erstaunlicherweise lagen die Stickoxidemissionen dieser Fahrzeuge trotz Zuladung auf bis zu 90 Prozent des zulässigen Gesamtgewichts mehrheitlich bei Werten, wie sie ab 2019 für Strassenmessungen gelten. Dies zeigt, dass «sauberer Diesel» kein Widerspruch in sich ist. //



Ein Opel Astra 1.6 CDTI im Abgaslabor der Empa. Die Leitungen verbinden den Auspuff mit einem mobilen PEMS-Messgerät («portable emission measuring system») im Inneren des Autos. Nach der Kalibrierung des Messaufbaus im Abgaslabor geht es dann so auf die Strasse.

«Advanced Manufacturing» – Werkstücke per Digitaldruck

Dr. Christian Leinenbach, christian.leinenbach@empa.ch

Prof. Dr. Patrik Hoffmann, patrik.hoffmann@empa.ch

Industrie und Wissenschaft suchen Antworten auf die Herausforderungen der Digitalisierung. Um für die Schweiz das nötige Know-how zu erarbeiten, rief der ETH-Bereich den strategischen Forschungsbereich «Advanced Manufacturing» unter Federführung der Empa ins Leben. Er soll die herstellende Industrie dabei unterstützen, fortschrittliche Fertigungstechnologien zu entwickeln und damit das Potenzial der Digitalisierung voll auszuschöpfen. Die Eröffnungsveranstaltung fand am 13. November 2017 in Bern statt. Neben Bundesrat Johann Schneider-Ammann nahmen der Präsident des ETH-Rats, Fritz Schiesser, ETH-Präsident Lino Guzzella, EPFL-Präsident Martin Vetterli, Empa-Direktor Gian-Luca Bona sowie Vertreter der Industrie daran teil.

Interesse aus Forschung und Industrie

Die Empa spielt im Bereich «Advanced Manufacturing» eine zentrale Rolle – sie forscht seit Jahren erfolgreich auf diesem Gebiet und arbeitet eng mit der Industrie zusammen. So versammelten sich am 18. Januar 2017 mehr als 150 Fachleute aus Industrie und Forschung zum Technology Briefing «Additive Manufacturing – quo vadis» an der Empa-Akademie, um sich über kommende Entwicklungen im

Bereich des industriellen 3D-Drucks und neuartiger Designansätze auszutauschen.

Das Technology Briefing «Laser – das perfekte Werkzeug» vom 10. Mai 2017 in Thun behandelte das Thema «Additive Manufacturing» dann nochmals ausführlich: Vorträge beleuchteten den Zusammenhang zwischen Laserschweissen und 3D-Metalldruck. Zudem wurde eine Methode zur Onlinequalitätskontrolle von 3D-Werkstücken vorgestellt. Die Methode basiert auf akustischer Überwachung des Produktionsprozesses und wurde an der Empa entwickelt.

Ideale Legierungen gesucht

Auch der Forschungspreis der Empa wurde 2017 für Arbeiten zum Thema «Additive Manufacturing» verliehen: Pionierarbeit bei 3D-Laser-Schmelzverfahren leistete der Empa-Forscher Christoph Kenel, der heute an der «Northwestern University» in Chicago forscht. Titan-Aluminium-Legierungen vereinen mehrere im Leichtbau für Luft- und Raumfahrt begehrte Eigenschaften: sie sind leicht, sehr fest und zugleich oxidationsresistent, auch bei hohen Temperaturen. Ziel der ausgezeichneten Dissertation war es, diese Legierungen mit Nanopartikeln aus Mineraloxiden zu versehen, die gleichmässig

im Metall verteilt sind. So lassen sich die mechanischen Eigenschaften und die Oxidationsbeständigkeit der Legierungen im Hochtemperaturbereich deutlich verbessern. Christoph Kenel benutzte dazu eine 3D-Laser-Schmelzanlage, die mit Hilfe eines Laserstrahls aus Metallpulver komplexe Bauteile formt. Im klassischen Gussverfahren lassen sich derartige Legierungen bisher nicht herstellen: Sobald die Mischung schmilzt, klumpen die Oxidpartikel in der Legierung zusammen oder sie schwimmen als Schlacke auf der Oberfläche. Das Laser-Schmelzverfahren bietet hier eine Alternative. Mit dem Laser wird die Pulvermischung nur kurz erhitzt, sodass die Oxidpartikel während des Schmelzens und Erstarrens zwischen den Metallanteilen der Legierung stecken bleiben und ihre Position nicht mehr verändern. Eine homogene, oxidverstärkte Legierung entsteht.

Dieses speziell an der Empa untersuchte Forschungsgebiet wurde erstmals auf der Welt im Rahmen eines Symposiums der Öffentlichkeit vorgestellt: Das «Alloys for Additive Manufacturing Symposium 2017» (AAMS 17) fand am 11. und 12. September in der Empa-Akademie statt. Veranstaltungspartner war das Max-Planck-Institut für Eisenforschung Düsseldorf. //



Eine Gitterkugel aus einer AlSi10Mg-Legierung, hergestellt im Additive-Manufacturing-Verfahren bei der ProtoShape GmbH, danach gestrahlt und geschliffen.
Design by George W. Hart.

Fünf Konzepte für die Batterie der Zukunft

Dr. Corsin Battaglia, corsin.battaglia@empa.ch

Prof. Dr. Maksym Kovalenko, maksym.kovalenko@empa.ch

Dr. Stephan Bücheler, stephan.buecheler@empa.ch

Lithium-Ionen-Akkus haben in Laptops, Smartphones und Tablets die Welt erobert. Die Nachfrage nach Batterien steigt ununterbrochen, auch wegen der immer grösseren Anzahl von Elektrofahrzeugen. Doch zum einen enthalten diese Akkus brennbare Komponenten und stellen darum bei falscher Handhabung ein Sicherheitsrisiko dar, zum anderen werden Lithium-Ionen-Akkus heute mehrheitlich in Asien hergestellt. Es besteht folglich auch das Risiko von Lieferengpässen, dem die Europäische Kommission zur Zeit mit der Bildung der «European Battery Alliance» entgegenzuwirken versucht, mit dem Ziel Batteriefertigung auch in Europa zu etablieren. Die bewährte Lithium-Ionen-Batterie soll durch andere Technologien ergänzt oder ersetzt werden. An der Empa beschäftigen sich mehrere Forschungsteams mit ganz unterschiedlichen Batteriekonzepten.

Stephan Bücheler ist Spezialist für die Herstellung und Charakterisierung dünner Halbleiterschichten und entwickelt an der Empa seit mehreren Jahren flexible Dünnschichtsolarzellen. Mit diesem Know-how geht er nun das Thema Batterien an. Bei Büchelers Forschung geht es um den Elektrolyten – also den Teil der Batterie, der für die Ionenleitung

zwischen Anode und Kathode, den beiden Polen, zuständig ist. Er muss einerseits stabil und ohne Löcher sein, damit es keinen Kurzschluss gibt. Andererseits sollen sich die Ionen beim Laden und Entladen möglichst schnell bewegen. Je kürzer also der Weg, desto leistungsfähiger die Batterie. Genau hier beginnt die Herausforderung für den Dünnschichtspezialisten. Der hauchdünne Festkörper, den er zurzeit entwickelt, soll mechanisch stabil sein und hohe Spannungen aushalten. Zugleich soll er Lithium-Ionen möglichst leicht durchlassen.

Die Forschungsgruppe von Maksym Kovalenko, die zugleich an der ETH Zürich und an der Empa beheimatet ist, arbeitet an einem Akku aus den am häufigsten vorkommenden Elementen der Erdkruste. Bestückt mit einer Aluminiumanode und einer Graphitkathode würde sich diese Batterie dank der potentiell tiefen Materialkosten für die temporäre stationäre Speicherung von Solar- und Windenergie eignen. Neue Konzepte für die Strom- und Wärmespeicherung erarbeiten Empa-Forscher auch im Rahmen des Schweizer Kompetenzzentrums für Energieforschung (SCCER) «Heat and Electricity Storage»

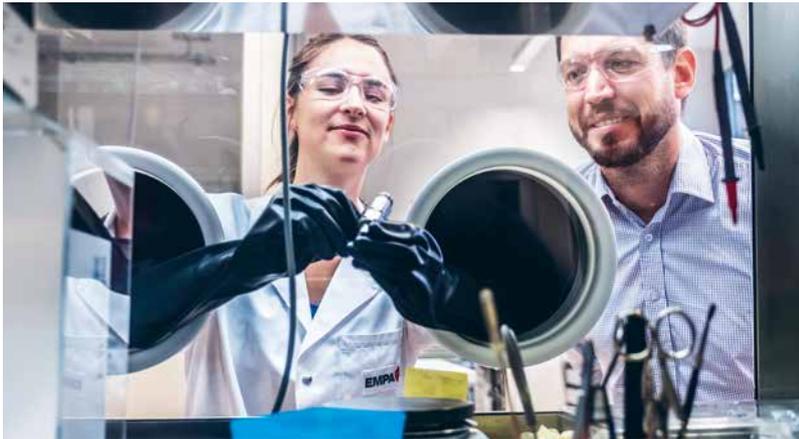
Corsin Battaglias Team geht der Frage nach: Eignet sich Wasser als Elektrolyt?

Wasser ist billig, überall verfügbar, brennt nicht und kann Ionen leiten. Doch Wasser hat einen entscheidenden Nachteil: Es ist nur bis zu einer Spannungsdifferenz von 1,23 V chemisch stabil. Nun gibt es Hinweise, wie das Problem zu lösen sein könnte: Der salzhaltige Elektrolyt muss zwar flüssig sein, aber zugleich so hochkonzentriert, dass darin kein ungebundenes Wasser enthalten ist. Die Empa-Forscher nutzen ein Spezialsalz namens Natrium-bis(fluorosulfonyl)imid). Dieses ist extrem gut wasserlöslich. Die elektrochemische Stabilität einer solchen Salzlösung liegt bei bis zu 2,6 Volt – also doppelt so hoch wie bei anderen wässrigen Elektrolyten. Die Entdeckung könnte der Schlüssel sein zu preisgünstigen und sicheren Batteriezellen für die stationäre Stromspeicherung.

Ausserdem erforscht Battaglias Team auch Festkörperbatterien in einem Projekt, das vom Schweizer Nationalfonds (SNF) unterstützt wird. Die Empa-Forscher haben vor kurzem einen Prototyp entwickelt, der auf Natrium basiert, das deutlich günstiger ist als Lithium. Natriumbatterien haben das Potenzial, die zunehmende Nachfrage der Wachstumsmärkte nach Stromspeicher zu decken und gleichzeitig Akkus zu ermöglichen, die sich allenfalls schneller laden lassen.

1

Hier entsteht der Prototyp einer neuen Batterie: Marie-Claude Bay und Corsin Battaglia arbeiten in einer sogenannten Glove-Box, denn die Komponenten der Batterie müssen vor Sauerstoff geschützt bleiben.



1

2

Forschung am Wasserelektrolyt: Ruben-Simon Kühnel schliesst eine Testzelle mit der konzentrierten Salzlösung ans Ladegerät an. In wiederholten Lade- und Entladezyklen wird die Stabilität des Systems ermittelt.



2

Als Elektrolyt setzen die Forscher closo-Borat-Verbindungen ein, die den Natriumionen hohe Bewegungsfreiheit erlauben. Zudem ist closo-Borat ein anorganischer Elektrolyt, der im Vergleich zu den flüssigen organischen Elektrolyten in Lithiumionenbatterien nicht brennbar ist.

Empa-Forscher arbeiten innerhalb eines KTI-Projekts zusammen mit der Tessiner Firma FZSonick an verbesserten Keramikelektrolyten für Natrium-Nickel-Chloride-Batterien. Ein weiterer Vorteil neben der hohen Betriebssicherheit, ist, dass diese Batterie weder Lithium noch das bereits als kritisch eingestufte Kobalt benötigt, sondern auf Natriumchloride (Kochsalz) und gut verfügbares Nickel als Aktivmaterialien basiert. //

Erste Bewohner und neue Units im NEST

Reto Largo, reto.largo@empa.ch

NEST ist im Wandel – und erfüllt damit den Anspruch, ein fruchtbarer Nährboden für Innovation zu sein. Im modularen Forschungsgebäude haben Forscher, Unternehmen und öffentliche Hand die Möglichkeit, in einem realen Umfeld neue Materialien und Technologien zu validieren und weiterzuentwickeln. Diese Innovationen aus dem Bau- und Energiebereich werden in sogenannten Units verbaut, die als belebte Wohn- und Büroräumlichkeiten modular in NEST integriert werden.

Mitte 2016 offiziell eröffnet, zogen Anfang 2017 die ersten Bewohner ein: In der als Wohngemeinschaft ausgestalteten Unit «Vision Wood» unterziehen sie verschiedene Holzinnovationen, entwickelt von der Empa und der ETH Zürich, einem Praxistest. Neben «Vision Wood» und «Meet2Create» wurde im August 2017 die dritte Unit eröffnet: eine Fitness- und Wellness-Unit, die sich zum Ziel gesetzt hat, den Betrieb nur mittels Sonnenenergie und der körperlichen Betätigung der Anlagennutzer zu gewährleisten. Neue Technologien sollen für einen massiv reduzierten Energiebedarf sorgen.

Bauen mit Robotern

Zwei weitere Units starteten 2017 in die Bauphase: «DFAB HOUSE» wird eine

dreistöckige Unit, in der ETH-Forschende im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunktes (NFS) Digitale Fabrikation gemeinsam mit Wirtschaftspartnern mehrere neuartige, digitale Bautechnologien vom Labor in die Praxis überführen – ein Haus also, das mit Robotern und 3D-Druckverfahren gebaut wird.

Der Kreislaufgedanke im Zentrum

Mit «Urban Mining & Recycling» wurde Ende 2017 eine weitere Unit integriert, die den Kreislaufgedanken von Ressourcen ins Zentrum rückt. Die zugrunde liegende These: Alle zur Herstellung eines Gebäudes benötigten Ressourcen müssen vollständig wiederverwendbar, wiederverwertbar oder kompostierbar sein. Die feierliche Eröffnung der Unit erfolgte im Februar 2018.

«SolAce», eine weitere Unit, entwickelt an der EPF Lausanne, steht ebenfalls bereits in den Startlöchern. Thematischer Schwerpunkt ist die Energiegewinnung über die Fassade.

Die Energieforschungsplattform ehub, die NEST als vertikales Quartier nutzt, startete 2017 mit ersten Forschungsprojekten, die das Ziel haben, die Energieflüsse auf Quartierebene zu optimieren (siehe Seite 30). Der Water Hub, die Forschungsanlage der Eawag innerhalb von

NEST, wurde 2017 erweitert und ist nun in der Lage, verschiedene Abwasserströme im grösseren Stil aufzubereiten.

Im vergangenen Jahr fanden zudem erste Bestrebungen statt, die Infrastruktur der Demonstrationsplattformen NEST, move und ehub auf einer virtuellen Ebene zusammenzuschliessen und einen vierten Demonstrator ins Leben zu rufen: den Digital Hub, kurz dhub, der an der Swissbau im Januar 2018 erstmals einem interessierten Fachpublikum vorgestellt wurde. Vor dem Hintergrund der Digitalisierung bietet die Sektorenkopplung auf dem Empa-Campus eine einmalige Gelegenheit, neue übergreifende Lösungen zu entwickeln.

NEST genoss im vergangenen Jahr erneut eine hohe Aufmerksamkeit, sowohl in Fachkreisen als auch in den Medien. Im März durfte NEST die Auszeichnung «Umsicht – Regards – Sguardo 2017» des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins SIA entgegennehmen. Das NEST-Netzwerk ist inzwischen auf über 120 Partner angewachsen; rund 12 000 Personen besuchten NEST 2017 im Rahmen von Führungen und Events. //



Die Ostansicht von NEST mit den neuen Units «Solare Fitness- und Wellness» (3. OG rechts) und «Urban Mining & Recycling» (2. OG). Foto: Zoëy Braun, Stuttgart

move: Bereit für die nächste Ausbaustufe

Urs Cabalzar, urs.cabalzar@empa.ch

Nach mehreren Jahren des Aufbaus und der Installation ist im Mobilitätsdemonstrator move 2017 der Forschungs- und Betriebsalltag eingekehrt – wenn auch nur kurzfristig. Denn bereits im laufenden Jahr soll die nächste Ausbaustufe erfolgen, move wird um eine Methanisierungsanlage erweitert. Seit November 2015 stehen in move eine Elektroladestation, eine Gaszapfsäule sowie eine 350-bar-Wasserstoffzapfsäule zur Verfügung. Seit Oktober 2016 ist eine weitere Wasserstoffzapfsäule mit 700 bar in Betrieb; im Sommer 2017 wurde schliesslich eine Tanksäule installiert, an der ein Gemisch aus Methan und Wasserstoff – sogenanntes HCNG – für Gasfahrzeuge getankt werden kann. Durch die Beimischung von bis zu 30 Volumenprozent Wasserstoff lassen sich die CO₂-Emissionen von Gasmotoren relativ einfach und effizient weiter absenken.

2017 stellte move also einerseits diverse Tankmöglichkeiten für Elektro-, Gas- und Brennstoffzellenfahrzeuge zur Verfügung. Andererseits konnten nach erfolgter Inbetriebnahme der Anlagen auch bereits verschiedene Vor- und Nachteile der einzelnen Mobilitätspfade im Alltagsbetrieb untersucht werden. Im Vordergrund standen dabei Analysen,

die Aussagen zum Wirkungsgrad der Anlagen erlauben. Auf Basis von Messungen an der Demonstrationsanlage wurden für den Wasserstoffpfad Well-to-Tank-Untersuchungen durchgeführt, die aufzeigen, dass bei einer Betankung mit Wasserstoff rund 57 Prozent der ursprünglichen elektrischen Energie den Fahrzeugtank erreichen. Für industrielle Anlagen von kleinerer Grösse steigt dieser Wert sogar auf 70 Prozent an; die Prozentangaben beziehen sich dabei auf den Brennwert von Wasserstoff.

Bei der 700-bar-Zapfsäule hat sich 2017 der Nutzerkreis von 11 auf 13 Brennstoffzellenfahrzeuge erweitert. Im Durchschnitt finden eine bis zwei Betankungen pro Tag statt, was 2017 einen Gesamtverbrauch von rund 1,1 Tonnen Wasserstoff (bei 700 bar) ergab.

HCNG-Fahrzeug im Postauslieferdienst

Für die Analyse von HCNG als Treibstoff nutzt die Schweizerische Post seit Sommer 2017 einen mit neuen Tanks und Treibstoffleitungen ausgestatteten Lieferwagen vorübergehend in ihrem Paketauslieferdienst. Parallel dazu wurde an der Empa die HCNG-Zapfsäule realisiert, deren recht komplexer Aufbau und Steueralgorithmus an der Empa entwickelt wurden. Besonders erfreulich: Während

der Feldversuche waren beim Fahrzeuge der Post weder im reinen Gas- noch im HCNG-Betrieb negative Effekte feststellbar, obwohl weder am Motor noch an der Motorsteuerung Anpassungen vorgenommen wurden. Und hinsichtlich Bedienung der HCNG-Zapfsäule ergaben sich für Tankstellennutzer im Vergleich zu konventionellen Gaszapfsäulen keinerlei Unterschiede.

Digitale und analoge Vermittlung

Für eine publikumsnahe Vermittlung der Ziele von move wurde 2017 zudem eine interaktive 3D-Visualisierung entwickelt, die sowohl auf einem Touchscreen vor Ort als auch online auf move.empa.ch zur Verfügung steht. Gleichzeitig ist move seit Oktober 2017 eine von mehreren Erlebnisstationen auf dem Umweltveloweg, der von St. Gallen nach Zürich führt. Ein grosses Bilderbuch vor dem move-Eingang lädt Familien dazu ein, Halt zu machen und sich kindgerecht über eine Mobilität ohne fossile Treibstoffe zu informieren. //



Die Schweizerische Post nutzt das HCNG-Fahrzeug der Empa seit Sommer 2017 für die Auslieferung von Paketen.

eHub: Die Energieflüsse von morgen unter der Lupe

Philipp Heer, philipp.heer@empa.ch

Der Energiedemonstrator eHub (für Energy Hub) dient als Forschungsplattform für das Energiemanagement im Quartier der Zukunft. eHub versorgt das Forschungsgebäude NEST und den Mobilitätsdemonstrator move mit Energie – und lässt Forschende Antworten auf wichtige Fragen in einem realen Energienetz im Quartiermassstab untersuchen: Ist es sinnvoll, dass sich Gebäude oder Quartiere unabhängig vom öffentlichen Stromnetz selbst mit Energie versorgen? Wie kann eine stark schwankende Energieproduktion ausgeglichen werden? Wie lässt sich Wärme saisonal effizient speichern? eHub bietet den Forschenden eine flexible Infrastruktur aus thermischen und elektrischen Energiekomponenten. Darunter befinden sich etwa eine Photovoltaikanlage, Wärme- und Kältespeicher, ein Wasserstoffkreislauf, Wärmepumpen sowie Superkondensatoren und Batterien, die in unterschiedlichen Netzen miteinander verbunden sind. Die verschiedenen NEST-Units aus Wohnungen, Büros und Freizeitanlagen dienen dabei als unabhängige Einheiten in einem «vertikalen Quartier».

Engpässe und Überangebote ausgleichen

Im November 2016 sind die ersten Forschungsprojekte in eHub gestartet; zwei

davon konnten 2017 bereits erfolgreich abgeschlossen werden: «HeatReserves» liefert Erkenntnisse darüber, wie Wärmelasten optimal geregelt werden können, um sowohl Engpässe als auch Überangebote im elektrischen Übertragungsnetz auszugleichen. Eine Gebäudeheizung etwa kann Wärme über eine längere Zeit speichern – sie muss also nicht stetig dieselbe Menge an Energie aufnehmen. Ist also zu einem bestimmten Zeitpunkt zu viel Energie im Stromnetz vorhanden – etwa wenn sämtliche Photovoltaikanlagen in der prallen Sonne stehen –, dann kann diese genutzt werden, um eine Wärmepumpe zu betreiben und das Heizwasser zu erhitzen. Zu Zeiten von Verbrauchsspitzen hingegen wird die Wärmepumpe ausgeschaltet, ohne dass die Bewohner frieren müssen.

Das Energienetz als Marktplatz

Einen Schritt weiter geht das Projekt «ideas4cities»; es untersucht, wie elektrische Energieflüsse im Energienetz der Zukunft intelligent und in Echtzeit optimal geregelt werden können. Das ist eine komplexe Aufgabe: Statt weniger grosser Energieanlagen werden zahlreiche dezentrale erneuerbare Energieproduzenten wie Solar- oder Windkraftanlagen, kurz- und langfristige Energiespeicher

und flexible Verbraucher stetig aufeinander abgestimmt. Forschende der EPF Lausanne entwickelten eine Lösung, die das Energienetz als eine Art Marktplatz interpretiert: Jeder Teilnehmer kann Energie mit einer eigenen Kostenfunktion anbieten oder anfordern. Ein übergeordneter Kontrollpunkt leitet die Energieflüsse so, dass die Gesamtkosten des Systems so tief wie möglich gehalten werden. eHub bietet durch seine unterschiedlichen Energiekomponenten die idealen Bedingungen, um dieses Framework in der Praxis zu testen.

Gleichzeitig mit den Forschungsprojekten entwickelt sich auch eHub selber ständig weiter: Jede neu gebaute Unit in NEST wird in die eHub-Plattform integriert. So können etwa die Photovoltaikanlagen und die CO₂-Wärmepumpe der solaren Fitness- und Wellness-Unit nun ebenfalls für übergreifende Energieforschungsprojekte verwendet werden. //

1

Ein Teil der zum Betrieb der Unit «Solare Fitness- und Wellness» (SFW) benötigten Energie stammt von im Bild gut sichtbaren, in die Glasfassade integrierten Photovoltaikelementen.

2

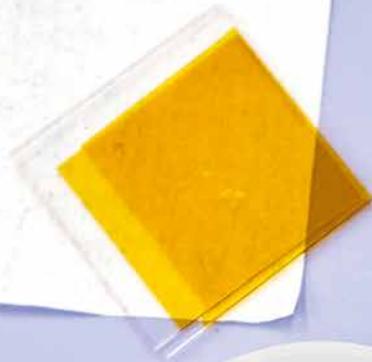
Blick in die Energiemanagementschaltzentrale des Energiedemonstrators ehuh.



2

1





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.

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

Neue Materialien waren von jeher die Voraussetzung für den qualifizierten technologischen Fortschritt zum wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen. Nanostrukturierte Materialien sind heute der Ansatz, der am meisten Erfolg verspricht, Werkstoffe mit verbesserten oder gar neuartigen Eigenschaften zu entwickeln. Mit dem Vordringen in den Nanokosmos eröffnen sich grundlegend neue Ansätze in der Materialforschung und -entwicklung – bis an die Grenzen des physikalisch Machbaren.

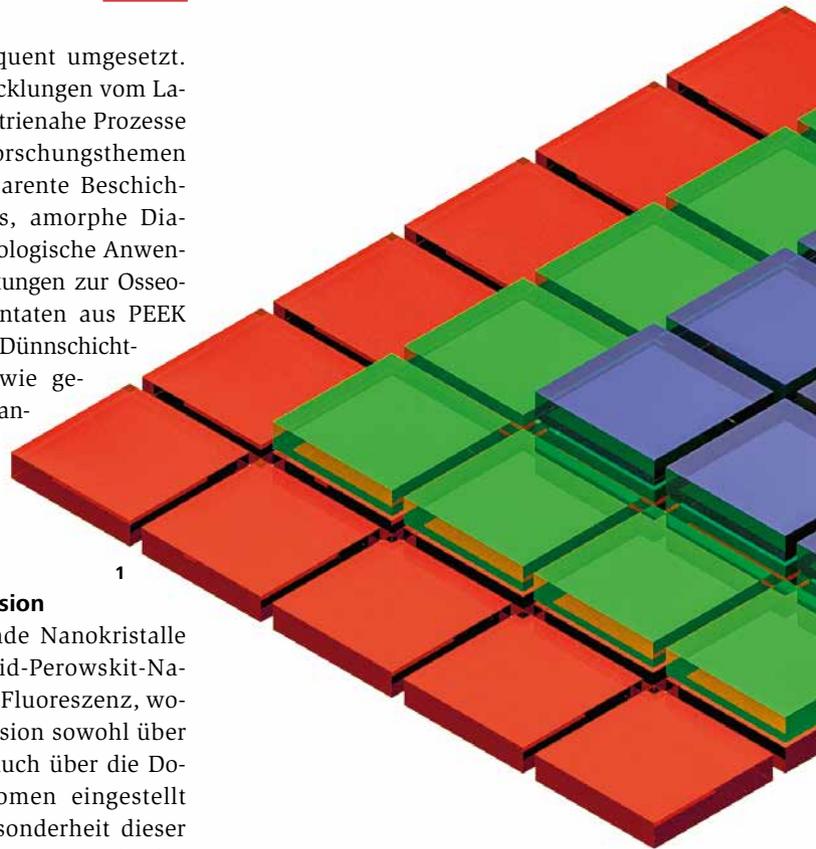
Definiert man einen Werkstoff als ein Material, das sich für spezifische Anwendungen verarbeiten lässt, machen erst geeignete Prozess- und Fertigungstechnologien aus einem guten Material auch einen wertvollen Werkstoff. Im Besonderen gilt dies für Nanomaterialien und nanostrukturierte Materialien, die aufgrund ihrer Komplexität und Fertigungstoleranzen oft nur sehr eingeschränkte Prozessfenster aufweisen. Deshalb ist es für die Erforschung und Entwicklung von Nanomaterialien und nanostrukturierten Materialien essenziell, Aspekte der Verfahrenstechnik mitzuberücksichtigen.

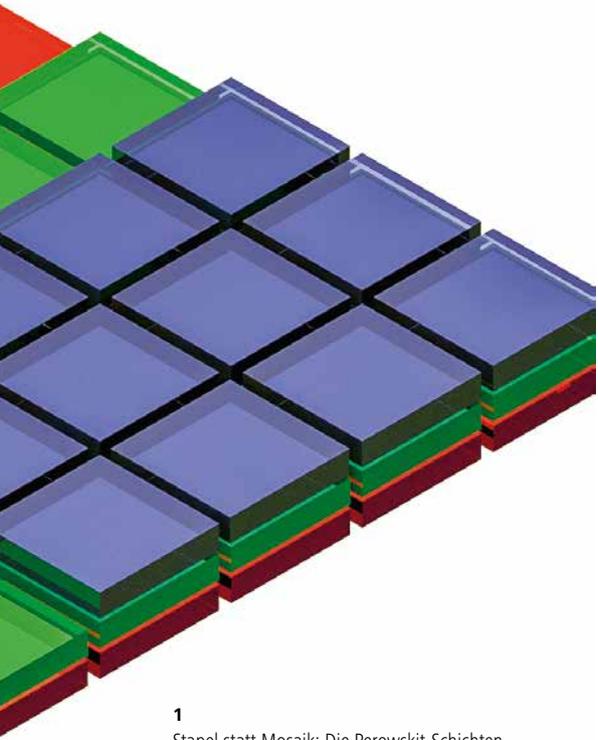
Die Empa hat dies im Bereich nanostrukturierter Beschichtungen durch die Inbetriebnahme ihres «Coating Compe-

tence Centers» konsequent umgesetzt. Hier werden die Entwicklungen vom Labormassstab auf industriennahe Prozesse adaptiert. Aktuelle Forschungsthemen sind ultraharte transparente Beschichtung für Smartphones, amorphe Diamantschichten für tribologische Anwendungen, Titanbeschichtungen zur Osseointegration von Implantaten aus PEEK (Polyetheretherketon), Dünnschicht-Tandemsolarzellen sowie gedruckte Elektronik mit anorganischen Materialien, um nur einige zu nennen.

Günstiger dank Sub-Nanometer-Präzision

Wie andere halbleitende Nanokristalle zeigen auch Halogenid-Perowskit-Nanokristalle eine starke Fluoreszenz, wobei die Farbe der Emission sowohl über die Kristallgrösse als auch über die Dotierung mit Fremdatomen eingestellt werden kann. Die Besonderheit dieser Nanokristalle liegt in den sehr scharfen Absorptions- und Emissionsbanden und im extrem hohen Absorptionskoeffizienten. Dies erlaubt es, Nanokristalle herzustellen, die nur das Licht einer der drei Grundfarben (Rot, Grün oder Blau) absorbieren, für die beiden anderen da-





1
Stapel statt Mosaik: Die Perowskit-Schichten absorbieren jeweils nur einen Teil des Lichtspektrums und lassen das Restlicht zur nächsten Schicht durch. So passen auf die gleiche Fläche mehr Farbdetektoren – die Bildauflösung des Chips erhöht sich.

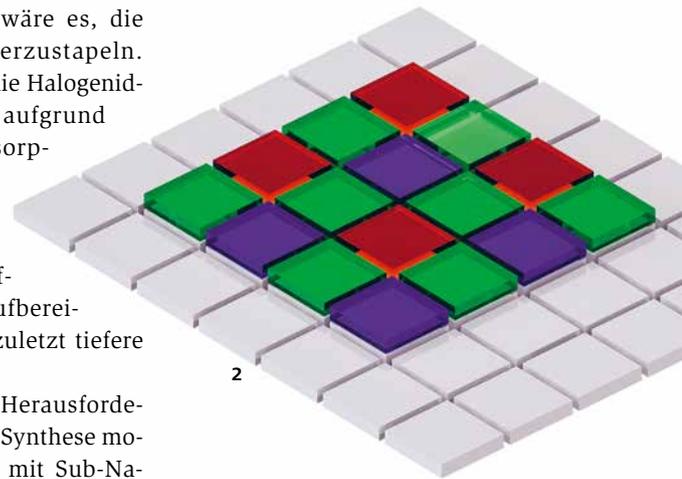
2
Herkömmlicher Bildsensor: Die Pixel für die einzelnen Farben sind nebeneinander angeordnet, der Chip benötigt deutlich mehr Fläche als der gestapelte, die Auflösung ist geringer.

gegen vollkommen transparent sind. Damit eröffnen sich vollkommen neue Ansätze, etwa für die Herstellung von Bildsensoren.

Bildsensoren, wie sie heute in Kameras verwendet werden, sind mosaikartig aus roten, grünen und blauen Farbsensoren aufgebaut. Intelligente Softwarealgorithmen berechnen aus den einzelnen Farbpixeln ein farblich hochaufgelöstes Bild. Der Nachteil dieser Architektur ist, dass pro Grundfarbe nur ein Drittel der Sensorfläche zur Verfügung steht. Besser wäre es, die Farbsensoren aufeinanderzustapeln. Genau dies erlauben nun die Halogenid-Perowskit-Nanokristalle aufgrund ihrer sehr scharfen Absorptionsbanden. Die Vorteile dieser Bildsensorarchitektur sind höhere Empfindlichkeit, bessere Auflösung, einfachere Bildaufbereitungssoftware und nicht zuletzt tiefere Fertigungskosten.

Die technologischen Herausforderungen sind zum einen die Synthese monodisperser Nanokristalle mit Sub-Nanometer-Präzision in grösseren Mengen, zum anderen die Dünnschichttechnologie zur Herstellung des Bildsensors. Für Letzteres könnte sich die Notwendigkeit

nach perfekt monodispersen Nanokristallen als hilfreich erweisen. Zeigen diese doch die Eigenschaft, in Lösung perfekte Mikrokristalle zu bilden. Einen Effekt, den man ausnützen kann, um homogene kristalline Farbsensorschichten herzustellen – und so wird aus einem Nanomaterial ein Werkstoff. //



2

Materialfluss und Umweltbelastung des «Bauwerks Schweiz»

Dr. Tanja Zimmermann, tanja.zimmermann@empa.ch
Marcel Gauch, marcel.gauch@empa.ch

Das «Bauwerk Schweiz», also unsere bauliche Infrastruktur, verursacht die grössten Materialflüsse hier zu Lande. Denn dessen Ausbau und Erhaltung benötigen grosse Mengen an Baumaterialien, vor allem Beton, Kies und Sand sowie spezielle Baustoffe wie Mauerwerk, Gips, Glas, Metalle und Holz. Ausserdem verschlingen Produktion und Verarbeitung der Baumaterialien sowie der Betrieb der Infrastruktur beträchtliche Mengen an Brennstoffen und Elektrizität. Um die Ressourceneffizienz im Bereich Bau zu beurteilen und Szenarien-basierte Prognosen zu entwickeln, sind Kenntnisse zu den Materialströmen entscheidend. In den letzten 10 bis 15 Jahren wurden zwar diverse Teilstudien erstellt; es fehlte jedoch bisher ein umfassendes Bild zu den Material- und Energieressourcen, welche durch die bauliche Infrastruktur in der Schweiz beansprucht werden.

Ziel der von der Empa im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) erstellten Studie «MatCH – Bau» war es daher, die Material- und Energieflüsse sowie die Lagermengen der baulichen Infrastruktur für die ganze Schweiz zu erfassen. Zur Festlegung der momentan verbauten Materialien im Bauwerk Schweiz wurde auf aktuelle Studien für

den Hoch- und Tiefbau zurückgegriffen. Für die Abschätzung der Veränderung des Bauwerks Schweiz über die Zeit diente ein Ansatz, der das Wachstum in der Fläche (Arealstatistik), in die Höhe (verdichtetes Bauen) und die Veränderung der Baumaterialien kombiniert. Mit den berechneten Wachstumsraten pro Materialkategorie lässt sich die Masse und Zusammensetzung des Bauwerks Schweiz zeitlich extrapolieren.

Umfassende Betrachtung

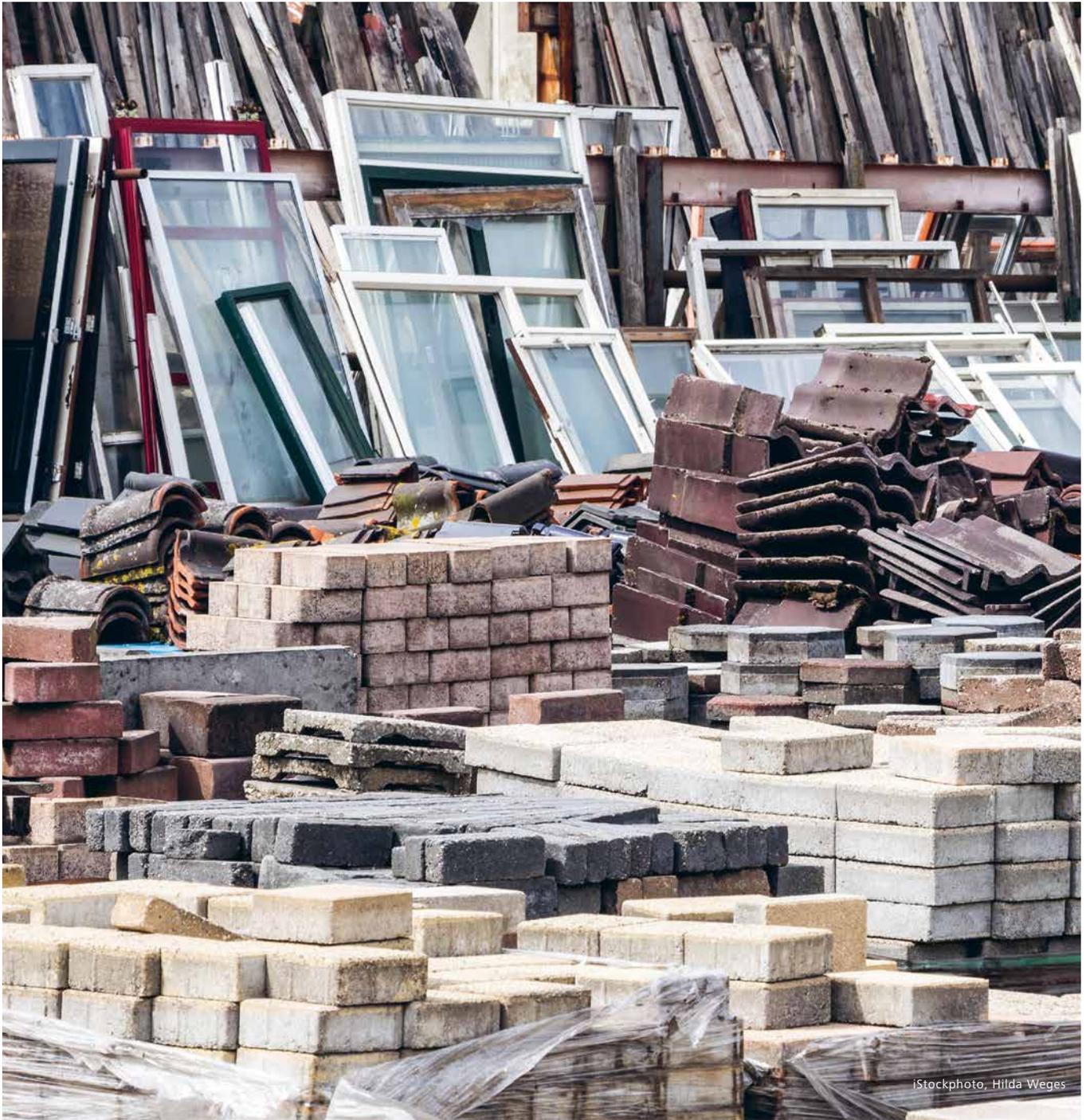
Die Studie weist neben den Massenflüssen auch die Umweltauswirkungen aus, die Material- und Energieverbrauch im Bausektor verursachen. Die Betrachtungen umfassen den gesamten Lebensweg der Stoffe «von der Wiege bis zur Bahre». Damit soll ein Eindruck gewonnen werden, welche Stoffe in welchem Abschnitt des Lebenszyklus umweltmässig relevant sind.

Gesamthaft fliessen jährlich rund 68 Millionen Tonnen an Material und knapp 7,5 Millionen Tonnen an Energie – ausgedrückt in Öl-Äquivalenten – in das Bauwerk Schweiz. Mit jährlich knapp 40 Millionen Tonnen ist Beton das mit Abstand bedeutendste Baumaterial. Beim verursachten Treibhauseffekt dominieren jedoch nicht der Beton und alle sonsti-

gen Materialien zusammen, sondern der Brennstoff für den Wärmebedarf.

Modernisierung lohnt sich

Die Resultate zeigen, dass es sich für die Umwelt lohnt, das Bauwerk Schweiz zu modernisieren. Die Umweltauswirkungen durch die dazu benötigten Materialien können nämlich dank der Energieeinsparung für den Betrieb der modernisierten Infrastruktur kompensiert werden. //



iStockphoto, Hilda Weges

Digitalisierung – für eine nachhaltige Zukunft

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

Die rasante Entwicklung unserer Gesellschaft steht in einer unvermeidbaren Abhängigkeit von der Umwelt und den natürlichen Ressourcen. Die daraus resultierenden Herausforderungen sind vielfältig und beeinflussen massgeblich die nachhaltige Bereitstellung von Energie und Rohstoffen. Deshalb ist es ein zentrales Ziel der Empa, neue Konzepte und innovative Methoden zu entwickeln und damit zur Implementierung der Agenda 2030 der Vereinten Nationen mit ihren 17 «Sustainable Development Goals» in der Schweiz beizutragen. Schwerpunkte sind geschlossene Kreisläufe und die Entwicklung digitaler Innovationen für eine nachhaltige Zukunft.

Digitale Informationen – neue Konzepte für Mensch und Umwelt

300 über das ganze Land verteilte, einfache und günstige CO₂-Sensoren senden in Echtzeit Daten über das «Internet der Dinge», in diesem Fall das Low-Power-Netzwerk der Swisscom, in eine Datenzentrale. Diese digitale Umweltinformation wird mit den Daten einiger weniger hochpräziser, konventioneller Messstationen in der Schweiz zusammengeführt und mittels statistischer Algorithmen und atmosphärischer Transportmodel-

lierung verknüpft und validiert. Das Projekt ist einerseits wegweisend für neue Datenübertragungskonzepte, zeigt aber auch auf, wie mit komplexen Algorithmen, basierend auf Daten und Modellen, Umweltinformationen in noch nie dagewesener räumlicher und zeitlicher Auflösung bereitgestellt werden können. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für die direkte Bestimmung von CO₂-Emissionen und für die Beurteilung der gesundheitlichen Belastung der Bevölkerung in Ballungsgebieten.

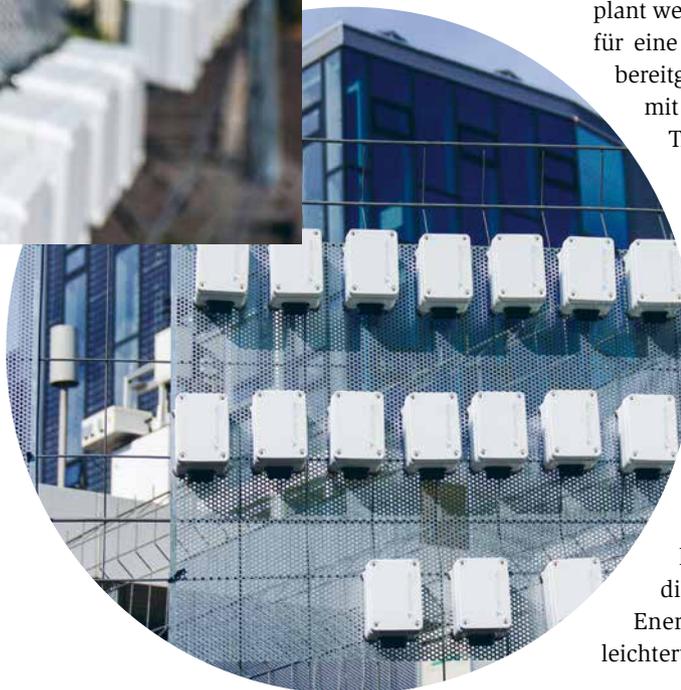
Geschlossene Kreisläufe – synthetische Treibstoffe für die Mobilität der Zukunft

Nachhaltige Mobilität bedeutet, den Verbrauch fossiler Energieträger sowie den CO₂-Ausstoss massiv zu senken und langfristig den Kohlenstoffkreislauf ganz zu schliessen. «move», der Mobilitätsdemonstrator der Empa, nutzt temporär überschüssige, erneuerbare Elektrizität in verschiedener Form: einerseits, um damit direkt Elektroautos zu laden, andererseits, um daraus Wasserstoff für Brennstoffzellenfahrzeuge beziehungsweise Methan für Gasfahrzeuge herzustellen – Letzteres aus Wasserstoff und aus der Umgebungsluft absorbiertem CO₂. Mit move demonstriert die Empa gemeinsam mit Partnern aus Forschung,





Low-Cost-Sensoren des Empa-Spin-off Decentlab während der Funktionskontrolle vor der Installation in der ganzen Schweiz. (Quelle: Decentlab GmbH)



Wirtschaft und öffentlicher Hand, wie die Mobilität der Zukunft ganz ohne fossile Energie funktionieren kann.

Zahlreiche Sensoren und Steuerelemente erlauben es mit Hilfe intelligenter Algorithmen und Modellen den Betrieb zu optimieren und weitgehend zu automatisieren. Durch den Einbezug von Wetterprognosen kann beispielsweise eine Lastanpassung der Elektrolyseanlage zur Herstellung von Wasserstoff vorausgeplant werden und der benötigte Treibstoff für eine Schlechtwetterperiode vorzeitig bereitgestellt werden. move leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Treibstoffbereitstellung aus erneuerbarer Elektrizität und zur Reduktion fossiler Energieträger, einem wichtigen Ziel der Energiestrategie 2050.

move ist zusammen mit in den Gebäudedemonstrator «NEST» und dem Energiedemonstrator «ehub» in den «Digital Hub» (dhub) der Empa eingebettet, was zudem ein Energiemanagement auf Campusebene ermöglicht und den Markteintritt neuer digitaler Lösungen im Gebäude-, Energie- und Mobilitätsbereich erleichtert. //

Sektorkopplung – in der Empa-Forschung nichts Neues

Urs Elber, urs.elber@empa.ch

Der im Energiebereich aufkommende Begriff «Sektorkopplung» steht für die Verbindung von Sektoren wie Energie und Mobilität, aber vor allem für eine gekoppelte Energieproduktion und -bereitstellung, auch mit unterschiedlichen Energieträgern. Durch die Bündelung von Leistungen verschiedener Unternehmen erhalten die Endkunden etwa alle benötigten Energiedienstleistungen von sogenannten Querverbundunternehmen aus einer Hand. Damit lassen sich Energiestrategien und nachhaltige Ziele besser umsetzen.

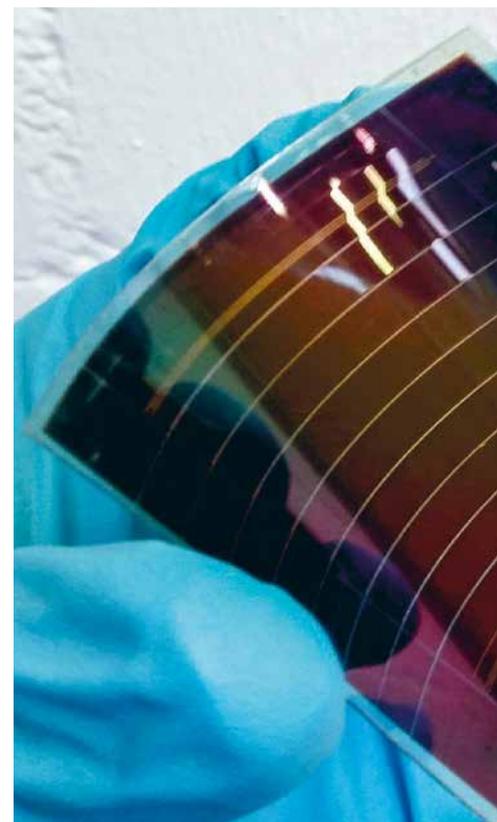
Was in der Industrie Sektorkopplung heisst, ist in der Forschung die Transdisziplinarität, die an der Empa schon lange praktiziert wird. Rund 40 Prozent der Empa-Mitarbeitenden beschäftigen sich in den verschiedenen Laboratorien und Zentren mit Energiethematen. Sie entwickeln neue Materialien für innovative Batterien, neue, hocheffiziente Isolationsmaterialien, neuartige Photovoltaik und vieles mehr. Aber auch systemische Forschung im urbanen Umfeld, die energetische Verknüpfung von Gebäuden und Mobilität sowie die Integration verschiedener Infrastrukturen in Energiedrehscheiben sind Themen an der Empa.

Der Empa-Forschungsschwerpunkt «Energie» begünstigt dies mit der Verknüpfung und Entwicklung von Forschungsprojekten aus unterschiedlichen Forschungsgebieten zusammen mit anderen Forschungsinstitutionen, vor allem aus dem ETH-Bereich, und mit zahlreichen Industriepartnern. Sektorkopplung in der Energieforschung wird an der Empa also seit vielen Jahren erfolgreich praktiziert.

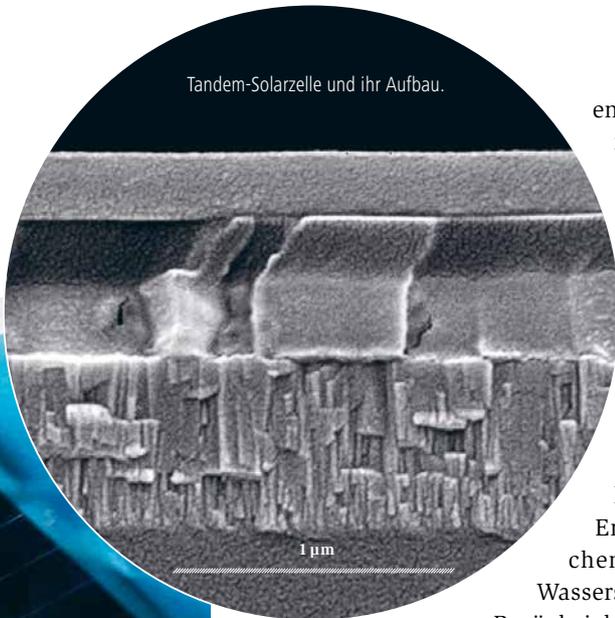
Den Schweizer Energiemarkt im Fokus

Als Beispiel für transdisziplinäre, sektorgekoppelte Forschungsprojekte lief 2017 das CCEM-Projekt «Electricity-based Mobility – Impacts on CO₂ and Grids» unter der Leitung der Empa an. Darin wird mit Partnern der ETH Zürich, der EPF Lausanne und des Paul Scherrer Instituts (PSI) untersucht, wie sich eine elektro-basierte Mobilität auf unsere Stromversorgung und den CO₂-Ausstoss effektiv auswirken könnte.

Ebenfalls unter Leitung der Empa wurden im vergangenen Jahr gleich zwei CCEM-Projekte – «SECURE» und «RENERG2» – erfolgreich abgeschlossen. Diese lieferten neue Erkenntnisse für effiziente urbane Energiesysteme und zeigten Optionen auf, wie gemäss Energiestrategie 2050 des Bundes Solar-



Tandem-Solarzelle und ihr Aufbau.



energie in andere Energieformen umgewandelt und weiteren Märkten zugeführt werden kann.

In einer noch nicht veröffentlichten Studie wurde gemeinsam mit Forschern des PSI das Potenzial der Power-to-Gas-Technologie (PtG) in der Schweiz untersucht, also die Umwandlung von erneuerbarer Energie wie Solarstrom in chemische Energieträger wie Wasserstoff und biogenes Methan.

Berücksichtigt wurden dabei lokale Ressourcen und Absatzkanäle, ein dynamischer Betrieb der PtG-Anlagen unter Verwendung von erneuerbarem Strom sowie die ökonomischen Auswirkungen von Power-to-Gas-Anlagen. Begleitforschung wie Lebenszyklusanalysen zur Wasserstoffmobilität, zu neuartigen Batterietechnologien, zur Gebäudeversorgung und anderem runden das breite Forschungsspektrum der Empa im Energiebereich ab.

Mit vielen dieser Projekte beteiligt sich die Empa aktiv an den «Swiss Competence Centers for Energy Research» (SCCER), an diversen Nationalen For-

schungsprogrammen (NFP) und an internationalen Projekten. Eine komplementäre Zusammenarbeit mit den anderen Forschungsinstitutionen des ETH-Bereichs, mit den Schweizer Universitäten und Fachhochschulen steht dabei im Vordergrund.

Die Verknüpfung von Materialforschung und Energie führt zum Beispiel zu neuen Batterietypen (siehe Beitrag auf Seite 24). Oder zu neuen Tandem-Solarzellen mit erstrebten fast 30 Prozent Effizienz, die mit kostengünstigen, skalierbaren Beschichtungsverfahren herstellbar sind. //

Interdisziplinäre Forschung für Gesundheit und Leistungsfähigkeit

Prof. Dr. Alex Dommann, alex.dommann@empa.ch

Die steigende Lebenserwartung bedeutet eine zunehmende Herausforderung für unsere Gesellschaft. Der Forschungsschwerpunkt «Gesundheit und Leistungsfähigkeit» hat es sich zum Ziel gesetzt, neue Gesundheitslösungen zu finden. Präventions- und Monitoringsysteme ebenso wie neue patientenbezogene Medikamentenabgabesysteme sind mögliche Ansatzpunkte, die es erlauben, die Lebensqualität und Mobilität im Alter zu verbessern.

Die Fortschritte in den Life Sciences, Informationstechnologien und innovative Materialkonzepte liefern hier neue Möglichkeiten, die Medizin in Richtung personalisierte Gesundheit und verwandte Technologien weiter zu entwickeln. Ein Beispiel ist das nicht-invasive Monitoring von Vitalmarkern, sprich die dauerhafte Überwachung gewisser Vitalzeichen, die es dem Patienten erlaubt, den Arzt nur dann aufzusuchen, wenn sich sein Zustand verschlechtert. Ebenso ist es möglich, nach operativen Eingriffen die Genesung personenspezifisch zu begleiten.

Therapien profitieren von immer neuen Materialien: Die Verkapselung von Wirkstoffen in «smarten» Carrier-Systemen erlaubt die gezielte und pa-

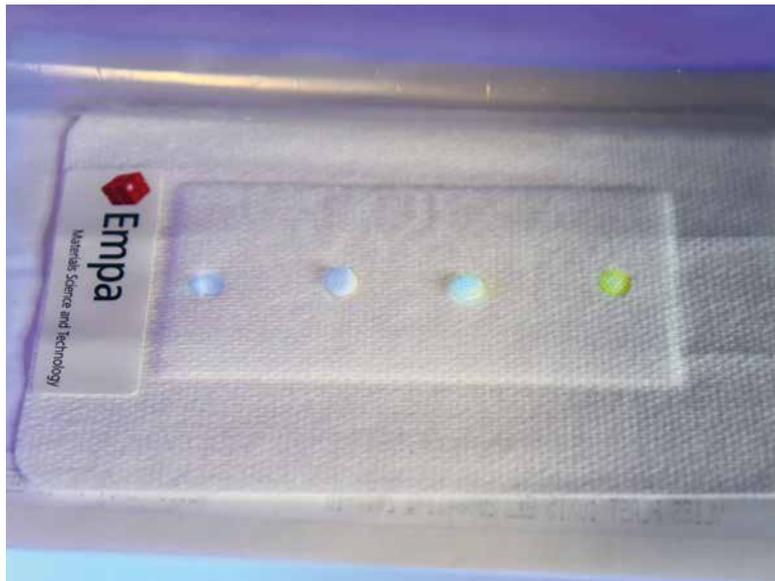
tientenspezifische Dosierung eines Wirkstoffes just an der Stelle im Körper, wo er auch benötigt wird. Dadurch lassen sich nicht nur die Wirkstoffmenge, sondern auch mögliche Nebeneffekte reduzieren und patientenspezifische Therapieerfolge erreichen.

Wie für alle neuen Technologien ist eine sorgfältige Abschätzung möglicher Risiken und unerwünschter Nebeneffekte ebenso wichtig wie die Funktion an sich. Eine präzise Charakterisierung der Materialien und ihrer Interaktion mit dem Menschen liefern die Grundlage für sichere und nachhaltige Gesundheitslösungen. Um dieses Ziel zu erreichen, setzt die Empa auf interdisziplinäre Forschung über Material-, Lebens- und Medizinwissenschaften hinaus. //



1
Babys mit Gelbsucht werden mit kurzwelligem Licht behandelt. Empa-Forscher haben einen leuchtenden Pyjama entwickelt, der die Therapie im Brutkasten ersetzt. Für die klinische Anwendung strahlt der Pyjama sein blaues Licht jedoch nur nach innen, also direkt auf die Haut des Kindes, ab.

2
Eine neuartige Wundauflage warnt das Pflegepersonal, sobald eine Wunde schlecht verheilt – ohne dass dafür der Verband entfernt werden muss. Sensoren, die im Trägermaterial eingebaut sind, ändern die Intensität ihrer Fluoreszenz, wenn sich der pH-Wert der Wunde ändert.



2



SERVICE

X-RAYS ON

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 knapp 550 hochqualifizierten Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen sowie erstklassiger technischer Infrastruktur die richtige Adresse.

Von der Forschung zur industriellen Umsetzung

Marlen Müller, marlen.mueller@empa.ch

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) spielen in der Schweizer Wirtschaft eine zentrale Rolle. Grund genug für die Empa, die Zusammenarbeit mit KMU besonders zu pflegen und sie dabei zu unterstützen, ihre Innovationskraft zu heben. Denn nur so können sie sich mit innovativen neuen Produkten am Markt durchsetzen und damit den Wirtschaftsstandort Schweiz stärken.

Auch im vergangenen Jahr hat die Empa wieder mehr als 170 neue Forschungsprojekte mit über 200 Industriepartnern gestartet. Zudem hat die Empa allein oder zusammen mit ihren Forschungspartnern 14 neue Erfindungen zum Patent angemeldet und 13 neue Lizenz- und Technologietransferverträge mit Wirtschaftspartnern abgeschlossen.

Neues Flammschutzmittel: ungiftig – auch im Brandfall

Herkömmliche, halogenierte Flammschutzmittel erzeugen im Brandfall giftige Gase. Das an der Empa entwickelte EDA-DOPO – ein umweltfreundliches Derivat des bekannten Flammschutzmittels DOPO (9,10-Dihydro-10-oxa-phosphaphenatrenoxid) – tut dies nicht. Entscheidend für diesen Erfolg ist ein besonders ökonomisches und ökologisches Syntheseverfahren, das auch die Herstellung anderer DOPO-Deri-

vate vereinfacht. Die Firma Metadynea Austria GmbH wird die Substanz herstellen, die weltweit tätige FoamPartner Gruppe mit Produktionsstandort in der Schweiz plant, daraus flammhemmende Polyurethan-Schaumstoffe (PU) für Polster und Matratzen zu produzieren. Aktuell läuft die Zertifizierung des Flammschutzmittels nach der europäischen Chemikalienverordnung REACH. Andere Anwendungen, so zum Beispiel in Textilien, werden derzeit mit weiteren Partnern evaluiert.

«MultipassCell» – kompakt und robust

Die Messung von Spurengasen ist kritisch für einen weiten Bereich von Anwendungen wie die industrielle Prozesskontrolle, Atemluftmessung oder die Sicherheitsüberwachung von giftigen Gasen. Die «MultipassCell» ist eine Messzelle für die Infrarot-Absorptionsspektroskopie zur Bestimmung verschiedener Spurengase, die einen langen optischen Pfad in einem kompakten und leichten Design ermöglicht. Dank der monolythischen Konstruktion ist die «MultipassCell» zudem besonders unempfindlich gegenüber Temperaturschwankungen und Vibrationen. Auch die Justierung der Spiegel wird überflüssig.

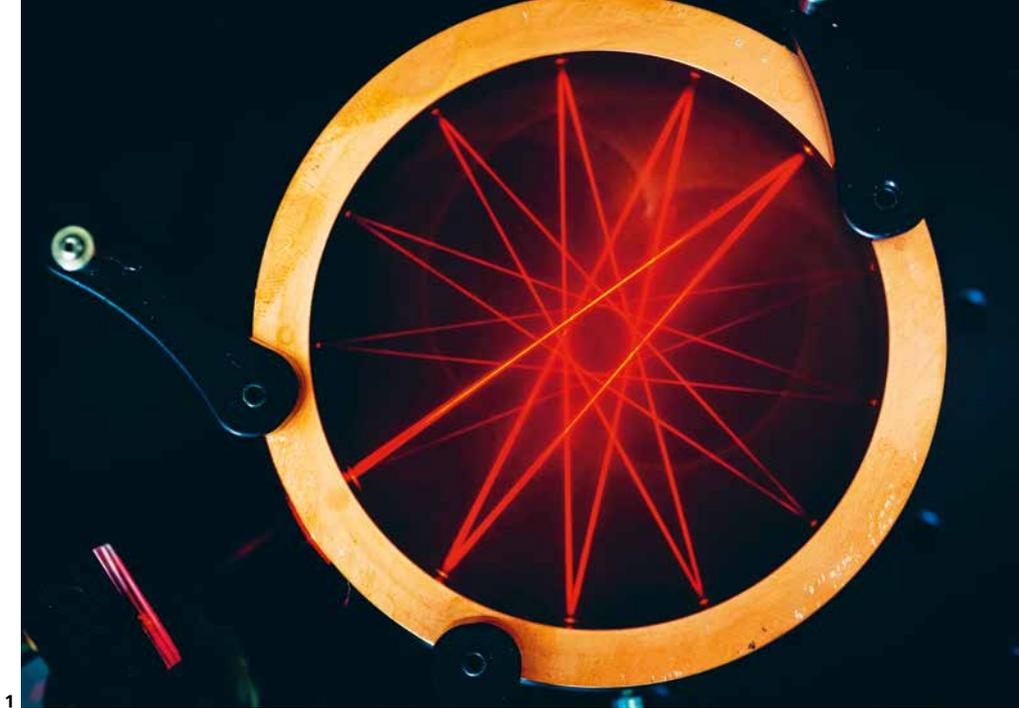
Die Grundlagen der neuen Messzelle wurden an der Empa ursprünglich für Messungen der Luftqualität und der Isoto-

pen-Zusammensetzung von Kohlendioxid im Rahmen eines Nano-Tera-Projekts des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) entwickelt. Mit dem Erfolg der robusten Zelle wurden Details des Aufbaus zum Patent angemeldet und an IRsweep, einen Spin-off der Empa und der ETH Zürich, lizenziert. IRsweep vertreibt die Zelle mittlerweile erfolgreich im In- und Ausland.

Nachleuchtende Pigmente – Dauer und Kraft verbessert

Erst Anfang der 1990er-Jahre wurden die weit verbreiteten radioaktiven Leuchtquellen in Uhren durch ungefährliche Farben mit vergleichbaren Leuchteigenschaften ersetzt. Als Hauptlieferant von Nachleucht pigmenten auf Basis von Strontiumaluminat für die Schweizer Uhrenindustrie hat die LumiNova Schweiz AG mit Sitz in Teufen grosses Interesse, die Nachleuchtdauer und -kraft ständig weiter zu verbessern.

In zwei von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) unterstützten Projekten mit der LumiNova Schweiz AG und der Universität Genf konnten Empa-Forschende die Nachleuchtdauer der besten Pigmente um weitere 60 Prozent steigern. Die Technologie ist exklusiv an LumiNova Schweiz AG lizenziert und wird erfolgreich im schweizerischen und internationalen Markt vertrieben. //



1

1
Mit der «MultipassCell» zur Messung von Spurengasen wurde ein langer optischer Pfad in einem kompakten und leichten Design realisiert.

2
Bei Leuchtpigmenten, die die Anzeige von Zifferblättern in der Dunkelheit leuchten lassen, konnten Leuchtdauer und -intensität deutlich verbessert werden.



2

Entrepreneurship als Motor des Technologietransfers

Mario Jenni, mario.jenni@empa.ch

Peter Frischknecht, peter.frischknecht@empa.ch

In den Business-Inkubatoren der Empa wurden im vergangenen Jahr 55 Start-ups mit insgesamt mehr als 300 Mitarbeitenden von der ersten Geschäftsidee bis hin zum Markteintritt begleitet.

Kompaktes Gerät im Dienste des Umweltschutzes

Luftverschmutzung und Klimawandel sind globale Probleme. Öffentliche Sensornetze zur Überwachung der Luftqualität haben die Aufgabe, die Luftverschmutzung genau zu bestimmen und eine allfällige Überschreitung bestimmter Grenzwerte zu melden. Diese Netze erfordern komplexe (und daher teure) Messgeräte, da für jedes Gas, das sie messen, unterschiedliche Instrumente zum Einsatz kommen. Zudem können Schadstoffe wie das regulierte Stickstoffdioxid (NO₂) nur indirekt gemessen werden, was zu falschen Messergebnissen führen kann.

Die Firma MIRO Analytical Technologies wurde als Spin-off der Empa gegründet, um die neueste Gasmesstechnik auf Basis von Quantenkaskadenlasern (QCL) im mittleren Infrarotbereich auf den Markt zu bringen. Diese Technologie ermöglicht es, ein kompaktes Gerät zu entwickeln, mit dem die Konzentrationen

der wichtigsten Treibhausgase und von Schadstoffen – inklusive NO₂ – gleichzeitig und mit beispielloser Geschwindigkeit und Präzision gemessen werden können.

Dichte Nähte dank Lasertechnologie

Empa-Wissenschaftler haben über mehrere Jahre ein neuartiges Verfahren entwickelt, das Kunstfasergewebe miteinander verschweisst – und die Naht dadurch luft- und wasserdicht macht. Um die innovative Technologie wirtschaftlich zu nutzen, haben die beiden Empa-Forscher Alexander Haag und Michel Schmid Anfang 2017 das Spin-off «Nahtlos» gegründet. Ihren Sitz hat die Jungfirma im Innovationszentrum «Startfeld» direkt neben der Empa in St. Gallen.

Die Technologie schafft völlig neue Möglichkeiten im Bereich der Strukturierung von Oberflächen und ermöglicht dadurch neuartige Funktionalitäten und ein innovatives Design. Mögliche Anwendungsfelder sind etwa die Bekleidungsindustrie, Fahrzeugausrüstungen und medizinische Hilfsmittel. Interessante Perspektiven eröffnen sich dem Spin-off jedoch auch im Bereich der Interieurgestaltung, insbesondere im Design von Leuchten. Die Technologie hat das Potenzial, bisherige Produktionsprozesse in der Industrie zu ersetzen. //





Mit einem Laser kann das Jungunternehmen Nahtlos Kunstfasergewebe verschweissen, um sie wasser- und luftdicht zu machen.

Den Weg von der Forschung zur Anwendung verkürzen

Gabriele Dobenecker, gabriele.dobenecker@empa.ch

Als Brücke zwischen Forschung und Praxis entwickelt die Empa Lösungen für die vorrangigen Herausforderungen von Industrie und Gesellschaft. Dank einem effizienten Technologietransfer setzt die Empa Forschungsergebnisse gemeinsam mit ihren Industriepartnern in marktfähige Innovationen um und trägt damit massgeblich dazu bei, die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft zu stärken, getreu ihrem Motto: «Empa – The Place where Innovation Starts».

Weitere strategische Partnerschaften

Neben den mehr als 170 neuen Forschungsprojekten, die die Empa zusammen mit über 200 Industriepartnern im vergangenen Jahr gestartet hat, wurden 2017 auch wieder strategische Partnerschaften geschlossen. So unter anderem mit der BASF (Schweiz), die gemeinsam mit der Empa und anderen Institutionen des ETH-Bereichs Innovationen auf den Gebieten Kreislaufwirtschaft, digitale Produktion, neuartige Technologien für die Strukturierung von Oberflächen sowie Materialien und Systeme für den Baubereich entwickeln will und zu diesem Zweck eines ihrer Innovationsteams im Technologiezentrum glatec auf dem Empa-Campus in Dübendorf ansiedelte.

Stärkung des Empa-Standorts Thun

Zudem zeigte die Empa zusammen mit ihren Wirtschaftspartnern in Demonstratoren und Pilotanlagen wie NEST, move und ehub die Machbarkeit neuer Technologien und brachte im Rahmen von Public-Private-Partnerships richtungsweisende Projekte in ausgewählten Schwerpunktbereichen auf den Weg. So etwa ein Kompetenzzentrum für additive Fertigungstechnologien für neuartige metallische Werkstoffe und Prozesse am Empa-Standort in Thun.

Der Kanton Bern und die Stadt Thun haben 2017 entschieden, das Vorhaben mit insgesamt knapp 12 Mio. Franken zu unterstützen; in den nächsten Jahren entsteht unweit des derzeitigen Empa-Standorts ein neuer Gebäudekomplex, in dem auch ein Start-up-Zentrum in direkter Nachbarschaft zur Empa untergebracht sein wird. Denn die Forschungsergebnisse in diesem Bereich sind für die im Kanton Bern angesiedelten Branchen – Medizinaltechnologie, Präzisionsindustrie und Uhrenfabrikation – von enormer Bedeutung.

Unternehmen in diesen Bereichen erhalten dank des neuen Kompetenzzentrums die Möglichkeit, ihre Zusammenarbeit mit der Empa im Bereich 3D-Fertigungsprozesse zu vertiefen. Wie an ihren

anderen Standorten ist die Empa auch in Thun ein ganz wesentlicher Partner der regionalen Wirtschaft und repräsentiert den ETH-Bereich im Kanton Bern. Sie verfügt über ausgewiesene Kompetenzen im Bereich der anwendungsorientierten Materialforschung, die auch für die additive Fertigung und den 3D-Druck wichtig sind. Die Empa wird in den kommenden Jahren ihre Forschung zur Verarbeitung von metallischen Legierungen und keramischen Werkstoffen für die additive Fertigung intensivieren. //



Die Empa in Thun – im General Herzog Haus eingemietet – ist ein wichtiger Partner der Wirtschaft. Sie vertritt ausserdem den ETH-Bereich im Kanton Bern.

Von Japan bis Kanada – das globale Netzwerk der Empa

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

Spitzenforschung ist interdisziplinär und daher längst ein internationales Unterfangen. Eine Seite dieser globalisierten Forschungswelt versinnbildlichen die Empa-Forschenden selbst, die mittlerweile mehr als 50 Nationalitäten repräsentieren. Die andere ist das weit verzweigte Partnernetzwerk der Empa, das sich von Japan über Russland und zahlreiche europäische Länder bis nach Kanada und in die USA erstreckt.

Verstärkte Kooperation mit Japan und China

Dem 2016 unterzeichneten Memorandum of Understanding (MoU), das eine enge Zusammenarbeit mit dem National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) in Japan vorsieht, folgte im vergangenen Jahr ein reger Austausch, unter anderem an zwei Workshops – einem über Nanomaterialien im Mai an der Empa und ein zweites über Energieforschung im Herbst in Osaka. Das AIST ist wie die Empa ein öffentliches Forschungsinstitut mit einem engen Bezug zur Industrie. Es konzentriert sich ebenfalls darauf, neue Technologien umzusetzen, und versucht, Laborerkenntnisse mit der Industrie bis zu einem erfolgreichen Produkt weiterzuentwickeln. Empa-Direktor

Gian-Luca Bona nutzte den Japanbesuch auch gleich zu einem Treffen mit verschiedenen Industrievertretern anlässlich eines Events an der Schweizer Botschaft in Tokio. Und auch mit dem «Schwesterinstitut» der Empa, dem «National Institute for Materials Science» (NIMS), fand 2017 ein reger Austausch statt, so etwa während des Besuchs des NIMS-Präsidenten Kazuhito Hashimoto in Dübendorf Ende November.

Eine chinesische Delegation unter Leitung von Energieminister Nur Bekri stattete der Empa im Anschluss an das World Economic Forum (WEF) gemeinsam mit Vertretern des Bundesamts für Energie (BFE) einen Besuch ab. Dabei besichtigten sie unter anderem NEST und move, das modulare Experimentengebäude und den Mobilitätsdemonstrator, und zeigten sich beeindruckt von den zahlreichen Innovationen.

Zahlreiche Partnerschaften in ganz Europa

Bereits seit einigen Jahren pflegt die Empa enge Beziehungen zum Spanish Research Council (CSIC), einem nationalen Forschungsinstitut, das der Universität Sevilla angegliedert ist. Im Herbst 2017 hat die Empa mit der Universität Sevilla ein Ausbildungsprogramm gestartet;



1

Der stellvertretende Direktor der Empa, Peter Richner, bei der Podiumsdiskussion mit Vertretern des Energiesektors aus Kanada und der Schweiz im Rahmen der «Smart Grid and Energy Storage Road Show».



2

Die kanadische Botschafterin in Bern, Susan Bincoletto, mit dem stellvertretenden Direktor der Empa, Peter Richner.

3

Der Präsident der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin, Ulrich Panne (2. von rechts), die Verantwortliche für das Forschungsmanagement, Claudia Eggert, sowie der Leiter der Abteilung Werkstofftechnik, Pedro Dolabella Portella (ganz links), bei ihrem Besuch an der Empa im Juli 2017.

dieses ermöglicht es jährlich rund einem halben Dutzend Studierenden der Universität Sevilla, ihre Masterarbeit an der Empa durchzuführen. Mitte 2018 werden die ersten Studierenden an der Empa beginnen.

Auch mit der Universität Luxemburg hat die Empa im Oktober eine Forschungsk Kooperation vereinbart, und zwar im Bereich innovative Bautechnologien. Der Gebäudesektor verursacht erhebliche CO₂-Emissionen, verbraucht viele Ressourcen und produziert immense Abfallberge. Im Zentrum der Forschungsk Kooperation steht die Entwicklung neuartiger, nachhaltiger Konstruktionsmethoden und Designmodelle für Gebäude, die dadurch ressourcen- und energieeffizienter werden sollen.

Um Möglichkeiten einer Partnerschaft im Bereich der Nanotechnologie zu eruieren, fanden 2017 zudem mehrere Treffen mit hochrangigen Vertretern der National University of Science and Technology (NUST MISIS) in Moskau statt.

Kanadische Delegation an der Empa

Als einen ihrer ersten offiziellen Auftritte nahm die neu ernannte kanadische Botschafterin Susan Bincoletto eine Einladung der Empa an. Die seit September 2017 in Bern amtierende Diplomatin traf

sich Anfang Oktober in Dübendorf mit Vertretern des Energiesektors aus Kanada und der Schweiz im Rahmen der «Smart Grid and Energy Storage Road Show». Die internationale Zusammenarbeit im Bereich der Produktion und Distribution von Energie, so der Tenor der Veranstaltung, werde künftig noch an Bedeutung gewinnen.

20 Jahre internationale Technologiekooperation

Die Zusammenarbeit mit Ländern Lateinamerikas, besonders mit Kolumbien und Peru, feiert dieses Jahr ihr 20-Jahre-Jubiläum. Dabei wurden einerseits Industrieprojekte für saubere Produktionsmethoden und Recyclingsysteme für Elektrogeräte initiiert und begleitet. Andererseits konnten mit verschiedenen Universitäten wie Lima, Bogotá und Medellín Studien und Forschungsprojekte durchgeführt werden, welche unter anderem die Reduktion der industriellen Umweltbelastung und den Aufbau von Arbeitsplätzen zum Ziel haben. //



Nachdem die Empa 2016 ihre Grossforschungsplattformen NEST, move, ehub sowie das Coating Competence Center in Betrieb genommen hatte – jeweils mit Eröffnungsfeiern und entsprechendem Publikumsandrang –, war 2017 ein eher «ruhiges» Jahr; zumindest auf dem Papier. Denn selbst ohne «Grossanlass» war das öffentliche Interesse an der Empa-Forschung im vergangenen Jahr immens; so nahmen rund 3200 Personen an den Besucherführungen teil, mehr als 2200 Personen besuchten die knapp 40 Fachveranstaltungen der Empa-Akademie und rund 10500 Menschen liessen sich in NEST die neusten Bau- und Energieinnovationen vorführen. Ergibt sage und schreibe knapp 16000 Besucherinnen und Besucher übers ganze Jahr – oder mehr als 300 jede Woche, einen neuen Höchstwert. Darunter waren auch zahlreiche illustre Gäste, etwa die Regierungen der Kantone Zürich, St. Gallen und Thurgau, die sich Anfang November anlässlich ihrer jährlichen Tagung an der Empa in St. Gallen trafen.

Neuartige Fertigungstechnologien im Zentrum

Der Bereich «Advanced/Additive Manufacturing» (AM), also fortschrittliche be-

ziehungsweise additive Fertigungstechnologien, spielt für die Empa eine zentrale Rolle. So fand am 13. November 2017 in Bern die Eröffnungsveranstaltung des neu gegründeten Strategischen Fokusbereichs «Advanced Manufacturing» (SFA-AM) des ETH-Bereichs unter Federführung der Empa statt. Neben dem Vortrager des Wirtschaftsdepartements, Bundesrat Johann Schneider-Ammann, nahmen der Präsident des ETH-Rats, Fritz Schiesser, ETH-Präsident Lino Guzzella, EPFL-Präsident Martin Vetterli, Empa-Direktor Gian-Luca Bona sowie zahlreiche Industrievertreter teil.

Bundesrat Schneider-Ammann lobte in seiner Eröffnungsrede die international starke Stellung der Schweizer Wirtschaft. Zugleich wies er darauf hin, dass man den industriellen Wandel im Zuge von «Industrie 4.0» genau im Auge behalten müsse, denn: «Jobs, die einmal abgewandert sind, kommen nie mehr zurück.» Genau hier setzt der AM-Forschungsverbund an; er soll Antworten auf die Herausforderungen der Digitalisierung, gerade auch im Bereich der industriellen Produktion, erarbeiten und so dafür sorgen, dass die Schweizer Industrie dank Innovationen auch künftig international wettbewerbsfähig bleibt.

Wer nicht wagt, der nicht gewinnt

Advanced Manufacturing war aber auch an verschiedenen Fachveranstaltungen ein Thema, etwa an zwei «Technology Briefings» in Dübendorf und – erstmals – in Thun mit insgesamt knapp 250 Teilnehmern, in erster Linie aus der Industrie. Oder an der Eröffnungsveranstaltung zu den «Tagen der Technik» zum Thema «Fabrik der Zukunft – Herausforderung für Mensch und Technik», die Anfang Oktober 2017 knapp 200 Personen an die Empa lockte. Spannende Referate, etwa von Thomas Mayer, dem ehemaligen CEO des Lotus-Formel-1-Teams, wechselten sich ab mit Laborbesuchen, die den Teilnehmenden einen direkten Einblick in die Welt der Empa-Forschung boten.

Ein anderer Aspekt des Innovationsprozesses – die dafür notwendige Risikobereitschaft – stand im Zentrum des «Empa Technology and Innovation Forum», das 2017 bereits zum sechsten Mal über die Bühne ging, dieses Mal mit Swiss Life Asset Managers als Veranstaltungspartner. Diese einmal jährlich stattfindenden exklusiven Veranstaltungen hat die Direktion der Empa ins Leben gerufen, um mit Vertretern der Schweizer Industrie und Wirtschaft auf Geschäftsleitungsebene über Fragen der Innovationskraft und des internationa-

1

Rund 10 500 Menschen interessierten sich für die neusten Bau- und Energieinnovationen wie etwa die in NEST verbauten adaptiven Solarpaneele und eine robotisch gebaute Wandkonstruktion.

2

Mehr als 2200 Personen besuchten 2017 die knapp 40 Fachveranstaltungen der Empa-Akademie.



1

len Wettbewerbs zu diskutieren. Dass innovative Ideen und Konzepte nicht nur in Forschung und Industrie eine wesentliche Rolle spielen, demonstrierten dieses Mal der Berner Kabarettist und Slam-Poet Christoph Simon sowie der Winzer Mathias Bechtel aus Eglisau, von der Fachzeitschrift Vinum vor zwei Jahren zum «Aufsteiger des Jahres» gekürt.

Enormes mediales Interesse

Neben einem grossen Publikumsandrang bescherten die Forschungsergebnisse der Empa dem Institut 2017 auch ein erfreulich grosses Medienecho. Insgesamt berichteten rund 6200 Artikel in 34 Sprachen über die Forschungsaktivitäten der Empa, knapp 160 davon in Radio und Fernsehen – so viele wie nie zuvor. //



2

Immer mehr Frauen in Führungspositionen

Marianne Senn, marianne.senn@empa.ch

Im vergangenen Jahr setzten diverse Ernennungen von Frauen in Führungspositionen deutliche Zeichen. In der Direktion übernahm Tanja Zimmermann, die zuvor die Abteilung «Angewandte Holzforschung» geleitet hatte, im September die Leitung des Departements «Functional Materials». Damit stieg der Frauenanteil in der Direktion auf knapp 30 Prozent. Dieser Trend ist auch im Departement «Ingenieurwissenschaften» festzustellen: «Multiscale Studies in Building Physics» wird seit April von Dominique Derome geführt, «Urban Energy Systems» seit Februar 2018 von Kristina Orehounig. Damit ist der Frauenanteil bei den Abteilungsleitenden in diesem Departement von 0 auf 33 Prozent angestiegen. Somit sind nun in fünf der sechs Departemente Frauen in Führungspositionen tätig.

Diesen Trend weiter zu festigen, ist Ziel der Arbeitsgemeinschaft Chancengleichheit des ETH-Bereichs. Eine Ausschreibung von swissuniversities, dem Koordinationsorgan der schweizerischen Hochschulen, lud sämtliche Universitäten sowie die Forschungsinstitute des ETH-Bereichs ein, innovative Projekte zum Thema Frauenförderung einzureichen. Der ETH-Bereich hat ein Projekt erarbeitet, in dem junge Wissenschaftle-

rinnen nach ihrem Doktorat oder ihrer Postdoc-Zeit auf eine Karriere ausserhalb der Forschungswelt vorbereitet werden sollen. Denn es gibt in der akademischen Welt deutlich weniger Stellen, als es Nachwuchsforschende gibt. Im Projekt sollen sich Frauen aus den verschiedensten Bereichen – Wissenschaft, Industrie, öffentliche Verwaltung, NGOs – vernetzen, um den Blick für ein erweitertes Laufbahnprofil zu öffnen. Das inzwischen bewilligte Projekt wird ab 2018 umgesetzt. Parallel dazu hat die AG ein neues Strategiedokument zum Thema Chancengleichheit 2017–2020 für den ETH-Bereich erarbeitet.

«Women in Science»

Neben Networking-Veranstaltungen für Frauen begann letztes Jahr die Veranstaltungsreihe «Women in Science», die gemeinsam mit dem Schwesterinstitut Eawag durchgeführt wird. An der ersten Veranstaltung informierte die Gleichstellungsbeauftragte des Schweizerischen Nationalfonds (SNF), Simona Isler, über die Bemühungen des SNF zur Gleichstellung von Mann und Frau. Dazu gehören etwa neue Förderinstrumente wie der «Flexibility Grant», mit dem eine externe Kinderbetreuung bezahlt sowie das Arbeitspensum reduziert werden kann, der

Gleichstellungsbeitrag, der Mentoring und Vernetzung im beruflichen Umfeld ermöglicht, der «Mobility Grant», der Lebenshaltungskosten und Reisen im Zusammenhang mit einer wissenschaftlichen Tätigkeit im Ausland finanziert, und das Programm «PRIMA» für Frauen, die eine Karriere an einer Schweizer Universität starten wollen; sie erhalten für maximal fünf Jahre Mittel für ein eigenes Forschungsprojekt.

Die Jugend begeistern

Darüber hinaus fanden verschiedenste Anlässe statt, so etwa das Sommercamp für die kleineren Kinder der Empa-Mitarbeitenden sowie der Nationale Zukunftstag für Jugendliche kurz vor der Berufswahl. Auch dieses Mal nahmen erneut mehr als 100 Kinder an allen drei Standorten teil. Als Partnerin des Projekts «Mädchen Technik los» legte die Empa besonderen Wert darauf, sowohl für Mädchen als auch für Buben ein attraktives Erlebnis zu gestalten und künftigen Forschenden einen spannenden Einblick in die Welt von Forschung und Innovation zu vermitteln. //



1



2

1
Die Gleichstellungsbeauftragte des Schweizerischen Nationalfonds (SNF), Simona Isler, an einem der Workshops der Veranstaltungsreihe «Women in Science».

2
Leider gibt es in der akademischen Welt deutlich weniger Stellen als Nachwuchsforschende.

3
Einmalige Gelegenheit am Nationalen Zukunftstag: ein wasserstoffbetriebenes Strassenkehrfahrzeug lenken.



3

Deutlich mehr erneuerbare Energie im Einsatz

Marcel Gauch, marcel.gauch@empa.ch

Gemäss dem Energiekonzept für das Areal von Empa und Eawag in Dübendorf wird die Infrastruktur für die Energieversorgung mit dem Ziel umgebaut, deutlich weniger CO₂ zu verursachen. Im Vordergrund steht dabei die Reduktion des Energiebedarfs durch eine verbesserte Gebäudeisolation. Der grösste Teil der Treibhausgasemissionen des Empa-Campus stammt nämlich aus dem Wärmebedarf der Gebäude. Die laufenden Optimierungen werden dazu beitragen, die derzeitigen Treibhausgasemissionen von jährlich knapp 3500 Tonnen CO₂-Äquivalenten erheblich zu senken.

Vermehrte Nutzung von Abwärme

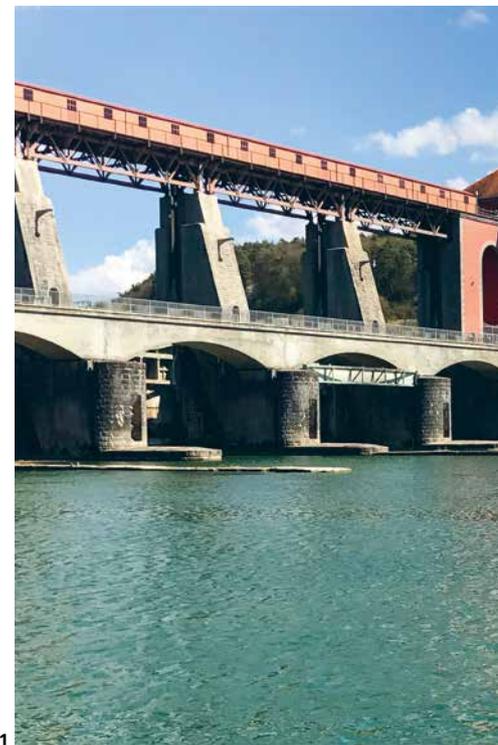
Für die Deckung des tieferen Energiebedarfs soll künftig keine Wärme auf Hochtemperaturniveau mehr nötig sein (die bisher durch die Verbrennung von Erdgas bereitgestellt wurde). Die Eignung für die Beheizung auf einem abgesenkten Temperaturniveau von etwa 38 °C bietet den Vorteil, dass man weitgehend auf fossile Energieträger verzichten und stattdessen die Abwärme aus Forschungsprozessen und Kältemaschinen nutzen kann. In den nächsten Jahren ist der Bau von saisonalen Wärmespeichern vorgesehen; das Energiekonzept

der Empa wird damit zukunftsweisend und erhält Vorbildcharakter im Hinblick auf die Energiewende.

Ausbau der Photovoltaik

Die Eigenproduktion von erneuerbarer Elektrizität aus Photovoltaik konnte um 90 kWp (Kilowatt Peak) ausgebaut werden. Nebst Anlagen mit klassischen Solarpanels wurde eine 30-kWp-Anlage des Empa-Spin-offs Flisom in Betrieb genommen, basierend auf modernsten Dünnschicht-Solarzellen. Im Endausbau bis ca. 2020 ist eine Gesamtfläche von 5000 Quadratmeter an Photovoltaik geplant, was die jährliche Erzeugung von rund 600 MWh erneuerbarer Elektrizität ermöglichen wird.

Die Erfassung zusätzlicher Kategorien für Mobilität und Abfälle erlaubt nun ein umfassendes Monitoring der Verbrauchszahlen und der Umweltauswirkungen. Der Anteil erneuerbarer Energie konnte deutlich auf 59 Prozent gesteigert werden (von 21 Prozent im Vorjahr). Damit erscheint das Erreichen der 75-Prozent-Zielvorgabe des Bundesamts für Energie (BFE) im Rahmen des Programms «Energie-Vorbild Bund» für das Jahr 2020 durchaus realistisch. //





2

1

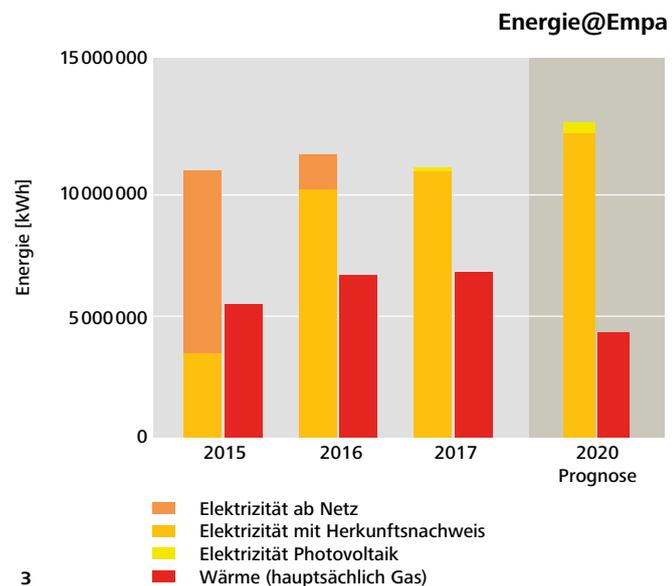
Das Laufwasserkraftwerk Rheinfelden liefert Strom für die Empa. Ein Herkunftsnachweis garantiert die Einhaltung von ökologischen Kriterien wie Restwassermenge und Fischfreundlichkeit.

2

Die Photovoltaikanlage des Empa-Spin-offs Flisom wurde im September 2017 in Dübendorf in Betrieb genommen.

3

Trend des Empa-Energieverbrauchs. Elektrizität mit Herkunftsnachweis (HKN, Wasserkraft) und Eigenproduktion aus Photovoltaik (PV) decken den gesamten Bedarf. Der Wärmebedarf blieb ungefähr konstant.





5-8

Boulds
Pirifans

2: 65- boud 1
3: 65- boud 2
4: 65- boud 3

(2)

(3)

(4)

Zahlen und Fakten

Forscher messen gerne, unter anderem auch ihre eigene Leistung: 2017 haben Empa-Forscherinnen und -Ingenieure fast 700 wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht und 14 Entwicklungen zum Patent angemeldet. Ende Jahr liefen an der Empa 120 vom Schweizer Nationalfonds (SNF) finanzierte Projekte; 103 Projekte, die von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) unterstützt wurden, und knapp 70 EU-Projekte. Die 24 Spin-offs beschäftigten zusammen mit weiteren Start-ups in den beiden Business-Inkubatoren der Empa insgesamt 580 Mitarbeitende.

Stefan Hösli, stefan.hoesli@empa.ch

Das Risikomanagement an der Empa soll mögliche Risiken für das Unternehmen und dessen Mitarbeitende frühzeitig erkennen, analysieren, Massnahmen treffen und diese auf ihren Nutzen hin überprüfen. Dieses System führt zu einem konstruktiven Umgang mit Risiken, einer gelebten Sicherheitskultur und damit zu einer sich stetig verbessernden Sicherheitslage an der Empa.

Grundsätze im Umgang mit Risiken

Als Teil des ETH-Bereichs hat die Empa ihre Regelungen 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.

Die Umsetzung des Risikomanagements 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 mindestens 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 nötig – angepasst.

Weiterentwicklung des Risikomanagements

Das Risikomanagement an der Empa entwickelte sich 2017 weiter; so etwa trug eine Umorganisation und personelle Aufstockung den gestiegenen Anforderungen und den zahlreichen Anfragen Rechnung. Sicherheitsthemen wurden insgesamt sichtbarer gemacht, die Mitarbeitenden so mehr sensibilisiert. Dies zeigen die deutlich gestiegenen Anfragen zu sicherheitsrelevanten Themen und der markant gestiegene Zeitbedarf zur Bearbeitung der Fälle. Die Themen reichten dabei vom sicheren und umweltschonenden Betrieb einer Glaswarenspülküche und diversen Beratungen zum Betrieb von Laservorrichtungen über das Aufstellen und Betreiben eines Roboters bis zu Abklärungen für Tests von selbstfahrenden Autos auf dem Empa-Gelände sowie der Mitarbeit bei der Bedarfsanalyse und der Entwicklung eines flexiblen Laborkonzepts für ein künftiges Laborgebäude. Ausserdem

wurde ein neuer Prozess implementiert, der den Schutz werdender Mütter und des ungeborenen Lebens verbessert. Alle Mitarbeitenden wurden darüber via Intranet informiert.

Die hohe Anzahl Neueintritte an der Empa stellt eine besondere Herausforderung für die Arbeitssicherheit dar. Daher wurden die zentral organisierten Schulungen an allen Standorten weiter ausgebaut; entsprechende Veranstaltungen sind im Schulungskalender im Intranet ersichtlich. Die Zusammenarbeit mit dem Schwesterinstitut Eawag wurde ebenfalls intensiviert; Eawag-Mitarbeitende werden durch die Empa zum Thema Chemie-/Nanosicherheit geschult und nehmen an deren Feuerlöschkursen teil.

Die neu organisierte Bewachung des Empa-Eawag-Campus über Nacht und an Feiertagen ist sehr gut angelaufen. Das unübersichtliche Areal macht jedoch eine partielle Videoüberwachung notwendig. Das mit Spezialisten ausgearbeitete Projekt dazu wird zurzeit durch den Eidgenössischen Datenschutzbeauftragten beurteilt und anschliessend umgesetzt.

An den Standorten Dübendorf und St.Gallen wurden zwei Evakuationsübungen erfolgreich durchgeführt. Das wertvolle Feedback sowohl der Teilnehmenden wie auch der Verantwortlichen floss im Anschluss in die ständige Verbesserung des Evakuationssystems ein. //

Personelle Entwicklung

(in Klammern die Vorjahreszahlen)

André Schmid, andre.schmid@empa.ch

Ende 2017 arbeiteten inklusive der Lernenden 966 (936) Personen an der Empa. Dies entspricht, bedingt durch die vielen Teilzeitmöglichkeiten, einem Vollzeitäquivalent von 895,4 (860,9) Stellen.

Der Bestand an wissenschaftlichem Personal beträgt 530 (507) Personen. Davon sind 116 (116) Senior Scientists. Als technisch-administratives Personal waren im Berichtsjahr 392 (387) Personen tätig. Der Frauenanteil von 28,1 (28,5) Prozent widerspiegelt die Absolventenzahlen der Universitäten und der ETH bei den Fakultäten, die an der Empa vertreten sind.

Der Ausländeranteil liegt bei 399 (380) Personen, das sind rund 41,3 (41) Prozent des gesamten Personalbestands. Aus dem EU-Raum stammen 262 (259) Personen, das sind 65,7 (68) Prozent aller ausländischen Mitarbeitenden. Die Empa bietet eine breite Palette von Berufslehren an und beschäftigt 44 (42) Lernende. Auch 2017 haben alle Lernenden die Abschlussprüfungen bestanden. //

PERSONALBESTAND ENDE 2017

| | 2016 | 2017 |
|--------------------------------------|------------|------------|
| Wissenschaftliches Personal | 507 | 530 |
| Technisches/administratives Personal | 387 | 392 |
| Lernende | 42 | 44 |
| Total | 936 | 966 |

Kennzahlen

WISSENSCHAFTLICHER OUTPUT

| | 2016 | 2017 |
|----------------------------|------|------|
| ISI-Publikationen | 586 | 695 |
| Konferenzbeiträge | 1131 | 1328 |
| Doktoratsabschlüsse | 31 | 33 |
| Laufende Doktorate | 168 | 177 |
| Lehrtätigkeit (in Stunden) | 3815 | 3987 |
| Preise/Auszeichnungen | 56 | 65 |

MEDIENPRÄSENZ

| | 2016 | 2017 |
|------------|------|------|
| Radio & TV | 93 | 155 |
| Print | 1110 | 1200 |
| Online | 3030 | 4850 |
| Total | 4233 | 6205 |
| Sprachen | 29 | 34 |

EMPA-AKADEMIE

| | 2016 | 2017 |
|--|-----------|-----------|
| Empa-Veranstaltungen | 86 | 55 |
| Teilnehmende | 9000 | 3400 |
| Wissenschaftliche Tagungen | 3 | 10 |
| Fachveranstaltungen für die Wirtschaft | 40 | 36 |

WISSENS- & TECHNOLOGIETRANSFER

| | 2016 | 2017 |
|--|------|------|
| Neue F+E-Vereinbarungen | 177 | 175 |
| Aktive Verwertungsverträge (Lizenz/Option/Verkauf) | 79 | 68 |
| Neue Verwertungsverträge | 13 | 13 |
| Neue Patentanmeldungen | 14 | 14 |

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

| | 2016 | 2017 |
|-----------------------------------|------------|------------|
| Firmen gesamt | 69 | 72 |
| Davon Spin-offs | 22 | 24 |
| Mitarbeitende gesamt | 531 | 580 |
| Davon Mitarbeitende der Spin-offs | 112 | 118 |

LAUFENDE PROJEKTE

| | 2016 | 2017 |
|-----|------|------|
| SNF | 100 | 120 |
| KTI | 85 | 103 |
| EU | 57 | 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**

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

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

Lino Guzzella **Prof. Dr., ETH Zürich**

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

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

Joël Mesot **Prof. Dr., PSI, Villingen**

Christiane Leister **Leister AG, Kägiswil**

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

Peter Kupferschmid **Dr.**, Meggitt Sensing Systems, Fribourg

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 Dürig **Dr.**, IBM, Rüschlikon

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

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

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

Organigramm

Stand Mai 2018

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

Prof. Dr. Gian-Luca Bona

Stv. Direktor

Dr. Peter Richner

Mitglieder

Dr. Brigitte Buchmann, Prof. Dr. Alex Dommann, Dr. Pierangelo Gröning, Dr. Urs Leemann, Dr. Tanja Zimmermann

DEPARTEMENTE

Moderne Materialien, Ober- und Grenzflächen

Dr. Pierangelo Gröning

Zentrum für Elektronenmikroskopie

Dr. Rolf Erni

ABTEILUNGEN

Fügetechnologien und Korrosion

Dr. Lars Jeurgens

Advanced Materials Processing

Prof. Dr. Patrik Hoffmann

nanotech@surfaces

Prof. Dr. Roman Fasel

Werkstoff- und Nanomechanik

Dr. Johann Michler

Dünnschichten und Photovoltaik

Prof. Dr. Ayodhya N. Tiwari

Funktionspolymere

Prof. Dr. Frank Nüesch

Ingenieurwissenschaften

Dr. Peter Richner

Strassenbau/Abdichtungen

Prof. Dr. Manfred Partl

Ingenieur-Strukturen

Prof. Dr. Masoud Motavalli

Mechanical Systems Engineering

Prof. Dr. Giovanni Terrasi

Multiscale Studies in Building Physics

Prof. Dr. Dominique Derome

Mechanical Integrity of Energy Systems

Prof. Dr. Edoardo Mazza

Center for Synergetic Structures

Dr. Rolf Luchsinger (PPP Empa – Festo)

Urban Energy Systems

Dr. Kristina Orehoung

Materials Meet Life

Prof. Dr. Alex Dommann

Zentrum für Röntgenanalytik

Prof. Dr. Antonia Neels

Zentrum für Elektronik & Zuverlässigkeit

Prof. Dr. Alex Dommann

Nanoscale Materials Science

Prof. Dr. Hans Josef Hug

Biomimetic Membranes and Textiles

Prof. Dr. René Rossi

Particles-Biology Interactions

Dr. Peter Wick

Biointerfaces

Prof. Dr. Katharina Maniura

Transport at Nanoscale Interfaces

Prof. Dr. Michel Calame

FORSCHUNGS-, WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER-PLATTFORMEN

| | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---|---|--|--|
| NEST Reto Largo | move Dr. Brigitte Buchmann | ehub Philipp Heer | Coating Competence Center Dr. Lars Sommerhäuser | Empa-Akademie Dr. Michael Hagmann | 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 | Support |
|--|--|---|
| Dr. Brigitte Buchmann | Dr. Tanja Zimmermann | Dr. Urs Leemann |
| Materials for Energy Conversion Dr. Corsin Battaglia | Hochleistungskeramik Prof. Dr. Thomas Graule | Bibliothek (Lib4RI) Dr. Lothar Nunnenmacher |
| Advanced Analytical Technologies PD Dr. Davide Bleiner | Angewandte Holzforschung Dr. Gustav Nyström | Informatik Stephan Koch |
| Luftfremdstoffe/Umwelttechnik Dr. Lukas Emmenegger | Beton/Bauchemie Prof. Dr. Pietro Lura | Konstruktion/Werkstatt Stefan Hösli |
| Fahrzeugantriebssysteme Christian Bach | Building Energy Materials and Components Dr. Matthias Koebel | Finanzen/Controlling/Einkauf Heidi Leutwyler |
| Materials for Renewable Energy Prof. Dr. Andreas Züttel (Antenne Sion) | Advanced Fibers Prof. Dr. Manfred Heuberger | Kommunikation Dr. Michael Hagmann |
| Technologie und Gesellschaft Dr. Patrick Wäger | | Personal André Schmid |
| Akustik/Lärminderung Kurt Eggenschwiler | | Marketing, Wissens- und Technologietransfer Gabriele Dobenecker |
| | | Immobilienmanagement Hannes Pichler |

6 Tonnen
violett
2 Meter

6 Tonnen
violett
3 Meter



Jahresrechnung 2017



6 Tonnen
violett
4 Meter

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 der Geldgeber zu verbessern.

84

Finanzen

86

Erfolgsrechnung

88

Bilanz

90

Eigenkapitalnachweis

94

Geldflussrechnung

96

Anhang

150

Bericht der Revisionsstelle

Einleitung/Vorwort zum Finanzbericht

Die Finanzpolitik der Empa ist auf Nachhaltigkeit ausgerichtet, und ihr primäres Ziel ist es, die Kerntätigkeiten der Empa, Forschung, forschungsorientierte Dienstleistungen sowie den Wissens- und Technologietransfer langfristig sicherzustellen. Die beiden hauptsächlichsten Finanzierungsquellen sind der Finanzierungsbeitrag des Bundes, die sog. Erstmittel, und die – in der Regel kompetitive – Einwerbung von Drittmitteln. Solche Drittmittel haben grundsätzlich zwei zentrale Eigenschaften: Erstens sind sie an bestimmte Forschungsprojekte gebunden, und zweitens sind diese in aller Regel nicht kostendeckend. Die wesentliche Konsequenz der fehlenden Vollkostendeckung durch Drittmittel ist, dass zur Finanzierung derartiger Forschungsprojekte Erstmittel aufgewendet werden müssen. Aufgrund des relativ konstanten Finanzierungsbeitrags (Erstmittel) des Bundes ist damit die Einwerbung von Drittmitteln limitiert. Das über die gesamte Empa betrachtete Verhältnis von Erstmitteln zu Drittmitteln sollte 60:40 nicht überschreiten; würden mehr Drittmittel eingeworben werden (und dadurch auch mehr Erstmittel «zweckgebunden»), würde dies die Forschungsfreiheit und die damit verbundene Innovationsleistung der Empa beeinträchtigen. Der teilweise geäußerten Forderung, wonach der Drittmittelanteil weiter markant gesteigert werden sollte, steht damit die quasi natürliche Grenze der zur Verfügung stehenden Erstmittel entgegen.

Im jährlichen Planungsprozess erfolgt die detaillierte Budgetierung bis auf Stufe Abteilung. Damit schafft die Empa Handlungsspielräume für die Führungskräfte, um die vereinbarten Ziele erfolgreich und mit hoher Eigenverantwortung im Rahmen der Budgets verfolgen zu können. Damit verbunden ist auch die Möglichkeit, dass die Forschungsabteilungen durch eine mehrjährige Planung in einem gewissen Umfang Reserven auf Abteilungsstufe äufnen können. Einerseits erfordert diese Regelung von den Abteilungsleitenden eine langfristige ökonomische Planung und sie nimmt sie in die Pflicht, verantwortungsvoll mit den anvertrauten Mitteln umzugehen. Gerade der Aufbau von neuer Laborinfrastruktur kann so realisiert werden. Andererseits ermöglicht sie aber auch, mit den Reserven gezielt Investitionen zu planen oder sogenannte «curiosity driven»-Forschungsprojekte zu initiieren, für welche in der Regel keine Drittmittel eingeworben werden können, die aber für Innovati-

onen essentiell sind. Aus nicht wenigen dieserart initiierten Projekten entstehen mittelfristig neue wichtige Forschungsschwerpunkte mit Einbezug von akademischen Partnern oder auch Firmen und der dann folgenden Forschungsförderung durch SNF, KTI oder EU.

Dieselbe Reservebildung findet auf Stufe der gesamten Empa durch Beschluss der Direktion statt, um damit gesamtinstitutionelle Forschungsprojekte kompetitiv auszuschreiben oder langfristige Investitionen zu planen. Ein solches Vorhaben auf gesamtinstitutioneller Stufe ist die dringend notwendige Modernisierung des Forschungscampus der Empa in Dübendorf. Die vor einigen Jahren eingeleitete gezielte Schaffung von Reserven ermöglicht es nun, die Realisation eines Masterplans voranzutreiben. Mit der Umsetzung des Masterplans wird in Dübendorf die notwendige Infrastruktur für die heutigen und zukünftigen Forschungsaktivitäten geschaffen. Dazu gehören z.B. neue und moderne Chemie- und Physik-Labore aber auch Gebäudetypologien, welche die abteilungsübergreifende interdisziplinäre Zusammenarbeit fördern.

Die nationale und internationale Wahrnehmung der Empa als Spitzenforschungsinstitution im Bereich neue Materialien und Technologien zeigt sich in der akademischen Bewertung, aber auch aufgrund des enormen gesellschaftlichen Interesses.

Die Steuerung und Adressierung von Risiken erfolgt sowohl auf Stufe der Departemente, als auch auf Stufe der Abteilungen mit regelmässigen Soll-/Ist-Vergleichen. Mit dem internen Kontrollsystem (IKS) sorgt die Empa dafür, dass die relevanten Finanzprozesse sowie die entsprechenden Risiken der Buchführung und Rechnungslegung frühzeitig identifiziert, bewertet und mit geeigneten Schlüsselkontrollen abgedeckt werden.

Erfolgsrechnung

| TCHF | Anhang | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|--------|----------------|----------------|------------------------|------------------|
| Operatives Ergebnis | | | | | |
| Finanzierungsbeitrag des Bundes | | 111 530 | 107 678 | 3 852 | 4% |
| Beitrag an Unterbringung | | 15 977 | 15 872 | 105 | 1% |
| Trägerfinanzierung | 5 | 127 507 | 123 550 | 3 957 | 3% |
| Schulgelder und andere Benutzungsgebühren | 6 | 814 | – | 814 | 0% |
| Schweizerischer Nationalfonds (SNF) | | 8 633 | 8 624 | 9 | 0% |
| Kommission Technologie und Innovation (KTI) | | 12 249 | 10 158 | 2 091 | 21% |
| Forschung Bund (Ressortforschung) | | 13 230 | 8 578 | 4 653 | 54% |
| Europäische Forschungsrahmenprogramme (FRP) | | 6 037 | 6 410 | –373 | –6% |
| Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft) | | 15 772 | 17 487 | –1 715 | –10% |
| Übrige projektorientierte Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internationale Organisationen) | | 1 042 | 12 088 | –11 046 | –91% |
| Forschungsbeiträge, –aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen | 7 | 56 963 | 63 346 | –6 383 | –10% |
| Schenkungen und Legate | 8 | 763 | 18 | 744 | 4090% |
| Übrige Erträge | 9 | 6 460 | 6 762 | –302 | –4% |
| Operativer Ertrag | | 192 507 | 193 675 | –1 169 | –1% |
| Personalaufwand | 10, 26 | 115 917 | 101 342 | 14 575 | 14% |
| Sachaufwand | 11 | 45 162 | 45 055 | 108 | 0% |
| Abschreibungen | 19 | 10 780 | 8 521 | 2 259 | 27% |
| Transferaufwand | 12 | 1 251 | 85 | 1 166 | 1370% |
| Operativer Aufwand | | 173 111 | 155 003 | 18 108 | 12% |
| Operatives Ergebnis | | 19 396 | 38 672 | –19 277 | –50% |
| Finanzergebnis | 13 | 285 | –104 | 388 | –375% |
| Erfolg aus assoziierten Einheiten und Joint Ventures | | – | – | – | 0% |
| Jahresergebnis | | 19 680 | 38 569 | –18 888 | –49% |

Die Empa weist für das Jahr 2017 ein Jahresergebnis von 19.7 Mio. Franken aus (–18.9 Mio. im Vergleich zum Vorjahr). Im Jahresergebnis enthalten sind unter anderem Entlastungseffekte von 13.3 Millionen Franken (VJ: 25.5 Mio.) für die Übertragung der Investitionen in die Bilanz. Der Wechsel von IPSAS 25 zu IPSAS 39 hat die Erfolgsrechnung mit 5.1 Mio. belastet (VJ: Entlastung um –6.6 Mio.), siehe Anhang 26 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 +3.5 Mio. als Ertragskorrektur (VJ: +13.8 Mio.) für noch zu leistende Projektarbeiten neutralisiert. Der operative Ertrag ist mit 192.5 Mio. etwas tiefer als im Vorjahr (VJ: 193.7 Mio.). Die Erträge aus Forschungsbeiträgen und wissenschaftlichen Dienstleistungen sind projektbedingt um 6.4 Millionen Franken tiefer als im Vorjahr. Dieser Rückgang wurde weitgehend durch die um 4 Mio. Franken höhere Trägerfinanzierung sowie erfreulicherweise die Entgegennahme von Schenkungen kompensiert.

In der Trägerfinanzierung sind neben dem Grundbeitrag des Bundes die zweckgebundenen Mittel für die Strategic Focus Area Advanced Manufacturing von 6.3 Millionen sowie die projektorientierten Kreditverschiebungen für die Kompetenzzentren des ETH-Bereichs enthalten.

Die Reduktion der ausgewiesenen Erträge aus Forschungsbeiträgen um 6.4 Mio. ist hauptsächlich auf das Projekt NEST zurückzuführen. Der Gebäudebau für NEST wurde weitgehend in 2016 realisiert. Ab 2017 erfolgte vor allem der Ausbau einzelner Units für NEST.

Der Anteil der Trägerfinanzierung (Finanzierungsbeitrag des Bundes inkl. Beitrag an die Unterbringung) beträgt 66.2% (VJ: 63.8%) des operativen Ertrags. Der Ertrag aus Forschungsbeiträgen und -aufträgen beläuft sich auf 57 Mio. (VJ: 63.3 Mio.) nach Bestandsveränderung. Darin enthalten sind wissenschaftliche Dienstleistungen von rund 10 Mio. (VJ: 10.2 Mio.). Auf die übrigen Erträge entfallen die restlichen 6.5 Mio. (VJ: 6.8 Mio.).

Der operative Aufwand hat um 18.1 Mio. (+12%) auf 173.1 Mio. deutlich zugenommen. Der Hauptanteil des operativen Aufwands entfällt auf den Personalaufwand mit 115.9 Mio. (VJ: 101.3 Mio.) bzw. 67% des operativen Aufwands. Hauptsächlich ist die Zunahme des Personalaufwands auf Effekte aus der erstmaligen Anwendung des IPSAS 39 entstanden (+11.6 Mio.). Im Sachaufwand von 45.2 Mio. (VJ: 45.1 Mio.) ist auch der Raumaufwand für die durch die Empa genutzten Immobilien im Eigentum des Bundes (16 Mio.) enthalten. Das Total der Abschreibungen von 10.8 Mio. hat sich gegenüber dem Vorjahr um 2.3 Mio. erhöht, was auf die Fertigstellung und Aktivierung einiger NEST Units zurückzuführen ist.

Das Finanzergebnis hat sich vor allem aufgrund der positiven Wechselkurseinflüsse des Euros auf 0.3 Mio. verbessert.

Bilanz

| TCHF | Anhang | 31.12.2017 | 31.12.2016* | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|--------|----------------|----------------|------------------------|------------------|
| Umlaufvermögen | | | | | |
| Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen | 14 | 93 197 | 69 520 | 23 677 | 34% |
| Kurzfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen | 15 | 33 768 | 33 318 | 450 | 1% |
| Kurzfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen | 15 | 3 705 | 3 250 | 455 | 14% |
| Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen | 20 | 40 179 | 45 279 | -5 100 | -11% |
| Vorräte | 16 | - | - | - | 0% |
| Aktive Rechnungsabgrenzungen | 17 | 1 167 | 1 872 | -704 | -38% |
| Total Umlaufvermögen | | 172 016 | 153 239 | 18 777 | 12% |
| Anlagevermögen | | | | | |
| Sachanlagen | 19 | 60 160 | 58 007 | 2 154 | 4% |
| Immaterielle Anlagen | 19 | 297 | 467 | -170 | -36% |
| Langfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen | 15 | 33 364 | 20 657 | 12 707 | 62% |
| Langfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen | 15 | - | - | - | 0% |
| Beteiligungen an assoziierten Einheiten und Joint Ventures | 18 | - | - | - | 0% |
| Langfristige Finanzanlagen und Darlehen | 20 | 677 | 672 | 5 | 1% |
| Kofinanzierungen | 21 | 6 782 | 6 246 | 536 | 9% |
| Total Anlagevermögen | | 101 280 | 86 049 | 15 231 | 18% |
| Total Aktiven | | 273 296 | 239 287 | 34 009 | 14% |

* Kein Restatement des Vorjahres, Restatement erfolgte per 01.01.2017

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 12.1 Mio. zugenommen und belaufen sich auf 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 23.7 Mio. auf 93.2 Mio. erhöht.

Die Nettovorsorgeverpflichtungen in der Höhe von 120.6 Mio. haben sich 2017 hauptsächlich aufgrund der geänderten versicherungsmathematischen Annahmen (IPSAS 39) wesentlich verringert (-44 Mio.).

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 sind deshalb um 38.4 Mio. auf 73.8 Mio. reduziert worden.

| TCHF | Anhang | 31.12.2017 | 31.12.2016* | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|--------|----------------|----------------|------------------------|------------------|
| Fremdkapital | | | | | |
| Laufende Verbindlichkeiten | 22 | 4 571 | 6 353 | -1 782 | -28% |
| Kurzfristige Finanzverbindlichkeiten | 23 | - | - | - | 0% |
| Passive Rechnungsabgrenzungen | 24 | 5 997 | 7 125 | -1 128 | -16% |
| Kurzfristige Rückstellungen | 25 | 6 194 | 5 996 | 199 | 3% |
| Kurzfristiges Fremdkapital | | 16 761 | 19 473 | -2 712 | -14% |
| Zweckgebundene Drittmittel | 27 | 75 613 | 63 476 | 12 137 | 19% |
| Langfristige Finanzverbindlichkeiten | 23 | - | - | - | 0% |
| Nettovorsorgeverpflichtungen | 26 | 120 593 | 164 669 | -44 076 | -27% |
| Langfristige Rückstellungen | 25 | 4 587 | 4 722 | -135 | -3% |
| Langfristiges Fremdkapital | | 200 793 | 232 867 | -32 074 | -14% |
| Total Fremdkapital | | 217 554 | 252 340 | -34 786 | -14% |
| Eigenkapital | | | | | |
| Bewertungsreserven | | -73 852 | -112 271 | 38 419 | -34% |
| Zweckgebundene Reserven | | 39 398 | 20 734 | 18 664 | 90% |
| Freie Reserven | | 78 008 | 74 535 | 3 473 | 5% |
| Kofinanzierung von Immobilien des Bundes | 21 | 6 782 | 6 246 | 536 | 9% |
| Reserven aus assoziierten Einheiten | 18 | - | - | - | 0% |
| Bilanzüberschuss (+)/-fehlbetrag (-) | | 5 406 | -2 297 | 7 703 | -335% |
| Total Eigenkapital | | 55 742 | -13 053 | 68 794 | -527% |
| Total Passiven | | 273 296 | 239 287 | 34 009 | 14% |

Die zweckgebundenen Reserven von 39.4 Mio. haben im Vergleich zum Vorjahr um 18.7 Mio. zugenommen und beinhalten vor allem interne Leistungsversprechen und finanzielle Zusagen für mehrjährige Forschungsprojekte. Finanziert werden die internen Leistungsversprechen aus dem Bundesbeitrag.

Aus den Erstmitteln wurden 0.8 Mio. den freien Reserven zugewiesen. Die Äufnung der freien Reserven erfolgt nach wie vor zielgerichtet zur mittelfristigen Finanzierung eines dringend

benötigten neuen Laborgebäudes in Dübendorf, der Erneuerung der Infrastruktur sowie der sich für Thun abzeichnenden Finanzierung des Mieterausbaus in einem Gebäude, welches die Empa neu beziehen wird.

Eigenkapitalnachweis

| TCHF | Bewertungs- reserven | Zweckgebundene Schenkungen und Legate | Reserve Lehre und Forschung |
|--|-------------------------|---|--------------------------------|
| 2017 | | | |
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | - | - | - |
| Stand per 01.01.2017 | -112 271 | 398 | 19 136 |
| Jahresergebnis | | | |
| Direkt im Eigenkapital erfasste Positionen: | | | |
| Neubewertung Finanzanlagen | -95 | | |
| Veränderung Personalvorsorgeverpflichtung | 38 514 | | |
| Absicherungsgeschäfte | - | | |
| Total direkt im Eigenkapital erfasste Positionen | 38 419 | | |
| Direkt im Eigenkapital erfasste Veränderungen der Beteiligungen an assoziierten Einheiten | | | |
| Umbuchungen im Eigenkapital | | 659 | 19 205 |
| Währungsdifferenzen im Eigenkapital | | | |
| Total Veränderungen | 38 419 | 659 | 19 205 |
| Stand per 31.12.2017 | -73 852 | 1 057 | 38 341 |

Das Eigenkapital hat sich um 68.8 Mio. auf 55.7 Mio. erhöht. Massgebend für die Erhöhung waren die Reduktion der negativen Bewertungsreserven um 38.4 Mio., die Zunahme der zweckgebundenen Reserven für Lehre und Forschung von 19.2 Mio. und die Erhöhung der freien Reserven um 3.5 Mio. sowie das Restatement per 1.1.17 in der Höhe von 10.7 Mio.

Das Jahresergebnis ist mit 19.7 Mio. um 18.9 Mio. tiefer als im Vorjahr.

Die im Eigenkapital erfassten versicherungsmathematischen Gewinne betragen 2017 38.5 Mio. CHF (2016: versicherungsmathematischer Verlust von 33.6 Mio. CHF). Die Reduktion der kumulierten versicherungsmathematischen Verluste in den Bewertungsreserven basiert auf den geänderten Annahmen für die Berechnung der Nettovorsorgeverpflichtungen gemäss

IPSAS 39 sowie der Umsetzung des Nettozinsansatzes mit dem Wechsel von IPSAS 25 auf IPSAS 39 (s. Anhang 26). Dabei haben der höhere Diskontierungszinssatz und die Reduktion der Lohnentwicklung sowie die Verzinsung des Altersguthabens einen wesentlichen Einfluss.

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. In den freien Reserven sind die Reserven aus dem Finanzierungsbeitrag von 37.7 Mio. enthalten. Diese Reserven werden geäufnet, um wichtige, geplante grössere Projekte (wie z. B. Neubau Laborgebäude, Sanierung bestehendes Laborgebäude und Erweiterung RTTPs) zu finanzieren. Ebenfalls in den

| Reserve Infrastruktur und Verwaltung | Zweckgebundene Reserven | Freie Reserven | Kofinanzierung von Immobilien des Bundes | Reserven aus assozierten Einheiten | Bilanzüberschuss (+)/-fehlbetrag (-) | Total Eigenkapital |
|---|----------------------------|----------------|--|--|---|--------------------|
| - | - | - | - | - | 10 695 | 10 695 |
| 1 200 | 20 734 | 74 535 | 6 246 | - | 8 398 | -2 358 |
| | | | | - | 19 680 | 19 680 |
| | | | | | | -95 |
| | | | | | | 38 514 |
| | | | | | | - |
| | | | | | | 38 419 |
| | | | | - | - | - |
| -1 200 | 18 664 | 3 473 | 536 | - | -22 673 | - |
| | | | | | - | - |
| -1 200 | 18 664 | 3 473 | 536 | - | -2 992 | 58 099 |
| - | 39 398 | 78 008 | 6 782 | - | 5 406 | 55 742 |

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 5.4 Mio. per 31. Dezember 2017 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 des Restatements per 1.1.17 aus der Anwendung von IPSAS 39, des Ergebnisvortrags, des Jahresergebnisses sowie der Umbuchungen im Eigenkapital. Bei Umbuchungen im Eigenkapital handelt es sich um die Zuweisung und die Verwendung von Reserven. Die Verbuchung der Ergebnisverwendung 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 | Zweckgebundene Schenkungen und Legate | Reserve Lehre und Forschung |
|--|---------------------------------|---|--------------------------------|
| 2016 | | | |
| Stand per 01.01.2016 | -78 819 | 431 | 19 871 |
| Jahresergebnis | | | |
| Direkt im Eigenkapital erfasste Positionen: | | | |
| Neubewertung Finanzanlagen | 110 | | |
| Veränderung Personalvorsorgeverpflichtung | -33 562 | | |
| Absicherungsgeschäfte | - | | |
| Total direkt im Eigenkapital erfasste Positionen | -33 452 | | |
| Umbuchungen im Eigenkapital | - | -33 | -735 |
| Währungsdifferenzen im Eigenkapital | | | |
| Total Veränderungen | -33 452 | -33 | -735 |
| Stand per 31.12.2016 | -112 271 | 398 | 19 136 |

| Reserve Infrastruktur und Verwaltung | Zweckgebundene Reserven | Freie Reserven | Kofinanzierung von Immobilien des Bundes | Reserven aus assoziierten Einheiten | Bilanzüberschuss (+)/-fehlbetrag (-) | Total Eigenkapital |
|---|----------------------------|----------------|--|---|---|--------------------|
| - | 20301 | 59148 | 500 | - | -19300 | -18169 |
| | | | | | 38569 | 38569 |
| | | | | | | 110 |
| | | | | | | -33562 |
| | | | | | | - |
| | | | | | | -33452 |
| 1200 | 433 | 15387 | 5746 | - | -21565 | - |
| | | | | | - | - |
| 1200 | 433 | 15387 | 5746 | - | 17004 | 5117 |
| 1200 | 20734 | 74535 | 6246 | - | -2297 | -13053 |

Geldflussrechnung

| TCHF | Anhang | 2017 | 2016* | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|--------|----------------|----------------|------------------------|------------------|
| Geldfluss aus operativer Tätigkeit | | | | | |
| Jahresergebnis | | 19 680 | 38 569 | -18 888 | -49% |
| Abschreibungen | 19 | 10 780 | 8 521 | 2 259 | 27% |
| Erfolg aus assoziierten Einheiten und Joint Ventures | 18 | - | - | - | 0% |
| Finanzergebnis nicht geldwirksam | | - | 100 | -100 | -100% |
| Veränderung des Nettoumlaufvermögens | | -3 110 | -3 538 | 428 | -12% |
| Veränderung der Nettovorsorgeverpflichtung | 26 | 5 133 | -6 575 | 11 708 | -178% |
| Veränderung der Rückstellungen | 25 | 64 | -74 | 137 | -186% |
| Veränderung der langfristigen Forderungen | 15 | -12 707 | -4 243 | -8 464 | 199% |
| Veränderung der zweckgebundenen Drittmittel | 27 | 12 137 | -4 112 | 16 249 | -395% |
| Umgliederungen und sonstiger nicht liquiditätswirksamer Erfolg | | 5 000 | 105 | 4 895 | 4681% |
| Geldfluss aus operativer Tätigkeit | | 36 977 | 28 753 | 8 224 | 29% |
| Geldfluss aus Investitionstätigkeit | | | | | |
| Investitionen | | | | | |
| Zugänge von Sachanlagen | 19 | -12 649 | -19 142 | 6 493 | -34% |
| Zugänge von immateriellen Anlagen | 19 | - | -510 | 510 | -100% |
| Zugänge Kofinanzierung | 21 | -727 | -5 761 | 5 034 | -87% |
| Zugänge Darlehen | 20 | - | -250 | 250 | -100% |
| Zugänge kurz- und langfristige Finanzanlagen | 20 | - | -3 890 | 3 890 | -100% |
| Total Investitionen | | -13 375 | -29 553 | 16 177 | -55% |

| TCHF | Anhang | 2017 | 2016* | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|-----------|----------------|----------------|------------------------|------------------|
| Desinvestitionen | | | | | |
| Abgänge von Sachanlagen | 19 | 76 | 635 | -559 | -88% |
| Abgänge von immateriellen Anlagen | 19 | - | - | - | 0% |
| Abgänge Kofinanzierung | 21 | - | - | - | 0% |
| Abgänge Darlehen | 20 | - | 160 | -160 | -100% |
| Abgänge kurz- und langfristige Finanzanlagen | 20 | - | - | - | 0% |
| Total Desinvestitionen | | 76 | 795 | -719 | -90% |
| Erhaltene Dividendenzahlungen von assoziierten Einheiten und Joint Ventures | | - | - | - | 0% |
| Geldfluss aus Investitionstätigkeit | | -13 299 | -28 758 | 15 459 | -54% |
| Geldfluss aus Finanzierungstätigkeit | | | | | |
| Aufnahme von kurzfristigen und langfristigen Finanzverbindlichkeiten | 23 | - | - | - | n.a. |
| Rückzahlung von kurzfristigen und langfristigen Finanzverbindlichkeiten | 23 | - | - | - | 0% |
| Geldfluss aus Finanzierungstätigkeit | | - | - | - | 0% |
| Total Geldfluss | | 23 677 | -6 | 23 683 | -419986% |
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | | - | - | - | 0% |
| Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen Anfang Periode | 14 | 69 520 | 69 526 | -6 | 0% |
| Total Geldfluss | | 23 677 | -6 | | |
| Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen Ende Periode | 14 | 93 197 | 69 520 | 23 677 | 34% |
| Davon Währungsdifferenzen auf flüssigen Mitteln und kurzfristige Geldanlagen | | - | - | - | - |
| Im Geldfluss aus operativer Tätigkeit enthalten sind: | | | | | |
| Erhaltene Dividenden | | - | - | - | 0% |
| Erhaltene Zinsen | | - | 1 | -1 | -100% |
| Bezahlte Zinsen | | - | - | - | 0% |

* Kein Restatement des Vorjahres, Restatement erfolgte per 01.01.2017

Anhang

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 2017 bis 31. Dezember 2017. Bilanzstichtag ist der 31. Dezember 2017.

Rechtsgrundlagen

Die Rechnungslegung der Empa 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 6.2)

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 wurde nachfolgender IPSAS veröffentlicht. Dieser tritt erst später in Kraft und wird in der vorliegenden Jahresrechnung nicht frühzeitig angewendet.

IPSAS 40 Zusammenschlüsse im öffentlichen Sektor

Der vorgängig aufgeführte Standard tritt per 1. Januar 2019 in Kraft. Die Auswirkungen auf die Jahresrechnung werden systematisch analysiert. Es gibt keine weiteren Änderungen oder Interpretationen, die noch nicht verpflichtend anzuwenden sind und die eine wesentliche Auswirkung auf den ETH-Bereich hätten.

Restatement der Rechnung Empa per 1. Januar 2017

Die Empa stellte 2015 auf die Rechnungslegung nach IPSAS um, mit Ausnahme der folgenden drei Sachverhalte, die per 1. Januar 2017 umgesetzt wurden:

1. Es erfolgte keine vollständige Umsetzung der Offenlegungsvorschriften im Bereich der Finanzinstrumente (IPSAS 30).
2. Nicht zur Anwendung kamen die Bestimmungen von IPSAS 23.76 ff. bezüglich des Transfers von Sachleistungen («Services In-kind») und Naturalleistungen («Goods In-kind»).

Ebenfalls neu umgesetzt per 1. Januar 2017 wird der am 1. Januar 2018 in Kraft tretende IPSAS 39 Leistungen an Arbeitnehmer, der IPSAS 25 ablöst und frühzeitig angewendet wird.

Weil die Empa erstmals per 31.12.2017 einen vollständigen IPSAS Abschluss (First IPSAS Financial Statements) erstellt, darf für das Restatement das vereinfachte Verfahren gemäss IPSAS 33 (Erstmalige Anwendung der auf periodengerechter Abgrenzung basierenden IPSAS) angewendet werden:

Die Vorjahreswerte werden gemäss Jahresabschluss 2016 ausgewiesen, das Restatement erfolgt per 1.1.2017.

Die finanziellen Auswirkungen der Umsetzung der obigen zwei Sachverhalte und die Anwendung von IPSAS 39 sind im Restatement per 1. Januar 2017 erfasst. Sie werden in diesem Abschnitt erläutert.

Restatement der Empa per 01.01.2017

| TCHF | Bilanz 31.12.2016 (vor Restate- ment) | Umbewertungen | | | Total Veränderungen | Eröffnungs- bilanz 01.01.2017 |
|-------------------------------------|--|---|------------------------------------|--------|------------------------|-------------------------------------|
| | | Nettovorsorge- verpflichtungen (IPSAS 39) | Erhaltene In-kind Leistungen | Übrige | | |
| Total Umlaufvermögen | 153 239 | | | | – | 153 239 |
| Total Anlagevermögen | 86 049 | | – | – | – | 86 049 |
| Total Aktiven | 239 287 | | – | – | – | 239 287 |
| Kurzfristiges Fremdkapital | 19 473 | | – | – | – | 19 473 |
| Langfristiges Fremdkapital | 232 867 | –10 695 | – | – | –10 695 | 222 172 |
| Total Fremdkapital | 252 340 | –10 695 | – | – | –10 695 | 241 645 |
| Bewertungsreserven | –112 271 | | | | – | –112 271 |
| Zweckgebundene Reserven | 20 734 | | | | – | 20 734 |
| Freie Reserven | 74 535 | | | | – | 74 535 |
| Reserven aus assoziierten Einheiten | – | | | | – | – |
| Übriges Eigenkapital | 3 949 | 10 695 | – | – | 10 695 | 14 644 |
| Total Eigenkapital | –13 053 | 10 695 | – | – | 10 695 | –2 358 |
| Total Passiven | 239 287 | – | – | – | – | 239 287 |

- Durch die erstmalige Anwendung von IPSAS 39 Leistungen an Arbeitnehmer reduzieren sich die Nettovorsorgeverpflichtungen um 10.7 Mio. per 1.1.17. Dies ist primär auf die Berücksichtigung der Arbeitnehmerbeiträge als negative Leistung zurückzuführen. Zudem werden der Nettozinsansatz und erweiterte Anhangsangaben umgesetzt (siehe Anhang 28 Nettovorsorgeverpflichtungen).
- Die Bestimmungen von IPSAS 23.76 ff. bezüglich des Transfers von Sachleistungen und Naturalleistungen wurden im Berichtsjahr voll umgesetzt jedoch ohne Auswirkung auf das Restatement bzw. betrafen die Empa nicht.
- Die vollständige Umsetzung der Offenlegung zu den Finanzinstrumenten hatte keine bilanziellen Auswirkungen, da die Grundsätze der Bewertung und Bilanzierung von Finanzinstrumenten bereits seit 2015, Umstellung auf IPSAS, angewendet wurden.

3 Grundsätze der Bilanzierung und Bewertung

Die Bilanzierungs- und Bewertungsgrundsätze leiten sich aus den Grundlagen der Rechnungslegung ab. Die Jahresrechnung vermittelt ein Bild der tatsächlichen Vermögens-, Finanz- und Ertragslage der Empa («True and Fair View») mit einem periodengerechten Ausweis von Erträgen und Aufwänden («Accrual Accounting»).

Der ETH-Rat erstellt für den Haushalt des ETH-Bereichs die konsolidierte Jahresrechnung mit Bilanz, Erfolgsrechnung, Geldflussrechnung, Eigenkapitalnachweis und Anhang sowie den jährlichen Voranschlag.

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

Die Jahresrechnung der Empa fließt in die konsolidierte Jahresrechnung des ETH-Bereichs ein.

Währungsumrechnung

Die Berichterstattung erfolgt in Schweizer Franken (CHF). Alle Zahlen werden, sofern nicht anders aufgeführt, in Millionen Franken (Mio. CHF) dargestellt.

Transaktionen in Fremdwährungen werden mit dem zum Zeitpunkt der Transaktion gültigen Wechselkurs umgerechnet. Als Transaktionsdatum gilt das Datum, zu dem die Transaktion erstmals zu erfassen ist.

Zu jedem Abschlussstichtag werden monetäre Positionen in Fremdwährungen unter Verwendung des Stichtagskurses umgerechnet. Daraus resultierende Währungsumrechnungsdifferenzen werden im Finanzertrag bzw. Finanzaufwand erfasst. Nicht monetäre Positionen werden mit dem Wechselkurs am Tag der Transaktion umgerechnet.

Die wichtigsten Währungen und deren Umrechnungskurse sind:

Fremdwährungskurse

| Währung | Einheit | Stichtagskurs per 31.12. | | Durchschnittskurs |
|---------|---------|--------------------------|---------|-------------------|
| | | 2017 | 2016 | 2017 |
| EUR | 1 | 1.17010 | 1.07170 | 1.11160 |
| USD | 1 | 0.97430 | 1.01600 | 0.98460 |
| GBP | 1 | 1.31680 | 1.25820 | 1.26810 |
| JPY | 1000 | 8.64600 | 8.70800 | 8.77800 |
| SGD | 1 | 0.72890 | 0.70400 | 0.71303 |

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 angefallenen 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 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 Unterbringungs-aufwand, dessen Höhe einer kalkulatorischen Miete für die von der Empa genutzten Gebäude im Eigentum des Bundes entspricht. Der Unterbringungs-aufwand wird als Teil des Sachaufwands ausgewiesen.

Schulgelder 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. Wenn wesentliche Leistungen über den Abschlussstichtag hinaus erbracht werden, wird eine Rechnungsabgrenzung vorgenommen.

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. Die Erfassung der Erträge erfolgt je nach Vorhandensein einer Leistungs- oder Rückzahlungsverpflichtung. Erträge aus Transaktionen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) werden erfasst, wenn eine Forderung rechtlich bindend und der Zufluss von Ressourcen wahrscheinlich ist sowie keine Leistungsverpflichtung mehr besteht. In der Regel liegt eine Leistungsverpflichtung vor und der Ertrag wird gemäss Projektfortschritt in der Rechnungsperiode auf Basis der verbrauchten Ressourcen ausgewiesen.

Schenkungen und Legate

Erträge aus Schenkungen und Legaten werden als Transaktionen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) qualifiziert. 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. Das Aktivum wird gemäss den geltenden Vorschriften verbucht (Aktivierung und Abschreibung).
- *Erhaltene Nutzungsrechte von Vermögenswerten (Donated Rights)* im Sinne eines operativen Leasings werden als Aufwand und Ertrag verbucht, diejenigen im Sinne eines Finanzierungsleasings werden bei Vertragsabschluss zum Verkehrswert (Fair Value) bewertet, sofern bekannt, und über die Nutzungsdauer abgeschrieben. Bei Vorliegen einer Leistungsverpflichtung wird ein Passivum angesetzt und der Ertrag jährlich gemäss den erhaltenen Leistungen realisiert. Liegt keine Leistungsverpflichtung vor, wird der Ertrag bei Aktivierung des Anlageguts im Ganzen realisiert.
- *Wesentliche erhaltene Sach- und Dienstleistungen (Services In-kind)* werden nicht verbucht sondern 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 und 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. Wenn die Leistung über den Abschlussstichtag hinaus erbracht wird, wird eine Rechnungsabgrenzung vorgenommen.

Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen

Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen umfassen Kassenbestände, Sichtguthaben und Terminanlagen bei Finanzinstituten sowie Gelder, die beim Bund angelegt sind, mit einer maximalen Laufzeit von 90 Tagen. 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 etwa von 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 Projektsomme 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.

Die kurzfristigen Forderungen aus Lieferungen und Leistungen werden zum Zeitpunkt der Ertragsrealisation zu Anschaffungskosten bilanziert.

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

Sachanlagen

Sachanlagen werden zu Anschaffungs- oder Herstellungskosten abzüglich kumulierter Abschreibungen bilanziert. Abschreibungen 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 Gebäudeart, Verwendungszweck und Bausubstanz (20–100 Jahre). Anlagen im Bau werden noch nicht beschrieben.

Aktiviere 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 abgeschrieben werden müssen (Komponentenansatz).

Grossrenovationen und wertvermehrende Investitionen, die den wirtschaftlichen Nutzen einer Sachanlage erhöhen oder die Nutzungsdauer verlängern, werden aktiviert und über die geschätzte wirtschaftliche Nutzungsdauer abgeschrieben. Reine Reparatur- und Instandhaltungskosten werden als Aufwand erfasst. Fremdkapitalzinsen für Anlagen im Bau werden aktiviert.

Der Restwert stillgelegter 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 (z. B. Lehr-, Kunst- und historische Sammlungen sowie Bibliotheken) 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.

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 übrigen Leasingverträge, bei denen die Empa als Leasingnehmerin oder -geberin 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 diese mit der Absicht erworben werden, kurzfristige Gewinne durch die gezielte Ausnutzung von Marktpreisfluktuationen zu erzielen, oder wenn diese als zum Marktwert bewertete Finanzanlagen 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 bilanziert oder zum Anschaffungswert, 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 (Nominalwert unter 10 Mio. CHF sowie kurzfristige Darlehen und Festgelder über 10 Mio. CHF) oder zu fortgeführten Anschaffungskosten unter Verwendung der Effektivzinsmethode (langfristige Darlehen und Festgelder über 10 Mio. CHF) bilanziert. 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

Die Empa besitzt keine als Finanzinvestitionen gehaltenen Immobilien.

Kofinanzierungen von Immobilien des Bundes

Kofinanzierungen sind vom ETH-Bereich akquirierte Drittmittel, die für Bauvorhaben in bundeseigene Immobilien eingesetzt 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. Daraus resultiert, dass sich der Wert der Kofinanzierungen aufgrund der laufenden Abschreibungen im gleichen Verhältnis reduziert. Die Kofinanzierungen werden sowohl in den Aktiven wie 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

Alle Angestellten und Rentenbeziehenden der Empa sind im Vorsorgewerk ETH-Bereich in der Sammeleinrichtung «Pensionskasse des Bundes PUBLICA» (PUBLICA) versichert. Die Nettovorsorgeverpflichtungen entsprechen dem gemäss den Methoden von IPSAS 39 bewerteten Barwert der leistungsorientierten Vorsorgeverpflichtungen (Defined Benefit Obligation, DBO) abzüglich des Vorsorgevermögens zu Marktwerten.

Die Berechnung der Vorsorgeverpflichtungen wird jährlich durch externe versicherungsmathematische Experten nach der «Projected Unit Credit»-Methode (PUC-Methode) erstellt. Basis für die Berechnung sind Angaben zu den Versicherten (Lohn, Altersguthaben etc.) unter Verwendung massgebender Parameter. Parameter sind u. a. demografische Annahmen (Pensionierung, Invalidisierung, Todesfall etc.) sowie finanzielle Annahmen (Lohn- oder Rentenentwicklung, Verzinsung etc.). Die berechneten Werte werden unter Verwendung eines Diskontierungszinssatzes auf den Bewertungsstichtag abgezinst. Änderungen der Einschätzung der ökonomischen Rahmenbedingungen können wesentliche Auswirkungen auf die Vorsorgeverpflichtungen haben.

Das Äufnen des voraussichtlichen Vorsorgekapitals auf den Zeitpunkt des Altersrücktritts erfolgt bei der PUC-Methode

nicht gestaffelt wie in den Vorsorgeplänen des Vorsorgewerks ETH-Bereich, sondern gleichmässig über die Anzahl der zu leistenden Dienstjahre. Die Vorsorgeverpflichtungen wurden basierend auf dem aktuellen Versichertenbestand des Vorsorgewerks ETH-Bereich per 31. Oktober 2017 und anhand der versicherungsmathematischen Annahmen per 31. Dezember 2017 (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 2017 fortgeschrieben. Die Marktwerte des Vorsorgevermögens werden unter Einbezug der geschätzten Performance per 31. Dezember 2017 eingesetzt.

In der Erfolgsrechnung werden der laufende Dienstzeitaufwand, der nachzuverrechnende Dienstzeitaufwand aus Planänderungen und -kürzungen, Gewinne und Verluste aus Planabgeltungen, die Verwaltungskosten sowie die Verzinsung der Nettovorsorgeverpflichtungen im Personalaufwand dargestellt.

Planänderungen und Plankürzungen (nachzuverrechnender Dienstzeitaufwand) 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 über das Eigenkapital erfasst.

Wesentliche übrige langfristige Leistungen an Mitarbeitende (z. B. anwartschaftliche Treueprämien) werden ebenfalls nach der PUC-Methode bewertet.

Zweckgebundene Drittmittel

Die Verbindlichkeiten aus zweckgebundenen Projekten, deren Erträge als Transaktion ohne zurechenbare Gegenleistung (IP-SAS 23) qualifiziert wurden, werden in der Bilanz als zweckgebundene Drittmittel im langfristigen Fremdkapital ausgewiesen. Langfristig deshalb, weil die Projekte in der Regel über mehrere Jahre laufen und der kurzfristige Anteil der Verbindlichkeit nicht bestimmt werden kann.

Die Bewertung erfolgt anhand der 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 aller Verbindlichkeiten. Im ETH-Bereich wird das Eigenkapital wie folgt strukturiert:

Bewertungsreserven

In den Bewertungsreserven werden folgende erfolgsneutrale Verbuchungen vorgenommen:

- *Neubewertungsreserven für Finanzanlagen*, die unter die Kategorie «zur Veräusserung verfügbar» fallen und zum Verkehrswert bilanziert sind. Marktwertveränderungen werden bis zur Veräusserung der Finanzanlagen über das Eigenkapital verbucht.
- *Bewertungsreserven aus Vorsorgeverpflichtungen*. 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

Zu den zweckgebundenen Reserven im Eigenkapital gehören:

- Schenkungen und Legate
- Reserve Lehre und Forschung (Wahl-/Berufungsversprechen, Lehr- und Forschungsprojekte)
- Reserve Infrastruktur und Verwaltung (Wertschwankungen, Bauprojekte)

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

Schenkungen und Legate

Unter dieser Position werden noch nicht verwendete Restmittel aus Schenkungen und Legaten ausgewiesen, die nicht als Fremdkapital qualifizieren, aber trotzdem mit gewissen Auflagen verbunden sind. Frei verfügbare Mittel (ohne Auflagen) aus Schenkungen und Legaten werden unter den freien Reserven ausgewiesen.

Reserve für Lehre und Forschung

Diese Position zeigt auf, dass verschiedene Zusprachen bestehen und entsprechende Reserven zu deren Deckung zwingend gebildet wurden. Zusprachen erfordern einen Beschluss, in der Regel der Direktion, und müssen jederzeit nachgewiesen werden können.

Reserve Infrastruktur und Verwaltung

Darunter fallen Reserven für *Wertschwankungen des Wertchriftenportefeuilles* sowie die *Reserve für Bauprojekte*.

Die Wertschwankungsreserve wird anhand der Anlagestrategie ermittelt, sie dient als Risikokapital.

Die Reserve für Bauprojekte betrifft Bundesgelder, die für Immobilienprojekte gesprochen und ausbezahlt, aufgrund von Verzögerungen aber noch nicht verwendet worden sind.

Freie Reserven

Die freien Reserven umfassen:

- *Freie Reserven der Schul- bzw. Institutionsleitung*. Es sind keine externen oder internen Auflagen vorhanden, die die Entscheidungsfreiheit einschränken würden.
- *Freie Forschungsreserven der Departemente und Abteilungen*. Sie entstehen primär aus Restsalden abgeschlossener Drittmittelprojekte. Sie dienen der Lehre und Forschung sowie zur Abdeckung von Verlusten (z. B. kurzfristige Ertragsausfälle, Währungsverluste). Eine zeitlich bezogene oder zielorientierte Zweckgebundenheit besteht jedoch nicht.

Kofinanzierung von Immobilien des Bundes

Wenn vom ETH-Bereich akquirierte Drittmittel für Bauvorhaben in Immobilien eingesetzt werden und diese Immobilien im Eigentum des Bundes sind, spricht man von Kofinanzierungen. Diese an den Bund überwiesenen Mittel werden einerseits im Anlagevermögen als Kofinanzierungen ausgewiesen, und andererseits werden die über die Erfolgsrechnung als Ertrag verbuchten Drittmittel unter der Rubrik Kofinanzierungen als zweckgebundenes Eigenkapital ausgewiesen.

Bilanzüberschuss/-fehlbetrag

Die Position Bilanzüberschuss oder Bilanzfehlbetrag zeigt den Stand der kumulierten Ergebnisse am Bilanzstichtag. Er besteht aus Ergebnisvortrag, Jahresergebnis und Umbuchungen im Eigenkapital.

Der Ergebnisvortrag wird jährlich im Rahmen der Ergebnisverwendung geäufnet. Im Jahresergebnis ist der noch nicht verteilte Teil des Ergebnisses enthalten.

Eventualverbindlichkeiten und Eventualforderungen

Eine Eventualverbindlichkeit ist entweder eine mögliche Verpflichtung aus einem vergangenen Ereignis, deren Existenz erst durch ein zukünftiges Ereignis bestätigt werden muss. Der Eintritt dieses Ereignisses kann nicht beeinflusst werden. 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 (Kriterien für die Verbuchung einer Rückstellung sind nicht erfüllt).

Eine Eventualforderung wird als eine mögliche Vermögensposition aus einem vergangenen Ereignis definiert, deren Existenz erst durch ein zukünftiges Ereignis bestätigt werden muss. Der Eintritt dieses Ereignisses kann nicht beeinflusst werden. Darunter fallen nur Eventualforderungen gegenüber Dritten.

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 Wertflüsse 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 in Übereinstimmung mit allgemein anerkannten Rechnungslegungsgrundsätzen bedingt die Anwendung von Schätzwerten und Annahmen. Schätzungen und Annahmen basieren auf Erfahrungswerten der Vergangenheit sowie anderen Faktoren, die angemessen und begründet sind, wie Erwartungen bezüglich des Eintreffens zukünftiger Ereignisse. Zusätzlich sind bei der Anwendung der Rechnungslegungsgrundsätze Entscheide zu treffen, die bedeutende Auswirkungen auf die in der Jahresrechnung ausgewiesenen Beträge haben können. Obwohl diese Schätzwerte nach bestem Wissen der Leitungsorgane ermittelt werden, können die tatsächlichen Ergebnisse von diesen Schätzwerten 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 künftige Höhe der Abschreibungen sowie 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 höheren Grad an Schätzungen als andere Bilanzpositionen. 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.

Diskontierungssätze

Für die Diskontierung von Forderungen, Verbindlichkeiten und Rückstellungen wurden einheitliche Diskontierungszinssätze definiert. Diese basieren auf einem risikolosen Zinssatz und einem Bonitätszuschlag. Aufgrund der aktuellen Zinssituation unterliegen diese Diskontierungszinssätze jedoch gewissen Unsicherheiten.

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 | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|----------------|----------------|------------------------|------------------|
| Finanzierungsbeitrag des Bundes | 111 530 | 107 678 | 3 852 | 4% |

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 Unter-

halt 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).

In der Trägerfinanzierung sind neben dem Grundbeitrag des Bundes die zweckgebundenen Mittel für die Strategic Focus Area (SFA) Advanced Manufacturing von 6.3 Millionen sowie die projektorientierten Kreditverschiebungen für die Kompetenzzentren des ETH-Bereichs enthalten. Davon werden 4 Mio. nur intermediär von der Empa verwaltet, da diese Mittel in den kommenden Jahren projektorientiert durch die Empa in der Rolle als Leadinghouse an die Forschungspartner des SFA weitergeleitet werden.

Unterbringungsbeitrag des Bundes

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|---------------------------------|---------------|---------------|------------------------|------------------|
| Beitrag an Unterbringung | 15 977 | 15 872 | 105 | 1% |

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 Schulgelder und andere Benutzungsgebühren

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|------------|----------|------------------------|------------------|
| Schulgelder und andere Benutzungsgebühren | 814 | – | 814 | 0% |

In 2017 betrugen die Einnahmen aus der Durchführung von wissenschaftlichen Kursen und Veranstaltungen 0.8 Mio. Im Vorjahr wurden diese Einnahmen unter den wissenschaftlichen Dienstleistungen (IPSAS 9) ausgewiesen.

7 Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen

| TCHF | 2017 | davon Erträge (IPSAS 23) | davon Erträge (IPSAS 9) | 2016 | davon Erträge (IPSAS 23) | davon Erträge (IPSAS 9) | Veränderung absolut | Veränderung % |
|---|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------|
| Schweizerischer Nationalfonds (SNF) | 8 633 | 8 633 | – | 8 624 | 8 624 | – | 9 | 0% |
| Kommission Technologie und Innovation (KTI) | 12 249 | 12 249 | – | 10 158 | 10 158 | – | 2 091 | 21% |
| Forschung Bund (Ressortforschung) | 13 230 | 10 982 | 2 248 | 8 578 | 6 523 | 2 054 | 4 653 | 54% |
| Europäische Forschungsrahmenprogramme (FRP) | 6 037 | 6 037 | – | 6 410 | 6 410 | – | –373 | –6% |
| Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft) | 15 772 | 1 726 | 14 045 | 17 487 | 2 760 | 14 727 | –1 715 | –10% |
| Übrige projektorientierte Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internationale Organisationen) | 1 042 | 639 | 403 | 12 088 | 11 521 | 567 | –11 046 | –91% |
| Ertragsminderung Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen | – | – | – | – | – | – | – | 0% |
| Total Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen | 56 963 | 40 266 | 16 697 | 63 346 | 45 997 | 17 348 | –6 383 | –10% |

Europäische Forschungsrahmenprogramme (FRP)

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|------|
| davon vom SBFI finanziert | 3 200 | 3 200 | – | 1 571 | 1 571 | – | 1 629 | 104% |
|---------------------------|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|------|

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. Die noch zu erbringende Leistungsverpflichtung für alle IPSAS 23-Projekte werden zweckgebunden im langfristigen Fremdkapital ausgewiesen.

Die um 4.7 Mio. höheren Erlöse aus der Forschung Bund sind hauptsächlich auf die Realisierung von Leistungen für die Research and Technology Transfer Platform (RTTP) NEST zurückzuführen. Die NEST Bauleistungen für den Backbone und die Erstellung von Units wurden im Vorjahr vorwiegend aus den übrigen projektorientierten Drittmitteln finanziert und führen nun im Vorjahresvergleich zu deutlich tieferen Erlösen.

Erfreulicherweise konnten die Erträge der KTI um 2.1 Mio. (+ 21 %) gesteigert werden. In der wirtschaftsorientierten For-

schung sind u. a. die wissenschaftlichen Dienstleistungen mit 10 Mio. (VJ: 10.2 Mio.) und die Cash-Beiträge der Industrie für KTI-Projekte in der Höhe von 0.5 Mio. (VJ: 1.1 Mio.) enthalten. Der Rückgang der Cash-Beiträge basiert auf den Massnahmen zur Frankenstärke, da diese häufig vom KTI übernommen oder erlassen worden sind.

8 Schenkungen und Legate

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|-------------------------------|------------|-----------|------------------------|------------------|
| Schenkungen und Legate | 763 | 18 | 744 | 4090% |

Die Förderung von Spin-off Unternehmen der Empa wird aus einem Legat zu Gunsten der Empa finanziert. Die erhaltenen Darlehenszinsen werden diesem Legat wieder zugeschrieben. 2017 haben wir zudem eine Schenkung erhalten. Aufgrund der Intercompany Regelungen weisen wir nur den an der Empa verbleibenden Teil in der Rechnung der Empa aus.

In-kind Leistungen

In 2017 hat die Empa keine wesentlichen In-kind Leistungen erhalten.

9 Übrige Erträge

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|---|--------------|--------------|------------------------|------------------|
| Lizenzen und Patente | 220 | 478 | -258 | -54% |
| Verkäufe | 64 | 62 | 2 | 3% |
| Rückerstattungen | 430 | 529 | -98 | -19% |
| Übrige Dienstleistungen | 341 | 336 | 4 | 1% |
| Liegenschaftsertrag | 2 087 | 1 874 | 212 | 11% |
| Mittel aus Immobilienportfoliobereinigung ETH Bereich | - | - | - | 0% |
| Gewinne aus Veräusserungen (Sachanlagen) | 11 | 124 | -113 | -92% |
| Aktivierung von Eigenleistungen | - | - | - | 0% |
| Übriger verschiedener Ertrag | 3 308 | 3 359 | -51 | -2% |
| Total Übrige Erträge | 6 460 | 6 762 | -302 | -4% |

Im Vergleich zum Vorjahr haben die Lizenzeinnahmen um 0.3 Mio. abgenommen (-54%). Die Lizenzeinnahmen stehen in Abhängigkeit zum erzielten Umsatz und können daher sehr stark schwanken. Der Liegenschaftsertrag umfasst vor allem die Erträge aus der Vermietung von Geschäftsräumen (0.8 Mio.), dem Guesthouse (1.1 Mio.) und von Parkplätzen (0.2 Mio.). Die übrigen Erträge umfassen im Berichtsjahr vor allem die Inter-company-Erträge im ETH-Bereich.

10 Personalaufwand

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|----------------|----------------|------------------------|------------------|
| Professorinnen und Professoren | – | – | – | 0% |
| Wissenschaftliches Personal | 51 546 | 50 439 | 1 107 | 2% |
| Technisch-administratives Personal, Lernende, Praktikantinnen und Praktikanten | 39 476 | 39 184 | 292 | 1% |
| EO, SUVA und sonstige Rückerstattungen | –410 | –488 | 78 | –16% |
| Total Personalbezüge | 90 612 | 89 135 | 1 477 | 2% |
| Sozialversicherung AHV/ALV/IV/EO/MuV | 5 629 | 5 532 | 96 | 2% |
| Nettovorsorgeaufwand | 16 033 | 4 234 | 11 799 | 279% |
| Unfall- und Krankenversicherung Suva (BU/NBU/KTG) | 382 | 375 | 7 | 2% |
| Arbeitgeberbeitrag an die Familienausgleichskasse (FAK/FamZG) | 1 075 | 1 059 | 16 | 1% |
| Total Sozialversicherungen und Vorsorgeaufwand | 23 118 | 11 200 | 11 918 | 106% |
| Übrige Arbeitgeberleistungen | 117 | 40 | 77 | 193% |
| Temporäres Personal | 19 | 22 | –3 | –12% |
| Veränderung Rückstellungen für Ferien und Überzeit | 230 | –30 | 260 | –867% |
| Veränderung Rückstellungen für anwartschaftliche Dienstaltersgeschenke | –125 | –52 | –73 | 140% |
| Übriger Personalaufwand | 1 945 | 1 027 | 918 | 89% |
| Total Personalaufwand | 115 917 | 101 342 | 14 575 | 14% |

Die leichte Erhöhung bei den Personalbezügen im wissenschaftlichen Bereich ist auf die projektbezogenen Anstellungen und die vom ETH-Rat beschlossenen Lohnmassnahmen von 1.2% zurückzuführen. Der Nettovorsorgeaufwand wurde gemäss IPSAS 39 berechnet und hat gegenüber dem Vorjahr um 11.8 Mio. zugenommen. Die Details dazu sind unter Punkt 26 ersichtlich. Die Rückstellung für Ferien und Überzeit haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 0.3 Mio. erhöht. Gemäss geänderter Rechnungslegungsvorschrift weisen wir in 2017 unseren Anteil an den Personalkosten für die gemeinsame Bibliothek der Forschungsanstalten unter dem übrigen Personalaufwand aus.

11 Sachaufwand

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|---------------|---------------|------------------------|------------------|
| Material- und Warenaufwand | 6 019 | 6 195 | -176 | -3% |
| Raumaufwand | 21 923 | 21 707 | 216 | 1% |
| Energieaufwand | 2 766 | 2 738 | 28 | 1% |
| Informatikaufwand | 3 811 | 3 556 | 255 | 7% |
| Aufwand für Beratungen, Expertisen, Gastreferenten | 4 376 | 2 922 | 1 454 | 50% |
| Bibliotheksaufwand | - | 1 451 | -1 451 | -100% |
| Übriger Betriebsaufwand | 6 268 | 6 486 | -218 | -3% |
| Total Sachaufwand | 45 162 | 45 055 | 108 | 0% |

Der Sachaufwand liegt mit 45.2 Mio. praktisch auf dem Vorjahresniveau. Die Kosten für Beratungen, Expertisen, Gastreferenten haben um 1.5 Mio. zugenommen. Darin enthalten sind in 2017 die Kosten von grösseren internationalen Veranstaltungen sowie Anteile unserer Kostenbeteiligung für die gemeinsame Bibliothek der Forschungsanstalten.

Gemäss geänderter Rechnungslegungsvorschrift ist unsere Kostenbeteiligung an der gemeinsamen Bibliothek der Forschungsanstalten, die von der Eawag betrieben wird, in den wesentlichen Kostenartengruppen wie z.B. Honorare und dem übrigen Personalaufwand auszuweisen.

12 Transferaufwand

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--------------------------------|--------------|-----------|------------------------|------------------|
| Beiträge an Forschungsprojekte | 1 122 | 85 | 1 037 | 1217% |
| Übrige | 1 122 | 85 | 1 037 | 1217% |
| Übriger Transferaufwand | 130 | - | 130 | 0% |
| Total Transferaufwand | 1 251 | 85 | 1 166 | 1370% |

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 | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|------------|-------------|------------------------|------------------|
| Finanzertrag | | | | |
| Zinsertrag | – | 1 | –1 | –100% |
| Beteiligungsertrag | – | – | – | 0% |
| Verkehrswertanpassungen Finanzanlagen | – | – | – | 0% |
| Fremdwährungsgewinne | 383 | 141 | 241 | 171% |
| Übriger Finanzertrag | – | – | – | 0% |
| Total Finanzertrag | 383 | 143 | 240 | 169% |
| Finanzaufwand | | | | |
| Zinsaufwand | – | – | – | 0% |
| Übrige Finanzierungskosten für Fremdkapitalbeschaffung | – | – | – | 0% |
| Verkehrswertanpassungen Finanzanlagen | – | 100 | –100 | –100% |
| Fremdwährungsverluste | 83 | 137 | –54 | –40% |
| Wertberichtigung Darlehen und Festgelder | – | – | – | 0% |
| Übriger Finanzaufwand | 15 | 9 | 6 | 71% |
| Total Finanzaufwand | 98 | 246 | –148 | –60% |
| Total Finanzergebnis | 285 | –104 | 388 | –375% |

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. Aufgrund der derzeitigen Marktsituation werden die Guthaben bei der EFV nicht mehr verzinst. Die positive Entwicklung der Wechselkurse, v. a. des Euros, haben in 2017 das Finanzergebnis um 0.3 Mio. verbessert.

14 Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen

| TCHF | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|---|---------------|---------------|------------------------|------------------|
| Kasse | 58 | 50 | 8 | 17% |
| Post | 16 072 | 23 134 | -7 062 | -31% |
| Bank | 68 | 336 | -269 | -80% |
| Kurzfristige Geldanlagen (<90 Tage) | 77 000 | 46 000 | 31 000 | 67% |
| Total Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen | 93 197 | 69 520 | 23 677 | 34% |

Der Bestand an flüssigen Mitteln und kurzfristigen Geldanlagen hat im Vergleich zum Vorjahr um 23.7 Mio. zugenommen. Die kurzfristigen Geldanlagen umfassen die, gemäss der Tresorerievereinbarung 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 | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|---------------|---------------|------------------------|------------------|
| Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen | | | | |
| Forderungen aus Projektgeschäft und Zuwendungen | 67 132 | 53 968 | 13 163 | 24% |
| Sonstige Forderungen | – | 7 | –7 | –100% |
| Wertberichtigungen | – | – | – | 0% |
| Total Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen | 67 132 | 53 975 | 13 157 | 24% |
| davon kurzfristig | 33 768 | 33 318 | 450 | 1% |
| davon langfristig | 33 364 | 20 657 | 12 707 | 62% |
| Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen | | | | |
| Forderungen aus Lieferungen und Leistungen | 3 725 | 3 227 | 498 | 15% |
| Sonstige Forderungen | 84 | 23 | 62 | 273% |
| Wertberichtigungen | –105 | – | –105 | 0% |
| Total Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen | 3 705 | 3 250 | 455 | 14% |
| davon kurzfristig | 3 705 | 3 250 | 455 | 14% |
| 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. Für das Jahr 2017 sind auch die Beiträge der Stadt Thun und des Kantons Bern für den Ausbau der additiven Fertigung am Standort Thun enthalten.

Fälligkeiten der Forderungen

| TCHF | Total Forderungen | Nicht überfällig | Überfällig bis 90 Tage | Überfällig 91 bis 180 Tage | Überfällig über 180 Tage |
|---|----------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 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 | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|---|--------------|--------------|------------------------|------------------|
| Zinsen | – | – | – | 0% |
| Abgrenzung vorausbezahlter Aufwendungen | 595 | – | 595 | 0% |
| Übrige aktive Rechnungsabgrenzungen | 572 | 1 872 | –1 300 | –69% |
| Total Aktive Rechnungsabgrenzungen | 1 167 | 1 872 | –704 | –38% |

Ab 2017 werden die vorausbezahlten Aufwendungen in den aktiven Rechnungsabgrenzungen separat ausgewiesen. Im Vorjahr waren diese in den übrigen aktiven Rechnungsabgrenzungen enthalten. Insgesamt haben die aktiven Rechnungsabgrenzungen um 0.7 Mio. abgenommen und betragen 1.2 Mio.

18 Beteiligungen an assoziierten Einheiten und Joint Ventures

Die Empa besitzt keine Beteiligungen an assoziierten Einheiten und hat keine Joint Ventures mit Dritten.

19 Sachanlagen und immaterielle Anlagen 2017

| TCHF | Technische Betriebs- einrichtungen, Maschi- nen, Geräte, Mobiliar, Fahrzeuge | Informatik Hardware (IT-Investitionsgüter) | Anzahlungen, mobile Anlagen im Bau |
|--|---|---|---------------------------------------|
| Anschaffungswerte | | | |
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | - | - | - |
| 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 | - |
| per 31.12.2017 | 120 120 | 5 415 | 4 503 |
| Kumulierte Wertberichtigungen | | | |
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | - | - | - |
| per 01.01.2017 | 69 034 | 4 229 | - |
| Abschreibungen | 8 696 | 534 | - |
| Wertminderungen | - | - | - |
| Zuschreibungen | - | - | - |
| Umgliederungen | - | - | - |
| Abgänge Wertberichtigungen | -1 964 | -275 | - |
| per 31.12.2017 | 75 766 | 4 488 | - |
| Bilanzwert per 31.12.2017 | 44 354 | 927 | 4 503 |
| davon Anlagen im Leasing | | | |

Zu den grössten Investitionen 2017 gehören unter anderen ein Q Exactive GC hybrid quadrupole-Orbitrap HRAM Massenspektrometer für 0.6 Mio., ein hochauflösendes nanoscale IR Spectroscopy System mit 0.4 Mio., ein Multi-Wavelength Confocal Raman Imaging System/Mikroskop mit 0.4 Mio., ein Keramik 3-D Drucker CeraFab 7500 Spezialfertigung-Wechsel-

system UV-Vis von 0.4 Mio., einen Pulsverstärker für Lasersystem (CPA) von 0.4 Mio., ein Environmental Scanning Electron Microscope (ESEM) Quanta 650 FEG mit 0.3 Mio., ein Multi-target Sputtering Tool System (ATC Orion Series UHV) von 0.3 Mio. sowie Forschungseinrichtungen für Nest mit 4 Mio.

| Total Mobiles Anlagevermögen | Grundstücke, Gebäude | Immobilien 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 |
| - | - | - | - | - | - |

Sachanlagen und immaterielle Anlagen 2016

| TCHF | Technische Betriebs- einrichtungen, Maschi- nen, Geräte, Mobiliar, Fahrzeuge | Informatik Hardware (IT-Investitionsgüter) | Anzahlungen, mobile Anlagen im Bau |
|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| Anschaffungswerte | | | |
| per 01.01.2016 | 99 021 | 4 331 | 4 478 |
| Zugänge | 10 265 | 1 192 | 4 511 |
| Umgliederungen | 3 145 | – | –3 145 |
| Abgänge | –2 022 | –28 | –483 |
| per 31.12.2016 | 110 408 | 5 495 | 5 362 |
| Kumulierte Wertberichtigungen | | | |
| per 01.01.2016 | 7 673 | 261 | – |
| Abschreibungen | – | – | – |
| Wertminderungen | – | – | – |
| Zuschreibungen | – | – | – |
| Umgliederungen | –1 651 | –28 | – |
| Abgänge Wertberichtigungen | 69 034 | 4 229 | – |
| per 31.12.2016 | 41 374 | 1 266 | 5 362 |
| Bilanzwert per 31.12.2016 | | | |
| davon Anlagen im Leasing | | | |

| Total Mobiles Anlagevermögen | Grundstücke, Gebäude | Immobilienanlagen im Bau | Total Immobiles Anlagevermögen | Total Sachanlagen | Total Immaterielle Anlagen |
|---|----------------------|-----------------------------|---|------------------------------|---------------------------------------|
| 107 830 | 2 395 | 5 744 | 8 139 | 115 969 | – |
| 15 968 | 3 030 | 149 | 3 179 | 19 147 | 510 |
| – | 5 744 | –5 744 | – | – | – |
| –2 533 | – | – | – | –2 533 | – |
| 121 265 | 11 169 | 149 | 11 318 | 132 582 | 510 |
| 67 008 | 784 | – | 784 | 67 792 | – |
| 7 934 | 529 | – | 529 | 8 463 | 42 |
| – | – | – | – | – | – |
| – | – | – | – | – | – |
| – | – | – | – | – | – |
| –1 679 | – | – | – | –1 679 | – |
| 73 263 | 1 313 | – | 1 313 | 74 576 | 42 |
| 48 002 | 9 855 | 149 | 10 004 | 58 007 | 467 |
| – | – | – | – | – | – |

20 Finanzanlagen und Darlehen

| TCHF | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|---------------|---------------|------------------------|------------------|
| Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen | | | | |
| Wertpapiere, Diskontpapiere und Festgelder | – | – | – | 0% |
| Positive Wiederbeschaffungswerte | – | – | – | 0% |
| Übrige Finanzanlagen | 39 929 | 44 929 | – 5 000 | – 11% |
| Darlehen | 250 | 350 | – 100 | – 29% |
| Total kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen | 40 179 | 45 279 | – 5 100 | – 11% |
| Langfristige Finanzanlagen und Darlehen | | | | |
| Wertpapiere, Diskontpapiere und Festgelder | – | – | – | 0% |
| Übrige Finanzanlagen | 527 | 522 | 5 | 1% |
| Darlehen | 150 | 150 | – | 0% |
| Total langfristige Finanzanlagen und Darlehen | 677 | 672 | 5 | 1% |

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.

Fälligkeitsanalyse 31.12.2017

| TCHF | Total Darlehen | Nicht überfällig | Überfällig bis 90 Tage | Überfällig 91 bis 180 Tage | Überfällig über 180 Tage |
|----------------------------------|----------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 31.12.2017 | | | | | |
| Bruttowert | 500 | 500 | – | – | – |
| (Einzelwert-) Wertberichtigungen | – 100 | – 100 | – | – | – |

Wertberichtigung der Darlehen:

Im Vorjahr wurde das Darlehen für ein Spin-off der Empa in der Höhe von 0.1 Mio. aufgrund der Konkursmeldung zu 100% wertberichtigt.

21 Kofinanzierungen

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|--------------|--------------|------------------------|------------------|
| Anschaffungswerte | | | | |
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | – | – | – | – |
| per 01.01. | 6 261 | 500 | 5 761 | 1152% |
| Zugänge | 727 | 5 761 | –5 034 | –87% |
| Abgänge | – | – | – | – |
| per 31.12. | 6 988 | 6 261 | 727 | 12% |
| Kumulierte Wertberichtigungen | | | | |
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | – | – | – | – |
| per 1.1. | 15 | – | 15 | 0% |
| Abschreibungen | 191 | 15 | 176 | 1 173% |
| Abgänge | – | – | – | – |
| per 31.12. | 206 | 15 | 191 | 1 273% |
| Bilanzwert per 31.12. | 6 782 | 6 246 | 536 | 9% |

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 Kofinanzierungen werden gleichzeitig auch unter den langfristigen Finanzanlagen als Forderung gegenüber dem Bund aktiviert und über die Zeit abgeschrieben. Die 6.8 Mio. sind die Anteile der von Dritten finanzierten Bauleistungen für NEST.

22 Laufende Verbindlichkeiten

| TCHF | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|--------------|--------------|------------------------|------------------|
| Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen | 1 124 | 1 777 | -654 | -37% |
| Verbindlichkeiten gegenüber Sozialversicherungen | 1 715 | 2 358 | -643 | -27% |
| Übrige laufende Verbindlichkeiten | 1 732 | 2 217 | -485 | -22% |
| Total Laufende Verbindlichkeiten | 4 571 | 6 353 | -1 782 | -28% |

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.

Die Verbindlichkeiten gegenüber Sozialversicherungen sind um 0.7 Mio. tiefer, da in 2017 die Rechnung der AHV bereits im Dezember bezahlt wurde.

23 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.

24 Passive Rechnungsabgrenzungen

| TCHF | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|--------------|--------------|------------------------|------------------|
| Zinsen | – | – | – | 0% |
| Abgrenzung vorrauserhaltene Erträge | 4 235 | – | 4 235 | 0% |
| Übrige passive Rechnungsabgrenzungen | 1 762 | 7 125 | –5 363 | –75% |
| Total Passive Rechnungsabgrenzungen | 5 997 | 7 125 | –1 128 | –16% |

Die Abgrenzungen für vorrauserhaltene Erträge in der Höhe von 4.2 Mio. enthalten hauptsächlich die Ertragsabgrenzungen für Verträge gemäss IPSAS 9 (z. B. Auftragsforschung, wissenschaftliche Dienstleistungen). Im Vorjahr wurden diese in den übrigen passiven Rechnungsabgrenzungen ausgewiesen (5.2 Mio.).

25 Rückstellungen

Überblick

| TCHF | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|---|---------------|---------------|------------------------|------------------|
| Mehrleistungen des Personals (Ferien, Überzeit) | 6 140 | 5 910 | 230 | 4% |
| Andere fällige Leistungen nach IPSAS 39 | 4 360 | 4 485 | –125 | –3% |
| Rückbauten | – | – | – | 0% |
| Bürgschaften, Garantien | – | – | – | 0% |
| Rechtsfälle | – | 20 | –20 | –100% |
| Andere Rückstellungen | 281 | 303 | –22 | –7% |
| Total Rückstellungen | 10 781 | 10 718 | 64 | 1% |

Herleitung 2017

| TCHF | Mehrleistungen des Personals (Ferien, Überzeit) | Andere fällige Leistungen nach IPSAS 39 | Rückbauten | Bürgschaften, Garantien | Rechtsfälle | Andere Rückstellungen | Total Rückstellungen |
|--|---|---|------------|-------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|
| Anpassungen aus Restatement per 1.1.2017 | - | - | - | - | - | - | - |
| per 1.1.2017 | 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 | - | - | - | - | - | - | - |
| 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 |
| per 1.1.2016 | 5 940 | 4 537 | - | - | 20 | 294 | 10 791 |
| Bildung | - | - | - | - | - | 242 | 242 |
| Auflösung | - | -52 | - | - | - | -76 | -128 |
| Verwendung | -30 | - | - | - | - | -157 | -187 |
| Umgliederungen | - | - | - | - | - | - | - |
| Anstieg des Barwerts | - | - | - | - | - | - | - |
| per 31.12.2016 | 5 910 | 4 485 | - | - | 20 | 303 | 10 718 |
| davon kurzfristig | 5 910 | - | - | - | 20 | 66 | 5 996 |
| davon langfristig | - | 4 485 | - | - | - | 237 | 4 722 |

Die Rückstellungen für noch nicht bezogene Ferien und Überzeitschädigungen der Mitarbeitenden in der Höhe von 6.1 Mio. sowie auch die restlichen Rückstellungen bewegen sich in etwa auf dem Vorjahresniveau. Die anderen fälligen Leis-

tungen nach IPSAS 39 beinhalten die erworbenen Dienstaltersgeschenke/Treueprämien, die durch unabhängige Aktuarer mittels der Projected-Unit-Credit-Methode bewertet werden und betragen im Berichtsjahr 4.4 Mio.

26 Nettovorsorgeverpflichtungen

Alle Angestellten und Rentenbeziehenden der Institutionen des ETH-Bereichs sowie des ETH-Rats sind im Vorsorgewerk ETH-Bereich in der Sammeleinrichtung Pensionskasse des Bundes PUBLICA (PUBLICA) versichert.

Per 1. Januar 2017 wurde der Standard IPSAS 39 Leistungen an Arbeitnehmer umgesetzt. Die Auswirkungen sind im Anhang 2 detailliert erläutert. Die Vorjahreswerte basieren auf IPSAS 25 und wurden lediglich in die an IPSAS 39 angepassten Tabellen umgegliedert (kein Restatement).

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 und 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 und für die Professorinnen

und Professoren des Vorsorgewerks ETH-Bereich festgelegt, welche Bestandteil des Anschlussvertrags mit der PUBLICA sind. Der Vorsorgeplan gewährt im Falle 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 im Pensionierungszeitpunkt vorhandenen Altersguthaben multipliziert mit dem im Reglement festgelegten Umwandlungssatz. Der Arbeitnehmer hat die Möglichkeit, die Altersleistungen als Kapital zu beziehen. Es bestehen Vorsorgepläne für verschiedene Versicherten Gruppen. Zudem hat 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 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 Pro-rata-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.

Der definitive Deckungsgrad gemäss BVG lag zum Zeitpunkt der Genehmigung der Jahresrechnung noch nicht vor. Der provisorische regulatorische Deckungsgrad des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA nach BVV 2 betrug per Ende des Jahres 108,0% (2016: 103.2 %, definitiv). Der provisorische ökonomische Deckungsgrad des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA betrug per Ende Jahr 89.5% (2016: 84.9 %, definitiv).

Besondere Ereignisse

In der laufenden Berichtsperiode gab es keine zu berücksichtigende Planänderungen, Plankürzungen oder Planabgeltungen.

| TCHF | 31.12.2017 | 31.12.2016 |
|---|-----------------|-----------------|
| Barwert der Vorsorgeverpflichtungen | -576 353 | -593 114 |
| Vorsorgevermögen zu Marktwerten | 455 760 | 428 445 |
| Bilanzierte Nettovorsorgeverpflichtungen | -120 593 | -164 669 |

Die Abnahme der Nettovorsorgeverbindlichkeiten ist zum einen auf das Restatement per 1.1.2017 (10.7 Mio. CHF) sowie auf die Veränderung versicherungsmathematischer Annahmen insbesondere der Erhöhung des Diskontierungszinssatzes sowie der Reduktion der Lohnentwicklung und Verzinsung des Altersguthabens zurückzuführen.

Dabei beziehen sich keine der Nettovorsorgeverpflichtungen auf Vorsorgepläne ausserhalb des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA.

Nettovorsorgeaufwand

| TCHF | 2017 | 2016 |
|--|---------------|--------------|
| Laufender Dienstzeitaufwand des Arbeitgebers | 15 921 | 13 533 |
| Nachzuverrechnender Dienstzeitaufwand | – | – |
| Gewinne (-)/Verluste (+) aus Planabgeltungen | – | – |
| Zinsaufwand aus Vorsorgeverpflichtungen | 1 165 | 2 202 |
| Zinsertrag aus Vorsorgevermögen | –852 | –11 314 |
| Verwaltungskosten (exkl. Vermögensverwaltungskosten) | 257 | – |
| Andere | – | – |
| Total Nettovorsorgeaufwand inkl. Zinsaufwand erfasst in der Erfolgsrechnung | 16 491 | 4 421 |

Der Nettovorsorgeaufwand der Empa für das Berichtsjahr beträgt 16.5 Mio. (2016: 4.4 Mio.). Davon beziehen sich keine auf Vorsorgepläne ausserhalb des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA.

Die Erhöhung des Nettovorsorgeaufwandes ist insbesondere mit dem Wechsel von IPSAS 25 auf IPSAS 39 zu begründen. Da IPSAS 39 den Nettozinsansatz einführt, wird die erwartete Rendite auf dem Vorsorgevermögen neu mit dem Diskontierungszinssatz gerechnet. Dies führt zu einem tieferen Zinsertrag auf dem Vorsorgevermögen im Betrag von 0.9 Mio. (2016: 11.3 Mio.) in der Erfolgsrechnung und einem entsprechend höheren versicherungsmathematischen Gewinn von 30.9 Mio. (2016: 9.3 Mio.) im Eigenkapital. Der Zinsaufwand aus Vorsorgeverpflichtungen reduzierte sich aufgrund des tieferen Diskontierungszinssatzes von 0.2% (2016: 0.4%).

Der laufende Dienstzeitaufwand im Betrag von 15.9 Mio. (2016: 13.5 Mio.) nahm aufgrund einer leichten Steigerung der Versichertenbestände zu.

Im Berichtsjahr wurden Einlagen im Betrag 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 Betrag von 11 Mio. sowie Arbeitnehmerbeiträge im Betrag von 5.9 Mio. erwartet.

Sofort gegen Eigenkapital zu erfassende Beträge

| TCHF | 2017 | 2016 |
|---|----------------|----------------|
| Versicherungsmathematische Gewinne (-) und Verluste (+) | | |
| aus Änderung der finanziellen Annahmen | -19 792 | 9 386 |
| aus Änderung der demografischen Annahmen | - | 27 218 |
| aus Erfahrungsänderung | 12 210 | 6 294 |
| Ertrag aus Vorsorgevermögen exkl. Zinsertrag | -30 932 | -9 336 |
| Andere | - | - |
| Im Eigenkapital erfasster Betrag | -38 514 | 33 562 |
| Kumulierter Betrag der gegen das Eigenkapital erfassten Gewinne (-)/Verluste (+) | 73 867 | 112 381 |

Die im Eigenkapital erfassten versicherungsmathematischen Gewinne betragen 2017 -38.5 Mio. (2016: versicherungsmathematischer Verlust von 33.6 Mio.). Dies ergibt einen total aufgelaufenen Verlust per 31. Dezember 2017 von 73.9 Mio. (2016: 112.4 Mio.). Davon beziehen sich keine auf Vorsorgepläne ausserhalb des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA.

Entwicklung des Barwerts der Vorsorgeverpflichtungen

| TCHF | 2017 | 2016 |
|---|----------------|----------------|
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | - 10 695 | - |
| Barwert der Vorsorgeverpflichtungen per 01.01. | 582 419 | 552 756 |
| Laufender Dienstzeitaufwand des Arbeitgebers | 15 921 | 13 533 |
| Zinsaufwand aus Vorsorgeverpflichtungen | 1 165 | 2 202 |
| Arbeitnehmerbeiträge | 6 142 | 6 020 |
| Ein- (+) und ausbezahlte (-) Leistungen | - 21 712 | - 24 295 |
| Nachzuerrechnender Dienstzeitaufwand | - | - |
| Gewinne (-)/Verluste (+) aus Planabgeltungen | - | - |
| Versicherungsmathematische Gewinne (-) /Verluste (+) | - 7 582 | 42 898 |
| Andere | - | - |
| Barwert der Vorsorgeverpflichtungen per 31.12. | 576 353 | 593 114 |

Die gewichtete durchschnittliche Laufzeit aus den leistungsorientierten Vorsorgeverpflichtungen beläuft sich per 31. Dezember 2017 auf 14.9 Jahre (2016: 15.6 Jahre).

Entwicklung des Vorsorgevermögens

| TCHF | 2017 | 2016 |
|--|----------------|----------------|
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | – | – |
| Vorsorgevermögen zu Marktwerten per 01.01. | 428 445 | 415 074 |
| Zinsertrag aus Vorsorgevermögen | 852 | 11 314 |
| Arbeitgeberbeiträge | 11 358 | 10 996 |
| Arbeitnehmerbeiträge | 6 142 | 6 020 |
| Ein- (+) und ausbezahlte (–) Leistungen | –21 712 | –24 295 |
| Gewinne (+) /Verluste (–) aus Planabgeltungen | – | – |
| Verwaltungskosten (exkl. Vermögensverwaltungskosten) | –257 | – |
| Ertrag aus Vorsorgevermögen exkl. Zinsertrag | 30 932 | 9 336 |
| Andere | – | – |
| Vorsorgevermögen zu Marktwerten per 31.12. | 455 760 | 428 445 |

Überleitung der Nettovorsorgeverpflichtungen

| TCHF | 2017 | 2016 |
|---|-----------------|-----------------|
| Anpassungen aus Restatement per 01.01.2017 | 10 695 | – |
| Nettovorsorgeverpflichtungen per 01.01. | –153 974 | –137 682 |
| Nettovorsorgeaufwand inkl. Zinsaufwand erfasst in der Erfolgsrechnung | –16 491 | –4 421 |
| Sofort gegen Eigenkapital erfasste Beträge | 38 514 | –33 562 |
| Arbeitgeberbeiträge | 11 358 | 10 996 |
| Verpflichtungen bezahlt direkt von der Einheit | – | – |
| Andere | – | – |
| Nettovorsorgeverpflichtungen per 31.12. | –120 593 | –164 669 |

Hauptkategorien des Vorsorgevermögens

| Prozent | Kotiert | Nicht kotiert | 31.12.2017 | Kotiert | Nicht kotiert | 31.12.2016 |
|--|------------|---------------|------------|------------|---------------|------------|
| Flüssige Mittel | 4 | – | 3 | 2 | – | 2 |
| Obligationen (in CHF) Eidgenossen | 6 | – | 6 | 6 | – | 6 |
| Obligationen (in CHF) ex Eidgenossen | 12 | – | 11 | 12 | – | 11 |
| Staatsanleihen (in Fremdwährungen) | 28 | – | 26 | 30 | – | 28 |
| Unternehmensanleihen (in Fremdwährungen) | 15 | – | 14 | 16 | – | 15 |
| Hypotheken | – | – | – | – | – | – |
| Aktien | 33 | – | 31 | 32 | – | 30 |
| Immobilien | – | 71 | 5 | – | 86 | 5 |
| Rohstoffe | 2 | – | 2 | 2 | – | 2 |
| Andere | – | 29 | 2 | – | 14 | 1 |
| 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

| Prozent | 2017 | 2016 |
|--|-------|-------|
| Diskontierungszinssatz per 01.01. | 0.20 | 0.40 |
| Diskontierungszinssatz per 31.12. | 0.30 | 0.20 |
| Erwartete Lohnentwicklung | 0.50 | 0.90 |
| Erwartete Rentenentwicklung | 0.00 | 0.00 |
| Verzinsung der Altersguthaben | 0.50 | 1.00 |
| Lebenserwartung im Alter 65–Frauen (Anzahl Jahre) | 24.43 | 24.32 |
| Lebenserwartung im Alter 65–Männer (Anzahl Jahre) | 22.38 | 22.26 |

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 vom Vorjahr. 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.

Für die wichtigsten Annahmen zur Berechnung der Verpflichtungen wurden Sensitivitätsanalysen erstellt.

Sensitivitätsanalyse (Veränderung auf Barwert der Vorsorgeverpflichtung)

| TCHF | 2017 | | 2016 | |
|---|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| | Erhöhung Annahme | Verminderung Annahme | Erhöhung Annahme | Verminderung Annahme |
| Diskontierungszinssatz (Veränderung +/- 0.25%) | -20 784 | 22 197 | -22 342 | 23 851 |
| Erwartete Lohnentwicklung (Veränderung +/- 0.25%) | 2 151 | -2 094 | 3 184 | -3 075 |
| Erwartete Rentenentwicklung (Veränderung +/- 0.25%) | 17 410 | -16 553 | 18 099 | -17 198 |
| Verzinsung der Altersguthaben (Veränderung +/- 0.25%) | 3 413 | -3 362 | 3 657 | -3 577 |
| Lebenserwartung (Veränderung +/- 1 Jahr) | 20 461 | -20 748 | 21 144 | -21 441 |

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 Diskontierungsfaktor, der Projektionszinssatz für das Altersguthaben und die Annahme zur Lohnentwicklung wurden um fixe Prozentpunkte erhöht bzw. gesenkt. Die Sensitivität auf die Sterblichkeit wurde berechnet, indem die Sterblichkeit mit einem pauschalen Faktor gesenkt bzw. erhöht wurde, so dass die Lebenserwartung für die meisten Alterskategorien um rund ein Jahr erhöht bzw. reduziert wurde.

27 Zweckgebundene Drittmittel

| TCHF | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|---------------|---------------|------------------------|------------------|
| Forschungsbeiträge Schweizerischer Nationalfonds (SNF) | 18 344 | 14 688 | + 3 656 | 25% |
| Forschungsbeiträge Kommission für Technologie und Innovation (KTI) | 15 229 | 14 951 | + 279 | 2% |
| Forschungsbeiträge Europäische Union (EU) | 18 052 | 13 907 | + 4 145 | 30% |
| Forschungsbeiträge Bund (Ressortforschung) | 11 522 | 18 418 | - 6 896 | - 37% |
| Forschungsbeiträge Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft) | 2 364 | 1 211 | + 1 153 | 95% |
| Forschungsbeiträge übrige projektorientierte Drittmittel | 10 101 | 301 | + 9 800 | 3257% |
| Schenkungen und Legate | - | - | - | 0% |
| Total Zweckgebundene Drittmittel | 75 613 | 63 476 | + 12 137 | 19% |

Die Leistungsverpflichtungen der Empa für Forschungsprojekte (IPSAS 23; z. B. Forschungsbeiträge) werden zweckgebunden im langfristigen Fremdkapital aufgeführt. Diese Verpflichtungen haben um 12.1 Mio. zugenommen und belaufen sich auf 75.6 Mio. Die Zunahme von 9.8 Mio. bei den übrigen projektorientierten Drittmittel ist vor allem auf die Leistungsverpflichtung für die Standortförderung in Thun zurückzuführen. Vom SBFI finanzierte Verbundprojekte im Rahmen von Horizon 2020 sind in den Leistungsverpflichtungen aus Forschungsbeiträgen der Europäischen Union mit 6.7 Mio. (VJ: 7.3 Mio.) enthalten.

28 Finanzielles Risikomanagement und Zusatzinformationen zu den Finanzinstrumenten

Allgemeines

Das finanzielle Risikomanagement ist in das allgemeine Risikomanagement der Empa eingebettet, über das jährlich an den ETH-Rat berichtet wird (s. Geschäftsbericht).

Das finanzielle Risikomanagement behandelt insbesondere

- das Kreditrisiko (Ausfallrisiko),
- das Liquiditätsrisiko
- sowie 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.

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

Kredit- und Ausfallrisiko

| TCHF | Total | Bund | Europäische Kommission FRP * | SNF, KTI, Sozialwerke AHV, SUVA | SNB und Banken mit Staatsgarantie | Postfinance und übrige Banken | übrige Gegen- parteien |
|--|----------------|----------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------|
| 31.12.2017 | | | | | | | |
| Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen | 93 197 | 77 058 | – | – | 68 | 16 072 | – |
| Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen | 67 132 | 12 539 | 13 191 | 29 862 | – | – | 11 540 |
| Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen | 3 705 | 784 | – | – | – | – | 2 920 |
| Finanzanlagen und Darlehen | 40 856 | 39 929 | – | – | – | – | 927 |
| Aktive Rechnungsabgrenzungen | 572 | – | – | – | – | – | 572 |
| Total | 205 461 | 130 310 | 13 191 | 29 862 | 68 | 16 072 | 15 958 |

Die Restforderungen gegenüber dem Bund (Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation, SBF) 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.

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.

Vertragliche Fälligkeiten der finanziellen Verbindlichkeiten 2017

| TCHF | Total Buchwert | Total Vertragswert | bis 1 Jahr | 1–5 Jahre | über 5 Jahre |
|---|-------------------|-----------------------|--------------|-----------|--------------|
| 31.12.2017 | | | | | |
| Nicht derivative finanzielle Verbindlichkeiten | | | | | |
| Laufende Verbindlichkeiten | 4 571 | 4 571 | 4 571 | – | – |
| Leasingverbindlichkeiten | – | – | – | – | – |
| Finanzverbindlichkeiten | – | – | – | – | – |
| Passive Rechnungsabgrenzungen | 1 762 | 1 762 | 1 762 | – | – |
| Derivative finanzielle Verbindlichkeiten | – | – | – | – | – |
| Total | 6 333 | 6 333 | 6 333 | – | – |

Finanzielle Verbindlichkeiten entstehen vor allem aus operativen laufenden Verbindlichkeiten. Aufwendungen und Investitionen werden im Normalfall eigenfinanziert.

Sämtliche finanziellen Verbindlichkeiten sind durch flüssige Mittel und durch beim Bund angelegte kurzfristig verfügbare Geldanlagen gedeckt. Das Liquiditätsrisiko ist gering.

Sensitivitätsanalyse Fremdwährungsrisiko 2017

| TCHF | Total | CHF | EUR | USD | Übrige |
|---|----------------|----------------|--------------|------------|-----------|
| 31.12.2017 | | | | | |
| Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen | 93 197 | 90 382 | 2 608 | 207 | – |
| Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen | 67 132 | 58 129 | 9 003 | – | – |
| ./. IPSAS 23 Forderungen mit Fremdkapitalkomponente | –63 548 | –54 708 | –8 840 | – | – |
| Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen | 3 705 | 3 313 | 335 | 1 | 55 |
| Finanzanlagen und Darlehen | 40 856 | 40 856 | – | – | – |
| Aktive Rechnungsabgrenzungen | 572 | 572 | – | – | – |
| – Kontraktvolumen Absicherungen | – | – | – | – | – |
| Total | 141 913 | 138 543 | 3 107 | 208 | 55 |
| Laufende Verbindlichkeiten | 4 571 | 4 040 | 491 | 40 | 1 |
| Leasingverbindlichkeiten | – | – | – | – | – |
| Finanzverbindlichkeiten | – | – | – | – | – |
| Passive Rechnungsabgrenzungen | 1 762 | 1 624 | 137 | – | – |
| – Kontraktvolumen Absicherungen | – | – | – | – | – |
| Total | 6 332 | 5 664 | 628 | 40 | 1 |
| Währungsbilanz Netto | 135 581 | 132 879 | 2 479 | 168 | 54 |
| Erfolgswirksame Sensitivität +/- 10% | | | 248 | 17 | |
| Stichtagskurs | | | 1.17 | 0.97 | |

Marktrisiko

Zins- und Kursrisiko

Das Zinsrisiko wird nicht abgesichert. Eine Zu- oder Abnahme des Zinssatzes um 1 %-Punkt würde das Ergebnis um rund 0.6 Mio. CHF erhöhen bzw. senken.

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: +/-0.3 Mio. CHF.

Kapitalmanagement

Als verwaltetes Kapital wird das Eigenkapital ohne die Bewertungsreserven bezeichnet. Die Empa strebt eine solide Eigenkapitalbasis an. Diese Basis ermöglicht es, die Umsetzung des Leistungsauftrages sicherzustellen. Gemäss gesetzlichen Vorgaben dürfen die Institutionen des ETH-Bereichs und der ETH-Rat 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 und Forderungen sowie der laufenden Verbindlichkeiten einer angemessenen Schätzung des Verkehrswertes.

Der Verkehrswert der langfristigen Forderungen ohne zurechenbare 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 entspricht den Anschaffungskosten.

Klassen und Kategorien von Finanzinstrumenten 2017

| TCHF | Darlehen und Forderungen | Erfolgswirksam zum Verkehrswert | Zur Veräußerung verfügbar | Finanzielle Verbindlichkeiten zu Anschaffungskosten | Total Buchwert | Total Verkehrswert |
|---|--------------------------|---------------------------------|---------------------------|---|----------------|--------------------|
| 31.12.2017 | | | | | | |
| Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen | 93 197 | | | | 93 197 | 93 197 |
| Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen | 67 132 | | | | 67 132 | 67 132 |
| Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen | 3 705 | | | | 3 705 | 3 705 |
| Finanzanlagen und Darlehen | 40 329 | – | 527 | | 40 856 | 40 856 |
| Aktive Rechnungsabgrenzungen | 572 | | | | 572 | 572 |
| Laufende Verbindlichkeiten | | | | 4 571 | 4 571 | 4 571 |
| Verbindlichkeiten aus Finanzierungsleasing | | | | – | – | – |
| Übrige Finanzverbindlichkeiten | | – | | – | – | – |
| Passive Rechnungsabgrenzungen | | | | 1 762 | 1 762 | 1 762 |

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

Hierarchiestufe für die Verkehrswerte 2017

| TCHF | Buchwert/ Verkehrswert | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|-------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|
| 31.12.2017 | | | | |
| Finanzanlagen | 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 Inputparametern nicht auf beobachtbaren Marktdaten basieren.

29 Nettoergebnisse je Bewertungskategorie

| TCHF | Darlehen und Forderungen | Erfolgswirksam zum Verkehrswert | Zur Veräußerung verfügbar | Finanzielle Verbindlichkeiten |
|--|--------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 31.12.2017 | | | | |
| Zinsertrag (+)/Zinsaufwand (-) | - | - | - | - |
| Beteiligungsertrag | - | - | - | - |
| Veränderung des Verkehrswerts | - | - | - | - |
| Währungsumrechnungsdifferenzen, netto | 340 | - | - | -40 |
| Wertminderungen | - | - | - | - |
| Wertaufholungen | - | - | - | - |
| Vom Eigenkapital in die Erfolgsrechnung übertragene Gewinne und Verluste | - | - | - | - |
| Nettoergebnis in der Erfolgsrechnung erfasst | 340 | - | - | -40 |
| Nettoergebnis im Eigenkapital erfasst | - | - | -95 | - |
| Total Nettoergebnis pro Bewertungskategorie | 340 | - | -95 | -40 |
| 31.12.2016 | | | | |
| Zinsertrag (+)/Zinsaufwand (-) | - | - | - | - |
| Beteiligungsertrag | - | - | - | - |
| Veränderung des Verkehrswerts | - | - | - | - |
| Währungsumrechnungsdifferenzen, netto | - | - | - | - |
| Wertminderungen | - | - | - | - |
| Wertaufholungen | - | - | - | - |
| Vom Eigenkapital in die Erfolgsrechnung übertragene Gewinne und Verluste | - | - | - | - |
| Nettoergebnis in der Erfolgsrechnung erfasst | - | - | - | - |
| Nettoergebnis im Eigenkapital erfasst | - | - | 110 | - |
| Total Nettoergebnis pro Bewertungskategorie | - | - | 110 | - |

30 Eventualverbindlichkeiten und Eventualforderungen

Eventualverbindlichkeiten

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 2017.

Finanzielle Zusagen

| TCHF | 31.12.2017 | 31.12.2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|--|--------------|--------------|------------------------|------------------|
| Finanzielle Zusagen bis 1 Jahr | 2 949 | 1 873 | 1 076 | 57% |
| Finanzielle Zusagen zwischen 1 und 5 Jahre | 85 | 54 | 31 | 56% |
| Finanzielle Zusagen grösser als 5 Jahre | – | – | – | 0% |
| Ohne Fälligkeit/unbestimmt | – | – | – | 0% |
| Total Finanzielle Zusagen | 3 034 | 1 927 | 1 106 | 57% |

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 2017 getätigte Bestellungen u.a. für Versicherungsleistungen, Material- und Gerätebeschaffungen. Im Vorjahr wurden die Investitionsverpflichtungen als finanzielle Zusagen direkt als Umbuchung (3 Mio.) in die zweckgebundene Reserve für Lehre und Forschung verbucht.

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

31 Operatives Leasing

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|---|--------------|--------------|------------------------|------------------|
| Fälligkeiten | | | | |
| Fälligkeiten bis 1 Jahr | 1 653 | 1 624 | 29 | 2% |
| Fälligkeiten von 1 bis 5 Jahren | 4 073 | 4 363 | -290 | -7% |
| Fälligkeiten von mehr als 5 Jahren | - | 800 | -800 | -100% |
| Künftige Mindestleasingzahlungen aus unkündbarem operativem Leasing per 31.12. | 5 726 | 6 787 | -1 061 | -16% |
| Leasingaufwand | | | | |
| Mindestleasingzahlungen | 1 668 | 1 688 | -20 | -1% |
| Zahlungen aus Untermietverhältnissen | - | - | - | 0% |
| Leasingaufwand der Periode | 1 668 | 1 688 | -20 | -1% |
| 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 Volumen von 5.1 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.

32 Vergütungen an Schlüsselpersonen des Managements

| TCHF | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|-----------------------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------|
| Schulleitung und Direktion | 1 915 | 1 798 | 117 | 7% |

Schlüsselpersonen

| Vollzeitstellen | 2017 | 2016 | Veränderung absolut | Veränderung % |
|-----------------------------------|----------|----------|------------------------|------------------|
| Schulleitung und Direktion | 7 | 6 | - | 17% |

Die Schlüsselpersonen des Managements umfassen alle Mitglieder der Direktion der Empa. Die Erhöhung im Vorjahresvergleich ist vor allem darauf zurückzuführen, dass ein Mitglied der Direktion erst unterjährig in die Direktion gewählt wurde und somit in 2017 nur pro-rata in den Vergütungen enthalten ist.

33 Beziehungen zu beherrschten und assoziierten Einheiten

Die Empa hat keine Beziehungen zu beherrschten und assoziierten Einheiten.

34 Ereignisse nach dem Bilanzstichtag

Die Rechnung der Empa wurde von der Direktion am 27. März 2018 genehmigt. Bis zu diesem Datum sind keine wesentlichen Ereignisse eingetreten, die eine Offenlegung im Rahmen der Rechnung der Empa per 31. Dezember 2017 oder deren Anpassung erforderlich gemacht hätten.

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 2017, der Bilanz zum 31. Dezember 2017, 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 86 bis 149) ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens- und Finanzlage der EMPA zum 31. Dezember 2017 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) 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 Irrtümern 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 890 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 Finanzzahlen 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, 26. Februar 2018

EIDGENÖSSISCHE FINANZKONTROLLE



Regula Durrer
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