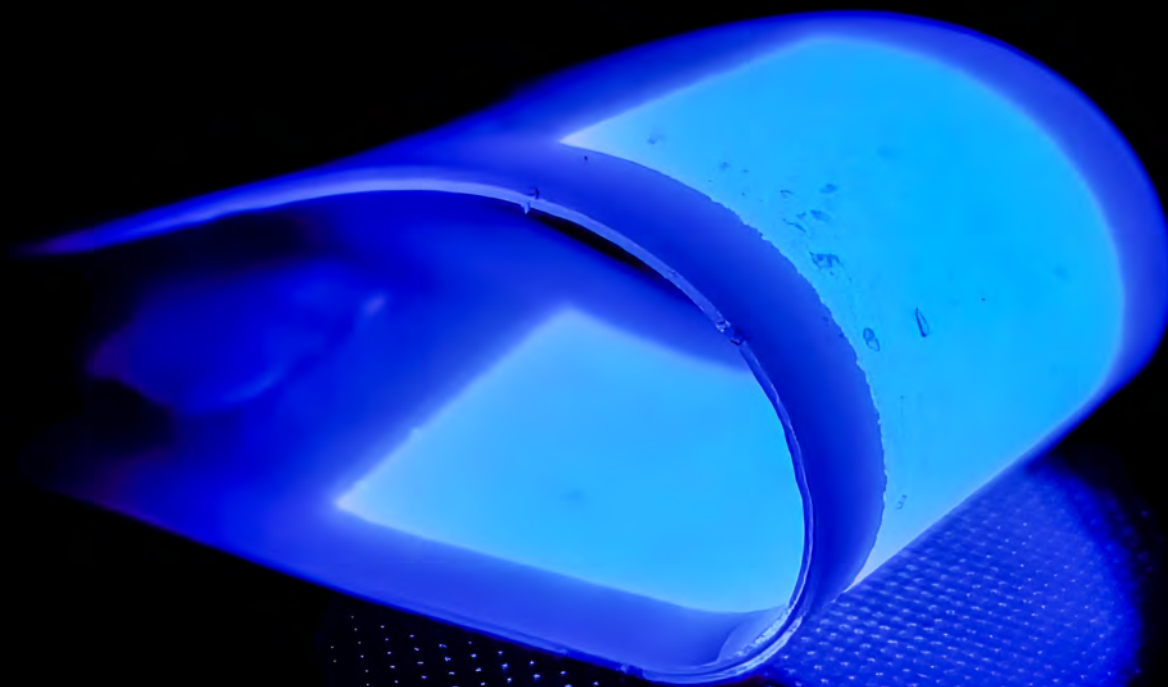


Jahresbericht 2022



Empa

Materials Science and Technology

Unsere Vision.
Materialien und Technologien
für eine nachhaltige Zukunft.

4

Vorwort

6

Das Jahr im Rückblick

10

Ausgewählte Projekte

32

Research Focus Areas

44

Von der Forschung zur Innovation

60

Zahlen und Fakten

Titelbild:

Dehnbarer, mit Wechselstrom betriebener Elektrolumineszenz-Streifen zur Verwendung in Elektronikbauteilen, zum Beispiel in flexiblen Displays.

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

© Empa 2023 – ISSN 1424-2176 Jahresbericht Empa



ClimatePartner
klimaneutral

Druck | ID: 5222-1004-1011



Gedruckt auf REFUTURA 100% Recyclingpapier



Forschung, die Wirkung zeigt – durch Fokussierung und Zusammenarbeit

2022 war ein Jahr mit vielen Veränderungen, in der Welt, in der Schweiz – und in der Empa. Nach 13 äusserst erfolgreichen Jahren unter meinem Vorgänger Gian-Luca Bona habe ich im Juni die Leitung übernommen – mit viel Enthusiasmus und Tatendrang, aber auch mit Respekt. Daher hat es mich enorm gefreut, wie viel Unterstützung ich von unseren Stakeholdern in Industrie, Politik, Forschung und Verwaltung sowie von unseren Mitarbeitenden erfahren durfte.

Die Empa hat sich im letzten Jahrzehnt zu einer veritablen Innovationsschmiede für die Schweizer Industrie entwickelt. Daher stellen wir die Weichen auch nicht gänzlich neu, sondern arbeiten daran, wie wir als «The Place where Innovation Starts» mit unserer exzellenten Forschung noch mehr Wirkung für unsere Partner, aber auch für die Gesellschaft als Ganzes erzielen können.

Ein Ansatz, wie wir dies erreichen möchten, ist durch eine erhöhte Agilität – und die wiederum wollen wir steigern, indem wir unsere Kompetenzen intern über sämtliche Organisationseinheiten noch deutlich mehr quervernetzen, um so noch effizienter praxistaugliche Lösungen auf die drängenden Fragen unserer Zeit zu erarbeiten. Wir fokussieren uns daher künftig auf vier Forschungsschwerpunkte: Nanoskalige Materialien und Technologien; Energie, Ressourcen und Emissionen; Gebaute Umwelt sowie Gesundheitstechnologien.

Ausserdem werden wir eine dynamische «Hub-Struktur» etablieren, um die Kompetenzen verschiedener Labors zu bestimmten aktuellen Themen wie Post-Lithium-Batterien oder Quantenmaterialien zu bündeln. Diese Hubs sind dynamische, flexible, adaptive «Tag Teams», die sich für bestimmte Fragestellungen zusammenschliessen, aber nach dem Erreichen der Ziele auch wieder verschwinden – um sich in neuer Zusammensetzung und bei einem anderen Problem wieder neu zu formieren.

All diese Massnahmen haben ein Ziel: die komplexen Herausforderungen ganzheitlich, inter- und transdisziplinär anzugehen. Etwa im Bereich Energie: Unser Leitgedanke dabei ist, die Erdatmosphäre bzw. ihre Bestandteile wie das Treibhausgas CO₂ als (wertvolle) Rohstoffquelle zu betrachten. Diese Rohstoffe gilt es «abzubauen» und zu Produkten wie synthetische Treibstoffe oder Ausgangsmaterialien für die chemische Industrie zu verarbeiten. Dies liefert uns einerseits (speicher- und transportierbare) Energieträger, aber auch Produkte und Materialien unseres täglichen Lebens.

Richtig spannend wird es, wenn man die so produzierten Kohlenwasserstoffe wieder in den Energieträger Wasserstoff und (festen) Kohlenstoff aufsplittet. Das bezahlt man zwar mit Energieverlusten – man entzieht aber der Atmosphäre unter dem Strich CO₂ und kann dieses als festen Kohlenstoff zeitlich unbegrenzt «einlagern», etwa in Baumaterialien wie Beton und Asphalt – und dort evtl. erst noch beschränkte Rohstoffe ersetzen. Ein ganz wesentlicher Schritt hin zur Dekarbonisierung unserer Gesellschaft, den wir nur durch die Bündelung all unserer Kräfte meistern werden.

Nebst einer verstärkten internen Zusammenarbeit wollen wir auch die Kooperationen mit unseren externen Partnern weiter intensivieren, innerhalb des ETH-Bereichs etwa durch verschiedene «Joint Initiatives» sowie unter den vier Forschungsanstalten im Rahmen der «ENRICH»-Initiative, aber selbstverständlich auch darüber hinaus, vor allem, wenn es um die praktische Umsetzung unserer Forschungsergebnisse geht. Denn alleine stösst man angesichts der Komplexität der anstehenden Aufgaben selbst als herausragende Forschungsinstitution irgendwann einmal an seine Grenzen. Gemeinsam aber können wir diese immer weiter verschieben – und so Lösungen für eine nachhaltige, lebenswerte Zukunft erarbeiten.

Ich danke Ihnen allen für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung und wünsche eine spannende Lektüre!

Tanja Zimmermann

Prof. Dr. Tanja Zimmermann, Direktorin

Das Jahr im Rückblick



Tanja Zimmermann – die erste Empa-Direktorin

Im Februar ernannte der Bundesrat Tanja Zimmermann zur neuen Direktorin der Empa. Sie trat ihr neues Amt am 1. Juni an. Zuvor war die international renommierte Materialwissenschaftlerin Direktionsmitglied und Leiterin des Departements «Functional Materials» sowie Co-Leiterin des Forschungsschwerpunkts «Nachhaltiges Bauen» an der Empa. Mit Tanja Zimmermann übernahm erstmals in der rund 140-jährigen Geschichte der Empa eine Frau die Leitung des Materialforschungsinstituts.

Empa-Pionierarbeit mit Ingenieurbaupreis ausgezeichnet

Elegant, effizient und wegweisend: Die Stadtbahnbrücke in Stuttgart wurde mit dem Deutschen Ingenieurbaupreis 2022 ausgezeichnet – wegen ihrer innovativen Konstruktion als Netzwerkbogenbrücke mit Seilen aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK). Noch vor gut 40 Jahren galt es als revolutionär, CFK im Bauwesen einzusetzen. Der ehemalige Direktor der Empa in Dübendorf, Urs Meier, der diese Idee hatte und durch seine Forschung und seine Entwicklungen Wesentliches zu ihrer Realisierung beitrug, feierte am 8. Januar 2023 seinen 80. Geburtstag. In seiner Laufbahn erwarb Meier mehrere Patente, veröffentlichte gegen 300 wissenschaftlich-technische Publikationen und erhielt zahlreiche Auszeichnungen. Foto: sbp/Andreas Schnubel



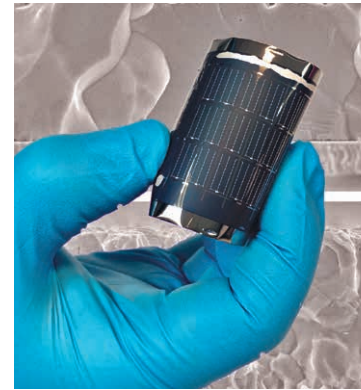
Startschuss für die Reise zu CO₂-negativem Zement

Die Zementindustrie emittiert grosse Mengen von klimaschädlichem Kohlendioxid – doch alternative Bindemittel auf der Basis von Magnesiumcarbonat könnten CO₂ sogar binden. Beton als Kohlenstoffsenke? Für ihr Forschungsprojekt, das die Grundlagen dazu erkunden und praktische Anwendungen vorbereiten soll, hat Barbara Lothenbach den für die Empa ersten «Advanced Grant» des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) erhalten.



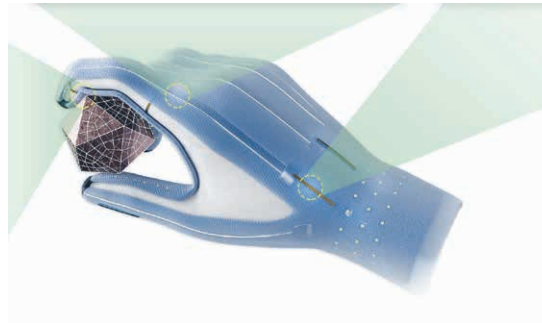
Energieausbeute erneut gesteigert

Ein Jahr nach ihrem letzten Wirkungsgradrekord haben Empa-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler einen neuen Höchstwert von 22,2 Prozent für flexible CIGS-Solarzellen auf Plastikfolien erreicht. Potenziell noch mehr Solarstrom erzeugen «bifaziale» Solarzellen, weil sie Sonnenenergie sowohl auf der Vorder- als auch auf der Rückseite einfangen. Ein Empa-Team hat nun einen Produktionsprozess entwickelt, der Rekordwirkungsgrade von 19,8 Prozent für die Vorder- und von 10,9 Prozent für die Rückseite ermöglicht. Zudem hat es die erste bifaziale Perowskit-CIGS-Tandemsolarzelle hergestellt, was künftig noch weit höhere Energieerträge ermöglichen könnte.



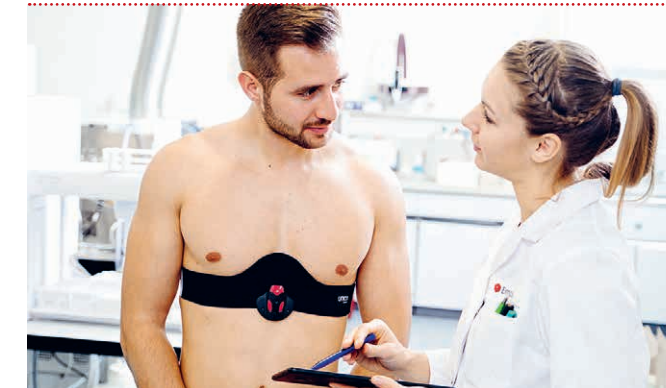
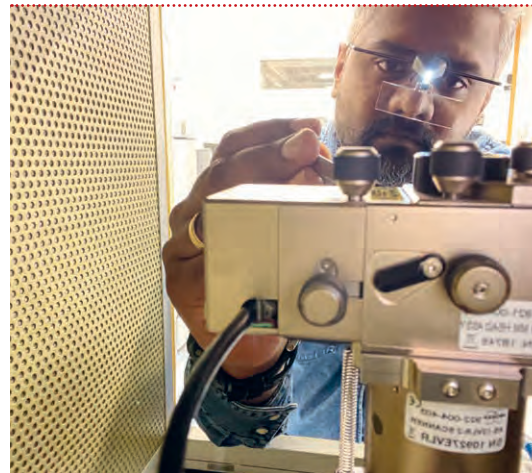
Der VR-Handschuh aus dem 3D-Drucker

Gemeinsam mit Experten der EPFL und der ETH Zürich forscht ein Team der Empa an der nächsten Generation eines VR-Handschuhs, mit dem virtuelle Welten im Metaverse greifbar werden. Der Handschuh ist auf den Benutzer massgeschneidert und wird weitgehend automatisch produziert – im 3D-Druckverfahren. Millimetergrosse, hydraulisch verstärkte elektrostatische Aktoren sorgen dabei für ein Gefühl von Berührung und Textur. Elektrostatische Kupplungsaktoren ermöglichen eine hohe Kraft, damit sich virtuelle Objekte fest anfühlen. Illustration: Herbert Shea/EPFL



Entstehung der Parkinson-Krankheit: Kupfer unter Verdacht

Kupferbelastungen in der Umwelt und das Eiweiss Alpha-Synuclein im menschlichen Gehirn könnten eine wichtige Rolle im Krankheitsgeschehen der Parkinson-Krankheit spielen. Ein Team der Empa und der «University of Limerick» konnte zeigen, wie das körpereigene Protein unter Einfluss von grossen Mengen an Kupfer-Ionen eine ungewöhnliche Gestalt annimmt. Die Erkenntnisse sollen helfen, neue Strategien für die Behandlung von neurodegenerativen Erkrankungen zu entwickeln.



Frühwarnsystem für Demenz

Alzheimer und andere Demenzerkrankungen gehören heute zu den grossen Volksleiden. Die Diagnose ist aufwändig und wird oft erst spät im Krankheitsverlauf zweifelsfrei gestellt. Ein Forscherteam der Empa entwickelt nun gemeinsam mit klinischen Partnern eine neue Diagnosemethode zur Früherkennung von neurodegenerativen Veränderungen über einen Sensorgurt. In einer Studie konnten die Forschenden zeigen, dass damit gemessene veränderte Hauttemperaturwerte einen Hinweis auf die kognitive Leistungsfähigkeit von Testpersonen geben – und zwar bevor eine Demenzerkrankung auftritt.



Ein Drohnenschwarm für Bau- und Reparaturarbeiten

Ein internationales Forschungsteam der Empa und des «Imperial College London» hat sich Bienen zum Vorbild genommen, um einen Schwarm kooperativer Drohnen zu entwickeln. Unter menschlicher Kontrolle drucken die Flugroboter in Teamarbeit 3D-Materialien für den Bau oder die Reparatur von Strukturen, wie die Wissenschaftler in der Titelgeschichte der September-Ausgabe des Wissenschaftsmagazins «Nature» berichteten. Bild: Yusuf Furkan KAYA, Aerial Robotics Laboratory, Imperial College London / Empa

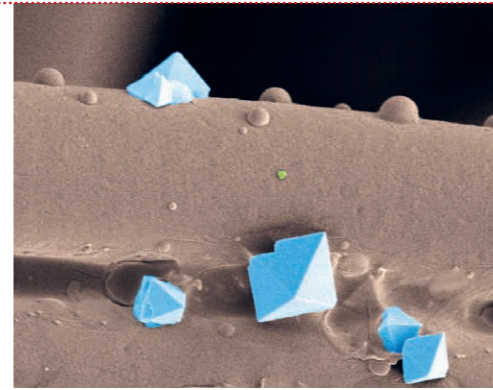
Batterien für die Kreislaufwirtschaft

Das Forschungsprojekt «CircuBAT» will den Kreis zwischen Produktion, Anwendung und Recycling von Lithium-Ionen-Batterien aus der Mobilität schliessen. Dafür suchen sieben Schweizer Forschungsinstitutionen, darunter die Empa, sowie 24 Unternehmen gemeinsam nach Optimierungsmöglichkeiten für mehr Nachhaltigkeit in allen Lebensabschnitten der Batterie. Das Projekt ist Teil der neu lancierten «Flagship»-Initiative der Förderagentur Innosuisse. Bild: CircuBAT



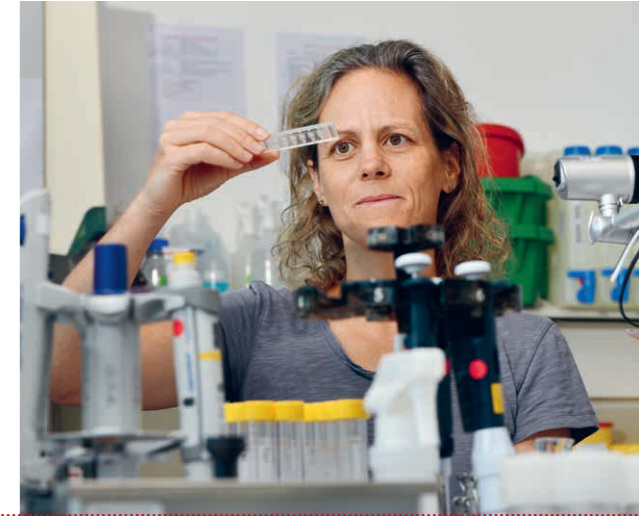
Wo Viren an ihre Grenzen kommen

Mit Hilfe eines neuen Analyseverfahren haben Empa-Forschende Viren auf ihrem Weg durch Gesichtsmasken verfolgt und ihr Scheitern an den Filterschichten verschiedener Maskentypen miteinander verglichen. Das neue Verfahren soll nun die Entwicklung von Oberflächen beschleunigen, die Viren abtöten können.



Chip statt Tierversuche

Mit einem Polymer-Chip und menschlichen Plazenta- und Stammzellen entwickeln Empa-Forscherinnen in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und dem Kantonsspital St. Gallen ein System für Untersuchungen zur Entwicklungstoxizität, das künftig eine Alternative zu Tierversuchen darstellen soll. Der Chip erlaubt Studien zum Plazenta-Transport und zur Wirkung von Substanzen auf Babys im Mutterleib. Gefragt ist ein derartiges Testsystem für die Entwicklung neuer Medikamente oder für die Risikobewertung etwa von Nanopartikeln in der Umwelt. Die Zürcher Stiftung «ProCare» fördert das Projekt.



Leisere und klimafreundlichere Anflüge

Ein Projekt, in dem Empa-Forschende mit Partnern in der Schweiz, Deutschland und Frankreich zusammenarbeiten, schafft die Grundlagen für Anflüge, die weniger Lärm und CO₂-Emissionen verursachen – dank intelligenter Hilfssysteme für die Piloten. Die Forschenden entwickelten On-Board-Systemfunktionen, die Pilotinnen und Piloten während des Anflugs unterstützen. Dazu gehört unter anderem die optimierte Einstellung von Klappen und Fahrwerken, um Lärm und Treibstoffverbrauch zu reduzieren.

Virtuelle Kühlketten gegen Food Waste

Die Non-Profit-Organisation «Basel Agency for Sustainable Energy» (BASE) möchte zusammen mit der Empa Lebensmittelverschwendung verhindern – mit Hilfe einer neu entwickelten mobilen App, die Verluste bei der Lebensmittelproduktion, vor allem in heisseren Klimazonen, minimieren und die Treibhausgasemissionen senken hilft. Die App liefert Marktinformationen vor und nach der Ernte, um die richtige Handhabung, Lagerung und den Schutz der Waren zu gewährleisten, und ermöglicht Kleinbauern, die Qualität ihrer Produkte zu überwachen. Bild: BASE



Eine Papierbatterie mit Wasserschalter

Ein Empa-Forscherteam hat eine durch Wasser aktivierbare Einwegbatterie aus Papier entwickelt. Damit liesse sich eine breite Palette von kleinen Elektronikgeräten mit geringem Stromverbrauch betreiben, etwa intelligente Etiketten zum Tracking von Objekten, Umweltsensoren oder medizinische Diagnosegeräte – und erst noch deren Umweltauswirkungen minimieren. Die Idee schaffte es sogar auf die Liste der bedeutendsten Erfindungen des Jahres des US-Magazins «TIME».





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 Labs geben einen Einblick in die vielfältigen Forschungsaktivitäten der Empa.

Sensibler Bohrer

Hörgeschädigten Menschen, deren Hörnerv noch intakt ist, kann oft mit einem Cochlea-Implantat geholfen werden. Doch das Einsetzen des Implantats ins Innenohr ist nicht ohne Risiken, da dabei Gesichtsnerven verletzt werden können. Empa-Forschende haben einen neuartigen «smarten» Bohrer entwickelt, der dieses Risiko minimiert, indem er sich in der Nähe von Nerven automatisch abschaltet.

Gemeinsam mit einem Team um Stefan Weber vom «ARTORG Center for Biomedical Engineering Research» der Universität Bern nutzten die Forschenden Methoden des Advanced Manufacturing (AM), um den intelligenten Bohrer für die Anwendung in der Chirurgie zu fertigen. Benutzt wird der Bohrer schliesslich von einem Operationsroboter. Das Ziel: Cochlea-Implantate schonender einsetzen, als ein Chirurg dies kann.

Denn ein menschlicher Chirurg muss während des Eingriffs relativ grosse Bereiche des Schädelknochens abtragen und setzt den Bohrer erst an, wenn er sieht, wo die Nerven liegen. Schliesslich dürfen die Chirurgen nicht «im Blindflug» bohren, denn das Loch für das Cochlea-Implantat muss am Ende zwischen dem Geschmacksnerv und dem Gesichtsnerv liegen. Diese Nerven

gilt es unbedingt zu schonen. Eine heikle Angelegenheit, da beide an einer Stelle nur gerade drei Millimeter voneinander entfernt liegen. Bisher halfen sich die Chirurgen folgendermassen: Kurz vor der Engstelle stoppten sie den Bohrer und reizten mit einer elektrischen Spitze den Gesichtsnerv. Fiel die Zuckung im Gesicht des Patienten nicht allzu stark aus, konnte vorsichtig weitergebohrt werden.

Bohren und Stimulieren zugleich

Die Mediziner des ARTOG-Centers gelangten an die Empa mit der Frage: Könnte man nicht einen Bohrer entwickeln, der zugleich den Gesichtsnerv elektrisch stimuliert – einen Bohrer also, der seine Position im Schädel des Patienten «von selbst» anzeigt? Kerstin Thorwarth von der Empa-Abteilung «Surface Science & Coating Technologies» entwickelte gemeinsam mit ihrem Team im Rahmen eines Innosuisse-Projekts einen Bohrer mit leitfähiger Spitze. Die leitfähigen und isolierenden Hartschichten aus Titanitrid (TiN) und Siliziumnitrid (Si₃N₄) wurden per Magnetron-Sputtering auf den Bohrkopf aufgebracht. Dafür mussten die einzelnen Windungen des Bohrers mit speziellen Masken abgedeckt werden.

Dr. Kerstin Thorwarth, kerstin.thorwarth@empa.ch

Noch nicht zertifiziert für die Medizin

Der Bohrer mit der an der Empa entwickelten Spezialoberfläche wies schliesslich die passenden elektrischen Eigenschaften auf und bestand auch im Labor durchgeführte Bohrversuche in Knochenmaterial. Ein weiterer Vorteil: Der Roboter bohrt nur einen 1,8 Millimeter schmalen Kanal, dessen Verlauf anhand eines zuvor erstellten Computertomographiebilds festgelegt wird. Die Partner waren zufrieden und sehen Anwendungsgebiete des smarten Bohrers nicht nur für Cochlea-Implantate, sondern auch in der Wirbelsäulenchirurgie.

Nun sucht das Forschungsteam der Empa gemeinsam mit den Chirurgen aus Bern nach einem Industriepartner, der den Smart-Drill nach den gesetzlichen Vorgaben für Medizinprodukte herstellen kann. Denn der weitere Entwicklungsaufwand braucht noch eine entsprechende finanzielle Unterstützung. //



2



1

1 Ein mitfühlender Bohrer für Cochlea-Implantate.

2 Kerstin Thorwarth entwickelte den Spezialbohrer mit leitfähigen und isolierenden Hartschichten.

Heizen beim Rechnen: Mikro-Rechenzentren im Quartier

Philipp Heer, philipp.heer@empa.ch

Ein Klick im Internet hinterlässt Spuren. Nicht nur im Netz selbst, sondern auch in Form eines ökologischen Fussabdrucks. Denn auch wenn vermeintlich all unsere Daten in der Cloud schweben, sind zu deren Verarbeitung und Speicherung physische Rechenzentren nötig, die riesige Mengen an Energie verschlingen – ein wesentlicher Teil davon für die Kühlung der Anlagen. Mit den neuesten digitalen Trends wie künstlicher Intelligenz (KI), «Augmented Reality» oder «Internet of Things» (IoT) kommen weitere Herausforderungen: Die zu verarbeitenden Datenmengen steigen enorm, gleichzeitig werden Reaktionen in Echtzeit gefordert – ohne Latenz. Dazu muss der Verarbeitungsort der Daten wieder näher an den Entstehungsort derselben rücken. Zum Beispiel in Form eines Edge-Rechenzentrums im Quartier. Im besten Fall dient dieses lokale Rechenzentrum aber nicht nur der Datenverarbeitung, sondern wird – angeschlossen an die Energieversorgung – auch gleich zum Heizen der Gebäude verwendet. Ein Feldtest mit Edge-Rechenzentren im Forschungsgebäude NEST an der Empa und an zwei weiteren Standorten in der Türkei und den Niederlanden will das Potenzial dieser Idee ergründen.

Intelligent kühlen

Das Projekt namens «ECO-Qube» wird durch das EU-Förderprogramm «Horizon 2020» unterstützt und bringt Forschungs- und Industriepartner aus der Schweiz, der Türkei, Spanien, Deutschland, den Niederlanden und Schweden zusammen. Ziel ist es, sowohl den Energiebedarf als auch die CO₂-Emissionen von kleinen Rechenzentren um je einen Fünftel zu senken. Herkömmliche Rechenzentren arbeiten häufig nur mit einer Auslastung von rund 15 Prozent. Trotzdem brauchen die Server ständig Strom und werden gekühlt. Um diesem Problem zu begegnen, wird die Kühlung der «ECO-Qube»-Rechenzentren intelligent gemacht: Die Sensordaten der einzelnen IT-Komponenten werden in Big-Data-Strukturen akkumuliert und tragen dazu bei, dass die Wärmeverteilung innerhalb der Anlage jederzeit genauestens erfasst wird. KI kombiniert diese Daten mit Luftstromsimulationen, so dass die Kühlung sehr gezielt eingesetzt werden kann. Gleichzeitig werden die Rechenlasten in den drei Test-Rechenzentren so verteilt, dass alle drei Anlagen so energieeffizient wie möglich betrieben werden können.

Abwärme nutzen

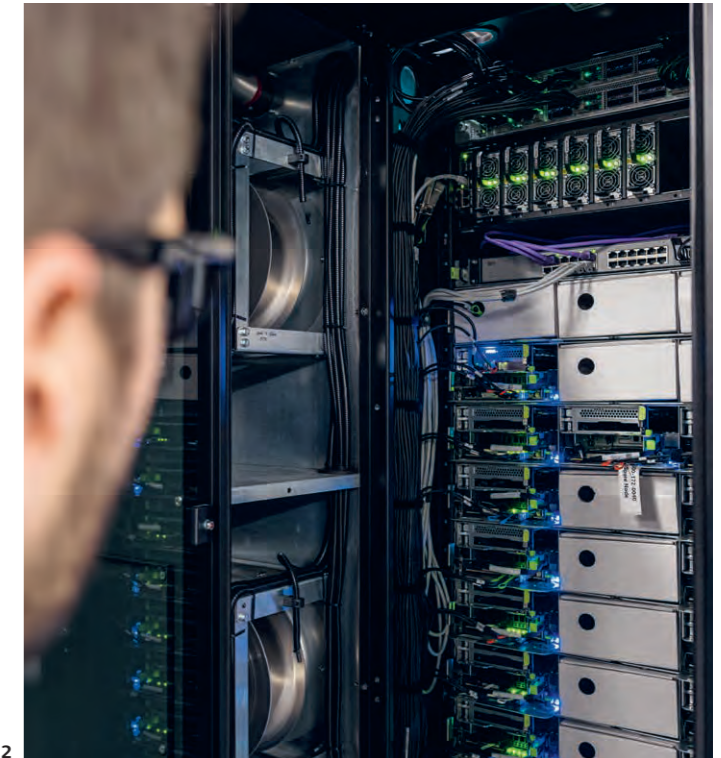
Die drei Rechenzentren werden zudem direkt in die Energiesysteme der umliegenden Quartiere integriert und sollen möglichst mit erneuerbarer Energie betrieben werden. Im NEST kommt der Strom dafür etwa unter anderem von den Photovoltaikanlagen der NEST-Units und des Empa-Mobilitätsdemonstrators move. Die Abwärme des Rechenzentrums wird an das bestehende Mittel- oder Niedertemperaturnetz abgegeben. Im Winter speist sie so direkt die Gebäudeheizung und dient über das Jahr gleichzeitig als Quelle für eine Wärmepumpe, die das Brauchwarmwasser bereitstellt. Die Kopplung der elektrischen und der thermischen Welt mit der IT-Infrastruktur und der Datenverarbeitung bietet ein grosses Optimierungspotenzial hin zu einem nachhaltigen Betrieb dieser Anlagen.

Das Projekt läuft drei Jahre. Nach dem Abschluss will das Team Richtlinien für Planer und Gebäudebetreiber bereitstellen können, um sie bei einer energieeffizienten Integration von Rechenzentren in Gebäude und Quartiere zu unterstützen. //

- 1 mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) und akkumulierten Sensordaten wird innerhalb des Rechenzentrums nur dort gekühlt, wo es gerade nötig ist.
- 2 Das ECO-Qube-Rechenzentrum im NEST ist sowohl Teil der IT-Infrastruktur als auch der Gebäudetechnik.



1



2

Schienen-«Polster» gegen Bahnlärm und Vibrationen

Bahnlärm ist für Anwohner von Schienentrassen oft eine Belastung. Zwar wurden bereits hunderte Millionen Franken in Lärmschutzwänden investiert, in leisere Bremssysteme und andere Massnahmen, um bis 2025 mindestens 80 Prozent der Schweizer Bevölkerung vor Bahnlärm zu schützen – doch weil der Bahnverkehr weiter zunehmen wird, bleibt noch viel zu tun.

Um die Belastung weiter zu mindern, haben Forschende der Empa und der «Haute École d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud» unter Federführung der EPFL einen unauffälligen Bestandteil des Schienensystems neu gedacht: Rail Pads. Diese Bauteile bestehen aus elastischem Kunststoff und stecken zwischen Schienen und Schwellen. Sie dienen dazu, den hochbelasteten Fahrweg aus verdichtetem Schotter und Betonschwellen zu schonen, indem sie den Schienen minimale Bewegungen erlauben. Doch gerade diese Schwingungsfreiheit lässt die Schiene stärker «klingen» – und dieser Lärm ist bei den häufigsten Geschwindigkeiten zwischen 60 und 160 km/h der entscheidende Faktor.

Ein massgeschneiderter Verbundwerkstoff

Rail Pads bestehen in der Schweiz meist aus dem harten Kunststoff Ethylenvinyl-

acetat (EVA). Zwar würde ein weiches Material den Fahrweg besser schonen – aber zum Preis einer höheren Lärmbelastung. Um dieses verzwickte Problem zu lösen und eine leisere Alternative zu schaffen, hat das Forscherteam in den vergangenen Jahren im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) und des Bundesamtes für Verkehr (BAV) in Zusammenarbeit mit den SBB neuartige Rail Pads aus einem Verbundmaterial entwickelt.

Die Fachleute setzten zunächst auf das Zusammenspiel des harten EVA und des weichen Werkstoffs Polyisobutylen (PIB), dessen Dämpfung präzise auf den Frequenzbereich von etwa 200 bis 2000 Hertz abgestimmt werden kann, in dem die Schwingungen besonders geräuschintensiv sind. Zunächst entwarfen sie Dutzende Varianten: Sandwich-Strukturen aus flachen Schichten – mit und ohne «Deckel» aus EVA, zickzack-geformte PIB-Füllungen, Oberflächen mit Einschnitten und allerlei mehr.

Praxistest auf realer Bahnstrecke

Computerberechnungen und Labormessungen von neu entwickelten Bauteilen ergaben schliesslich eine andere gute Lösung: ein weiches Material mit hoher Dämpfung und genau vorgegebener

Dr. Bart Van Damme, bart.vandamme@empa.ch

Geometrie. Die Forschenden stellten mit dem Kunststoffhersteller Semperit erste Prototypen her. Und testeten ihre Rail Pads schliesslich im März 2022 gemeinsam mit Fachleuten der SBB in der Praxis – auf einem 100 Meter langen Gleisabschnitt nahe Nottwil im Kanton Luzern. Mit Messungen der Schwingungen von Gleisschwellen und Schienen, von Schallpegeln und anderen Daten wurden ihre Auswirkungen bei realen Zugfahrten exakt erfasst.

Die Resultate fielen erfreulich aus. Die Auswertung der Daten zeigte, dass die neuartigen Rail Pads sowohl den Zuglärm als auch die Schwingungen spürbar dämpften. Dank dieser Resultate sind die Forschenden nun optimistisch, dass die neuartigen Bauteile in Zukunft in der Praxis zum Einsatz kommen werden, falls die Herstellung der Zwischenlagen nicht zu nennenswerten Mehrkosten führen würde. //



3



1

1 Forschende messen die Schallemissionen der neuen Rail Pads auf einer 100 Meter langen Strecke bei Nottwil.



2

2 Zuglärm im Visier: Empa-Forscher Bart Van Damme mit einem neuartigen Rail Pad, das im Zugverkehr getestet wurde.

3 Die grauen, elastischen Rail Pads schützen die Schwellen vor hohen Belastungen. Bild: HEIG-VD

Kautschuk und Zellulose mischen? – Herausforderung gemeistert

Die Substitution von petrochemischen Materialien durch solche, die aus erneuerbaren Rohstoffen gewonnen werden, ist ein wichtiger Schritt zur Steigerung der Nachhaltigkeit. Aus pflanzlicher Zellulose gewonnene Materialien sind vielversprechende Kandidaten für diesen Anwendungsbereich: Sie sind erneuerbar, reichlich vorhanden und weisen eine geringe Umweltbelastung auf. In der Gummiindustrie erhält mikrofibrillierte Zellulose (MFC) aufgrund ihrer hohen Steifigkeit, der Morphologie ihrer Fibrillen, ihrer geringen Dichte und ihrer mechanischen Eigenschaften viel Aufmerksamkeit. Sie hat damit ein hohes Potenzial, die Eigenschaften von Kautschuk-Verbindungen zu verbessern.

MFC mit hydrophoben, also wasserabweisenden Kautschuken zu mischen ist jedoch eine Herausforderung. Zusammen mit der Empa als Entwicklungspartnerin hat der international tätige Schweizer Industriekonzern Dätwyler ein Verfahren zur Oberflächenmodifizierung von MFC entwickelt, um dieses Problem zu lösen. Erste Versuche sahen den Ersatz von petrochemischen Aramidfasern durch modifizierte MFCs vor. Die Ergebnisse zeigten eine gute Kompatibilität zwischen dem MFC-Füllstoff und der

Kautschuk-Matrix und verstärkten die Mischung sogar besser als herkömmliche erdölbasierte Aramidfasern. Die Entwicklung dieser neuartigen Füllstoffe wird ein wichtiger Schritt zur Steigerung der Nachhaltigkeit von Gummiprodukten wie zum Beispiel Pumpenmembranen sein.

Von der Forschung zur industriellen Umsetzung

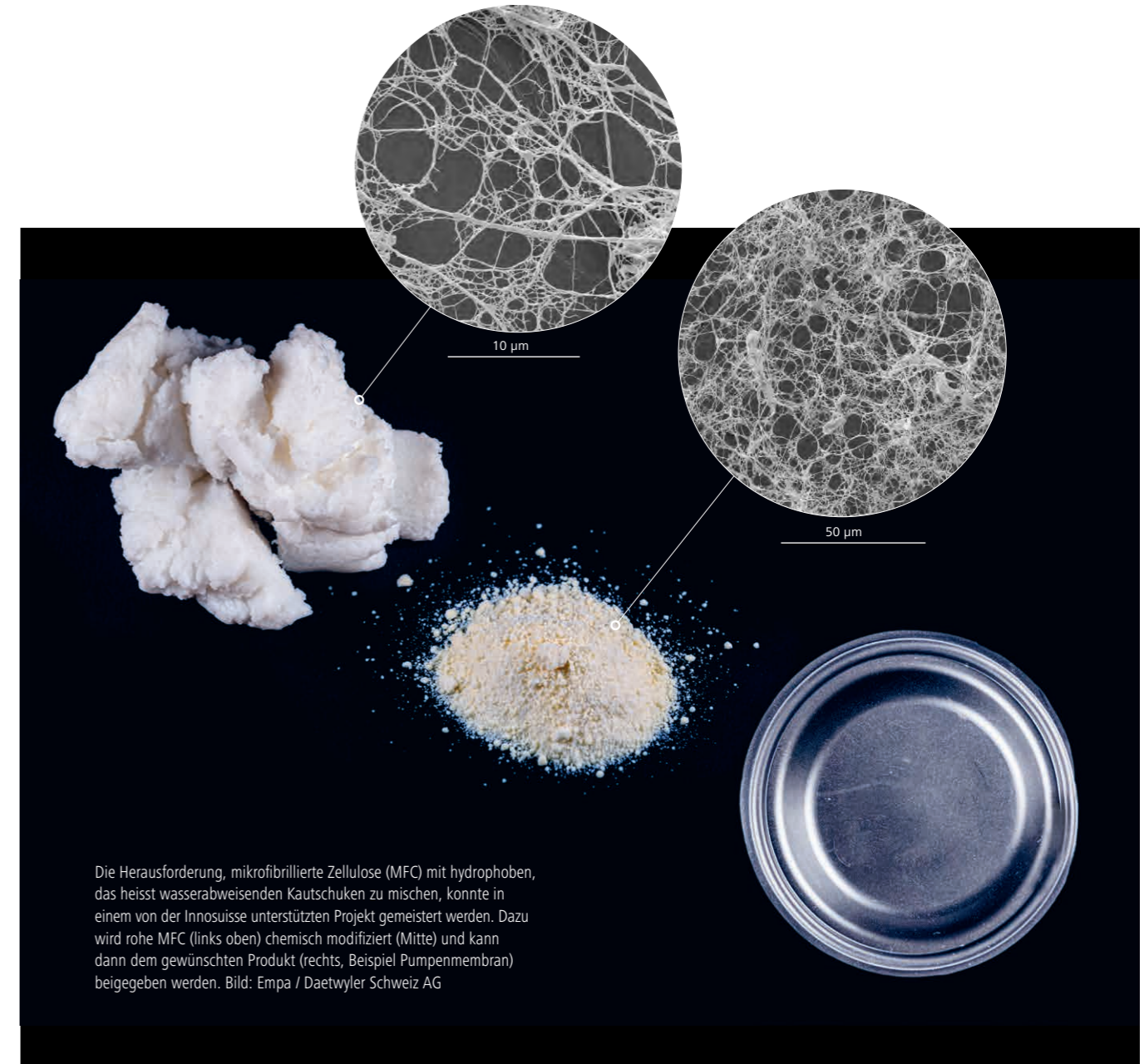
In nur zwei Jahren intensiver und offener Zusammenarbeit zwischen der Empa und Dätwyler Schweiz AG ist es im Rahmen eines von der schweizerischen Agentur für Innovationsförderung Innosuisse unterstützten Projekts gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, das die Welten von Zellulose und Kautschuk zusammenführt. Das Verfahren ist inzwischen patentiert.

Zur Umsetzung der Technologie sind jedoch weitere Schritte nötig. Die Produktion des Füllstoffs auf Zellulosebasis muss im Industriemassstab – über 30 Kilo pro Charge – möglich werden, weiter sind Serienversuche zur Aufbereitung und Formgebung nötig. Um das Potenzial des neuen Füllstoffs zu steigern, wird mit wichtigen Anwendern weiter am Elastormix geforscht. Der neu entwickelte Füllstoff dürfte in verschiedenen

Dr. Thomas Geiger, thomas.geiger@empa.ch

Anwendungsbereichen für die Industrie, auch der Automobilindustrie, von Interesse sein. Bis zum Abschluss der Entwicklung und wegen der erforderlichen Validierungen an den Bauteilen wird es weitere zwei bis fünf Jahre dauern, bis Produkte mit dieser Technologie auf den Markt kommen.

Das Projekt ist ein gutes Beispiel dafür, wie wertvoll die Unterstützung von Innosuisse für solche Innovationsprojekte ist, die durch neuartige Produkte und Verfahren nicht nur die Unternehmen selbst, sondern letztlich auch den Industriestandort Schweiz stärken und wirtschaftlich voranbringen. //



Die Herausforderung, mikrofibrillierte Zellulose (MFC) mit hydrophoben, das heisst wasserabweisenden Kautschuken zu mischen, konnte in einem von der Innosuisse unterstützten Projekt gemeistert werden. Dazu wird rohe MFC (links oben) chemisch modifiziert (Mitte) und kann dann dem gewünschten Produkt (rechts, Beispiel Pumpenmembran) beigegeben werden. Bild: Empa / Daetwyler Schweiz AG

Smarte Wundbehandlung

Dr. Peter Wick, peter.wick@empa.ch
Prof. Dr. Inge Kathrin Herrmann, inge.herrmann@empa.ch
Prof. Dr. Katharina Maniura, katharina.maniura@empa.ch
Prof. Dr. René Rossi, rene.rossi@empa.ch

Schlecht heilende Wunden stellen die Medizin vor grosse Herausforderungen – insbesondere nach Operationen am Verdauungstrakt. An der Empa wurde daher ein Polymerpflaster für den Darm entwickelt, das Verletzungen und Operationswunden stabil verklebt und abdichtet. Das Hydrogel-Material verhindert, dass keimbeladene Verdauungssäfte aus dem Darmtrakt austreten und eine Bauchfellentzündung oder sogar eine lebensbedrohliche Blutvergiftung (Sepsis) auslösen.

Nun konnten weitere Eigenschaften in die Technologie integriert werden: Der gummiartige Verbundstoff reagiert selektiv mit Verdauungsssekreten, die aus inneren Wunden entweichen könnten, quillt auf und schliesst umso dichter. Zusätzlich ist das Hydrogelpflaster mit antibiotischen Substanzen und chemischen Sensoren ausgestattet, die innerhalb kürzester Zeit reagieren, wenn eine Nahtstelle leckt. Dies ermöglicht eine frühzeitige Intervention – bevor sich der Gesundheitszustand der Betroffenen verschlechtert. Der kostengünstige, bioverträgliche Superkleber soll so Spitalaufenthalte verkürzen und Gesundheitskosten einsparen.

An den Grundlagen dieser neuen Versiegelungstechnologie arbeitet Alexandre Anthis unter der Leitung von

Inge Herrmann in Labors der Empa und der ETH Zürich gemeinsam mit klinischen Partnern am Kantonsspital St. Gallen, dem «Queen Elizabeth University Hospital» in Birmingham und dem «Charles University Biomedical Center» im tschechischen Pilsen. Die Arbeiten werden durch mehrere Stiftungen unterstützt, darunter die Evi Diethelm-Winteler-Stiftung, die Hans Gröber-Stiftung und die Peter Bockhoff-Stiftung.

Die Empa verlieh Nachwuchsforscher Anthis für seine Arbeit den Forschungspreis 2022, auch aufgrund der hohen Relevanz für die Anwendung in der Medizintechnik. Zudem erhielt Anthis eines der begehrten «ETH Pioneer Fellowships». Seine Arbeiten sicherten ihm einen Platz auf der «Forbes 30 Under 30»-Liste in der Kategorie «Science & Healthcare».

Derzeit gründet Anthis das Start-up «Veltist». Das künftige Biomed-Unternehmen will als Spin-off der Empa und der ETH Zürich Materialien entwickeln und zur Marktreife bringen, die in der Chirurgie zu einem optimalen Wundverschluss und einer verbesserten Heilung beitragen sollen und auf diese Weise helfen, die gefürchteten Komplikationen zu vermeiden.

Smarter Verband für die Haut

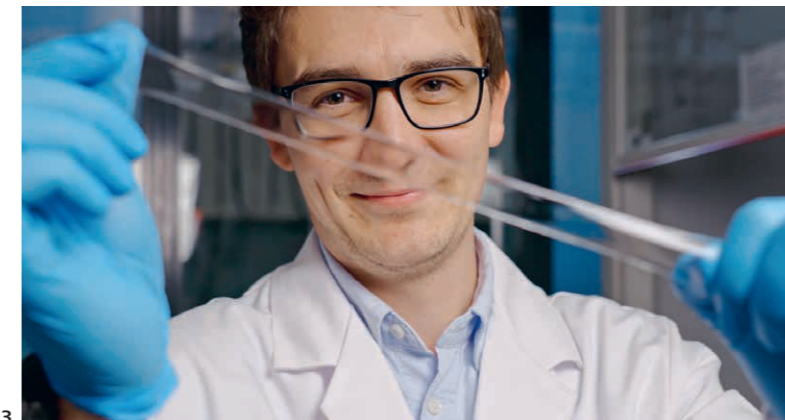
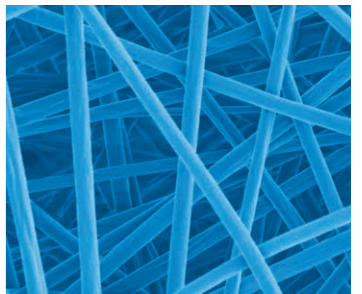
In interdisziplinären Teams arbeiten Empa-Forschende an weiteren Ansätzen zur Verbesserung der Wundbehandlung. Darunter ist ein smarter Verband aus Polymerfasern, der ein keimtötendes Mittel abgibt, sobald sich die Umgebung aufgrund einer Infektion erwärmt. Denn ob eine Wunde unter dem Verband problemlos verheilt oder Bakterien eine Entzündung entfachen, lässt sich von aussen meist nicht erkennen. Hier vorbeugend Antibiotika einzusetzen, fördert die Entstehung von multiresistenten Keimen, die ein immenses Problem der globalen Gesundheitsversorgung darstellen. Der neuartige Verband soll nun selbstständig antibakterielle Medikamente verabreichen – aber natürlich nur dann, wenn sie auch wirklich benötigt werden. Hierzu stellten die Forschenden eine feine Membran aus einem hautverträglichen Polymergemisch mittels Elektrospinnen her. Das Materialdesign des Verbundstoffs führt dazu, dass die Fasern weich werden und das integrierte Medikament abgeben, wenn die Temperatur in der Wunde übermässig ansteigt. Auf diese Weise lassen sich Wundkeime präzise und im richtigen Moment bekämpfen. //



1 Der Empa-Forscher Fei Pan arbeitet an einem smarten Pflaster, das Medikamente nur dann abgibt, wenn sich eine Wunde entzündet.

2 Diese Nanofasern aus einem Polymergemisch (hier auf einer kolorierten Rasterelektronenmikroskopie-Aufnahme in 6000-facher Vergrösserung) setzen ein antimikrobielles Mittel frei, wenn es ihnen zu warm wird.

3 Das Hydrogel-Kompositmaterial entstand während der Dissertation von Alexandre Anthis.
Bild: Schwarz Pictures / Empa



Brücken bauen für den Technologietransfer

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

Neben der Forschung selbst ist der Transfer von neu entwickelten Materialien und Technologien in die industrielle Anwendung eine Aufgabe, der sich die Empa seit vielen Jahren intensiv widmet. Zu einem erfolgreichen Transfer gehören dabei immer zwei Parteien: Forschungsinstitutionen wie die Empa als Startpunkt für technologische Innovationen und Partner in der Industrie, die neue Technologien erproben, einsetzen und an den Markt bringen wollen. Daher baut die Empa gemeinsam mit ihren Industriepartnern Brücken, über die neue Technologien ihren Weg in industrielle Anwendungen finden.

Solche Brücken sind etwa die Technologietransferzentren, die im Rahmen der von der Empa angestossenen AM-TTC-Initiative entstehen. Die Abkürzung AM-TTC steht dabei für «Advanced Manufacturing Technology Transfer Centers». Die einzelnen AM-TTCs verfügen über Infrastrukturen wie Pilotproduktionsanlagen, die es der Schweizer Industrie – insbesondere den hiesigen KMU – ermöglichen, neue Herstellungstechnologien kennenzulernen, auszuprobieren und in ihre Produktion zu übernehmen.

Zwei neue Zentren für die Schweizer Industrie

2019 wurde im Rahmen der ersten AM-TTC-Ausschreibung das «Swiss m4m Center» für 3D-gedruckte Implantate im solothurnischen Bettlach, an dem die Empa massgeblich beteiligt ist, sowie das ANAXAM-Zentrum am Paul Scherrer Institut (PSI) gegründet. Ende 2022 haben das Eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) und die «AM-TTC Alliance», der Dachverband der Initiative, entschieden, zwei weitere Zentren zu fördern: eines im Bereich der kollaborativen Robotik und eines im Bereich Photonik. Die Förderung bis Ende 2024 in Höhe von insgesamt 6,5 Millionen Franken erfolgt zum einen aus Mitteln des ETH-Rats, der den Aufbau von AM-TTCs in der Schweiz als Massnahme seiner strategischen Planung 2021–2024 definiert hat. Zum anderen erhalten die Zentren als «Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung» (gemäss Art. 15 FIFG) Fördergelder vom Bund.

Das «Swiss Robotics Competence Center» (S3C) am Innovationspark in Biel will die Chancen der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter aufzeigen. Sein Ziel ist es, die Lücke zwischen

den theoretischen Fähigkeiten von Robotern und der industriellen Realität zu schliessen und somit kollaborative Roboter stärker in die industrielle Anwendung zu bringen. Schweizer Unternehmen erhalten mit dem S3C den Zugang zu Know-how und einer Demonstrations- und Testplattform für innovative Cobotic-Lösungen.

Das zweite neu gegründete AM-TTC, das «Swiss Photonics Integration Center» (Swiss PIC), ist im Schweizer Innovationspark «InnovAare» angesiedelt. Im Fokus dieses Zentrums stehen optische Komponenten und Systeme, die Lichtteilchen, sogenannte Photonen, transportieren und verarbeiten. Das Swiss PIC wird Anlagen aufbauen, die es ermöglichen, auch kleinste optische Komponenten in grössere Systeme oder Geräte zu integrieren und zu testen. In der Schweiz gibt es viele Unternehmen, aber auch Forschungsgruppen, die neue, innovative photonische Komponenten entwickeln und herstellen. Oft haben sie keinen Zugang zu solchen Anlagen. Diese Lücke soll das Swiss PIC schliessen. //



1

1 Kollaborative Robotik für industrielle Anwendungen – das steht im neu geförderten «Swiss Robotics Competence Center» (S3C) in Biel im Zentrum. Bild: Envato

2 Integration und Test photonischer Komponenten – Zugang zu den dafür notwendigen Anlagen bietet das «Swiss Photonics Integration Center» (Swiss PIC). Bild: Polariton



2

NEST – Treffpunkt für Innovation und Inspiration im Bauwesen

Spätestens als der Bundesrat im Frühling 2022 die besondere Lage für beendet erklärt hatte, verlagerten sich viele Treffen aus dem «Zoom»-Universum wieder in die reale Welt. Im NEST war die wieder aufkeimende Begegnungsfreude deutlich spürbar, lebt das Forschungs- und Innovationsgebäude doch vom täglichen Austausch zwischen Forschenden und Fachleuten aus dem Bau- und Energiesektor. Im Rahmen eines Sommerfests traf sich das Partner-Netzwerk erstmals wieder im NEST, blickte auf das Erreichte zurück und diskutierte über Zukünftiges. Insbesondere die neuen Units «HiLo» und «Sprint» weckten grosses Interesse – auch weit über das Netzwerk hinaus. Mehrere Tausend Besucherinnen und Besucher – hauptsächlich aus der Baubranche – nahmen wieder an Führungen und Events im NEST teil und liessen sich von materialsparenden Konstruktionen und kreislaufgerechten Bauweisen begeistern.

Das Bauen im Kreislauf wurde vom NEST-Team weiterhin aktiv gefördert. Zusammen mit der ETH Zürich, dem «Switzerland Innovation Park Central» und weiteren Partnern wurden mehrere Pitching-Sessions für einen «Innosuisse Innovation Booster» veranstaltet. Mit den gleichen Partnern lud man zudem zur

ersten «Circular Building UnConference» im Herbst 2022 in den Innovationspark Dübendorf. Im NEST selbst fanden mehrere Workshops zum Thema mit öffentlichen Bauherrschaften statt.

Die Umsetzung der nächsten Unit «STEP2» mit Innovationen rund um digitale Fertigung, Gebäudehülle, Energiesysteme und Kreislaufwirtschaft machte derweil entscheidende Fortschritte. Das Energie- und Behaglichkeitskonzept steht, die ersten Prototypen-Tests für die digital gefertigte Rippen-Filigrandecke und die wirbelsäulenförmige Betontreppe zeigten positive Resultate. Die Baueingabe ist erfolgt, der Baustart ist in diesem Jahr vorgesehen.

Drei Start-up-Gründungen im NEST-Umfeld

Mit «viboo», «MESH» und «Zurich Soft Robotics» sind 2022 gleich drei Start-ups gegründet worden, bei denen NEST eine entscheidende Rolle gespielt hat. Das Empa-Spin-off «viboo» hat mit einem prädiktiven Heizregler, der für bis zu 40 Prozent Heizenergieeinsparung sorgen kann, letztes Jahr viel Aufmerksamkeit sowie mehrere Awards und grosse Förderbeiträge erhalten. Die ersten Experimente hatten in der Unit «Urban Mining & Recycling» stattgefunden. «MESH», ein

Spin-off der ETH Zürich, bringt die robotische Fertigung von schalungsfreien Betonstrukturen zur Marktreife. Die Technologie wurde an der ETH Zürich entwickelt und 2018 erstmals in der Unit «DFAB HOUSE» in einem Bauprojekt eingesetzt. Und «Zurich Soft Robotics» wurde durch Forschende der Empa und der ETH Zürich gegründet. Mit dem Produkt «Solskin» haben sie sich zum Ziel gesetzt, die von der ETH Zürich entwickelte und in der Unit «HiLo» implementierte adaptive Solarfassade noch dieses Jahr auf den Markt zu bringen. Die Prämierung der Fassade mit dem Watt d'Or durch das Bundesamt für Energie (BFE) im Januar 2023 lässt das Start-up optimistisch in die Zukunft blicken.

Im November durften die Macher der Unit «HiLo» den Architekturpreis «Arc Award» in der Kategorie «Digitalisierung» entgegennehmen – eine weitere Anerkennung für den Innovationsgeist im NEST, der täglich durch den Austausch zwischen Forschung und Industrie neu befeuert wird. //

Reto Largo, reto.largo@empa.ch



1



2

1 Das kreislaufgerechte Bauen, das in den Units «Urban Mining & Recycling» und «Sprint» demonstriert wird, weckte weiterhin sehr grosses Interesse – auch bei öffentlichen Bauherrschaften.

2 Die Solarfassade der NEST-Unit «HiLo» erhielt im Januar 2023 den Energiepreis Watt d'Or. Foto: Roman Keller

Meilensteine in der postfossilen Mobilität

Die jüngsten Turbulenzen im Energiebereich haben einmal mehr verdeutlicht, dass sich unser Energiesystem ändern muss und die Diskussion über den Wandel hin zu erneuerbaren Energieträgern intensiviert werden muss. Auch im Empa-Mobilitätsdemonstrator «move» brachte dieses ereignisreiche Jahr einiges in Bewegung.

Fahren mit Synfuels

Sichtbares Zeichen hierfür ist die Integration einer «Direct Air Capturing»-Anlage (DAC) von Climeworks im move. Damit können der Atmosphäre künftig pro Tag bis zu 200 Kilogramm CO₂ entzogen werden. Dieses CO₂ wird genutzt, um in Verbindung mit Wasserstoff (H₂) synthetische Treibstoffe herzustellen. Ein erster Demonstrator für die Herstellung von synthetischem Methan (CH₄), bestehend aus einer konventionellen ersten Stufe und einer an der Empa entwickelten zweiten Stufe mit Sorptionsverstärkung, wurde 2022 als Laboranlage realisiert und in Betrieb genommen. Das sorptionsverstärkte Verfahren ermöglicht, dass das bei der Reaktion entstehende Wasser kontinuierlich vom Katalysatorträger aufgenommen wird und dadurch als Produkt lediglich Methan anfällt – in reiner Form. Damit entfällt

die aufwändige Aufreinigung des bisherigen Produktgemisches.

Zusätzlich wurde im vergangenen Jahr ein System zur Nutzung der Abwärme der Elektrolyseanlage umgesetzt, die während der Wasserstoffproduktion anfällt. Diese wird über eine Wärmepumpe von 60 °C auf rund 120 °C angehoben und kann so für die Desorption des CO₂ in der DAC-Anlage genutzt werden. Das Projekt wird vom ETH-Rat, dem Kanton Zürich, der Glattwerk AG, Avenergy Suisse, Migros, Lidl, Armasuisse und Swisspower unterstützt.

Fahren mit Wasserstoff

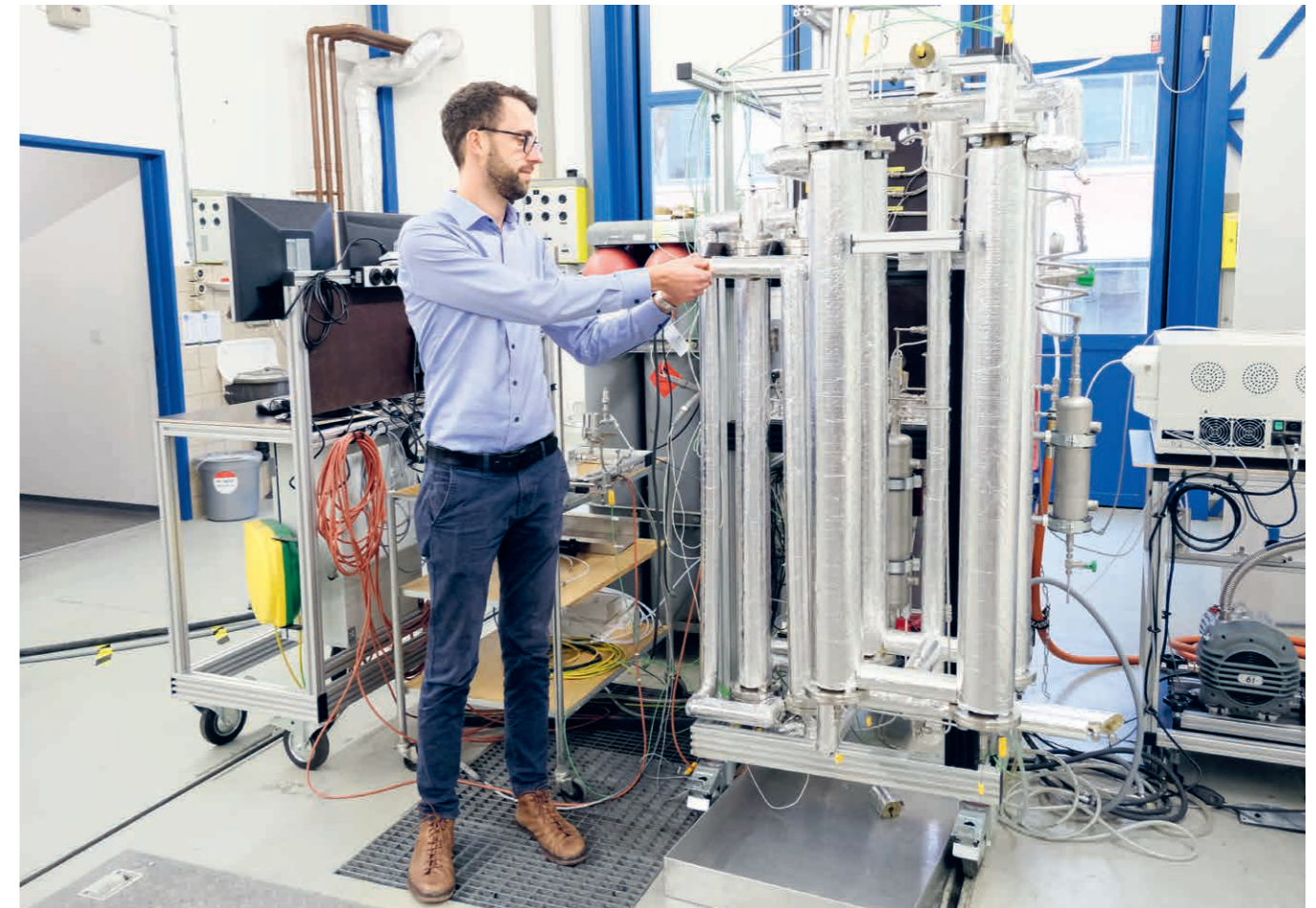
Im Bereich Wasserstoffmobilität steht die Untersuchung der Wärmeerzeugung bei der Betankung von H₂-Druckbehältern im Vordergrund. Ohne entsprechende Massnahmen würde sich die Temperatur in einem derartigen Druckbehälter für Personenwagen während der Betankung um bis zu 100 °C erhöhen, was den Druckbehälter schneller altern liesse. Daher wird der Wasserstoff auf -40 °C vorgekühlt. Allerdings ist noch unklar, ob dies bei grösseren Druckbehältern, etwa für LKW, ausreicht. Im Rahmen einer Doktorarbeit wurde deshalb in einem ersten Schritt ein Versuchsaufbau realisiert, um während der Betankung die Temperaturverteilung

im und am Druckbehälter zu messen. Ausserdem entwickelten die Forschenden Strömungs- und Wärmeübergangsmodelle, um die verschiedenen physikalischen Effekte detailliert simulieren zu können. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich durchgeführt und vom Bundesamt für Energie (BFE) und dem EU-Forschungsprogramm «Horizon 2020» finanziert.

Fahren mit Strom

Im Bereich der Elektromobilität werden zurzeit die Weichen für eine Ergänzung der aktuellen (monodirektionalen) Ladesäule gestellt. Eine Studie der Empa hat letztes Jahr gezeigt, dass das systemdienliche Laden von Elektrofahrzeugen einen wesentlichen Beitrag zur Transformation des Energiesystems leisten kann. In einer Fahrzeugbetriebsstudie wird nun auf Einzelfahrzeugbasis im Detail untersucht, wie unterschiedliche Personenwagen in der Realität genutzt werden. Diese Daten werden unter anderem verwendet, um die Umsetzung des systemdienlichen Ladens weiter zu konkretisieren. //

Christian Bach, christian.bach@empa.ch



Erkenntnisse aus dem neu entwickelten Reaktorkonzept dienen als Basis für den Bau von Grossanlagen: Florian Kiefer, Projektverantwortlicher für die sorptionsverstärkte Methanisierung, neben der Versuchsanlage.

Der Weg zu einem resilienten Energiesystem

Im Jahr 2022 war die Energieversorgung ein omnipräsentes Thema. Die Angst vor einer Energieknappheit im Winter prägte den gesellschaftlichen Diskurs. Klar ist, dass neue Ansätze gefunden werden müssen, die das Energiesystem Schweiz künftig resilienter machen und die Auswirkungen von Mangellagen möglichst tief halten können. Als Energiedemonstrator leistet der «Energy Hub» (ehub) der Empa einen zentralen Beitrag, um solche Ansätze zu entwickeln und in die Praxis zu überführen. Durch die Kombination der beiden Demonstratoren NEST (siehe Seite 24 und move (siehe Seite 26) liefert er wichtige Erkenntnisse für das Energiemanagement auf Quartier-ebene sowie zur Sektorkopplung und bietet eine reale Umgebung, um neue Ideen und Konzepte zu entwickeln und zu validieren.

Forschen für die Energiewende

Im vom Bundesamt für Energie (BFE) finanzierten «PATHFNDR»-Projekt untersuchen Empa-Forschende gemeinsam mit anderen Instituten, wie die Integration erneuerbarer Energien in das Schweizer Energiesystem und die Kopplung verschiedener Sektoren beschleunigt werden können. Damit würde sich die Flexibilität des Gesamtenergiesystems erhöhen.

2022 konnte das Team wichtige Fortschritte erzielen: So hat die Empa gemeinsam mit dem Paul Scherrer Institut (PSI), der Hochschule Luzern (HSLU) und der EPFL einen Standard für den Beschrieb und die Modellierung der technischen Komponenten ausgearbeitet. Damit stehen allen Mitgliedern des Konsortiums einheitliche digitale Modelle der technischen Infrastruktur für ihre Forschungsarbeiten zur Verfügung.

Im April erfolgte der Startschuss für das «SWEET Lantern»-Projekt, das ebenfalls vom BFE gefördert wird. Das auf acht Jahre angelegte Projekt zielt darauf ab, Energielösungen zu entwickeln, mit denen die Schweiz das angestrebte «Netto-Null»-Ziel erreichen kann. Im Projekt sind neben technischen Instituten erstmals auch sozialwissenschaftliche Partner involviert. Damit wird gewährleistet, dass bei der Dekarbonisierung des Energiesystems auch der zentrale Faktor Mensch mitberücksichtigt wird, da dieser den Wandel entscheidend mitgestaltet. Im ehub werden diese «soziotechnischen» Ansätze entwickelt und rein technischen Lösungen gegenübergestellt.

Ein «Netto-Null»-Campus

Auch auf dem Empa-Areal ist die Dekarbonisierung ein zentrales Thema. Der

neue Campus, der sich aktuell im Bau befindet, soll künftig eine neutrale CO₂-Bilanz aufweisen. Dazu wird das ehub-Team – basierend auf der Erfahrung aus früheren Projekten im NEST – für jedes neue Gebäude einen digitalen Zwilling erstellen. Diese Modelle ermöglichen es, den Betrieb weiter Richtung «Netto-Null» zu optimieren.

Neben dem neuen Campus gilt es auch, den Betrieb der bereits bestehenden Empa-Gebäude zu optimieren. Dabei kommt die innovative Lösung des Empa-Spin-offs «viboo» zur Anwendung. Das Unternehmen wurde nach mehrjähriger Forschung im «Urban Energy Systems Lab» und im ehub-Team im März 2022 gegründet. «viboo» hat einen Algorithmus mit Hilfe der Daten aus dem «Digital Hub» (dhub) entwickelt, mit dem man auch ältere Gebäude relativ einfach mit rund einem Viertel weniger Energie betreiben kann. Wichtig dabei: Der Nutzerkomfort bleibt gleich – oder verbessert sich sogar noch. Nach einem erfolgreichen Pilotprojekt mit dem Thermostathersteller Danfoss in einem Bürogebäude der Empa werden nun weitere Gebäude auf dem Areal mit den «smarten» Thermostaten ausgerüstet. //

Philipp Heer, philipp.heer@empa.ch



Um die Flexibilität des Energiesystems zu steigern, muss der Ausbau und die Integration erneuerbarer Energien sowie die Sektorkopplung beschleunigt werden. Das ehub-Team ist an diversen Projekten beteiligt, um dies voranzutreiben. Bild: Adobe Stock

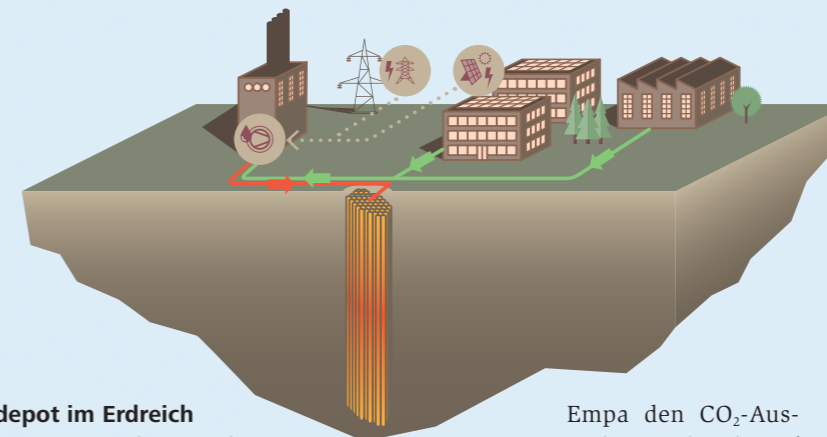
Ein moderner Forschungscampus entsteht

Kevin Olas, kevin.olas@empa.ch

Die Erweiterung «co-operate» des gemeinsamen Campus der Empa und der Eawag in Dübendorf schreitet zügig voran: Nachdem im Mai 2021 die Bauarbeiten mit dem «ersten Spatenstich» begonnen hatten und im September die «Grundsteinlegung» stattfand, kam es am 14. Juli 2022 zum nächsten Meilenstein: Das Laborgebäude war im Rohbau fertiggestellt und hatte seine volle Höhe erreicht. Als deutlich sichtbares Zeichen der Vollendung des Rohbaus

wurde dann ein Bäumchen aufs Dach gestellt. Traditionell stand dann das Richtfest an, die «Aufrichte». Im Mittelpunkt der Feierlichkeit standen für einmal nicht die Chefs, sondern die Ausführenden, die Bauleute. Ihnen wurde von der Bauherrschaft mit der Feier für ihre wertvolle Arbeit gedankt.

Das Laborgebäude, das ab Frühjahr 2024 Platz für etwa 30 Labors und 30 Büros bieten wird, wird dereinst hochempfindliche Forschungsinstrumente beherbergen. Deshalb tragen 48 Pfähle einer «kombinierten Pfahl-Plattengründung» die Lasten in eine tragfähigere Bodenschicht in bis zu 18 Metern Tiefe ab.



Wärmedepot im Erdreich

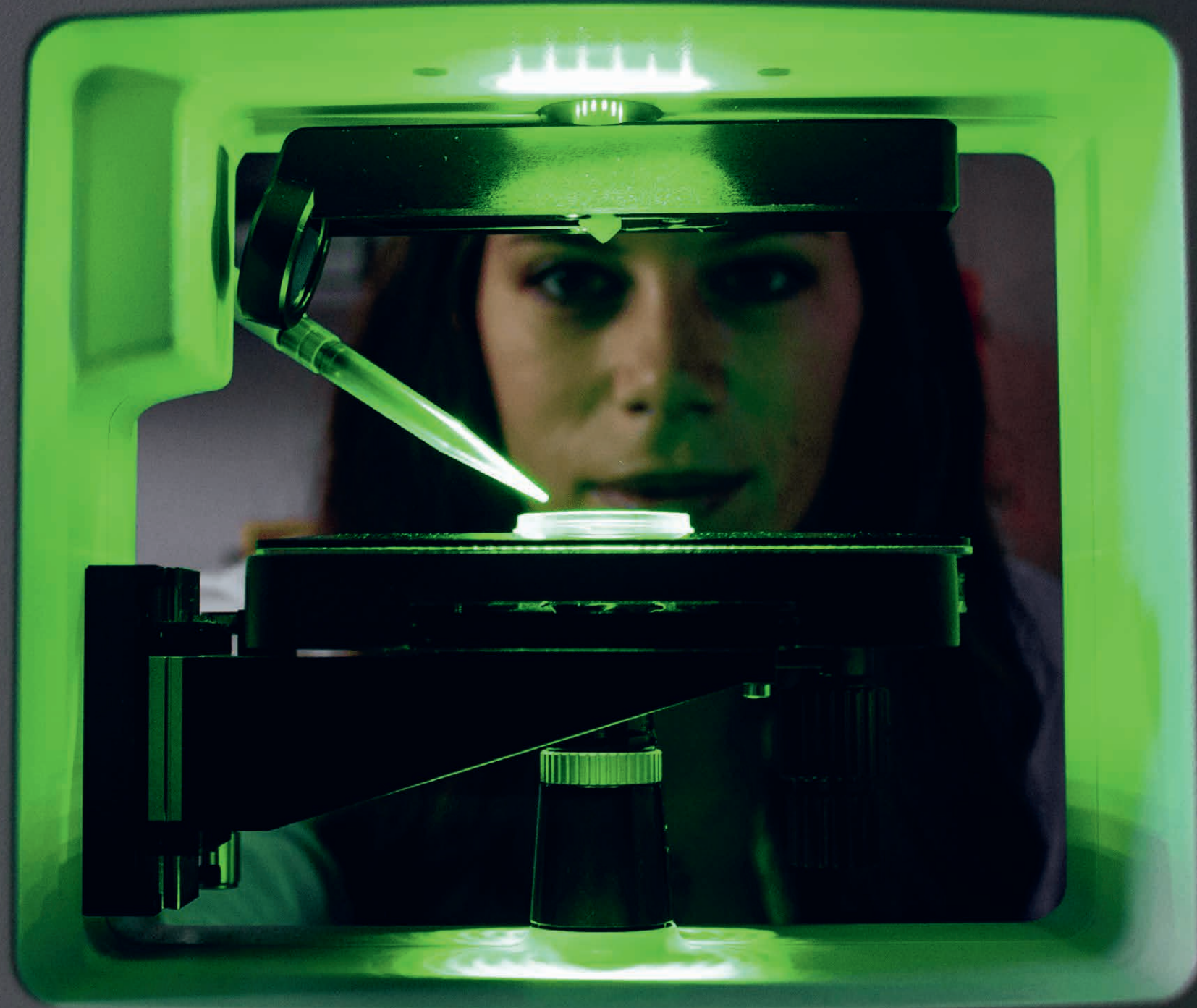
«co-operate» ist zudem auch selber Objekt der Forschung. Denn unter dem Areal entsteht ein experimenteller, saisonaler Energiespeicher, der nicht nur die neuen Gebäude, sondern das gesamte Empa-Eawag-Areal mit Energie beliefern wird. Im Sommer wird Abwärme, beispielsweise der Kältemaschinen, gespeichert – um diese dann im Winter zum Heizen oder für die Produktion von Brauchwarmwasser nutzen zu können. Angestrebt wird, rund 90 Prozent der generierten Abwärme entweder direkt zu nutzen oder im Erdspeicher «zwischenzulagern». Dadurch will die

Empa den CO₂-Ausstoss ihrer Gebäude auf ein Minimum senken und so einen wichtigen Meilenstein für eine nachhaltige Energiezukunft legen.

Der Wärmespeicher – ein Erdsondenfeld mit einem Temperaturgradienten – umfasst 144 Erdsonden, die bis zu 100 Meter tief in den Boden reichen. In dieser Tiefe arbeitet der Speicher besonders effektiv und verliert dabei nur einen geringen Anteil der gespeicherten Wärme an die Umgebung. Im Zentrum des Erdsondenfelds können die Maximal-

temperaturen bis zu 50 °C betragen, und am Rand liegen die Werte bei ungefähr 10 °C. Über ein Röhrensystem ist es möglich, jede Röhre der Erdsonden einzeln oder auch definierte Bereiche anzusteuern und so den optimalen Mix zwischen Temperatur, Wirkungsgrad und Energiespeicher zu erreichen. Ein solcher Erdspeicher ist zwar sehr effektiv, wegen seiner grossen Masse aber auch träge. Die Empa-Forschenden gehen davon aus, dass sich die endgültige Betriebstemperatur nach circa drei bis vier Jahren eingestellt haben wird. //





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. Lorenz Herrmann, lorenz.herrmann@empa.ch

Die Idee, dass unsere Materie aus kleinsten Teilchen besteht, ist mehr als 2000 Jahre alt. Im antiken Griechenland wurde der Atomismus erstmals formuliert und später von vielen bedeutenden Denkern aufgenommen und weiterentwickelt. Freilich blieben all diese Überlegungen zunächst philosophischer Natur und wurden erst im 19. und 20. Jahrhundert durch die moderne Atomphysik in naturwissenschaftliche Formulierungen überführt. 1974 hat dann der japanische Wissenschaftler Norio Taniguchi den Begriff der Nanotechnologie geprägt – für ihn die Fähigkeit, Materialien auf atomarer Skala zu verändern. Um dies zu ermöglichen, wäre es allerdings notwendig gewesen, Atome auf der Nanoskala zu visualisieren.

Vor rund 40 Jahren gelang Heinrich Rohrer und Gerd Binnig am IBM-Forschungszentrum in Rüschlikon ein grosser Schritt in diese Richtung: Mit der Entwicklung des Rastertunnelmikroskops öffneten sie experimentell das Tor zum Nanokosmos. Mit weiteren Methoden wie der Rasterkraftmikroskopie oder röntgenspektroskopischen Methoden wurden Atome und Moleküle auf einmal «sichtbar» bzw. konnten Materialparameter plötzlich auf der Mikro- und Nanoskala gemessen werden.

Vom Standbild zu zeitaufgelöster «In-Situ»-Diagnostik

Der nächste Entwicklungsschritt ist nun, von statischen Untersuchungen zu zeitaufgelösten Analysen überzugehen. Mit zeitaufgelösten Methoden kann man neu auch Prozesse an und in Materialien verfolgen und untersuchen. Dies bringt jedoch auch neue Herausforderungen mit sich: Stark verallgemeinert gesagt konkurrieren sich Orts- und Zeitauflösung, wenn man Effekte auf der Nanoskala untersucht. Eine hohe Ortsauflösung bedingt ein sehr gutes Verhältnis zwischen Messsignal und Rauschen. Nichtsdestotrotz kann das Rauschen nicht gänzlich unterdrückt werden, somit braucht es für eine gute räumliche Auflösung eine Mittelung der Messsignale, was wiederum Zeit beansprucht und somit die Zeitauflösung limitiert. Oft ist ein Kompromiss zwischen Zeit- und Ortsauflösung unumgänglich.

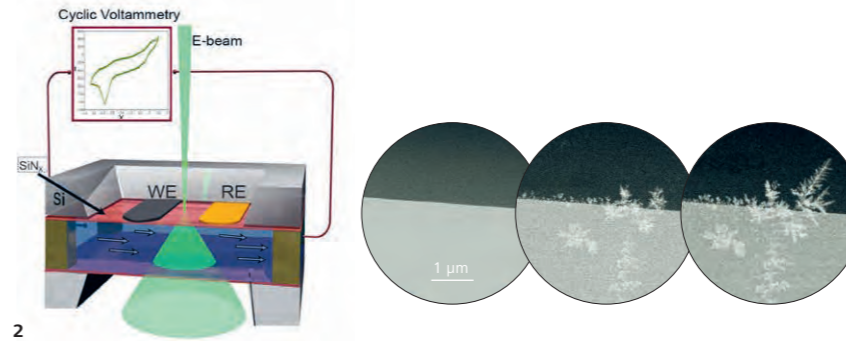
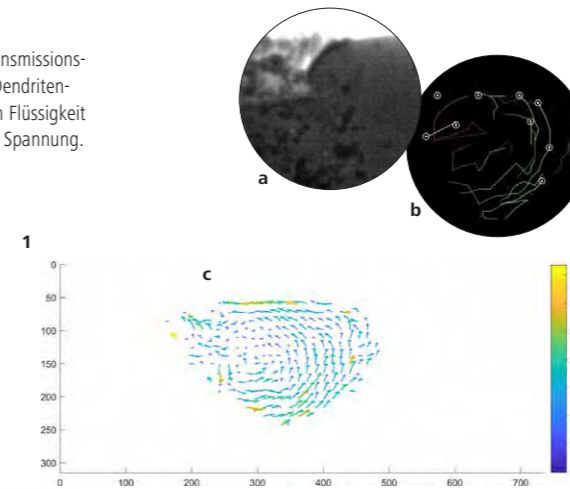
Neue Entwicklungen, basierend auf besseren Detektoren und der Möglichkeit, grosse Datenmengen in Echtzeit zu verarbeiten, eröffnen seit kurzem neue Möglichkeiten, hohe Orts- und Zeitauflösung in einem Experiment zu verbinden. Zwei Beispiele, die dies besonders eindrucksvoll zeigen, sind die Synchrotron-Röntgen-Computertomographie und

die Transmissionselektronenmikroskopie. In einem einzigen Experiment kann nun ein Prozess mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung «in situ» untersucht werden.

Dies ermöglicht beispielsweise Momentaufnahmen eines Schmelzbades in einem Stahl während eines 3D-Druckprozesses, aufgenommen an der TOM-CAT-Beamline der «Swiss Light Source» (SLS) in Zusammenarbeit mit Partnern der EPFL. Hierfür kam eine am Paul Scherrer Institut (PSI) entwickelte miniaturisierte Laser-Pulverbettanlage zum Einsatz. Zur Verbesserung des Kontrasts wurden Wolframpartikel, die sich während des Prozesses nicht auflösen, hinzugegeben. Mit Hilfe von «Machine Learning»-Algorithmen ist es möglich, die Bewegung der Wolframpartikel im Schmelzbad über eine Vielzahl von Bildern mit hoher zeitlicher Auflösung zu verfolgen und daraus die Schmelzbad-dynamik während des 3D-Druckprozesses abzuleiten. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse dienen einem besseren Verständnis der Bildung von Defekten wie Poren oder Rissen, die während des 3D-Drucks auftreten können, und helfen so, additive Fertigungsprozesse im Hinblick auf eine verbesserte Bauteilqualität zu optimieren.

1
Röntgenaufnahme eines Schmelzbades mit Wolframpartikeln während eines 3D-Druckprozesses (a); Bewegungspfade der Wolframpartikel (b); Konvektionsgeschwindigkeitsverteilung im Schmelzbad, berechnet aus 2000 Einzelbildern (c)

2
Elektrochemische Flüssigzellen-Transmissionselektronenmikroskopie zeigt das Dendritenwachstum in einer elektrolytischen Flüssigkeit unter Anlegung einer elektrischen Spannung.



Mittels elektrochemischer Flüssigzellen-Transmissionselektronenmikroskopie untersuchten Empa-Forschende das Dendritenwachstum in einer elektrolytischen Flüssigkeit unter Anlegung einer elektrischen Spannung. Dieser in einem Modellsystem simulierte Prozess ist entscheidend für das Versagen von Batteriematerialien – denn in Batterien können solche nanoskaligen Dendrite zu Kurzschlüssen führen.

Analytik auf der richtigen Längenskala

Diese Beispiele zeigen, wie wichtig Werkstoffanalytik auf der Nanoskala in Zukunft sein wird. Dadurch wird es möglich, physikalische und elektrochemische Prozesse auf der für sie entscheidenden Längenskala besser zu verstehen. Dies kann ein Türöffner sein für künftige technologische Durchbrüche. //

Nachhaltigkeit beruht auf Dauerhaftigkeit

Dr. Mateusz Wyrzykowski, mateusz.wyrzykowski@empa.ch
Dr. Peter Richner, peter.richner@empa.ch

Einer der wichtigsten Aspekte bei der Reduktion unseres Ressourcenverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen ist die Gewährleistung der Langlebigkeit unserer gebauten Umwelt. Diesem Thema widmen sich an der Empa verschiedene Teams, die sich mit der Beständigkeit von Baumaterialien beschäftigen. Durch das Verständnis der Alterungs- und Abbauprozesse lassen sich geeignete Strategien für die Zukunft der bestehenden Strukturen entwickeln, etwa für eine Reparatur, Sanierung, Wiederverwendung usw. Andererseits kann bei neu entwickelten Materialien die Dauerhaftigkeit verbessert werden, um einen sicheren und zuverlässigen Betrieb mit einem Minimum an Reparaturen zu gewährleisten.

Längere Lebensdauer dank Verringerung der Alkali-Kieselsäure-Reaktion

Die Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) tritt auf, wenn kieselsäurehaltige Gesteinskörnungen mit der im Beton vorhandenen Alkalilösung reagieren. Die Bildung von AKR-Reaktionsprodukten führt zum Aufbau von Spannungen und schliesslich zur Rissbildung im Beton. Weltweit verursachen AKR-Risse schwere Schäden und begrenzen die Lebensdauer von Betonbauten. Insgesamt sind rund 25 Prozent der

130 Betonstaumauern in der Schweiz von AKR-Rissen betroffen. Aufgrund ihres vielschichtigen Charakters ist die AKR nach wie vor eine der komplexesten offenen Fragen in diesem Bereich. Die grössten Erfolge in jüngster Zeit wurden durch Empa-Wissenschaftler unter der Leitung von Andreas Leemann von der Forschungsabteilung «Beton und Asphalt» erzielt, unter anderem im Rahmen eines kürzlich abgeschlossenen SNF-Sinergia-Projekts in Zusammenarbeit mit dem PSI und der EPFL. Die Empa-Wissenschaftler konnten die Temperaturabhängigkeit der Struktur von AKR-Produkten zeigen und entwickelten kontrastverstärkende Methoden für die Röntgenmikrotomographie. Diese ermöglichen es, die Ausbreitung der AKR-Produktbildung und die Rissentwicklung in 4D zu verfolgen – ein Durchbruch in der AKR-Forschung.

Zusätzlich zu den Laborarbeiten sind Feldstudien an verschiedenen Expositionsorten ein wichtiges Instrument zur Vorhersage möglicher AKR-Schäden. In einem aktuellen von cemsuisse und dem Bundesamt für Energie (BFE) finanzierten Projekt untersucht das Team um Leemann und Mateusz Wyrzykowski Betonproben, die auf der Baustelle Spitalamm am Grimselsee der natürlichen Bewitterung ausgesetzt sind. Diese Untersuchungen

werden es ermöglichen, Beton mit reduzierter AKR-Anfälligkeit für dauerhafte und damit nachhaltige Infrastrukturbauten zu entwickeln. Zudem ermöglichen sie die Prognose der Schadensausbreitung in betroffenen Bauwerken.

Dauerhaftigkeit und Wiederverwendung von CFK-Drähten für Brücken kabel

Was tun mit den wertvollen kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK), die als parallel geführte Spannseile einer stillgelegten Brücke dienen? Diese Frage stellte sich, als das Verkehrs- und Infrastrukturdepartement des Kantons Luzern (vif), das vom ehemaligen Empa-Mitarbeiter Gregor Schwegler geführt wird, im April 2016 die Brücke «Kleine Emme» ausser Betrieb nahm. Die 1998 fertiggestellte Fussgänger- und Radfahrerbrücke war damals eine Weltneuheit als Stahl-Beton-Verbundbrücke, die mit parallel gespannten CFK-Seilen vorgespannt war. Sie wurde nicht wegen Baufälligkeit, sondern wegen eines neuen Konzepts für den Hochwasserschutz der Stadt Luzern ausser Betrieb genommen, wodurch die Brücke überflüssig wurde. Die Seile wurden während ihrer 18-jährigen Lebensdauer mittels integrierter Faseroptik – entwickelt von Forschenden der Empa-Abteilung «Transport at Nanoscale Interfaces» – überwacht und

1 Baustelle der neuen Staumauer am Grimselsee, wo die Betonproben für die Untersuchung der AKR-Rissbildung natürlicher Bewitterung ausgesetzt sind. Die 1932 fertiggestellte Staumauer dahinter weist erhebliche AKR-Risse auf und muss ersetzt werden. Foto: David Birri, Meiringen

2 Stilllegung der Brücke Kleine Emme im April 2016: Die von dieser Brücke zurückgewonnenen CFK-Drähte weisen auch nach 18 Jahren noch eine hervorragende Festigkeit auf und könnten daher bei künftigen Projekten wiederverwendet werden.



zeigten, dass keine erkennbaren Spannungsverluste aufgetreten waren. Aufgrund ihres Wertes von rund 45 000 Franken und ihres augenscheinlich guten Zustandes wurden die beiden CFK-Kabel mit rund 8,7 Kilometer CFK-Drähten für eine Wiederverwendung in anderen Bauwerken in Betracht gezogen. Daher wurden Zugversuche an den CFK-Drähten im Empa-Labor «Mechanical Systems Engineering» durchgeführt und mit Hilfe von faseroptischen Sensoren und Dehnungsmessstreifen auf ihre Zugeigenschaften untersucht. Diese Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit der University of Edinburgh durchgeführt. Erste Ergebnisse haben die aussergewöhnliche Haltbarkeit von CFK bestätigt. Nach 25 Jahren (davon 18 Jahre unter hoher Vorspannung und Witterungseinflüssen) weisen die CFK-Drähte noch eine Zugfestigkeit von 92 Prozent des ursprünglichen Werts von 3250 MPa auf, was immer noch knapp 100 Prozent der ursprünglichen Konstruktionsfestigkeit von 3000 MPa entspricht. Das Team von Giovanni Terrasi und das Empa-Spin-off Carbo-Link arbeiten derzeit mit dem vif daran, einige der CFK-Drähte für zwei neue CFK-Kabel mit neuartigen, in Harz gegossenen Ankerhülsen wiederzuverwenden, um eine alternde Spannbetonbrücke zu verstärken. //

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

Geschlossene Kreisläufe nehmen eine Schlüsselrolle für eine nachhaltige Entwicklung ein, da viele Ressourcen zur Produktion von Gütern endlich sind und deren Herstellung grosse Energiemengen benötigt. Dies gilt insbesondere für den energie- und materialintensiven Bausektor, aber auch für die Herstellung von Konsumprodukten sowie für die Energiebereitstellung und -speicherung. Um die Pariser Klimaziele erreichen zu können – zu denen sich die Schweiz verpflichtet hat –, ist es daher unumgänglich, dass wir als Gesellschaft dem nachhaltigen Umgang mit Ressourcen und der Schliessung von Stoffkreisläufen einen deutlich grösseren Stellenwert einräumen.

«CircuBAT» – Nachhaltigkeit für die Elektromobilität

Eine nachhaltige Elektromobilität bedingt, dass auch die Inhaltsstoffe der Lithium-Ionen-Batterien möglichst vollständig in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden können. Sieben Schweizer Forschungsinstitutionen – neben der Empa die BFH, das CSEM, die EPFL, die FH OST, der SIPBB und die Universität St. Gallen – sowie 24 Unternehmen suchen im Forschungsprojekt «CircuBAT» gemeinsam nach Möglichkei-

ten, die Stoffkreisläufe bei Lithium-Ionen-Batterien zu schliessen. Wissenschaft und Wirtschaft decken dabei in enger Zusammenarbeit den gesamten Lebenszyklus der Batterien ab, von der Produktion über die Anwendung bis hin zum Recycling, und entwickeln Strategien, wie neue Erkenntnisse aus der Forschung möglichst direkt in praktische Anwendungen umgesetzt werden können.

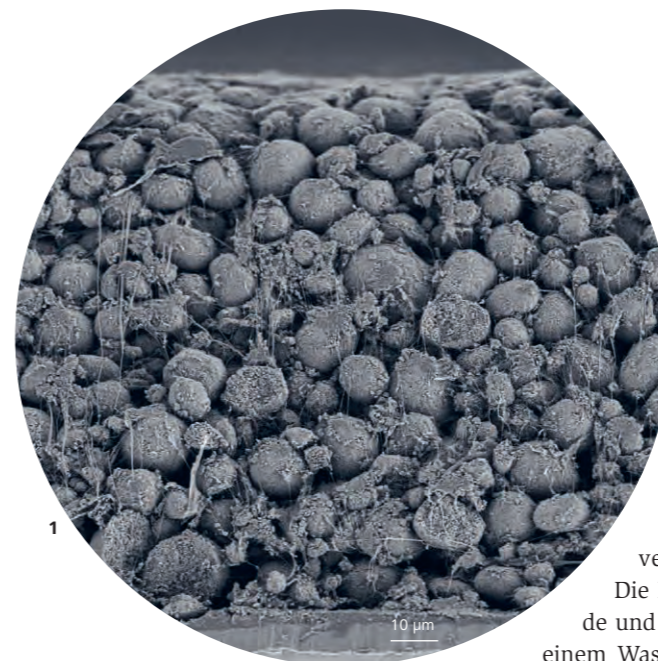
Durch Maximierung der Metallrückgewinnung und der Ressourceneffizienz werden Materialien für künftige Herstellungsprozesse bereitgestellt, und es wird vermieden, dass Batterien auf einer Mülldeponie landen oder anderweitig entsorgt werden. Dazu suchen die Projektpartner nach Lösungen für die Demontage und die Materialrückgewinnung, die es möglich machen, dass die Sekundärrohstoffe in grossen Mengen und guter Qualität wieder der Produktion von neuen Batterien zugeführt werden können.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verlängerung der Lebensdauer der Batterien. Erreichen wollen die Projektpartner dies durch die Entwicklung optimaler Lade- und Entladestrategien sowie durch neue Konzepte für die Montage von Batterien, die Reparaturen einfach möglich machen. Zudem könnten Batterien nach

ihrer ersten Anwendung in der Mobilität auch als stationäre Energiespeicher verwendet werden. Im Projekt wird deshalb auch untersucht, wie sich diese sicher und effizient ins Stromnetz integrieren lassen. Ergänzend zu diesen technischen Aspekten untersucht das Projekt auch sozioökonomische Aspekte und entwickelt zukünftige, ganzheitliche Geschäftsmodelle.

1
Rasterelektronenmikroskopieaufnahme einer trockenprozessierten Elektrode für Lithium-Ionen-Batteriezellen. Durch dieses neue Verfahren lassen sich bis zu 25 Prozent Energie bei der Batterieherstellung einsparen. Bild: Empa/Bühler

2
Empa-Forscherin Nora Bartolomé sucht nach neuen Recyclingmethoden für Lithium-Ionen-Batterien.



1



2

Schritt für Schritt zur Kreislaufwirtschaft

Von den sieben «CircuBAT»-Teilprojekten leiten Empa-Forschende deren drei. Im Teilprojekt «Materialrückgewinnung» verfolgen sie das Ziel, ein zusammen mit der Schweizer Firma Kyburz entwickeltes Recyclingverfahren zu optimieren.

Die Beschichtungen von Anode und Kathode werden dabei in einem Wasserbad getrennt. So werden unter anderem Kupfer, Aluminium und Lithiumeisenphosphat in bester Qualität zurückgewonnen und können so für die Produktion neuer Batterien wiederverwendet werden.

Im Teilprojekt «Herstellung von Batteriezellen» entwickeln Empa-Forschende Herstellungsprozesse, die deutlich weniger Energie benötigen. Dabei wird der bei weitem energieintensivste Schritt bei der Herstellung einer Lithium-Ionen-Batterie – die Trocknung der Batterieelektrode nach der Beschichtung – massgeblich verändert: Für die Elektrodenbeschichtung wird neu ein trockenes Verfahren ohne Lösungsmittel untersucht,

so dass auf eine anschliessende Trocknung künftig verzichtet werden kann. Studien der Empa zeigen, dass sich durch das Wegfallen des Trocknungsschrittes bei der Elektrodenfertigung bis zu 25 Prozent des Energieaufwandes bei der Zellproduktion einsparen lassen. Die Empa-Forschenden arbeiten dabei eng mit dem Schweizer Technologiekonzern Bühler zusammen.

Im Teilprojekt «Nachhaltiges Geschäftsmodell» untersuchen Experten der Universität St. Gallen und der Empa zusammen mit weiteren Partnern, wie tragfähige Businessmodelle für einen nachhaltigen Umgang mit (Auto-)Batterien zukünftig aussehen könnten. Dafür berücksichtigen sie neben den Kosten auch ökologische und soziale Auswirkungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Hauptziel ist es, geeignete, wirtschaftlich vorteilhafte Geschäftsmodelle zur möglichst raschen Umsetzung dieser Innovationen zu identifizieren.

«CircuBAT», eines der 15 Projekte der neu lancierten «Flagship Initiative» der Förderagentur Innosuisse, wird damit einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der Mobilität in der Schweiz und zur Nutzung von erneuerbaren Energien leisten. //

Das Wort des Jahres: Strommangellage

Die Wahl von «Strommangellage» zum Wort des Jahres 2022 für die Deutschschweiz zeigt, dass Energiethemen endgültig in der Mitte der Gesellschaft angekommen sind. Genau genommen müssen wir uns seit dem Beginn des Angriffskriegs auf die Ukraine sogar mit der Möglichkeit einer generellen Energiemangellage auseinandersetzen, was neben Strom vor allem auch Erdgas betrifft. Überhaupt scheinen sich momentan verschiedenste Krisen und Herausforderungen im Energiebereich zu überlagern: Extrem gestiegene Energiepreise, Computerchip- und Fachkräftemangel, unterbrochene Lieferketten und weiterhin keine Fortschritte in den Verhandlungen mit der EU zu einem Stromabkommen. Welchen Beitrag kann ein Forschungsinstitut wie die Empa in einer solchen Krisensituation leisten?

Kurzfristig – Reduktion des Energiebedarfs

Um den in den Winterhalbjahren 2023 und 2024 drohenden Energiemangel entgegenzuwirken, muss man auf schnell umsetzbare Massnahmen zurückgreifen. Grosses Potenzial besteht beim Energiebedarf zum Heizen von Gebäuden. Grössere bauliche Massnahmen

dauern allerdings zu lange. Im Gebäudebetrieb lassen sich dagegen mit minimalen baulichen Anpassungen grosse Effekte erzielen. Die Empa hat etwa einen Algorithmus zur vorausschauenden Regelung der Raumtemperatur entwickelt, der sich dank künstlicher Intelligenz selbstständig an das Gebäudeverhalten anpasst. In erfolgreichen Pilotstudien konnten Energieeinsparungen von 20 bis 40 Prozent erreicht werden. Nun hat das neugegründete Empa-Spin-off viboo im Sommer 2022 begonnen, ein einfach zu installierendes System auf den Markt zu bringen. Da die neuentwickelte Steuerung via Cloud-Service mit verschiedenen Smart-Thermostat-Produkten kompatibel ist, kann die Empa-Innovation über etablierte Vertriebskanäle und verfügbare oder gar bereits installierte Hardware schnell zu einem breiten Einsatz kommen.

Mittelfristig – Innovation schneller auf den Markt bringen

Mittelfristig, also in den nächsten zwei bis fünf Jahren, liegt der Fokus darauf, innovative Technologien im Energiesektor schneller zur Marktreife zu bringen, um den dringend benötigten Umbau unseres Energiesystems zu ermöglichen. Ein Beispiel einer engen Zusammenar-

beit der Empa mit Industriepartnern ist die Gründung des Vereins zur Dekarbonisierung der Industrie im Juni 2022. Eines der Ziele ist die Dekarbonisierung von industriellen Hochtemperaturprozessen durch die Verwendung von Wasserstoff. Im Zentrum steht dabei die Methanpyrolyse, eine Technologie zur Wasserstoffherstellung, die an der Schwelle zur Kommerzialisierung steht. Sie soll durch eine Demonstrationsanlage in Zug in der Praxis erprobt werden. Neben Wasserstoff entsteht bei der Methanpyrolyse fester Kohlenstoff, der als Rohstoff etwa im Bauwesen eingesetzt werden soll. Verwendet man synthetisches Methan oder Biogas als Ausgangsstoff, verspricht diese Technologie sogar negative Emissionen, man entzieht der Atmosphäre also dauerhaft CO₂.

Langfristig – Transitionspfade, Materialien und Technologien für eine erhöhte Resilienz

Und über die kommenden Jahrzehnte? Hier geht es vor allem darum, ein Energiesystem aufzubauen, das gleichzeitig Versorgungssicherheit, erschwingliche Energiepreise und Klimaneutralität gewährleistet. Dies nicht nur in «Schönwetterperioden», sondern auch in künftigen Krisensituationen. Wir müssen

Dr. Peter Richner, peter.richner@empa.ch
Dr. Björn Niesen, bjoern.niesen@empa.ch



Der Verein zur Dekarbonisierung der Industrie hat sich zum Ziel gesetzt, schnell umsetzbare und ganzheitliche Ansätze für die CO₂-Reduktion im industriellen Umfeld zu entwickeln. Im Zentrum stehen industrielle Hochtemperaturanwendungen: Die Emailierungsöfen der V-ZUG AG sollen künftig ohne fossiles Erdgas betrieben werden. Foto: V-ZUG AG

also Wege finden, Nachhaltigkeit mit Resilienz zu verbinden. Hierzu leistet die Empa verschiedene Beiträge: Dazu gehören Szenarien und Transitionspfade für den Schweizer Energiesektor, wie in der jüngst von der Empa und der Universität St. Gallen im Auftrag des Verbands Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) erarbeiteten Studie «Energiezukunft 2050». Es ist die erste wissenschaftliche Modellierung, die das Gesamtenergiesystem der Schweiz sektorübergreifend bis ins Jahr 2050 simuliert und dabei auch die umliegenden Länder berücksichtigt. Sie zeigt verschiedene Szenarien mitsamt Kosten und notwendigen Rahmenbedingungen, wie die energie- und klimapolitischen Ziele erreicht werden können.

Andere Forschungsprojekte der Empa zielen darauf ab, mittels nachhaltiger Materialien und Technologien unser Energiesystem insgesamt resilienter, widerstandsfähiger zu machen. So forscht die Empa etwa im Batteriebereich an Technologien, die das reichlich verfügbare Metall Natrium anstatt des eher knappen Lithiums verwenden, sowie an Prozessen, um Batterien zu recyceln – und so die Rohstoffabhängigkeit der Schweiz durch geschlossene Materialkreisläufe zu verringern. //

Ein ganzheitlicher Ansatz in der medizinischen Materialforschung

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

Prof. Dr. René Rossi, rene.rossi@empa.ch

Um in der medizinischen Materialforschung erfolgreich zu sein, ist ein ganzheitlicher Ansatz unabdingbar, der die komplexen medizinischen Anforderungen erfüllen kann. Hierfür ist der enge Kontakt zwischen Mediziner*innen und Wissenschaftler*innen, die die Materialien entwickeln, essentiell. Dank der Fachgebiete übergreifenden Sichtweise sowie der umfassenden Expertise der Empa-Forschenden in den Bereichen Materialsynthese, Materialverarbeitung, Bioanalytik, Computermodellierung und -simulation, Bioinformatik, Imaging und Biowissenschaften ist eine intensive Zusammenarbeit möglich.

Ziel der an der Empa entwickelten Innovationen ist es, die Belastung für die Spitäler, die sich immer mehr zuspitzen, in Zukunft zu reduzieren. Kritisch ist die Situation etwa auf den Intensivstationen. Dort geht es vor allem darum, die Gesundheit der Patientinnen und Patienten zu erhalten und die Behandlungszeit zu verkürzen.

Mit Hilfe von «Wearables», also tragbaren Sensoren, und digitaler Zwillinge lassen sich heute lebensbedrohliche oder chronische Krankheiten frühzeitig diagnostizieren. Solche Systeme können sowohl zur Körperüberwachung mittels physikalischer, chemischer und biologischer

Sensoren als auch zur kontrollierten Abgabe von Medikamenten dienen. Mittels digitaler Zwillinge lassen sich die Reaktionen der Patientinnen und Patienten auf die verabreichten Therapeutika abschätzen und genauer dosieren.

Biomedizinische Bildgebungstechnologien

Multilevel- und multimodale Datenintegration durch Methoden des maschinellen Lernens ermöglichen eine bessere Früherkennung von Erkrankungen, oft eine Voraussetzung für eine effiziente Behandlung. Eine Kombination aus hochauflösenden 3D-Röntgentomographiebildern und verschiedenen Mikroskopietechniken ermöglichen zusammen mit genetischen und molekularen Analysen, sogenannten Multi-Omics-Daten, völlig neue Ansätze in der Früherkennung. Gemeinsam mit der Klinik für Neurologie des Kantonsspitals St. Gallen wurde zum Beispiel eine erfolgreiche Pilotstudie abgeschlossen, die Proteine in nie gekannter Präzision ablichten und damit Einblicke in das molekulare Krankheitsgeschehen bei Alzheimer bieten kann. Dies soll den Weg zu einer früheren und vereinfachten Diagnose der Demenzerkrankung durch einen Bluttest für den Weg ebnen.

Verschiedene markerfreie analytische Techniken ermöglichen es, eine digitale Pathologie durchzuführen, ohne die Gewebeprobe zu verändern. Dazu entwickeln Empa-Forschende 3D- und 4D-Bildgebungstechniken, um Prozesse zu begleiten und zu überwachen, die für die Diagnostik sowie für Verlaufs- und Nachuntersuchungen relevant sind. Diese 3D-Bildgebungsmethoden eröffnen neue Wege für die nichtinvasive, digitale Präzisionspathologie, etwa von Tumorgeweben, aber auch von Blutgerinnseln beispielsweise bei einem Schlaganfall.



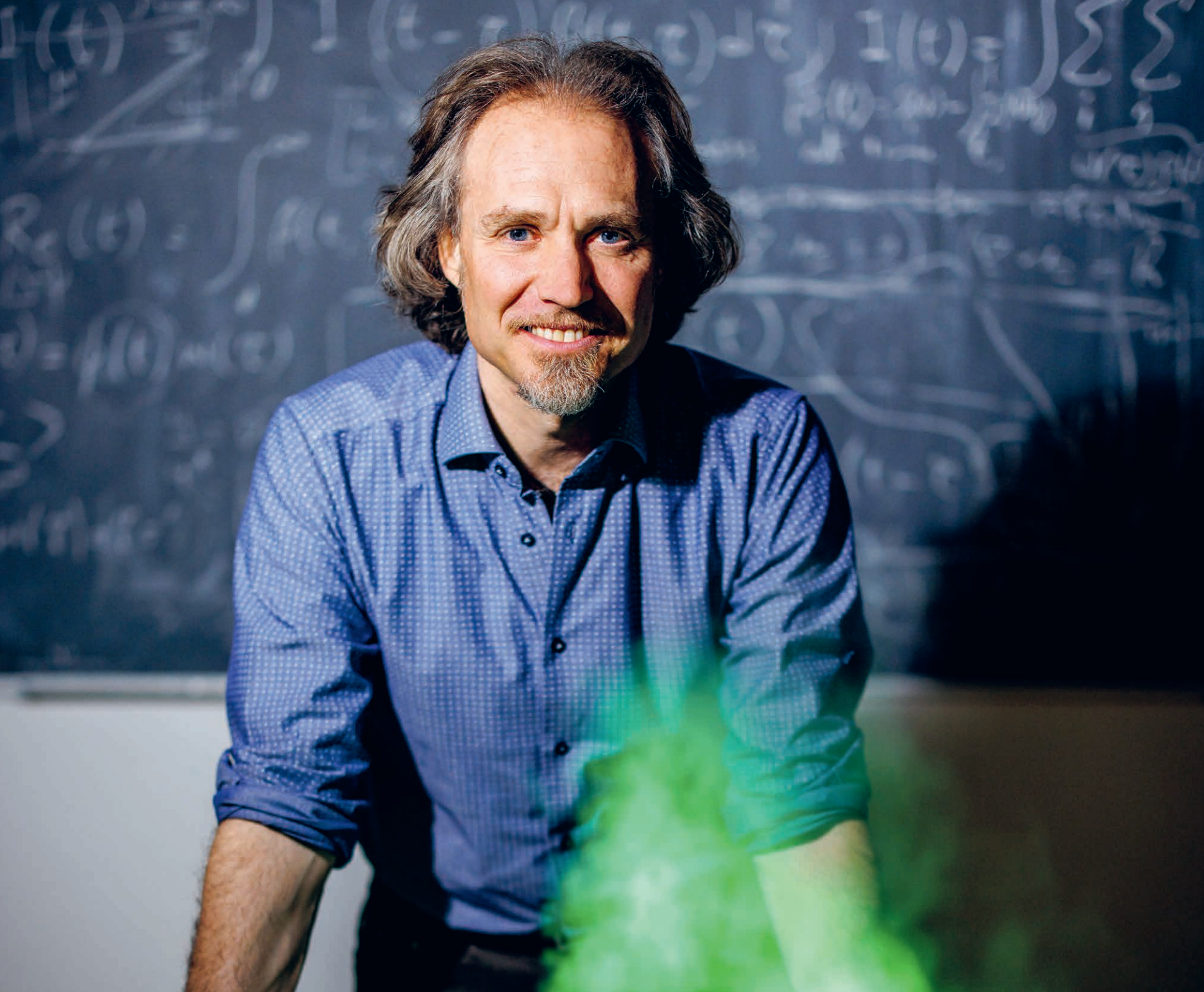
Mit dem Cardiogurt aus anschniegsamem Gewebe und gestickten Elektroden lassen sich physiologisch wichtige Parameter bequem über längere Zeit messen. Bild: Robert Stürmer / Empa

Nanomedizinische Systeme

Aktuelle Therapien sind oft nur bei vergleichsweise kleinen Patientengruppen wirksam. Um dies zu verbessern, müsste jeder einzelne Patient individualisiert behandelt werden; dies erfordert jedoch neue Ansätze in der Materialforschung. Während personalisierte Diagnose- und Therapiekonzepte zunehmend im klinischen Alltag anzutreffen sind, kann die Umsetzung des Präzisionsmedizinansatzes in der Medizinprodukt- und Materialentwicklung noch verbessert werden. Durch Computermodelle, die das Zusammenspiel zwischen neuen Materialien und multizellulären Gewebemodellen simulieren, möchten Empa-Forschende die physiologischen Prozesse im Menschen, die komplexen Wechselwirkungen, die Signalwege und Heilungsprozesse besser verstehen. Durch gezielte Modifikationen der Oberflächen kann etwa die Proteinadhäsion beeinflusst werden, was zu einer veränderten biologischen Antwort der Zellen führt. Die Empa hat bei ihrer Arbeit, sowohl bei der Materialentwicklung wie auch bei der Analytik, das Ziel, den Aufbau für die Präzisionsmedizin in der Schweiz zu beschleunigen.

Implantate und biologische Grenzflächen

Eine alternde Gesellschaft erzeugt im biomedizinischen Bereich einen wachsenden Bedarf an Implantaten und neuen regenerativen Materialkonzepten. Ziel der Empa-Materialforschung in Bereichen wie Beschichtungen, Tribologie, Korrosion, Biomechanik sowie in der additiven Fertigung ist es, die Reaktion unterschiedlicher Zell- und Gewebetypen sowie ihre spezifischen Anpassungen und Veränderungen an den Materialoberflächen zu untersuchen und zu steuern. Dadurch sollen die Reparatur, die Regeneration und die Funktion von beeinträchtigten Geweben und Organen unterstützt werden. Zusammen mit Partnern in Industrie und in Klinik ermöglichen diese interdisziplinären Ansätze in der Materialforschung wichtige Entdeckungen für klinische Anwendungen. //



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

Die Zusammenarbeit mit der Industrie ist in der DNA und der Kultur der Empa fest verankert. Zusammen mit ihren Industriepartnern forscht sie an neuen Materialien und entwickelt Technologien, die den technologischen Wandel und die Herausforderungen der Gesellschaft angehen und den Wirtschaftsstandort Schweiz stärken. Diese Ideen zusammen mit Industriepartnern umzusetzen und die Ergebnisse und Technologien möglichst rasch in die Wirtschaft zu transferieren, gehört zu den zentralen Aufgaben des Technologietransfers.

Im Jahr 2022 wurden erneut rund 200 neue Forschungsprojekte gestartet, die Mehrheit davon mit Partnern aus der Industrie. Ausserdem wurden 18 Erfindungen zum Patent angemeldet und zehn neue Lizenz- und Technologietransferverträge mit Wirtschaftspartnern abgeschlossen. Das Empa-Spin-off CTsystems AG wurde von der Firma Dätwyler übernommen (s. auch S. 48).

Bohrerbeschichtung für Medizinaltechnik

In Zusammenarbeit mit dem ARTORG-Center for Biomedical Engineering Research der Universität Bern entwickelten Empa-Forschende aus der Abteilung «Sur-

face Science & Coating Technologies» einen hartstoffbeschichteten Bohrer, der zwei voneinander isolierte Elektroden an der Spitze aufweist. Dazu wurden abwechselnd elektrisch leitende und isolierende Hartschichten aus Titanitrid (TiN) und Siliziumnitrid (Si₃N₄) mittels Magnetron-Sputtering auf den Bohrer aufgebracht. Der Bohrer wird in einem Roboter eingesetzt, der vom ARTORG Center entwickelt wurde und Cochlea-Implantate schonender einsetzen kann als ein Chirurg. Mit diesem Bohrer kann während des Bohrens in Echtzeit mit Hilfe eines elektrischen Signals geprüft werden, ob der notwendige Abstand zum Gesichtsnerv eingehalten wird (s. auch S. 12).

Die Technologie der Bohrerbeschichtung wurde von der Empa und der dem ARTORG-Center im Jahr 2017 gemeinsam zum Patent angemeldet, das bereits in mehreren Ländern erteilt wurde. Ende 2021 konnte ein exklusiver Lizenzvertrag mit der Berner Firma CAScination AG abgeschlossen werden. CAScination war 2009 als Spin-off-Firma des ARTORG-Centers gegründet worden und hat für ihren Cochlea-Implantat-Roboter 2019 den Swiss Medtech Award gewonnen. Die Lizenz an der Beschichtungstechnologie für den Bohrer rundet nun die Vorzüge des Gesamtsystems ab.

Marlen Müller, marlen.mueller@empa.ch

Ökologische Verpackung für frisches Obst und Gemüse

Plastikverpackungen im Lebensmittelhandel schützen Obst und Gemüse vor dem Verderb, sorgen aber auch für beträchtliche Mengen Müll. Gemeinsam mit Lidl Schweiz hat die Empa eine Schutzhülle für Obst und Gemüse entwickelt, die auf nachwachsenden Rohstoffen basiert. Die neuartige Zellulose-Schutzschicht wurde in der Empa-Abteilung «Cellulose & Wood Materials» unter Leitung von Gustav Nyström entwickelt und wird aus Trester – ausgedrückten Frucht- und Gemüseschalen – hergestellt. Die Beschichtung wird entweder auf die Früchte gesprüht oder im Tauchbad auf die Produkte aufgetragen und ist einfach abwaschbar. Da sie für den Verbraucher unbedenklich ist, kann sie auch ohne Probleme mitverzehrt werden. Die beschichteten Früchte und Gemüse bleiben bedeutend länger frisch. Zum Beispiel konnte die Haltbarkeit von Bananen um eine Woche verlängert werden.

Die Zelluloseschutzschicht wird zurzeit im Rahmen eines Innosuisse-Projekts gemeinsam mit einem Obst- und Gemüselieferanten weiter verbessert. Ziel ist es, die neue Technologie nach erfolgreichem Abschluss des Projektes



1 Gelb ist das neue Braun: Die untere der zehn Tage alten Banane ist von einer Zelluloseschutzschicht umhüllt. Bild: Empa, Lidl Schweiz



2 Die Umrüstung von analogen auf smarte Thermostate, die mit der viboo Cloud-Lösung verbunden sind, ist in bestehenden Gebäuden einfach möglich und erreicht eine Energieeinsparung zwischen 20 und 40 Prozent.

in Lebensmittelgeschäften einzusetzen, um so Verpackungsmaterialien zu reduzieren und gleichzeitig «Food Waste» zu vermeiden.

Empa Innovation Award 2022 geht an viboo AG

Mit dem Empa Innovation Award zeichnet die Empa alle zwei Jahre herausragende Innovationsprojekte mit erfolgreichem Technologietransfer in den Markt aus. 2022 ging die Auszeichnung an das Empa-Spin-off viboo AG. Felix Bünning und Benjamin Huber entwickelten im Laufe ihrer mehrjährigen Forschung im «Urban Energy Systems Lab» einen Regelalgorithmus, der basierend auf Wetter- und Gebäudedaten mehrere Stunden im Voraus den idealen Energieaufwand eines Gebäudes berechnen und optimieren kann. Die Umrüstung von analogen auf smarte Thermostate, die mit der viboo Cloud-Lösung verbunden sind, ist in bestehenden Gebäuden einfach möglich und erreicht eine Energieeinsparung zwischen 20 und 40 Prozent. Für den Markteintritt haben die Empa-Forscher die Firma viboo AG gegründet und arbeiten in verschiedenen Pilotprojekten bereits mit Herstellern wie Danfoss, ABB und Schneider Electric zusammen. //

Ziel der Business-Inkubatoren der Empa ist es, den Transfer von Forschungsergebnissen in die industrielle Anwendung via Start-ups zu unterstützen. Bei drei erfolgreichen Empa-Spin-offs konnte dies letztes Jahr beispielhaft aufgezeigt werden.

Dätwyler übernimmt Empa-Spin-off CTsystems

Der international tätige Urner Industriekonzern Dätwyler übernahm im Berichtsjahr CTsystems, ein im glaTec eingemietetes Spin-off der Empa. Damit gingen die CTsystems-Patente für elektroaktive Polymere auf Dätwyler über. Dätwyler kann erstmals stapelbare elektroaktive Polymere in industriellem Massstab produzieren. Elektroaktive Polymere wandeln elektrische Energie durch elastische Verformung in sensible und vielseitige mechanische Bewegung um. Dank des einzigartigen Stack-Designs können herkömmliche Aktor-Technologien in verschiedenen Anwendungsbereichen durch diese attraktive technische Lösung ersetzt werden, und sie ermöglichen komplett neue Anwendungen, zum Beispiel im Auto der Zukunft. Beide Unternehmen pflegten bereits seit 2018 eine enge Zusammenarbeit.

Basler Energieversorger steigt bei Sympheny ein

Bei der Energieplanung von einzelnen Gebäuden oder ganzen Überbauungen fallen eine Vielzahl von Faktoren ins Gewicht. Um die verschiedenen Energielösungen zu erkennen und bewerten zu können, hat das 2020 gegründete Empa-Spin-off Sympheny eine Energieplanungssoftware entwickelt. Mit Algorithmen, einem digitalen Zwilling des Energiesystems und neu auch mit Daten eines geografischen Informationssystems (GIS) kann die Software die lokale Produktion, Speicherung und den Verbrauch von Energie simulieren.

Die Software von Sympheny kam bereits bei über 20 grösseren Planungsprojekten zum Einsatz. Zu den Kunden zählen unter anderem Energieversorger und Generalunternehmen aus der ganzen Schweiz. Im Jahr 2022 gab der Basler Energieversorger Industrielle Werke Basel (IWB) seine Beteiligung am CleanTech-Start-up bekannt. IWB übernahm 30 Prozent der Aktien. Mit dem frischen Kapital soll insbesondere die Energieplanungssoftware weiterentwickelt werden.

Empa-Spin-off Nahtlos erhält eine Million Franken

Nahtlos, ein weiteres Spin-off der Empa, hat in einer ersten Finanzierungsrunde

Mario Jenni, mario.jenni@empa.ch
Peter Frischknecht, peter.frischknecht@startfeld.ch

eine Million Franken von einem Netzwerk von «Business Angels» aus der Schweiz und Liechtenstein sowie von der Startfeld-Stiftung erhalten. Nahtlos hat in den vergangenen zwei Jahren neuartige, Textil-basierte Elektroden zur Aufzeichnung der Herzaktivität (Elektrokardiogramm, EKG) – etwa, um Vorhofflimmern zu erkennen – sowie für Elektrostimulationstherapien entwickelt, zum Beispiel um die Muskelmasse bei gelähmten Patienten zu erhalten. Textil-basierte Elektroden ermöglichen eine sanfte und hautschonende Anwendung, auch wenn die Elektroden über mehrere Tage oder gar Wochen getragen werden müssen. Die textile Elektrode ist somit die erste Alternative zur Gel-Elektrode, die vor 60 Jahren entwickelt worden ist und noch heute als Standard für medizinische Anwendungen gilt.

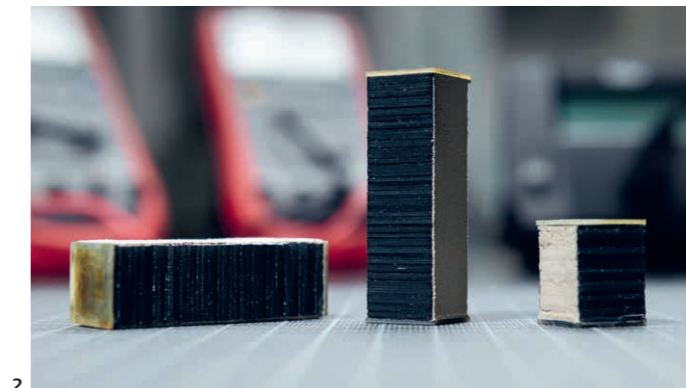
Startfeld und der Switzerland Innovation Park Ost fusionieren

Nachdem der Bundesrat 2021 die Aufnahme des Switzerland Innovation Parks Ost (SIP Ost) als sechsten Standortträger in das Netzwerk von Switzerland Innovation beschlossen hatte, hat sich der Switzerland Innovation Park Ost im Juni 2022 mit Startfeld, dem Netzwerk für Innovationen und Start-ups in der Ostschweiz,

zusammengeschlossen. Beide Organisationen waren nicht nur im gleichen Gebäude untergebracht, sondern sie hatten mit der Empa, dem Kanton und der Stadt St. Gallen, der HSG und der Fachhochschule Ost auch wesentliche Überlappungen in der Trägerschaft. Für Startfeld vergrössert sich – mit Blick auf den Nebensstandort Buchs und das Einzugsgebiet des Innovationsparks – der mögliche Wirkungsbereich. //

1
Die Gründer der Nahtlos AG, José Näf und Michel Schmid, mit den textilbasierten Elektroden für Langzeit EKGs in ihrem Labor im SIP Ost.
Foto: Marlies Thurnheer

2
Industrieller Hoffnungsträger: elektroaktive Polymere in einzigartiger Stapelbauweise.
Bild: Dätwyler Holding Inc.



Viele neue Förderpartnerschaften

Dr. Martin Gubser, martin.gubser@empa.ch
Gabriele Dobenecker, gabriele.dobenecker@empa.ch

Als Forschungsinstitut des ETH-Bereichs ist die Empa zu rund 60 Prozent vom Bund grundfinanziert. Die übrigen 40 Prozent werden durch Drittmittel von Förderinstitutionen der Schweiz und der EU sowie durch Forschungsprojekte und Dienstleistungen mit der und für die Schweizer Industrie generiert. Im Jahr 2022 konnten viele wertvolle Partnerschaften mit Förderstiftungen geknüpft werden, mit deren Zuwendungen nun wichtige Forschungsprojekte realisiert werden können.

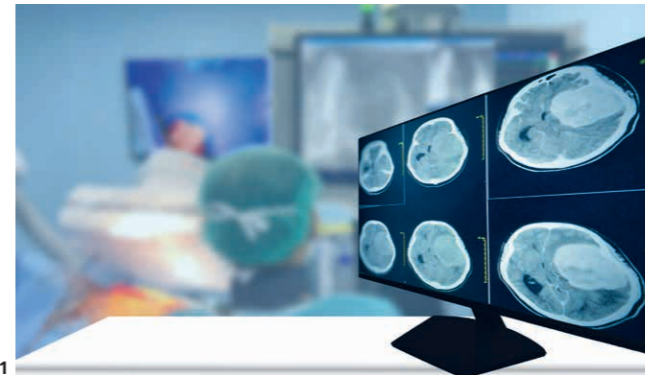
Personalisierte Tumorthherapie

Das Glioblastom ist der häufigste und gefährlichste primäre Hirntumor. Empa-Forscher Peter Wick verfolgt mit seinem Team nun einen neuen Forschungsansatz. Aus Gewebeproben des Tumors, die mit Einwilligung der Patienten gewonnen werden, sollen Glioblastom-Organoidkulturen entstehen, die auf Biochips kultiviert, charakterisiert und mikroskopisch untersucht werden. Auf diesem Wege hoffen die Forschenden, mehr über diese noch immer rätselhafte Tumorart zu lernen und eine personalisierte Therapie für Glioblastome entwickeln zu können. Die Arbeiten werden durch Unterstützung der Dr. Hans Altschüler-Stiftung, der Elgin Foundation, der Hanne

Liebermann-Stiftung, der Mirto Stiftung, der Stiftung stiftup, der VSM-Stiftung, der Werner Geissberger-Stiftung und weiterer Förderstiftungen ermöglicht.

Chip statt Tierversuche

Neue Medikamente aus Nanopartikeln, die problemlos jede Sperre innerhalb unseres Körpers durchdringen, sind eine grosse Hoffnung der Medizin. Damit derartige Hoffnungsträger auf den Markt gelangen können, muss ihre Sicherheit gewährleistet sein. Hierbei muss auch geklärt werden, was passiert, wenn es einer Substanz gelingt, im Körper von schwangeren Frauen die natürliche Schranke zwischen Baby und Mutter, die Plazenta, zu durchdringen. Auch Umwelttoxine können eine grosse Gefährdung für den sensiblen Fötus darstellen, wenn sie die Plazentaschranke durchdringen oder die Entwicklung und Funktion der Plazenta stören und so den Fötus indirekt schädigen. Mit der Fragestellung, wie sich diese sogenannte Embryotoxizität von Substanzen präzise, einfach und sicher bestimmen lässt, beschäftigt sich bereits seit längerem ein Team der Empa unter der Leitung von Tina Bürki, Empa-Forscherin im «Particles-Biology Interactions»-Labor in St. Gallen. Nun entwickelt das Team zusammen mit dem Kan-



1



2

tonsspital St. Gallen und der ETH-Zürich ein neues System, das embryoschädigende Stoffe präzise erkennen und ohne Tierversuche auskommen soll. Diese Arbeiten werden ermöglicht dank der Unterstützung der Stiftung ProCare.

Intelligentes Darmplaster

Obwohl Eingriffe am Magen-Darm-Trakt mittlerweile zur Routine gehören, zählen die bei der Wiederherstellung der Darm-

passage entstehenden Blutvergiftungen

zu den am meisten gefürchteten chirurgischen Komplikationen. Rund fünf bis 15 Prozent der Darmpassagen verheilen nicht und lassen Darminhalt in den Bauchraum austreten, was zu einer Blutvergiftung mit Todesfolge führen kann.

Die Behandlung solcher sogenannter Anastomose-Insuffizienzen ist nach ihrer oft sehr späten Feststellung langwierig und komplex. In einem neuen Projekt entwickeln Empa-Forschende unter der Leitung von Inge Herrmann ein neuartiges funktionales Darmplaster, das solche Anastomose-Insuffizienzen erfolgreich bekämpft und – zum ersten Mal überhaupt – die Überwachung des Heilungsprozesses über eine nichtinvasive Ultraschallmessung ermöglicht (s. auch S. 20). Die Technologie basiert auf einer neuen Klebtechnologie, die das Darmplaster im Gewebe verankert und so austretende Verdauungsflüssigkeit und Darminhalt effizient absorbiert. Im Darmplaster enthaltene Sensoren zeigen allfällige Lecks frühzeitig an und können damit einem ernsthaften Krankheitsverlauf vorbeugen. Dies wurde ermöglicht dank der Unterstützung der Evi Diethelm-Winteler-Stiftung, der Hans Gröber-Stiftung, der Peter Bockhoff-Stiftung und einer weiteren Stiftung. //

1 Die Röntgenbilder zeigen ein Glioblastom, den häufigsten und gefährlichsten primären Hirntumor. Bild: Tonpor Kasa, iStockphoto

2 Patentiert: Das Team um Inge Herrmann und Alex Anthis hat ein Hydrogelpflaster entwickelt, das Operationswunden stabil abdichtet.

Prof. Dr. Tanja Zimmermann, tanja.zimmermann@empa.ch

Trotz – oder gerade wegen – des für alle Seiten nachteiligen Ausschlusses der Schweiz aus den EU-Forschungsprogrammen und -gremien ist die Pflege internationaler Kontakte und Netzwerke umso wichtiger. Daher hat die Direktion der Empa sich letztes Jahr mit verschiedenen ausländischen Delegationen ausgetauscht, nicht nur, aber auch, um die Möglichkeiten für künftige Kooperationen auszuloten.

Dabei stand in erster Linie die Förderung von Innovationen im internationalen – meist europäischen – Rahmen im Zentrum. So ging es etwa Anfang September beim Besuch einer Delegation der schwedischen Innovationsagentur «Vinnova» – die eine ähnliche Rolle hat wie hierzulande die Innosuisse – unter der Leitung von «Vinnova»-Generaldirektorin Darja Isaksson um die Verbesserung des Technologietransfers, um die Förderung von Entrepreneurship und um die Rolle von «Public Private Partnerships», etwa im Bereich «Advanced Manufacturing» (AM). Im November folgte dann ein Meeting der «Swedish-Swiss Innovation Initiative» zur Digitalisierung in der Industrie, an dem sich knapp 80 Teilnehmende aus Forschung und Industrie aus der Schweiz und Schweden sowie dem Gastland Deutschland an der Empa zu den Themen

Nachhaltigkeit und Energie sowie – erneuert – AM austauschten; ausserdem gab es «Match-Making»-Möglichkeiten, um Projektpartner zu finden, etwa für die an der Veranstaltung lancierten neuen «EU-REKA»/«EUROSTAR»-Ausschreibungen.

Wirtschaft und Politik zu Besuch

Auch aus Österreich kamen mehrere Wirtschaftsdelegationen an die Empa, etwa im Zuge einer «Zukunftsreise», einer Initiative des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort und der Wirtschaftskammer Österreich. Dabei wurde unter anderem über Zukunftsalternativen in der Baubranche – vor allem bei den Baustoffen Beton und Asphalt – und über innovative Materialien aus Holz diskutiert, ein natürlicher (und nachwachsender) Rohstoff, über den beide Länder in grossem Masse verfügen.

Grossbritannien ist aus mehreren Gründen ein «logischer» Partner für die Schweiz in Sachen Wissenschaft und Technologie; zum einen ist auch Grossbritannien aus dem EU-Forschungsverbund ausgeschlossen – Stichwort Brexit –, zum anderen sind zehn der besten 20 Universitäten Europas in einem der beiden Ländern beheimatet. Genau diese vertiefte Zusammenarbeit war dann auch Thema

am Besuch einer Gruppe britischer ParlamentarierInnen an der Empa im April. Wie so etwas konkret aussehen kann, demonstrierte im NEST etwa der Drohnenforscher Mirko Kovac, der sowohl eine Forschungsabteilung an der Empa als auch eine Gruppe am Imperial College London leitet. Dies übrigens ganz im Sinne des im November in London unterzeichneten «Memorandum of Understanding» der Forschungsminister beider Länder über eine vertiefte Zusammenarbeit in Wissenschaft und Innovation.

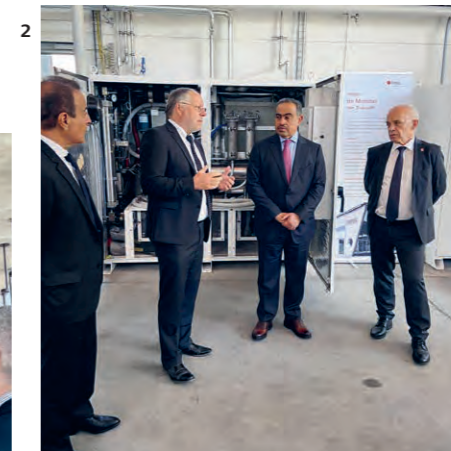
Die grossen Herausforderungen im Blick

NEST und die darin entwickelten nachhaltigen Lösungen für den Gebäude- und Energiebereich waren auch der Grund für den Besuch von Vertretern des deutschen Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung und verschiedener deutscher Universitäten Ende Mai, die in Deutschland ähnliche Konzepte verfolgen wie das «Plug-and-play»-Innovationsgebäude auf dem Empa-Campus. Ein anderes zentrales Thema des NEST, Kreislaufwirtschaft in der Baubranche, stand im Fokus eines Treffens mit Vertretern des niederländischen Innenministeriums und der zentralen Liegenschaftsverwaltung der niederländischen Regierung im Juli.

1 Besuch einer Gruppe britischer ParlamentarierInnen an der Empa im April.

2 Christian Bach (2. von links) zeigt Vertretern des Finanzministeriums aus Katar sowie Bundesrat Ueli Maurer im Mobilitätsdemonstrator move Wege und Ideen für einen geschlossenen Kohlenstoffkreislauf auf, etwa über synthetische Treibstoffe.

3 Vertreterinnen und Vertreter von Swissnex – dem weltweiten Netzwerk des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI), bestaunen Mitte Mai die NEST-Unit DFAB.



Das Forum Digitale Technologien des deutschen Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wiederum informierte sich im September unter anderem an der Empa zu den neusten Trends im Bereich Quantencomputer und im digitalen Bauen.

Im gleichen Monat informierte sich der Finanzminister Katars, Ali bin Ahmed Al Kuwari, zusammen mit seinem Schweizer Amtskollegen Bundesrat Ueli Maurer am Mobilitätsdemonstrator «move» über nachhaltige Energieträger und die Mobilität der Zukunft, wo ihnen der Empa-Forscher Christian Bach und der stellvertretende Empa-Direktor Peter Richner Wege und Ideen für einen geschlossenen Kohlenstoffkreislauf demonstrierten, etwa über synthetische Treibstoffe.

Und eine wahrhaft multinationale Gruppe fand Mitte Mai den Weg nach Dübendorf: Vertreterinnen und Vertreter von Swissnex – dem weltweiten Netzwerk des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) – trafen sich auf dem Empa-Campus zu ihrem Jahrestreffen und informierten sich über aktuelle Empa-Forschungsprojekte und die neusten Trends im nachhaltigen Bauen und in der digitalen Fabrikation. //

Austausch und Dialog – endlich wieder live und persönlich!

Dr. Michael Hagmann, michael.hagmann@empa.ch

Nachdem die Corona-bedingten Restriktionen im März 2022 aufgehoben wurden, konnte die Empa an ihren Standorten – endlich – auch wieder «reale» Besucherinnen und Besucher in gewohnter Masse willkommen heissen. Knapp 12 000 Interessierte nahmen die Möglichkeit wahr, an Führungen durch die Empa-Labors und durch NEST oder an einer der mehr als 60 Veranstaltungen mehr über die Forschung der Empa und die Innovationen aus ihren Labors zu erfahren. Dazu kamen einige Tausend virtuelle BesucherInnen und Teilnehmende – die neue «hybride» Wirklichkeit macht's möglich.

Um den Austausch mit der Öffentlichkeit weiter zu verstärken, hat die Empa unter anderem im vergangenen Oktober ein neues Veranstaltungsformat lanciert, «wissen2go». An diesen kompakten, rund 90-minütigen Abendveranstaltungen bekommen Interessierte wissenschaftliche «Häppchen» zu aktuellen Technologiethemen – der erste Anlass befasste sich mit klimafreundlicher Mobilität – transparent, verständlich und knackig präsentiert. Im anschliessenden «Q&A» können dann Ideen, Fragen und Anregungen direkt mit Empa-Forscherinnen und -Forschern diskutiert und im abschliessenden Apéro vertieft werden.

Kurz davor wurde der Empa-Forscher Roman Fasel mit seinen atomar präzisen Quantenmaterialien auf Kohlenstoff- beziehungsweise Graphenbasis zu einem der zehn Gewinner des Science Breakthrough of the Year beim Wissenschaftsfestival «Falling Walls», das alljährlich in Berlin stattfindet, gekürt. Und auch an den Digitaltagen erreichte die Empa eine breite Öffentlichkeit – live beim Eröffnungsereignis auf dem Bundesplatz in Bern, wo die Besucherinnen und Besucher Drohnen aus dem «Sustainability Robotics Lab» der Empa bestaunen konnten, aber auch virtuell via Livestreams zum Thema Energiemanagement der Zukunft. Zudem hat das Empa-Spin-off «viboo» mit seiner KI-gesteuerten Technologie, die den Energieverbrauch von Gebäuden um 20 bis 40 Prozent senken kann, das GreenTech Startup Battle der Digitaltage gewonnen.

Reges Interesse auch seitens der Politik und der Verwaltung

Im vergangenen Jahr konnte sich die Empa-Direktion gleich mit mehreren Bundesräten zu aktuellen forschungs- bzw. innovationspolitischen Themen austauschen, etwa am Rande des «Ersatz»-WEF, das 2022 ausnahmsweise im Mai stattfand und an dem der ETH-Bereich Bundesrat Guy Parmelin und rund 60 weitere hochrangige Gäste aus

Politik, Forschung und Wirtschaft unter dem Motto «How to best serve Switzerland» ans WSL-Institut SLF in Davos eingeladen hatte. Ende August stattete dann Bundesrat Ueli Maurer mit sämtlichen Bundesamtsleitern des Eidgenössischen Finanzdepartments der Empa einen zweitägigen Besuch ab, unter anderem um die Zusammenarbeit etwa mit dem Bundesamt für Bauten und Logistik (BBL) – einem der grössten Immobilienbetreiber des Landes – zu intensivieren und die an der Empa entwickelten Energie- und Gebäudetechnologien in die Praxis umzusetzen – und somit der Schweizer Immobilienbranche als Vorbild in Sachen Nachhaltigkeit zu dienen.

Ende September führten dann die alljährlichen Fraktionsbesuche «Die Mitte» an die Empa in Thun, unter anderem mit Parteipräsident Gerhard Pfister, und die SP mit Bundesrätin Simonetta Sommaruga an den Innovationspark Zürich in Dübendorf. Und im Oktober stattete schliesslich Bundespräsident Ignazio Cassis – zusammen



1

Um den Austausch mit der Öffentlichkeit weiter zu verstärken, hat die Empa unter anderem im vergangenen Oktober ein neues Veranstaltungsformat lanciert, «wissen2go».

2

Stelldichein an der OLMA am gemeinsamen Stand der Empa und des Switzerland Innovation Parks Ost (von links): Empa-Forscher René Rossi, Regierungsrat Beat Tinner, Roland Ledergerber, VR-Präsident Innovationspark Ost, Bundespräsident Ignazio Cassis, Regierungsrat Marc Mächler, Stadtpräsidentin Maria Pappa, Paola Cassis, Empa-Direktorin Tanja Zimmermann, Hans Ebinger, CEO Switzerland Innovation Park Ost.

3

Das renommierte US-Magazin «TIME» publiziert alljährlich eine Liste der bedeutendsten Erfindungen des Jahres. Dieses Jahr haben es Gustav Nyström und sein Team vom «Cellulose & Wood Materials Laboratory» der Empa in diese Auswahl geschafft – mit ihrer biologisch abbaubaren Einwegbatterie, die in die Zukunft umweltfreundlicher Elektronik weist.

mit den St. Galler Regierungsräten Beat Tinner und Marc Mächler und der St. Galler Stadtpräsidentin Maria Pappa – an der OLMA in St. Gallen dem gemeinsamen Stand der Empa und des Innovationsparks Ost zum Thema digitale Zwillinge einen Besuch ab. Ausserdem tauschten sich verschiedene Bundesämter wie das Bundesamt für Umwelt (BAFU), das Bundesamt für Strassen (ASTRA) und die Eidgenössische Finanzkontrolle (EFK) auf Direktionsebene mit der Empa aus.

Unter den besten Erfindungen des Jahres

Dass Innovationen aus der Empa durchaus «massentauglich» sind, zeigt etwa die bio-abbaubare und durch Wasser aktivierbare Papierbatterie aus dem Labor von Gustav Nyström; diese schaffte es auf die Liste der 100 besten Erfindungen des Jahres des US-Magazins «TIME». Und auch sonst war das Medieninteresse an der Empa-Forschung mit (erstmalig) mehr als 9000 Artikeln in 39 Sprachen im vergangenen Jahr enorm; davon zeugen auch diverse Journalistenbesuche, etwa von Gruppen aus Japan, den USA, Deutschland und Österreich.

Und «last, but not least» hat die Empa auch den Kontakt zu ihrer jüngsten Anspruchsgruppe gesucht: zu Kindern und Jugendlichen, die es für die Natur-

wissenschaften, Forschung und Technologie zu begeistern gilt – angesichts des allseits beklagten Fachkräftemangels sicher ein nicht ganz unwesentliches Unterfangen. So konnte die Empa am Nationalen Zukunftstag und an ihrem Sommercamp mehr als 130 begeisterten Kindern spannende Einblicke in die Berufswelt eines Forschers oder einer Forscherin geben: Sie konnten selbst Experimente durchführen, Elektroautos und Computer zusammenbauen, die DNA einer Tomate isolieren und mit Infrarotsichtgeräten im Dunkeln Verstecken spielen. Ausserdem beteiligten sich Empa-Forschende erneut an mehreren «TecDays» an Kantonsschulen, die von der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) ausgerichtet werden. //



2



3

Gemeinsam in die Umsetzung des Aktionsplans

Überhaupt ist Vielfalt enorm wichtig – ich selbst habe die besten Erfahrungen in gemischten Teams gemacht», äusserte sich Tanja Zimmermann während ihres Interviews im Dezember 2022. Das Thema Diversität, Chancengleichheit und Inklusion bleibt also auch unter neuer Leitung ein Kernanliegen der Empa.

Weitere Verankerung von Diversität, Chancengleichheit und Inklusion

Der Aktionsplan Chancengleichheit und Diversität der Periode 2021–2024 begleitete die Mitarbeitenden auch in diesem Jahr. Ein Fokus lag bei der weiteren Verankerung des Themas Diversität und Inklusion an der Empa. Dafür fanden Departements- und Abteilungsbesuche durch die Expertin für Diversität und Inklusion statt. Dies soll auch im Folgejahr weitergeführt werden. Weiter wurde in Zusammenarbeit mit dem Paul Scherrer Institut (PSI) und der WSL der «Newsletter for Equity» etabliert. Dieser informiert alle zwei Monate zu unterschiedlichen Diversitätsthemen, über Veranstaltungen, Kampagnen und weitere Neuigkeiten. Für Mitarbeitende, die sich regelmässig mit dem Thema befassen, aber auch für Neuinteressierte.

Interesse an Netzwerktreffen oder Skill-Building-Kursen? Ebenfalls im Rah-

men des Aktionsplans ist die Empa weiterhin Mitglied bei «Advance», dem führenden Unternehmensverbund für die Gleichstellung der Geschlechter in der Schweiz. Dem Netzwerk gehören über 120 Schweizer Unternehmen an, die sich für die Erhöhung des Frauenanteils in Führungspositionen einsetzen. Sie bieten spannende «Skill-Building»-Workshops, Workshops zu «Best Practices» und Netzwerkveranstaltungen an.

Auftakt für das neue Mentoring-Programm feM-LEAD

Im 2022 fand die erstmalige Ausschreibung des neuen Mentoring-Programms feM-LEAD (female Mentoring: Leadership for Equity And Diversity) statt. Es wendet sich an Frauen, die eine Führungsposition übernehmen wollen oder herausfinden wollen, ob Führung etwas für sie ist. Das Programm, mit Ursprung am PSI, startet im März 2023 mit neun Teilnehmerinnen der Empa und wird ein Jahr dauern. Die ausgewählten Frauen aus Wissenschaft, Technik und Kommunikation nehmen neben dem Mentoring auch an einem vielseitigen Rahmenprogramm teil – für eine Zukunft mit mehr Frauen in Führungspositionen an der Empa als auch in der gesamten Schweiz.

Melina Spycher, melina.spycher@empa.ch

«CONNECT»-ing Akademie und Industrie

Das Programm «CONNECT» («connecting women's careers in academia and industry») fand auch im Jahr 2022 bereits in der vierten Ausgabe statt. Als Teil einer motivierten Gruppe von Wissenschaftlerinnen besuchten Mitarbeiterinnen der Empa Firmen wie McKinsey, UVEK, Bystronic und Siegfried und lernten aussergewöhnliche Frauen und ihre Karriere von der Akademie zur Industrie kennen.



Die Kleinen ganz gross

Nach den erschwerten Umständen der vergangenen Jahre konnte nun endlich wieder der Nationale Zukunftstag an der Empa in vollem Umfang stattfinden. An der Empa in St. Gallen und in Dübendorf waren insgesamt 89 Kinder zu Besuch. An verschiedenen Workshops konnten sie Experimente durchführen, Elektroautos oder Computer zusammenbauen, die DNA einer Tomate isolieren, im Dunkeln Verstecken spielen oder sich bei einem Bobbycar-Rennen die Stirn bieten. In St. Gallen kam auch die selbstbelegte Pizza super an und Food Waste war bei den Kindern und den leckeren Pizzen kein Thema.

Und auch das Sommercamp konnte wieder stattfinden. 16 motivierte Kinder von Empa-Mitarbeitenden lernten dabei unter anderem spielerisch Batterien herzustellen, Raketen zu bauen oder mit Infrarotkameras umzugehen. Festgehalten wurden die Momente von den Kindern selbst als angehende Paparazzi. //

Sommercamp und Nationaler Zukunftstag ermöglichten den Kindern das Eintauchen in die Welt von Forschung und Entwicklung sowie den spielerischen Umgang mit Materialien.

Herausforderungen nach der Pandemie

Nach dem markanten Rückgang von geschäftlichen Flugreisen im Zug der COVID-19-Pandemie sind die Treibhausgasemissionen des Geschäftsverkehrs 2022 wieder stark angestiegen. Diese Trendumkehr war zu erwarten, aber das Ausmass überrascht. Mit einem Anteil von etwa einem Drittel am Gesamtausstoss der Empa bleibt der Geschäftsverkehr nur leicht unter den Werten vor der Pandemie. Trotz deutlich höherer Nutzung von digitalen Kommunikationsmitteln scheint es eine Art Nachholbedarf bezüglich persönlicher Kontakte und Reisen zu geben.

Energiezukunft in Umsetzung

Die Heizung von Gebäuden ist mit einem Anteil von gegen 50 Prozent einer der Hauptverursacher von Treibhausgasen an der Empa. Um in diesem Bereich Emissionen zu senken, gilt es, bestehende Energieflüsse effizient zu nutzen. Das Wärmenetz am Standort Dübendorf ist nun voll in Betrieb, damit kann anfallende Wärme aus Lüftungen, Geräten und Servern im Campus ausgetauscht werden. In Umsetzung befindet sich ein visionärer, unterirdischer Speicher. 144 Erdsonden unter dem entstehenden Forschungscampus «co-operate» ermöglichen, den Untergrund lokal zu erwärmen und diesen

Energieüberschuss im Winter als Heizquelle zu nutzen. Es ist vorgesehen, diesen saisonalen Wärmespeicher sowohl für Forschungszwecke als auch für den Gebäudebetrieb zu nutzen.

Auf den Frosch gekommen

Die 2021 an der Empa in St. Gallen aufgewertete Kiesfläche erhielt letztes Jahr ein Biodiversitätsupdate. Im Rahmen des nationalen Clean-Up-Day wurde durch die Grassroot-Gruppe ein Insekten- und Amphibienteich ausgehoben. Trotz Regenwetters freuten sich Mitarbeitende und Angehörige über den geleisteten Einsatz.

«Watt» is happening under my desk

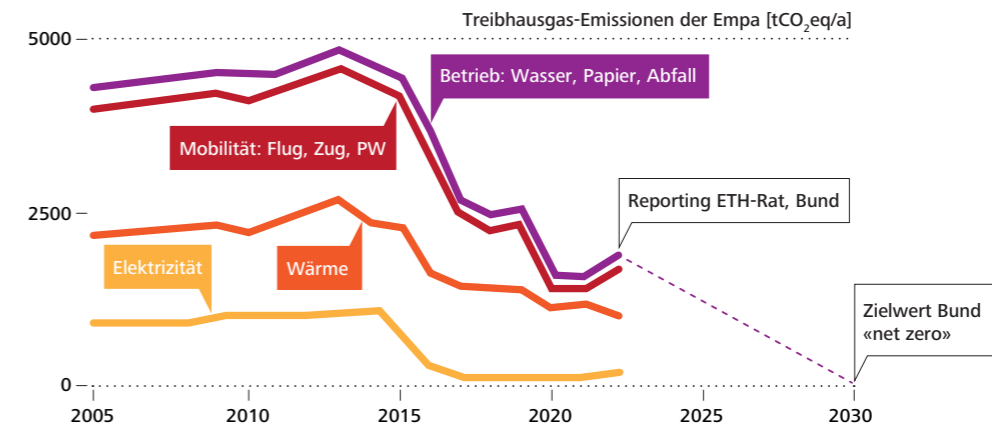
Ein gesellschaftspolitischer Dauerbrenner war 2022 die Energiekrise. Als Antwort darauf wurden an den Empa-Standorten verschiedene Sparmassnahmen im Grossen und im Kleinen umgesetzt. So wurde die Heizleistung reduziert und auf die Bereitstellung von Warmwasser (wo nicht unbedingt nötig) verzichtet. In St. Gallen wurden durch den Re-Use von E-Waste Stromfresser aus den Büros verboten: Netzteile für ältere Versionen von elektrisch verstellbaren Pulten haben einen Standby-Verbrauch von 7 Watt. Im Gegensatz

Marcel Gauch, marcel.gauch@empa.ch

hierzu ist der Standby-Verbrauch von obsolet gewordenen Computernetzteilen aus dem Elektroschrott kaum messbar. Da beide Netzteile ansonsten ähnliche Spezifikationen aufweisen, wechselten Mitarbeitende bei Dutzenden Pulten die Netzteile aus. Als Ergebnis können pro Pult und Jahr in Zukunft 62 kWh elektrische Energie eingespart werden, was ungefähr dem Energiebedarf eines Laptops entspricht. //

1 Für mehr Biodiversität hat die Grassroot-Gruppe einen Insekten- und Amphibienteich geschaffen.

2 Der Wiederanstieg der Treibhausgasemissionen ist nicht zu übersehen, was eine grosse Herausforderung zur Erreichung des Ziels «Netto Null» bis 2030 bedeutet. Starke Massnahmen im Bereich Wärme befinden sich in Umsetzung, Geschäftsreisen bleiben eine Herausforderung.





Zahlen und Fakten

Forscher messen gerne, unter anderem auch ihre eigene Leistung: 2022 haben Empa-Forscherinnen und -Ingenieure 869 wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht und 18 Entwicklungen zum Patent angemeldet. Ende Jahr liefen an der Empa 104 vom Schweizer Nationalfonds (SNF) finanzierte Projekte; 86 Projekte, die von der Innosuisse unterstützt wurden, und 76 EU-Projekte. Die 34 Spin-offs beschäftigten zusammen mit weiteren Start-ups in den beiden Business-Inkubatoren der Empa insgesamt 1082 Mitarbeitende.

Die Jahresrechnung der Empa wird, wie bei allen Institutionen des ETH-Bereichs, in Orientierung an IPSAS (International Public Sector Accounting Standards) erstellt. Sie finden sie unter www.empa.ch/web/s604/annual-reports.

Stefan Hösli, stefan.hoesli@empa.ch

Ziel des Risikomanagements an der Empa ist, mögliche Risiken für das Unternehmen und dessen Mitarbeitende frühzeitig zu erkennen und entsprechende Massnahmen zu treffen. Dieses System trägt zu einer gelebten Sicherheitskultur bei und damit zu einer sich stetig verbessernden Sicherheitslage an der Empa.

Grundsätze im Umgang mit Risiken

Die Empa hat ihre Regelungen auf diesem Gebiet an den Vorgaben für das Risikomanagement im ETH-Bereich und beim Bund ausgerichtet. Ihre Sicherheits- und Risikopolitik legt den homogenen, systematischen 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 Sachwerte und der Umwelt vor negativen Einwirkungen, der Schutz des erarbeiteten Know-hows und des geistigen Eigentums sowie der Schutz der Reputation der Empa. Das Hauptaugenmerk der Bemühungen liegt dabei auf der Prävention.

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

Aus der Pandemie in eine potenzielle Energieknappheit

Im Frühling 2022 hat sich die Covid-19-Situation glücklicherweise weitgehend entspannt, und im Frühsommer wurde der Normalbetrieb an der Empa wieder aufgenommen. Anstelle der Pandemie rückte jedoch sehr schnell die prognostizierte Energieknappheit in den Fokus des Risikomanagements. Eine Task-Force nahm sich dem komplexen Thema an. Die Anstrengungen, den Energieverbrauch zeitlich und lokal aufgeschlüsselt möglichst genau zu kennen, wurden verstärkt. Diese Erkenntnisse bildeten die Basis für die Entwicklung notwendiger und realistischer Notfallszenarien. Für den Fall von wiederholten und längeren Stromausfällen wurden, ergänzend zu der für den Betrieb der ICT-Anlagen bereits vorhandenen Infrastruktur, Notstromaggregate für die Standorte angemietet. Zweck dieser Aggregate ist, einen Notbetrieb zu gewährleisten, um grössere Schäden an den teils sehr teuren Apparaturen und Instrumenten zu vermeiden.

Die wichtigste Initiative war jedoch auf Energieeinsparungen und die Steigerung der Energieeffizienz fokussiert. Bereits angedachte Energiesparmassnahmen wurden umgesetzt, etwa die Reduktion und Erneuerung der Beleuchtung im Innen- und Aussenbereich, der Austausch der herkömmlichen Heizungsventile mit modernen, durch künstliche Intelligenz (KI) unterstützten Systemen, das Vermeiden des Stand-by-Betriebs und die Implementierung von Stromspareinstellungen bei sämtlichen Druckern. Die Massnahmen wurden von Sensibilisierungskampagnen begleitet.

Energieeinsparungen sind schon seit geraumer Zeit ein wichtiges Thema an der Empa. Vor allem im Baubereich wurde

bereits in der Vergangenheit bei der Planung von Gebäudesanierungen und bei Neubauten grosser Wert auf die Energieeffizienz gelegt. Im Rahmen der Neubauten des «co-operate»-Campus von Empa und Eawag wird beispielsweise 2023/24 ein saisonaler Erdwärmespeicher in Form eines Erdsondenfelds mit rund 60 Meter Durchmesser in Betrieb genommen. Dieses Hochtemperatur-Erdsondenfeld trägt im Endzustand rund 1700 MWh jährlich zum Heizenergiebedarf des Campus bei. Bei einem Jahresverbrauch von rund 6000 MWh (Stand 2018) bedeutet das, dass die Erdsondenanlage samt Wärmepumpe rund 28 Prozent der Heizenergieversorgung des Campus liefert. Zur Erreichung der CO₂-Ziele des Bundes sind derart grosse Schritte von eminenter Bedeutung.

Weiterentwicklung der Sicherheitsorganisation

Ein zentraler Punkt der Präventionsbemühungen der Empa bildet die Schulung der Mitarbeitenden – bei mehr als 500 Ein- und Austritten pro Jahr eine grosse Herausforderung. Das Risikomanagement bietet ein breites Schulungsangebot in den Gebieten Chemie-, Nanotechnologie-, Laser-Sicherheit usw. für unterschiedliche Anwenderstufen an.

Der betriebliche Rettungsdienst sowie das Feuer- und Chemiewehrteam haben ihr Übungsregime auch im Jahr 2022 aufrechterhalten. Mit punktuellen Weiterbildungen konnte der Ausbildungsstand weiter gehoben werden. Themenübergreifende Übungen wurden durchgeführt und haben wichtige Inputs für weitere Verbesserungen der Abläufe geliefert. Gemeinsame Übungen mit Blaulichtorganisationen sind in Vorbereitung.

Das Thema Informationssicherheit hat angesichts der Häufung von Cyberangriffen im vergangenen Jahr weiter an Relevanz gewonnen. Ein Informationssicherheitsteam hat ein Sicherheitskonzept und verschiedene Weisungen erarbeitet sowie die Erfassung der Informationsassets als Basis zur Festlegung der Regeln für den Umgang mit spezifischen Informationen gestartet. Ziel ist, die Informationen basierend auf einer Analyse der Geschäftsrisiken bezüglich Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit zu schützen. Das Thema wird dabei auch zukünftig in Anlehnung an die Norm systematisch und auf die Institution optimiert weiterentwickelt. //

Personelle Entwicklung

(in Klammern die Vorjahreszahlen)

André Schmid, andre.schmid@empa.ch

Ende 2022 arbeiteten inkl. der Lernenden 1021 (1012) Personen an der Empa. Dies entspricht, bedingt durch die vielen Teilzeitmöglichkeiten, einem Vollzeitäquivalent von 959,5 (948,2) Stellen.

Der Bestand an wissenschaftlichem Personal inklusive Doktoranden und Postdoktoranden beträgt 577 (574) Personen. Davon sind 102 (101) Senior Scientists. Als technisches/administratives Personal waren im Berichtsjahr 401 (395) Personen tätig. Der Frauenanteil von 29,5 (28,2) Prozent widerspiegelt die Absolventenzahlen der Universitäten und der ETH bei den Fakultäten, die an der Empa vertreten sind.

Der Ausländeranteil liegt mit 467 (457) Personen bei 45,7 (45,2) Prozent des gesamten Personalbestands. Aus dem EU-Raum stammen 279 (268) Personen, das sind 59,7 (58,6) Prozent aller ausländischen Mitarbeitenden. Die Empa bietet eine breite Palette von Berufslehren an und beschäftigt 43 (43) Lernende. Auch 2022 haben alle Lernenden die Abschlussprüfungen bestanden. //

PERSONALBESTAND ENDE JAHR

	2021	2022
Wissenschaftliches Personal	574	577
Technisches/administratives Personal	395	401
Lernende	43	43
Total	1012	1021

WISSENSCHAFTLICHER OUTPUT

	2021	2022
ISI-Publikationen	850	869
Konferenzbeiträge	942	1 103
Doktoratsabschlüsse	34	54
Laufende Doktorate	226	226
Lehrtätigkeit (in Stunden)	4 529	5 390
Preise/Auszeichnungen	50	52

EMPA-AKADEMIE

	2021	2022
Empa-Veranstaltungen	70	64
Teilnehmende	4 490	4 038
Davon vor Ort / online	1 266 / 3 224	3 011 / 1 027
Wissenschaftliche Tagungen	18	19
Fachveranstaltungen für die Wirtschaft	14	20

WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER

	2021	2022
Neue F&E-Vereinbarungen	232	196
Aktive Verwertungsverträge (Lizenz/Option/Verkauf)	54	45
Neue Verwertungsverträge	14	9
Neue Patentanmeldungen	13	18

MEDIENPRÄSENZ

	2021	2022
Radio	143	150
TV	57	45
Print	1 370	1 200
Online	6 880	7 700
Total	8 450	9 100
Sprachen	39	39

SPIN-OFFS UND START-UPS (Startfeld und glaTec)

	2021	2022
Firmen gesamt	107	112
Davon Spin-offs	28	34
Mitarbeitende gesamt	1 097	1 082
Davon Mitarbeitende der Spin-offs	173	196

LAUFENDE PROJEKTE

	2021	2022
SNF	112	104
Innosuisse	98	86
EU	71	76

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

Michael O. Hengartner **Prof. Dr.**

VIZEPRÄSIDENTIN

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

MITGLIEDER

Kristin Becker van Slooten **Dr., EPFL**
Marc Bürki **Dipl. El.-Ing., Swissquote**
Beatrice Fasana **Dipl. Ing. Lm, Sandro Vanini SA**
Susan Gasser **Prof. Dr., Dr. h. c. mult., Universität Basel**
Christiane Leister **Leister AG**
Joël Mesot **Prof. Dr., ETH Zürich**
Cornelia Ritz Bossicard **Unabhängige Verwaltungsrätin**
Christian Rüegg **Prof. Dr., Paul Scherrer Institut PSI**
Martin Vetterli **Prof. Dr., EPFL**

Industriebeirat

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

PRÄSIDENT

Stefan Ramseier **Dr., Consenec AG**

MITGLIEDER

Burkhard Böckem **Dr., Hexagon Geosystems Services AG**
Beat Flühmann **Dr., Vifor Pharma Group**
Robert Frigg **Prof. Dr. mult. h. c., 41 medical**
Markus Hofer **Dr., Bühler AG**
Christian Koitzsch **Dr., Robert Bosch GmbH**
Katharina Lehmann **Blumer-Lehmann AG**
Chris Luebke **Dr., ETH Zürich**
Céline Mahieux **Shell (Switzerland) AG**

Forschungskommission

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

PRÄSIDENT

Andrea Bergamini **Dr., Empa**

MITGLIEDER

Urs T. Dürig **Dr., SwissLitho AG**
Thomas Egli **Prof. em. Dr.**
Thomas Geiger **Dr., Empa**
Pierangelo Gröning **Dr., Empa**
Erwin Hack **Dr., Empa**
Dirk Hegemann **Dr., Empa**
Inge Katrin Herrmann **Dr., Empa**
Joachim Mohn **Dr., Empa**
Dorina Opris **Dr., Empa**
Daniele Passerone **Prof. Dr., Empa**
Patrik Soltic **Dr., Empa**
Georg Spescha **Dr., Empa**
Marcus Textor **Prof. em. Dr., ETH Zürich**
Alexander Wokaun **Prof. em. Dr.**

Organigramm

Stand Mai 2023

DIREKTION	Direktorin Prof. Dr. Tanja Zimmermann	Stv. Direktor Dr. Peter Richner	Mitglieder Dr. Brigitte Buchmann Dr. Lorenz Herrmann Dr. Urs Leemann
------------------	---	---	--

DEPARTMENTE	Advanced Materials and Surfaces Dr. Lorenz Herrmann	Ingenieurwissenschaften Dr. Peter Richner	Materials Meet Life Prof. Dr. René Rossi a. i.	Energie, Mobilität und Umwelt Dr. Brigitte Buchmann	Corporate Services Dr. Urs Leemann
--------------------	---	---	--	---	--

ABTEILUNGEN	Hochleistungskeramik Prof. Dr. Thomas Graule	Ingenieur-Strukturen Prof. Dr. Masoud Motavalli	Magnetic and Functional Thin Films Prof. Dr. Hans Josef Hug	Building Energy Materials and Components Dr. Wim Malfait	Informatik Stephan Koch
	Fügetechnologien und Korrosion Dr. Lars Jeurgens	Mechanical Systems Engineering Prof. Dr. Giovanni Terrasi	Cellulose & Wood Materials Dr. Gustav Nyström	Materials for Energy Conversion Dr. Corsin Battaglia	Konstruktion / Werkstatt Stefan Hösli
	Advanced Materials Processing Prof. Dr. Patrik Hoffmann	Multiscale Studies in Building Physics Dr. Ivan Fabrizio Lunati	Biomimetic Membranes and Textiles Prof. Dr. René Rossi	Advanced Analytical Technologies PD Dr. Davide Bleiner	Finanzen / Controlling / Einkauf Susann Hug a. i.
	nanotech@surfaces Prof. Dr. Roman Fasel	Experimental Continuum Mechanics Prof. Dr. Edoardo Mazza	Advanced Fibers Prof. Dr. Manfred Heuberger	Luftfremdstoffe / Umwelttechnik Dr. Lukas Emmenegger	Kommunikation Dr. Michael Hagmann
	Werkstoff- und Nanomechanik Prof. Dr. Johann Michler	Beton und Asphalt Prof. Dr. Pietro Lura	Particles-Biology Interactions Dr. Peter Wick	Fahrzeugantriebssysteme Christian Bach	Personal André Schmid
	Dünnschichten und Photovoltaik Prof. Dr. Ayodhya N. Tiwari	Urban Energy Systems Dr. Kristina Orehoung	Biointerfaces Prof. Dr. Katharina Maniura	Materials for Renewable Energy Prof. Dr. Andreas Züttel (Antenne Sion)	Wissens- und Technologietransfer / Recht Marlen Müller
	Surface Science and Coating Technologies Dr. Lars Sommerhäuser a. i.	Sustainability Robotics Prof. Dr. Mirko Kovac	Transport at Nanoscale Interfaces Prof. Dr. Michel Calame	Technologie und Gesellschaft Dr. Patrick Wäger	Immobilienmanagement Kevin Olas
Funktionspolymere Prof. Dr. Frank Nüesch			Akustik / Lärminderung Dr. Jean Marc Wunderli		

ZENTREN	Zentrum für Elektronenmikroskopie Prof. Dr. Rolf Erni	Center for Synergetic Structures Dr. Cédric Galliot	Zentrum für Röntgenanalytik Prof. Dr. Antonia Neels	Bibliothek (Lib4RI) Dr. Lothar Nunnenmacher
				Entrepreneurship / Industry Relations Gabriele Dobenecker
				Fundraising Dr. Martin Gubser
				Scientific IT Prof. Dr. Eleni Pratsini

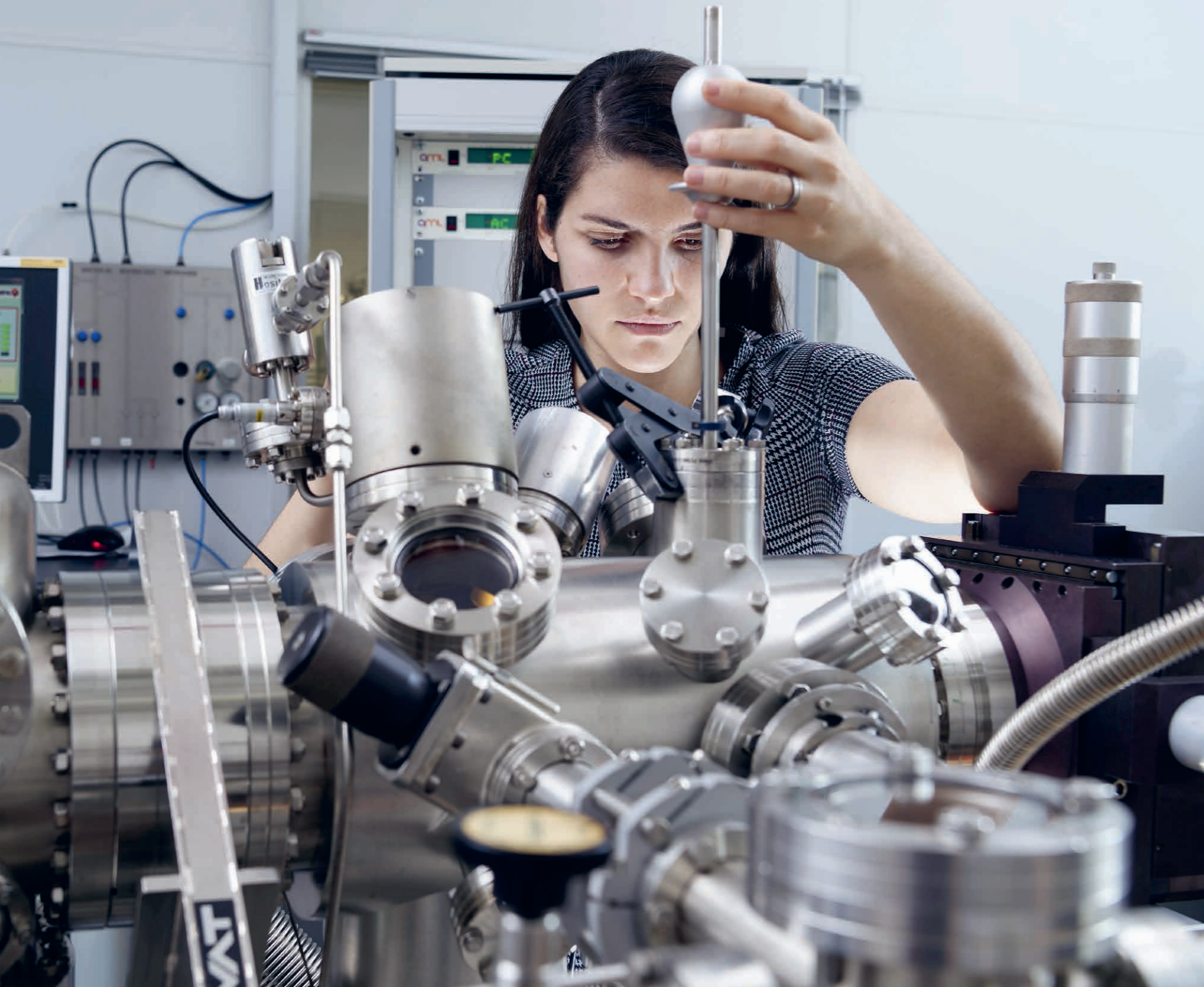
Empa-Portal portal@empa.ch / Tel. +41 58 765 44 44 / empa.ch/empa-portal
Eine vollständige Übersicht der Interessenbindungen der Direktionsmitglieder finden sie auf: <https://www.empa.ch/web/empa/vested-interests>.

RESEARCH FOCUS AREAS (Forschungsschwerpunkte)

Nanoskalige Materialien und Technologien Dr. Lorenz Herrmann	Gebaute Umwelt Dr. Peter Richner	Gesundheit und Leistungsfähigkeit Prof. Dr. René Rossi a. i.	Energie, Ressourcen und Emissionen Dr. Brigitte Buchmann
--	--	--	--

FORSCHUNGS-, WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER-PLATTFORMEN

NEST Reto Largo	move Dr. Brigitte Buchmann	ehub Philipp Heer	Coating Competence Center Dr. Lars Sommerhäuser	Empa-Akademie Claudia Gonzalez	Business Incubators glaTec Mario Jenni Startfeld / SIP Ost Peter Frischknecht	International Research Cooperations Prof. Dr. Tanja Zimmermann
---------------------------	--------------------------------------	-----------------------------	---	--	--	--



Finanzbericht 2022

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.

Rundungsdifferenzen: Die Summe der in diesem Dokument ausgewiesenen Zahlen stimmt möglicherweise nicht genau mit den in den Tabellen dargestellten Gesamtbeträgen überein. Veränderungen werden auf nicht gerundeten Zahlen berechnet und können von einem Wert abweichen, der auf den in den Tabellen dargestellten gerundeten Werten basiert.

78

Erfolgsrechnung

80

Bilanz

82

Eigenkapitalnachweis

86

Geldflussrechnung

88

Anhang

143

Bericht der Revisionsstelle

Geschäftsfeldentwicklung und -prognose

Das Jahr 2022 war von mannigfachen Herausforderungen geprägt – die auch auf absehbare Zeit hin bestehen bleiben dürften. Zwar wurden die Corona-Massnahmen Anfang 2022 nahezu vollständig aufgehoben, und die Schweiz hat die Pandemie deutlich besser überwunden als befürchtet. Doch die aktuelle weltpolitische Lage mit einer folgenden Energieverknappung sowie Lieferengpässen bei zahlreichen Produkten und die damit einhergehende Inflation haben fast alle Branchen vor ernsthafte Probleme gestellt. In der Schweiz hat die Teuerung zwar im internationalen Vergleich bislang deutlich weniger stark zugenommen; gestiegene Staatsausgaben, einerseits durch die Pandemie bedingt, andererseits durch die Ukraine-Krise und deren Begleiterscheinungen wie eine anstehende Erhöhung der Militärausgaben hervorgerufen, lassen vermuten, dass sich der BFI-Bereich als Ganzes auf bestenfalls stabile, wenn nicht gar sinkende Finanzierungsbeiträge seitens des Bundes einzustellen hat.

Die vom SECO¹ prognostizierte Abkühlung der Konjunktur im Jahr 2023 mit einem erwarteten unterdurchschnittlichen Wachstum von 1.0 % wird sich vermutlich auch auf die Forschungs- und Entwicklungsbudgets der Unternehmen durchschlagen und damit einen indirekten Effekt auf die forschungsbasierte Zusammenarbeit mit der Industrie haben. Diese Entwicklung geht einher mit stark gestiegenen Energie- und Güterpreisen, welche die Kostenseite enorm belasten.

Die Empa rechnet im laufenden Jahr, 2023, mit Mehrkosten für Strom und Gas von insgesamt rund CHF 1.5 bis 2.0 Mio. Dazu kommt, dass auch die Kosten für Instrumente, Komponenten, Chemikalien und anderer «Verbrauchsgüter» in den letzten Monaten stark angestiegen sind und zudem für 2023 mit den Sozialpartnern eine Lohnerhöhung von 2.5% ausge-

handelt wurde, um die Teuerung auszugleichen. Insgesamt dürften der Empa dadurch rund CHF 4.5 bis 5.0 Mio. weniger für ihre Forschung zur Verfügung stehen als im Jahr 2022, was einer substantziellen Verringerung des Forschungsbudgets entspricht.

Daher hat die Empa bereits im Berichtsjahr und in Erwartung herausfordernder Zeiten ihre Anstrengungen verstärkt, die steigenden Kosten durch Sparmassnahmen auf der Verbrauchsseite sowie einer vermehrten Einwerbung von Drittmitteln zu kompensieren. Dies zum Beispiel durch verstärkte Aktivitäten im Fundraising-Bereich, in dem der Empa-Zukunftsfonds erfreulicherweise im Berichtsjahr bereits CHF 2.4 Mio. einwerben konnte. Die vor allem von Stiftungen und privaten Gönnern eingeworbenen Mittel tragen substantziell dazu bei, herausragende Jungforschende zu fördern und in ihrer Karriere unterstützen. Aktuell wird geprüft, wo weitere Einsparpotenziale liegen, die zukünftig realisiert werden können. So z.B. beim Infrastrukturausbau, der stärkeren Fokussierung und optimalen Bündelung unserer Kernaktivitäten und Kompetenzen sowie dem stetigen Hinterfragen von laufenden Aktivitäten, insbesondere auch bei anstehenden Personalwechseln.

Im Wissen darum, dass die Empa zwar bezüglich ihres Forschungsportfolios hervorragend aufgestellt ist, stellt sich die Direktion darauf ein, dass im Bereich der Grundfinanzierung sowie der Einwerbung von Drittmitteln die Mehreinnahmen nicht beliebig ausgebaut werden können – nicht zuletzt auch, weil zahlreiche Förderinstitutionen und Geldgeber durch ihre Finanzierungsmodelle die Vollkosten nicht vollumfänglich decken, die Finanzierungslücke also durch die (sich verringern-) ordentlichen Mittel (aus dem Finanzierungsbeitrag des

Bundes) abgedeckt werden müssen. Um die Forschungsfreiheit nicht zu kompromittieren, darf der Drittmittelanteil 40% des gesamten Forschungsbudgets der Empa nicht übersteigen; die Einwerbung von Drittmitteln hat also quasi eine natürliche obere Limite und kann nicht beliebig ausgeweitet werden.

In diesem durchaus herausfordernden Umfeld stehen für die Empa derzeit, aber auch in den kommenden Jahren einige gewichtige Investitionen an, in erster Linie in ihre Infrastruktur. In Dübendorf ist derzeit der neue Campus in Entstehung, der 2024 fertiggestellt und in Betrieb genommen werden soll. Auch in diesem Bereich erwarten wir aufgrund der Preisanstiege in der Baubranche zusätzliche Kosten aufgrund der Teuerung. Wie hoch diese ausfallen werden, lässt sich erst mit Bauabschluss unter den dann geltenden Teuerungsraten berechnen.

Im Weiteren stehen die Sanierung des bestehenden Laborgebäudes in Dübendorf an sowie der Umzug in ein neues Innovationsquartier am Standort Thun.

Zunehmend macht sich auch der Fachkräftemangel in der Schweiz bemerkbar und verschärft die Sicherstellung der Erbringung von Leistungen des Betriebs. Die Empa hat zunehmend Schwierigkeiten, offene Stellen, vor allem im technischen Supportbereich wie etwa der Informatik, zeitnah mit hochqualifizierten Fachkräften zu besetzen. Im Forschungsbereich erschwert die Nicht-Assoziierung der Schweiz mit den Forschungsprogrammen der EU ebenfalls die Rekrutierung von Spitzenforschenden. Es bleibt zu hoffen, dass es der Schweiz möglichst rasch gelingen wird, sich mit der EU auf eine baldige Vollarsoziierung der Schweizer Forschungseinrichtungen vor allem an «Horizon Europe» zu einigen.

¹ Informationen zur Konjunktur aus: <https://www.seco.admin.ch/seco/de/home/wirtschaftslage---wirtschaftspolitik/Wirtschaftslage/konjunkturprognosen.html>.

Erfolgsrechnung

TCHF	Anhang	2022	2021	Veränderung absolut
Finanzierungsbeitrag des Bunds		82 287	108 406	-26 120
Beitrag an Unterbringung		11 082	12 478	-1 396
Trägerfinanzierung	5	93 369	120 884	-27 516
Studiengebühren, Weiterbildung	6	278	55	223
Schweizerischer Nationalfonds (SNF)		7 453	7 880	-427
Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse)		11 880	10 436	1 444
Forschung Bund (Ressortforschung)		7 142	6 317	825
EU-Forschungsrahmenprogramme (EU-FRP)		5 837	6 349	-512
Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft)		12 757	13 456	-698
Übrige projektorientierte Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internationale Organisationen)		4 352	3 768	585
Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen	7	49 421	48 205	1 216
Schenkungen und Legate	8	2 356	426	1 930
Übrige Erträge	9	8 342	7 669	674
Operativer Ertrag		153 765	177 238	-23 473
Personalaufwand	10, 31	120 443	118 389	2 054
Sachaufwand	11	42 160	40 902	1 258
Abschreibungen	18, 20	13 023	12 680	343
Transferaufwand	12	159	645	-486
Operativer Aufwand		175 785	172 615	3 169
Operatives Ergebnis		-22 020	4 623	-26 643
Finanzergebnis	13	-61	-1	-60
Ergebnis von assoziierten Einheiten und Joint Ventures		-	-	-
Jahresergebnis		-22 081	4 621	-26 702

Die Empa weist für das Jahr 2022 einen Jahresverlust von CHF 22.1 Mio. aus (2021: Jahresgewinn von CHF 4.6 Mio.).

Die Veränderung ist hauptsächlich auf die um CHF 27.5 Mio. tiefere Trägerfinanzierung zurückzuführen, da der Bau vom Masterplan priorisiert wurde und der Baufortschritt weiter als geplant ist. Ebenfalls sind die operativen Aufwände um CHF 3.2 Mio. höher.

Die Nettovorsorgeverpflichtung (IPSAS 39) hat die Erfolgsrechnung um CHF 0.1 Mio. belastet (VJ: Entlastung um CHF 1.6 Mio.), siehe Anhang 25 Nettovorsorgeverpflichtung.

Der operative Ertrag ist mit CHF 153.8 Mio. tiefer als im Vorjahr (VJ: CHF 177.2 Mio.). Dieser Rückgang ist hauptsächlich auf die tiefere Trägerfinanzierung von CHF 27.5 Mio. zurückzuführen. Forschungsbeiträge und wissenschaftliche Dienstleistungen sind um CHF 1.2 Mio., Schenkungen Legate um CHF 1.9 Mio. und die übrigen Erträge um CHF 0.7 Mio. höher als im VJ.

Der Anteil der Trägerfinanzierung (Finanzierungsbeitrag des Bundes inkl. Beitrag an die Unterbringung) beträgt 60.7% (VJ: 68.2%) des operativen Ertrags.

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 CHF 2.7 Mio. als Ertragsreduktion (VJ: Ertragsreduktion von

CHF 5.2 Mio.) für noch zu leistende Projektarbeiten abgegrenzt. Der Ertrag aus Forschungsbeiträgen und -aufträgen beläuft sich auf CHF 49.4 Mio. (VJ: CHF 48.2 Mio.) nach Bestandsveränderung. Darin enthalten sind wissenschaftliche Dienstleistungen von rund CHF 8.1 Mio. (VJ: CHF 8.4 Mio.). Auf Schenkungen und Legate entfallen CHF 2.4 Mio. (VJ: CHF 0.4 Mio.) und die übrigen Erträge sind mit CHF 8.3 Mio. um CHF 0.7 Mio. höher als im VJ.

Der operative Aufwand ist mit CHF 175.8 Mio. um CHF 3.2 Mio. höher als im Vorjahr (VJ: CHF 172.6). Der Hauptanteil des operativen Aufwands entfällt auf den Personalaufwand mit CHF 120.4 Mio. (VJ: CHF 118.4 Mio.) bzw. 68.5% des operativen Aufwands. Im Sachaufwand von CHF 42.2 Mio. (VJ: CHF 40.9 Mio.) ist auch der Raumaufwand für die durch die Empa genutzten Immobilien im Eigentum des Bundes CHF 11.1 Mio. enthalten. Das Total der Abschreibungen von CHF 13.0 Mio. ist gegenüber dem Vorjahr um CHF 0.3 Mio. höher.

Trotz höherer Zinserträge von CHF 0.3 Mio. ist das Finanzergebnis aufgrund negativer Wertberichtigungen auf Beteiligungen und Darlehen von Gesamt CHF 0.3 Mio. leicht negativ.

Bilanz

TCHF	Anhang	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Umlaufvermögen				
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	14	79 282	105 575	-26 293
Kurzfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	15	36 277	36 026	251
Kurzfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	15	3 565	3 151	414
Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen	19	56 169	46 179	9 990
Aktive Rechnungsabgrenzungen	17	2 186	1 496	689
Total Umlaufvermögen		177 479	192 428	-14 948
Anlagevermögen				
Sachanlagen	18	67 026	67 013	13
Immaterielle Anlagen	18	501	292	210
Langfristige Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	15	45 725	41 835	3 890
Langfristige Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	15	-	-	-
Langfristige Finanzanlagen und Darlehen	19	576	667	-91
Kofinanzierungen	20	6 204	6 419	-215
Total Anlagevermögen		120 032	116 225	3 807
Total Aktiven		297 511	308 653	-11 142

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.

TCHF	Anhang	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Fremdkapital				
Laufende Verbindlichkeiten	21	7 396	3 510	3 886
Kurzfristige Finanzverbindlichkeiten	22	-	-	-
Passive Rechnungsabgrenzungen	23	6 518	7 275	-756
Kurzfristige Rückstellungen	24	6 942	6 686	256
Kurzfristiges Fremdkapital		20 856	17 471	3 385
Zweckgebundene Drittmittel	26	97 394	89 925	7 468
Langfristige Finanzverbindlichkeiten	22	-	-	-
Nettovorsorgeverpflichtungen	25	17 537	38 761	-21 224
Langfristige Rückstellungen	24	4 200	4 180	20
Langfristiges Fremdkapital		119 131	132 866	-13 736
Total Fremdkapital		139 986	150 337	-10 350
Eigenkapital				
Bewertungsreserven		42 138	20 293	21 845
Schenkungen, Zuwendungen, Kofinanzierungen	20	8 954	7 168	1 786
Reserven mit interner Zweckbindung		55 786	90 541	-34 755
Reserven ohne Zweckbindung		50 961	39 949	11 012
Bilanzüberschuss (+)/-fehlbetrag (-)		-314	366	-679
Total Eigenkapital		157 525	158 316	-791
Total Passiven		297 511	308 653	-11 142

Die Leistungsverpflichtungen der Empa für Forschungsprojekte werden als zweckgebundene Drittmittel im langfristigen Fremdkapital aufgeführt. Diese Verpflichtungen haben sich um CHF 7.5 Mio. erhöht und belaufen sich auf CHF 97.4 Mio. (VJ: CHF 89.9 Mio.). Die Durchführung der Forschungsvorhaben erfolgt üblicherweise in einem Zeitraum von 2–5 Jahren.

Die Abnahme der Nettovorsorgeverpflichtungen um CHF 21.2 Mio. resultiert aus der Reduktion des Barwerts der Vorsorgeverpflichtungen und der Erhöhung des Vorsorgevermögens zu Marktwerten.

Die Einflüsse aus geänderten versicherungstechnischen Annahmen für die Berechnung der Vorsorgeleistungen werden gemäss IPSAS 39 nicht über die Erfolgsrechnung, sondern direkt im Eigenkapital verbucht.

Insgesamt beträgt der im Eigenkapital erfasste Neubewertungsgewinn aufgrund IPSAS39 21.3 Mio. (VJ: CHF 28.8 Mio.). Dies ergibt einen Bestand positiver Bewertungsreserven per 31.12.22 von CHF 42.1 Mio..

Eigenkapitalnachweis

TCHF	Bewertungsreserven	Reserven aus assoziierten Einheiten	Schenkungen, Zuwendungen, Kofinanzierungen	Reserve Lehre und Forschung	Reserve Infrastruktur und Verwaltung	Reserven mit interner Zweckbindung	Reserven ohne Zweckbindung	Bilanzüberschuss (+)/-fehlbetrag (-)	Total Eigenkapital
2022									
Anpassungen aus Restatement per 01.01.*	509	-	-	-	-	-	-	-555	-46
Stand per 01.01.2022	20 802	-	7 168	41 921	48 621	90 541	39 949	-190	158 270
Direkt im Eigenkapital erfasste Positionen:									
Neubewertung Nettovorsorgeverpflichtungen	21 336	-							21 336
Veränderungen der Beteiligungen an assoziierten Einheiten		-						-	-
Total direkt im Eigenkapital erfasste Positionen	21 336	-						-	21 336
Jahresergebnis								-22 081	-22 081
Umbuchungen im Berichtsjahr		-	1 786					-1 786	-
Transfer von Reserven mit interner Zweckbindung				-5 171	-29 584	-34 755	34 755		-
Reservenverwendung							-23 743	23 743	-
Währungsdifferenzen im Eigenkapital								-	-
Total Veränderungen	21 336	-	1 786	-5 171	-29 584	-34 755	11 012	-124	-745
Stand per 31.12.2022	42 138	-	8 954	36 750	19 036	55 786	50 961	-314	157 525

* Details zum Restatement per 01.01.2022 finden sich im Anhang 2 Abschnitt «Änderungen der Rechnungslegungsmethoden».

Das Eigenkapital ist um CHF 0.7 Mio. auf CHF 157.5 Mio. gesunken.

Der Jahresverlust für 2022 beträgt CHF 22.1 Mio. (VJ: Jahresgewinn von CHF 4.6 Mio.). Die Auflösung von zweckgebundenen Reserven CHF 5.2 Mio. für Lehre und Forschung und CHF 29.6 Mio. für Baufortschritt Masterplan, sowie die Bildung von Reserven ohne Zweckbindung von CHF 11.0 Mio. und der Zunahme der Reserven aus Schenkungen beträgt der Bilanzfehlbetrag für das Jahr 2022 CHF 0.1 Mio..

Die Reserven mit interner Zweckbindung für Lehre und Forschung beinhalten unter anderem die Mittel für den Aufbau eines nationalen Verbundes von regionalen Technologietransferzentren für Fertigungstechnologien sowie interne finanzielle Zusagen für die Unterstützung von Forschungsprojekten wie Advanced Manufacturing (SFA, strategische Initiativen und die Standortförderungen Thun), das Projekt NEST oder die Finanzierungszusagen für das Labor in Sion sowie für

weitere Forschungsprojekte. Aus den zweckgebundenen Reserven wurden CHF 5.2 Mio. verwendet.

Die Reserven für Infrastruktur und Verwaltung wurden in den Vorjahren geäufnet, um die Umsetzung des Projekts Masterplan Campus Empa Eawag zu finanzieren. Aufgrund des Baufortschritts wurden in 2022 CHF 29.6 Mio. davon verwendet.

Die Reserven ohne Zweckbindung sind wichtig um einerseits finanzielle Risiken abdecken zu können und andererseits die Möglichkeit zu schaffen, Forschungsprojekte frühzeitig 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.

Eigenkapitalnachweis

TCHF	Bewertungsreserven	Reserven aus assoziierten Einheiten	Schenkungen, Zuwendungen, Kofinanzierungen	Reserve Lehre und Forschung	Reserve Infrastruktur und Verwaltung	Reserven mit interner Zweckbindung	Reserven ohne Zweckbindung	Bilanzüberschuss (+)/-fehlbetrag (-)	Total Eigenkapital
2021									
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	-	-	-	-	-	-	-	765	765
Stand per 01.01.2021	-8 489	-	7 749	39 216	51 500	90 716	41 436	-6 498	124 913
Direkt im Eigenkapital erfasste Positionen:									
Neubewertung Finanzanlagen	-	-							-
Neubewertung Nettovorsorgeverpflichtungen	28 782								28 782
Total direkt im Eigenkapital erfasste Positionen	28 782	-						-	28 782
Jahresergebnis								4 621	4 621
Umbuchungen im Berichtsjahr		-	-582					582	-
Transfer von Reserven mit interner Zweckbindung				2 705	-2 879	-174	174		-
Reservenverwendung							-1 661	1 661	-
Währungsdifferenzen im Eigenkapital								-	-
Total Veränderungen	28 782	-	-582	2 705	-2 879	-174	-1 487	6 864	33 403
Stand per 31.12.2021	20 293	-	7 168	41 921	48 621	90 541	39 949	366	158 316

Geldflussrechnung

TCHF	Anhang	2022	2021	Veränderung absolut
Geldfluss aus operativer Tätigkeit				
Jahresergebnis		-22 081	4 621	-26 702
Abschreibungen	18, 20	13 023	12 680	343
Finanzergebnis nicht geldwirksam		318	-	318
Veränderung des Nettoumlaufvermögens		1 729	-1 113	2 842
Veränderung der Nettovorsorgeverpflichtung	25	112	-1 583	1 695
Veränderung der Rückstellungen	24	276	315	-39
Veränderung der langfristigen Forderungen	15	-3 890	-22 446	18 556
Veränderung der zweckgebundenen Drittmittel	26	7 468	25 740	-18 271
Umgliederungen und sonstiger nicht liquiditätswirksamer Erfolg		252	-1 276	1 528
Geldfluss aus operativer Tätigkeit		-2 793	16 938	-19 730
Geldfluss aus Investitionstätigkeit				
Investitionen				
Zugänge von Sachanlagen	18	-13 097	-17 100	4 004
Zugänge von immateriellen Anlagen	18	-296	-95	-202
Zugänge Darlehen	19	-225	-64	-161
Zugänge kurz- und langfristige Finanzanlagen	19	-11 250	-6 150	-5 100
Total Investitionen		-24 868	-23 409	-1 459

TCHF	Anhang	2022	2021	Veränderung absolut
Desinvestitionen				
Abgänge von Sachanlagen	18	110	9	101
Abgänge von immateriellen Anlagen	18	-	-	-
Abgänge Kofinanzierung	20	-	-	-
Abgänge Darlehen	19	250	465	-215
Abgänge kurz- und langfristige Finanzanlagen	19	1 008	-	1 008
Total Desinvestitionen		1 368	474	894
Geldfluss aus Investitionstätigkeit				
Geldfluss aus Finanzierungstätigkeit				
Aufnahme von kurzfristigen und langfristigen Finanzverbindlichkeiten	22	-	-	-
Rückzahlung von kurzfristigen und langfristigen Finanzverbindlichkeiten	22	-	-	-
Geldfluss aus Finanzierungstätigkeit		-	-	-
Total Geldfluss		-26 293	-5 997	-20 295
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen Anfang Periode	14	105 575	111 572	-5 997
Total Geldfluss		-26 293	-5 997	
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen Ende Periode	14	79 282	105 575	-26 293
davon Währungsdifferenzen auf flüssigen Mitteln und kurzfristigen Geldanlagen		-	-	-
Im Geldfluss aus operativer Tätigkeit enthalten:				
Erhaltene Dividenden		8	-	8
Erhaltene Zinsen		311	5	306
Bezahlte Zinsen		-6	-	-5

Anhang der Jahresrechnung

1 Geschäftstätigkeit

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

2 Grundlagen der Rechnungslegung

Bei diesem Abschluss handelt es sich um einen Einzelabschluss mit der Berichtsperiode vom 1. Januar 2022 bis 31. Dezember 2022. Bilanzstichtag ist der 31. Dezember 2022. Die Berichterstattung erfolgt in Schweizer Franken (CHF). Alle Zahlen werden, sofern nicht anders aufgeführt, in Tausend Franken (TCHF) dargestellt.

Rechtsgrundlagen

Die Rechnungslegung des ETH-Bereichs stützt sich auf folgende Rechtsgrundlagen (inkl. Weisungen und Reglemente) in der im Abschlussjahr gültigen Fassung:

- Bundesgesetz über die Eidgenössischen Technischen Hochschulen vom 04.10.1991 (ETH-Gesetz; SR 414.110)
- Verordnung über den Bereich der Eidgenössischen Technischen Hochschulen vom 19.11.2003 (Verordnung ETH-Bereich; SR 414.110.3)
- Verordnung über das Finanz- und Rechnungswesen des ETH-Bereichs vom 05.12.2014 (SR 414.123)
- Rechnungslegungshandbuch für den ETH-Bereich (Version 7.0)

Rechnungslegungsstandard

Die Jahresrechnung der Empa wurde in Übereinstimmung mit den International Public Sector Accounting Standards (IPSAS) erstellt. Die zugrundeliegenden Rechnungslegungsvorschriften sind in der Weisung Rechnungslegungshandbuch für den ETH-Bereich festgelegt (Art. 34 Weisungen, Verordnung über das Finanz- und Rechnungswesen des ETH-Bereichs, SR 414.123).

Veröffentlichte, aber noch nicht angewendete IPSAS

Bis zum Bilanzstichtag wurden nachfolgende IPSAS veröffentlicht.

Standard	Titel	Inkraftsetzung
Diverse	Änderungen an den IPSAS, 2021	01.01.2023
IPSAS 42	Sozialleistungen	01.01.2023
IPSAS 43	Leasing	01.01.2025
IPSAS 44	Zur Veräusserung gehaltene langfristige Vermögenswerte und aufgegebenen Geschäftsbereiche	01.01.2025

Die vorgängig aufgeführten Standards und Änderungen an den IPSAS werden in der vorliegenden Jahresrechnung nicht frühzeitig angewendet. Die Empa analysiert die Auswirkungen auf ihre Berichterstattung systematisch. Zum heutigen Zeitpunkt werden, ausser beim Standard IPSAS 43 (Leasing), keine wesentlichen Auswirkungen auf die Jahresrechnung erwartet.

IPSAS 43 ersetzt den bisherigen Standard zur Leasingbilanzierung IPSAS 13. Für Leasingnehmer führt IPSAS 43 einen einheitlichen Ansatz für die bilanzielle Abbildung von Leasingverträgen ein, wonach für alle Leasingverhältnisse in der Bilanz Vermögenswerte für die Nutzungsrechte an den Leasinggegenständen und Verbindlichkeiten für die eingegangenen Zahlungsverpflichtungen anzusetzen sind. Für Leasinggegenstände von geringem Wert und für kurzfristige Leasingverhältnisse wird von den Anwendungserleichterungen Gebrauch gemacht. Im Gegensatz zu dem bisherigen Ausweis der Aufwendungen aus operativem Leasing werden künftig Abschreibungen auf Nut-

zungsrechte sowie Zinsaufwendungen aus der Aufzinsung der Leasingverbindlichkeiten erfasst.

Es gibt keine weiteren Änderungen oder Interpretationen, die noch nicht verpflichtend anzuwenden sind und die eine wesentliche Auswirkung auf die Empa hätten.

Änderungen der Rechnungslegungsmethoden (Restatement)

Zum 1.1.2022 hat die Empa unter Anwendung der Erleichterung der rückwirkenden Anwendung für die Klassifizierung, die Bewertung und die Wertberichtigung erstmalig IPSAS 41 Finanzinstrumente angewendet. Darüber hinaus hat die Empa Folgeänderungen zu IPSAS 30 Finanzinstrumente: Anhangangaben für die Berichtsperiode 2022 angewendet. Diese wurden jedoch nicht auf die Vergleichsinformationen angewendet.

IPSAS 41 legt die Anforderungen für Ansatz und Bewertung von Finanzinstrumenten fest. Dieser Standard ersetzt IPSAS 29 Finanzinstrumente: Ansatz und Bewertung. Die neue Klassifizierung erfolgt auf der Grundlage des Geschäftsmodells zur Steuerung und der Eigenschaften der vertraglichen Zahlungsströme dieser Finanzinstrumente.

Klassifizierung und Bewertung von finanziellen Vermögenswerten und finanziellen Verbindlichkeiten.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Änderungen in der Klassifizierung und der Bewertung von Finanzinstrumenten per 1.1.2022 zusammengefasst:

TCHF	Darlehen und Forderungen	Erfolgswirksam zum Verkehrswert	Zur Veräusserung verfügbar	Finanzielle Verbindlichkeiten zu Anschaffungskosten	Total Buchwert	Restatement IPSAS 41	Zu fortgeführten Anschaffungskosten	Erfolgswirksam zum Verkehrswert (FV Erfolgsrechnung)	Finanzielle Verbindlichkeiten zu Anschaffungskosten	Total Buchwert
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	105 575				105 575	-	105 575			105 575
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	77 861				77 861	-6	77 855			77 855
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 151				3 151	-40	3 111			3 111
Finanzanlagen und Darlehen	46 459	-	388		46 847	-	46 459	388		46 847
Aktive Rechnungsabgrenzungen	982				982	-	982			982
Finanzielle Verbindlichkeiten*	-	-	-	6 253	6 253	-	-	-	6 253	6 253

* Laufende Verbindlichkeiten, Leasingverbindlichkeiten, Finanzverbindlichkeiten, Passive Rechnungsabgrenzungen

Die Empa hat Eigenkapitalinstrumente im Umfang von CHF 0.4 Mio. von der Kategorie «Zur Veräusserung verfügbar» in die Kategorie «Eigenkapitalinstrumente zum Fair Value Erfolgsrechnung» klassifiziert. Als Folge dieser Umklassifizierung wurden die im Eigenkapital erfassten kumulierten Bewertungsgewinne/-verluste im Betrag von CHF 0.3 Mio. von den Bewertungsreserven in den Bilanzüberschuss/-fehlbetrag umgegliedert. Die Klassifizierung und Bewertung der Finanzverbindlichkeiten blieb unverändert.

Die Auswirkungen aus der erstmaligen Anwendung des IPSAS 41 auf die Buchwerte der finanziellen Vermögenswerte zum 1. Januar 2022 resultieren ausschliesslich aus der Anwendung des neuen Wertminderungsmodells.

Wertminderung finanzieller Vermögenswerte

IPSAS 41 ersetzt das Modell der «eingetretenen Verluste» des IPSAS 29 durch ein Modell der «erwarteten Kreditverluste» («ECL»). Das neue Wertminderungsmodell ist auf finanzielle Vermögenswerte, die zu fortgeführten Anschaffungskosten bewertet werden, auf Vertragsvermögenswerte und erfolgsneutral zum Verkehrswert (FV Eigenkapital) bewertete Schuldinstrumente anzuwenden. Nach IPSAS 41 werden Kreditverluste früher als nach IPSAS 29 erfasst – siehe die entsprechenden Abschnitte in Anhang 3 Grundsätze der Bewertung und Bilanzierung. Diese Änderung betrifft insbesondere die Wertberichtigung auf Forderungen. In Übereinstimmung mit IPSAS 41 wird bei den Forderungen der vereinfachte Ansatz angewendet. Dieser sieht vor, die über die gesamte Restlaufzeit erwarteten Kreditverluste ab dem Zeitpunkt der Erfassung der Forderungen anhand einer Wertberichtigungsmatrix zu berücksichtigen.

Die Empa hat ermittelt, dass zusätzliche Wertminderungsaufwendungen aus der Anwendung der Wertminderungsvorschriften des IPSAS 41 per 1. Januar 2022 im Betrag von CHF 0.046 Mio. notwendig sind. Dabei handelt es sich hier ausschliesslich um Wertminderungen auf Forderungen (insbesondere noch nicht fällige Forderungen) und Darlehen.

Wertminderungen von Forderungen werden aus Gründen der Wesentlichkeit, ähnlich der Darstellung nach IPSAS 29, nicht separat in der Erfolgsrechnung, sondern im Sachaufwand ausgewiesen.

3 Grundsätze der Bilanzierung und Bewertung

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

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

Währungsumrechnung

Transaktionen in einer von der funktionalen Währung abwei-

chenden Fremdwährung werden mit dem zum Transaktionszeitpunkt gültigen Kurs umgerechnet.

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

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

Die wichtigsten Währungen und deren Umrechnungskurse sind:

Fremdwährungskurse

Währung	Einheit	Stichtagskurs per		Durchschnittskurs	
		31.12.2022	31.12.2021	2022	2021
EUR	1	0.9874	1.0359	1.0048	1.0810
USD	1	0.9250	0.9107	0.9550	0.9143
GBP	1	1.1187	1.2332	1.1791	1.2575
JPY	1 000	7.0540	7.9230	7.2950	8.3260
SGD	1	0.6898	0.6764	0.6923	0.6803

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 auf Basis der verbrauchten Ressourcen ertragswirksam aufgelöst.

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

Die Erträge werden wie folgt strukturiert:

Trägerfinanzierung

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

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

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

Studiengebühren, Weiterbildung

Erträge aus Studiengebühren, Kostenbeiträgen für Weiter- und Fortbildung sowie aus Verwaltungsgebühren werden als Transaktionen mit zurechenbarer Gegenleistung (IPSAS 9) qualifiziert. Grundsätzlich werden die Erträge zum Zeitpunkt der Lieferung oder Leistungserbringung verbucht und abgegrenzt.

Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen

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

Schenkungen und Legate

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

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

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

Aufgrund der hohen Anzahl und der Schwierigkeit der Erhebung, der Separierbarkeit und der Bewertung wird von einer Erfassung von Nutzungsrechten sowie Sach- und Dienstleistungen im Rahmen von Forschungsverträgen abgesehen. Es erfolgt lediglich eine allgemeine Beschreibung der Forschungsaktivität im Anhang.

Übrige Erträge

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

Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen

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

Forderungen

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

Bei Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23), wie bei SNF- und EU-Projekten sowie von anderen Geldgebern, ist die Wahrscheinlichkeit eines Mittelzuflusses in Bezug auf das gesamte vertraglich vereinbarte Projektvolumen gegeben. Aus diesem Grund wird in der Regel die gesamte Projektschuldensumme 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 CHF 10.0 Mio. werden zu fortgeführten Anschaffungskosten unter Verwendung der Effektivzinsmethode bilanziert. Kurzfristige Forderungen werden zu Anschaffungskosten bilanziert.

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
Immobilien 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
Mobilien Anlagevermögen	
Maschinen, Apparate, Werkzeuge, Geräte	5–10 Jahre
Personen-, Liefer- und Lastwagen, Luftfahrzeuge, Schiffe, etc.	4–7 Jahre
Möbiliar	5–10 Jahre
Informatik und Kommunikation	3–7 Jahre
Technische Betriebseinrichtungen (Grossforschungsanlagen)	10–40 Jahre ³

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

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

³ In Ausnahmefällen kann in Absprache mit dem CC IPSAS davon abgewichen werden.

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

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

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

Der Restwert verschrotteter oder verkaufter Sachanlagen

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

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

Immaterielle Anlagen

Immaterielle Vermögenswerte werden zu Anschaffungs- oder Herstellungskosten erfasst. Handelt es sich um Standard-Software, erfolgt die Abschreibung linear über drei Jahre.

Andere immaterielle Vermögenswerte werden mit einer individuell zu bestimmenden Abschreibungsdauer über den Zeitraum der geschätzten Nutzungsdauer linear beschrieben.

Wertminderungen nicht finanzielle Vermögenswerte (Sachanlagen und immaterielle Anlagen)

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

Finanzielle Vermögenswerte

Vorgehensweise bis zum 31. Dezember 2021

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

Vorgehensweise ab dem 1. Januar 2022

Die Empa bilanziert Wertberichtigungen für erwartete Kreditverluste (ECL) für finanzielle Vermögenswerte, die zu fortgeführten Anschaffungskosten bewertet werden. Die Empa bemisst die Wertberichtigungen auf Forderungen in Höhe der über die Laufzeit zu erwartenden Kreditverluste (vereinfachter Ansatz). Auf folgenden Finanzinstrumenten wird die Höhe der Wertberichtigung in Höhe des erwarteten 12-Monats-Kreditverlusts bemessen (3-Stufen-Ansatz):

– Darlehen, die ein geringes Ausfallrisiko zum Bilanzstichtag aufweisen, und

– Bankguthaben, bei denen sich das Ausfallrisiko seit dem erstmaligen Ansatz nicht signifikant erhöht hat.

Wertberichtigungen für Forderungen mit zurechenbarer Gegenleistung und für Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistung werden immer in Höhe des über die Laufzeit zu erwartenden Kreditverlusts (vereinfachter Ansatz) anhand einer Wertberichtigungsmatrix bewertet. Die Ausfallwahrscheinlichkeit basiert auf Erfahrungswerten, nach Möglichkeit ergänzt mit aktuell beobachtbaren Daten und einer Annahme zur künftigen Entwicklung. Für den Anteil, für welchen noch eine Leistungsverpflichtung gemäss IPSAS 23 passiviert ist, wird keine Wertminderung verbucht.

Bei der Festlegung, ob das Ausfallrisiko eines finanziellen Vermögenswertes seit der erstmaligen Erfassung signifikant angestiegen ist, und bei der Schätzung von erwarteten Kreditverlusten berücksichtigt die Empa angemessene und belastbare Informationen, die relevant und ohne unangemessenen Zeit- und Kostenaufwand verfügbar sind. Dies umfasst sowohl quantitative als auch qualitative Informationen und Analysen, die auf vergangenen Erfahrungen der Empa und fundierten Einschätzungen, inklusive wo möglich zukunftsgerichteter Informationen, beruhen. Die Empa nimmt unter anderem an, dass das Ausfallrisiko eines finanziellen Vermögenswertes signifikant angestiegen ist, wenn er mehr als 30 Tage überfällig ist.

Darstellung der Wertminderung für erwartete Kreditverluste in der Bilanz

Wertminderungen auf finanziellen Vermögenswerten, die zu fortgeführten Anschaffungskosten bewertet sind, werden vom Bruttobuchwert der Vermögenswerte abgezogen.

Inanspruchnahme von Wertminderungen

Der Bruttobuchwert eines finanziellen Vermögenswertes wird ausgebucht, wenn die Empa nach angemessener Einschätzung nicht davon ausgeht, dass der finanzielle Vermögenswert ganz oder teilweise realisierbar ist. Dazu führt die Empa eine individuelle Einschätzung über den Zeitpunkt und die Höhe der Inanspruchnahme der Wertberichtigung durch. Dabei basiert die Empa grundsätzlich auf der Erwartung, dass das Inkasso des finanziellen Vermögenswertes möglich ist. Erwartet die Empa keine signifikante Einziehung, wird der Betrag in Anspruch genommen und der Vermögenswert ausgebucht.

Leasing

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

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

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

Finanzanlagen und Darlehen

Vorgehensweise bis zum 31. Dezember 2021

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

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

beispielsweise die Beteiligungen bilanziert, die nicht beherrscht oder massgeblich beeinflusst werden.

Gewährte Darlehen und Festgelder werden entweder zu fortgeführten Anschaffungskosten bilanziert (Nominalwert unter CHF 10.0 Mio. sowie kurzfristige Darlehen und Festgelder über CHF 10.0 Mio.) oder zu fortgeführten Anschaffungskosten unter Verwendung der Effektivzinsmethode (langfristige Darlehen und Festgelder über CHF 10.0 Mio.). Die Effektivzinsmethode verteilt die Differenz zwischen Anschaffungs- und Rückzahlungswert (Agio/Disagio) anhand der Barwertmethode über die Laufzeit der entsprechenden Anlage. Wertberichtigungen werden basierend auf Einzelfallbeurteilungen vorgenommen.

Derivative Finanzinstrumente werden primär zu Absicherungszwecken oder als strategische Position eingesetzt. Die Bewertung erfolgt ausnahmslos zu Verkehrswerten. Wertanpassungen werden in der Regel erfolgswirksam erfasst.

Vorgehensweise ab dem 1. Januar 2022

Bei der erstmaligen Erfassung wird bei der Empa ein finanzieller Vermögenswert wie folgt klassifiziert und bewertet:

- Zu fortgeführten Anschaffungskosten (AK):
 - Hierbei handelt es sich um Schuldinstrumente, welche gehalten werden, um vertragliche Zahlungsströme zu vereinnahmen, die ausschliesslich Tilgungs- und Zinszahlungen sind. Darunter fallen primär Darlehen und Festgelder.
 - Gewährte Darlehen und Festgelder werden entweder zu fortgeführten Anschaffungskosten bilanziert (Nominalwert unter CHF 10 Mio. sowie kurzfristige Darlehen und Festgelder über CHF 10 Mio.) oder zu fortgeführten Anschaffungskosten unter Verwendung der Effektivzinsmethode (langfristige Darlehen und Festgelder über CHF 10 Mio.).
 - Die fortgeführten Anschaffungskosten werden durch Wertminderungsaufwendungen reduziert. Zinserträge, Währungskursgewinne und -verluste sowie Wertminderungen werden erfolgswirksam erfasst. Ein Gewinn oder Verlust aus der Ausbuchung wird erfolgswirksam erfasst.
- Erfolgswirksam zum Verkehrswert (FV Erfolgsrechnung):
 - Die zu Handelszwecken gehaltenen finanziellen Vermögenswerte sowie derivative Finanzinstrumente werden als erfolgswirksam zum Verkehrswert bilanziert. Wertschwankungen und Dividenden werden erfolgswirksam erfasst.

Als Finanzinvestition gehaltene Immobilien

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

Kofinanzierungen

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

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

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

Laufende Verbindlichkeiten

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

Finanzverbindlichkeiten

Die Finanzverbindlichkeiten enthalten monetäre Verbindlichkeiten, die aus Finanzierungstätigkeiten entstehen, und 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.

Leistungsorientierte Vorsorgepläne

Die in der Bilanz ausgewiesenen Nettovorsorgeverpflichtungen bzw. Nettovorsorgeguthaben werden gemäss den Methoden von IPSAS 39 bewertet. Sie entsprechen dem Barwert der leistungsorientierten Vorsorgeverpflichtungen (Defined Benefit Obligation, DBO) abzüglich des Vorsorgevermögens zu Marktwerten. Die Beschreibung des Vorsorgewerks und der Versicherungen des ETH-Bereichs findet sich in Anhang 28 Leistungsorientierte Vorsorgepläne.

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

Die Vorsorgeverpflichtungen wurden basierend auf dem aktuellen Versichertenbestand des Vorsorgewerks ETH-Bereich per 31. Oktober 2022 und anhand der versicherungsmathematischen Annahmen per 31. Dezember 2022 (z. B. BVG 2020) sowie der Vorsorgepläne des Vorsorgewerks ETH-Bereich ermittelt. Die Resultate wurden unter Anwendung von pro rata geschätzten Cashflows per 31. Dezember 2022 fortgeschrieben. Die Marktwerte des Vorsorgevermögens wurden unter Einbezug der geschätzten Performance per 31. Dezember 2022 eingesetzt.

Die Berücksichtigung von Risk Sharing in der Bewertung der Vorsorgeverpflichtung erfolgt in einer zweistufigen Beurteilung und bedingt die Festlegung zusätzlicher Annahmen. Wie bei den übrigen finanziellen und demografischen Annahmen handelt es sich hierbei um Annahmen, die aus Arbeitgeberperspektive getroffen werden. In einem ersten Schritt wird

überprüft, ob eine aktuelle oder zukünftige strukturelle Unterdeckung nachgewiesen werden kann. Ist dies der Fall werden allfällige Leistungsmassnahmen (Umwandlungssatzsenkung sowie Begleitmassnahmen wie z. B. die Einlage von Altersguthaben, Anpassung der Beiträge) in den Berechnungen berücksichtigt. Bleibt eine strukturelle Finanzierungslücke, wird diese in einem zweiten Schritt rechnerisch auf Arbeitgeber und Arbeitnehmer aufgeteilt. Hierbei wird angenommen, dass der Arbeitgeberanteil an der Finanzierungslücke auf 64 % gemäss der aktuellen Staffellung der reglementarischen Sparbeiträge begrenzt ist. Der Arbeitnehmeranteil wird anhand der vergangenen und erwarteten zukünftigen Dienstjahre pauschal in einen erworbenen und noch zu erwerbenden Anteil aufgeteilt. Der schon erworbene Teil reduziert den Barwert der Vorsorgeverpflichtung des Arbeitgebers, während der noch zu erwerbende Teil den zukünftigen Dienstzeitaufwand des Arbeitgebers vermindert.

Effekte aus Planänderungen, die Annahmen des Risk Sharing betreffen, werden seit der Einführung von Risk Sharing nicht mehr in der Erfolgsrechnung, sondern als Bestandteil der Neubewertung der Verpflichtung direkt im Eigenkapital erfasst.

Ein allfälliges Nettovorsorgevermögen aus einem leistungsorientierten Vorsorgeplan wird zum niedrigeren Wert aus der Überdeckung (nach Abzug eines Arbeitnehmeranteils von 50%) und dem Barwert eines wirtschaftlichen Nutzens in Form von Rückerstattungen oder Minderungen künftiger Beitragszahlungen erfasst («Asset Ceiling»/Vermögenswertobergrenze).

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

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

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

Zweckgebundene Drittmittel

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

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

Eigenkapital

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

Bewertungsreserven (erfolgsneutrale Verbuchungen):

– *Neubewertungsreserven für Finanzanlagen*, die unter die Kategorie «zur Veräusserung verfügbar» fallen und zum Verkehrswert bilanziert werden: Marktwertveränderungen werden bis zur Veräusserung der Finanzanlagen über das Eigenkapital verbucht. Mit der Einführung von IPSAS 41 per 1.1.2022 wird diese Position in den Bilanzüberschuss/-fehlbetrag umgegliedert. Siehe Erläuterungen dazu unter Kapitel 2 Grundlagen der Rechnungslegung.

– *Neubewertungsreserven aus Nettovorsorgeverpflichtungen*: Versicherungsmathematische und anlageseitige Gewinne und Verluste aus Vorsorgeverpflichtungen bzw. Planvermögen werden erfolgsneutral über das Eigenkapital verbucht.

Schenkungen, Zuwendungen und Kofinanzierungen:

Unter dieser Position werden noch nicht verwendete Drittmittel aus Schenkungen und Legaten sowie aus weiteren Zuwendungen ausgewiesen, die mit Auflagen verbunden sind, jedoch nicht als Fremdkapital zu qualifizieren sind. Es handelt sich ausschliesslich um Mittel aus Transaktio-

nen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23). Die aus der Bewirtschaftung der Drittmittel generierten Ergebnisse und die Reserven für Wertschwankungen des Wertschriftenportfolios (Risikokapital) werden ebenfalls dieser Kategorie zugeordnet. Weitere Informationen zu den Kofinanzierungen sind im Abschnitt «Kofinanzierungen» zu finden.

Reserve mit interner Zweckbindung

– *Reserve Lehre und Forschung (Wahl-/Berufungsversprechen, Lehr- und Forschungsprojekte)*: Diese Position zeigt auf, dass verschiedene interne Zusprachen bestehen und entsprechende Reserven zu deren Deckung zwingend gebildet werden.

– *Reserve Infrastruktur und Verwaltung*: Darunter fallen Reserven für verzögerte Bauprojekte und für dedizierte Ansparungen für konkrete Infrastrukturprojekte und Verwaltungsprojekte.

Reserve ohne Zweckbindung

Als Reserven ohne Zweckbindung werden nicht verwendete Mittel ausgewiesen, für die gemäss IPSAS keine vertraglichen oder internen Auflagen bestehen. Eine zeitlichbezogene oder zielorientierte Zweckgebundenheit besteht nicht. Reserven müssen erwirtschaftet worden sein. Bildung und Auflösung erfolgen innerhalb des Eigenkapitals.

Bilanzüberschuss/-fehlbetrag

Die Position Bilanzüberschuss/-fehlbetrag zeigt den Stand der kumulierten Ergebnisse am Bilanzstichtag. Er besteht aus dem Ergebnisvortrag, dem Jahresergebnis, den Zunahmen bzw. Abnahmen (Umbuchungen im Berichtsjahr) der Schenkungen, Zuwendungen, Kofinanzierungen sowie der Reserven aus assoziierten Einheiten und den Zuweisungen zu bzw. Entnahmen aus den Reserven (Ergebnisverwendung).

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

Eventualverbindlichkeiten und Eventualforderungen

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

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

Finanzielle Zusagen

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

Geldflussrechnung

Die Geldflussrechnung zeigt die Geldflüsse aus operativer Tätigkeit sowie aus Investitions- und Finanzierungstätigkeit. Die Darstellung erfolgt nach der indirekten Methode. Das heisst, der operative Geldfluss basiert auf dem Jahresergebnis, das um 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 ist von Annahmen und Schätzungen im Zusammenhang mit den Rechnungslegungsgrundsätzen abhängig, bei denen das Management einen gewissen Ermessensspielraum hat. Obwohl die Schätzwerte nach bestem Wissen der Leitungsorgane ermittelt werden, können die tatsächlichen Ergebnisse von ihnen abweichen.

Dies gilt insbesondere für folgende Sachverhalte:

Nutzungsdauer und Impairment von Sachanlagen

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

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

Rückstellungen sowie Eventualforderungen und -verbindlichkeiten

Rückstellungen sowie Eventualforderungen und -verbindlichkeiten beinhalten einen hohen Grad an Schätzungen über die Wahrscheinlichkeit und das Ausmass des Mittelzu- oder abflusses. Infolgedessen können sie je nach Abschluss des Sachverhalts zu einem höheren oder tieferen Mittelabfluss führen.

Leistungsorientierte Vorsorgepläne

Die Berechnung der Nettovorsorgeverpflichtungen bzw. -vermögen 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 Lohn- und Rentenerwartungen wie auch die demografische Entwicklung (zukünftige Lebenserwartung,

Invalidität, Austrittswahrscheinlichkeit) sowie Annahmen bezüglich der Risikoaufteilung zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer (Risk Sharing) sind wesentlicher Bestandteil der versicherungsmathematischen Bewertung.

Wertberichtigung für erwartete Kreditverluste

Bei der Bewertung der Wertberichtigung aufgrund der erwarteten Kreditverluste bei Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen und bei Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen unterliegen die Schlüsselannahmen zur Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeiten Schätzungsunsicherheiten.

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	2022	2021	Veränderung absolut
Finanzierungsbeitrag des Bundes	82 287	108 406	-26 120

Die verfügbaren Mittel des bewilligten Zahlungsrahmens der Empa für die Jahre 2022-2025 werden 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 2022-2025 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, Einrichtungen und Unterhalt für die von der Empa genutzten Immobilien im Eigentum des Bundes.

Aufgrund des Baufortschrittes des Projekts Masterplan Campus Empa Eawag wurden nebst der geplanten Finanzierung von CHF 22.0 Mio. zusätzliche CHF 15.6 Mio. an den Bau verschoben.

Im Finanzierungsbeitrag des Bundes sind CHF 1.7 Mio. zur Finanzierung von SFA Projekten enthalten.

Unterbringungsbeitrag des Bundes

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Beitrag an Unterbringung	11 082	12 478	-1 396

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.

Der kalkulatorische Satz für die Verzinsung des durchschnittlich eingesetzten Kapitals betrug 1.00 % (2021: 1.25 %).

6 Weiterbildung

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Studiengebühren, Weiterbildung	278	55	223

Es konnten 2022 erstmals nach 2 Jahren wieder Veranstaltungen durchgeführt werden.

7 Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen

TCHF	2022	davon Erträge (IPSAS 23)	davon Erträge (IPSAS 9)	2021	davon Erträge (IPSAS 23)	davon Erträge (IPSAS 9)	Veränderung absolut
Schweizerischer Nationalfonds (SNF)	7 453	7 453	–	7 880	7 880	–	–427
Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse)	11 880	11 880	–	10 436	10 436	–	1 444
Forschung Bund (Ressortforschung)	7 142	4 502	2 639	6 317	3 733	2 584	825
EU-Forschungsrahmenprogramme (EU-FRP)	5 837	5 837	–	6 349	6 349	–	–512
Wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft)	12 757	624	12 133	13 456	994	12 461	–698
Übrige projektorientierte Drittmittel (inkl. Kantone, Gemeinden, internationale Organisationen)	4 352	3 905	447	3 768	3 523	244	585
Total Forschungsbeiträge, -aufträge und wissenschaftliche Dienstleistungen	49 421	34 202	15 219	48 205	32 915	15 290	1 216

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

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

Die Erträge aus Forschungsbeiträgen und wissenschaftlichen Dienstleistungen sind mit CHF 49.4 Mio. um CHF 1.2 Mio. höher als im Vorjahr.

Von den Leistungen im Rahmen der Europäischen Rahmenprogramme sind CHF 0.4 Mio. durch SBFÜ Übergangsmassnahmen finanziert.

In der wirtschaftsorientierten Forschung sind u. a. die wissenschaftlichen Dienstleistungen mit CHF 8.1 Mio. (VJ: CHF 8.4 Mio.) und die Cash-Beiträge der Industrie für Innosuisse-Projekte in der Höhe von CHF 0.6 Mio. (VJ: CHF 0.6 Mio.) enthalten.

8 Schenkungen und Legate

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Schenkungen und Legate	2 356	426	1 930

Die im 2022 erhaltene Schenkungen von CHF 2.4 Mio. wurden hauptsächlich durch den Empa Zukunftsfonds akquiriert.

In-kind Leistungen

In 2022 hat die Empa keine wesentlichen In-kind Leistungen erhalten.

9 Übrige Erträge

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Lizenzen und Patente	362	273	89
Verkäufe	12	42	–30
Rückerstattungen	406	375	31
Übrige Dienstleistungen	563	863	–301
Liegenschaftsertrag	1 808	1 670	138
Gewinne aus Veräusserungen (Sachanlagen)	74	13	62
Übriger verschiedener Ertrag	5 069	4 397	672
Total Übrige Erträge	8 342	7 669	674

Im Vergleich zum Vorjahr haben die Lizenzeinnahmen um CHF 0.1 Mio. zugenommen. Die Lizenzeinnahmen stehen in Abhängigkeit zum erzielten Umsatz und können daher sehr stark schwanken.

Der Liegenschaftsertrag und die Erträge aus Nutzungsüberlassungen Immobilien Bund umfassen die Erträge aus der Vermietung von Geschäftsräumen CHF 0.5 Mio., dem Guesthouse CHF 1.1 Mio. und von Parkplätzen CHF 0.2 Mio..

Die übrigen Erträge umfassen im Berichtsjahr vor allem die Intercompany-Verrechnungen im ETH-Bereich.

10 Personalaufwand

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Professorinnen und Professoren	–	–	–
Wissenschaftliches Personal	55 727	55 655	72
Technisch-administratives Personal, Lernende, Praktikantinnen und Praktikanten	42 767	41 878	890
EO, Suva und sonstige Rückerstattungen	–443	–355	–88
Total Personalbezüge	98 051	97 177	874
Sozialversicherung AHV/ALV/IV/EO/MuV	6 258	6 203	55
Nettovorsorgeaufwand	12 374	10 744	1 630
Unfall- und Krankenversicherung Suva (BU/NBU/KTG)	321	399	–78
Arbeitgeberbeitrag an die Familienausgleichskasse (FAK/FamZG)	1 156	1 149	7
Total Sozialversicherungen und Vorsorgeaufwand	20 109	18 494	1 614
Übrige Arbeitgeberleistungen	8	8	1
Temporäres Personal	28	54	–27
Veränderung Rückstellungen für Ferien und Überzeit	200	800	–600
Veränderung Rückstellungen für anwartschaftliche Dienstaltersgeschenke	20	–335	355
Übriger Personalaufwand	2 027	2 191	–163
Total Personalaufwand	120 443	118 389	2 054

Der Personalaufwand hat um 1.7% auf CHF 120.4 Mio. zugenommen. Die vom ETH-Rat beschlossenen Lohnmassnahmen betragen für 2022 1.2% sowie eine Teuerungsentschädigung von 0.5%. Der Personalbestand ist etwas höher als im Vorjahr. Die detaillierte Zusammensetzung des Nettovorsorgeaufwands wird ausführlich im Anhang 25 Nettovorsorgeverpflichtung dargestellt. Die Veränderung der Rückstellungen für Ferien und Überzeit sind CHF 0.6 Mio. tiefer als im Vorjahr.

11 Sachaufwand

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Material- und Warenaufwand	6 040	6 319	–279
Raumaufwand	17 085	18 478	–1 393
Übriger Betriebsaufwand	19 035	16 105	2 930
Total Sachaufwand	42 160	40 902	1 258

Der Sachaufwand ist mit CHF 42.2 Mio. um CHF 1.3 Mio. höher als im Vorjahr. Darin enthalten ist die Abgeltung für die nicht unmittelbar der Aufgabenerfüllung der Empa dienenden Mieterträge von Dritten für die Nutzung von bundeseigenen Liegenschaften an den Bund.

Der übrige Betriebsaufwand ist um CHF 2.9 Mio. höher als im Vorjahr. Die Zunahme beinhaltet unter anderem zusätzliche Kosten für höhere Energiekosten von CHF 0.7 Mio., mehr Reisekosten dank Pandemieentspannung von CHF 1.3 Mio., Kosten für IT-Entwicklungen von CHF 0.3 Mio. und mehr Beratungskosten für Systemanpassungen von CHF 0.5 Mio.. Jedoch waren die Kosten für Raumaufwand CHF 1.4 Mio. unter Vorjahr.

12 Transferaufwand

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Übriger Transferaufwand	159	645	–486
Total Transferaufwand	159	645	–486

Im Transferaufwand weisen wir nur Beiträge der Empa für Forschungsprojekte aus, die nicht im Rahmen einer Leading House-Funktion der Empa weitergeleitet werden.

13 Finanzergebnis

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Finanzertrag			
Zinsertrag	308	5	303
Beteiligungsertrag	8	-	8
Verkehrswertanpassungen Finanzanlagen	9	-	9
Fremdwährungsgewinne	133	204	-71
Übriger Finanzertrag	-	-	-
Total Finanzertrag	457	210	248
Finanzaufwand			
Zinsaufwand	-	-	-
Übrige Finanzierungskosten für Fremdkapitalbeschaffung	-	-	-
Verkehrswertanpassungen Finanzanlagen	112	-	112
Fremdwährungsverluste	173	195	-22
Wertminderungen	215	-	215
Übriger Finanzaufwand	19	16	3
Total Finanzaufwand	519	211	308
Total Finanzergebnis	-61	-1	-60

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 01.01.2022 vorgenommen.

14 Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Kasse	61	55	6
Post	6 221	12 520	-6 299
Bank	-	-	-
Kurzfristige Geldanlagen (< 90 Tage)	73 000	93 000	-20 000
Total Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	79 282	105 575	-26 293

Der Bestand an flüssigen Mitteln und kurzfristigen Geldanlagen hat im Vergleich zum Vorjahr um CHF 26.3 Mio. abgenommen. Die kurzfristigen Geldanlagen umfassen die, gemäss der Tresorerievereinbarung zwischen der EFV und dem ETH-Bereich, angelegten Drittmittel und Reserven. Die Reserven beinhalten unter anderem die Mittel für Projekte für die Lehre oder Forschung sowie für die grösseren Bauvorhaben wie der Masterplan (Neubau eines Laborgebäudes, Sanierung bestehendes Laborgebäude und Erweiterung RTTPs), welche teilweise im Jahr 2022 aufgelöst wurden (siehe dafür Anhang 5 Trägerfinanzierung).

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

15 Forderungen

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen			
Forderungen aus Projektgeschäft und Zuwendungen	82 018	77 861	4 157
Sonstige Forderungen	23	–	23
Wertberichtigungen	–39	–	–39
Total Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	82 002	77 861	4 141
davon kurzfristig	36 277	36 026	251
davon langfristig	45 725	41 835	3 890
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen			
Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	3 606	3 237	369
Sonstige Forderungen	2	–40	42
Wertberichtigungen	–43	–46	2
Total Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 565	3 151	414
davon kurzfristig	3 565	3 151	414
davon langfristig	–	–	–

Die Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistung (IPSAS 23) sind projektorientiert und können sich aufgrund der sehr unterschiedlichen Projektvertragswerte im Vergleich zum Vorjahr erheblich verändern. Die Zunahme der Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen um CHF 4.1 Mio. ist hauptsächlich auf die höheren Zusprachen aus den EU-Übergangsmassnahmen zurückzuführen.

16 Vorräte

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

17 Aktive Rechnungsabgrenzungen

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Zinsen	–	–	–
Abgrenzung vorausbezahlter Aufwendungen	986	515	471
Übrige aktive Rechnungsabgrenzungen	1 200	982	218
Total Aktive Rechnungsabgrenzungen	2 186	1 496	689

18 Sachanlagen und immaterielle Anlagen

TCHF	Technische Betriebs- einrichtungen, Maschinen, Geräte, Möbiliar, Fahrzeuge	Informatik und Kommunikation	Anzahlungen, mobile Anlagen im Bau	Total Mobiles Anlagevermögen	Grundstücke, Gebäude	Immobilien Anlagen im Bau	Total Immobiles Anlagevermögen	Total Sachanlagen	Total Immaterielle Anlagen
Anschaffungswerte									
Stand per 01.01.2022	152 131	7 055	8 369	167 555	22 162	738	22 900	190 455	984
Zugänge	6 599	129	2 346	9 074	1 997	1 774	3 771	12 845	296
Umgliederungen	7 489	–	–7 489	–	710	–710	–	–	–
Abgänge	–1 048	–	–	–1 048	–	–	–	–1 048	–
Stand per 31.12.2022	165 171	7 184	3 226	175 581	24 870	1 801	26 671	202 252	1 280
Kumulierte Wertberichtigungen									
Stand per 01.01.2022	108 717	6 016	–	114 733	8 709	–	8 709	123 443	692
Abschreibungen	10 005	582	–	10 588	2 169	–	2 169	12 756	87
Wertminderungen	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zuschreibungen/Wertaufholungen	–35	–	–	–35	–	–	–	–35	–
Umgliederungen	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Abgänge Wertberichtigungen	–939	–	–	–939	–	–	–	–939	–
Stand per 31.12.2022	117 749	6 599	–	124 348	10 878	–	10 878	135 226	779
Bilanzwert per 31.12.2022	47 422	585	3 226	51 233	13 992	1 801	15 793	67 026	501
davon Anlagen im Leasing	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Zu den grösseren Investitionen 2022 in der Anlagenkategorie «Technische Betriebseinrichtungen, Maschinen etc.» gehören unter vielen anderen ein Field Emission Scan-Elektronenmikroskop, ein spezielles Niedertemperatur-System, die Finalisierung des NEST-Forschungsunit HiLo und der Ersatz von Prüf-anlagen.

Die wesentlichen Zugänge in der Anlagenkategorie «Anzahlungen und mobile Anlagen im Bau» waren vor allem für die Einrichtung eine Multiprobe POLAR UHV System, welches im 1. Quartal 2024 geliefert werden soll.

Mieterausbauten «Grundstücke, Gebäude» enthalten die Umbaumassnahmen für die Nord-Ost-Erweiterung im Rahmen des

Masterplans für die Umsetzung des Forschungscampus Empa Eawag von CHF 0.6 Mio. und weitere nutzerspezifische Einrichtungen in Labors von CHF 1.0 Mio..

In der Kategorie «Immobilien Anlagen im Bau» sind die ersten Einrichtungskosten für den Forschungscampus Empa Eawag von CHF 1.3 Mio. enthalten.

Alle Anlagekategorien werden gemäss den in Anhang 3 beschriebenen Grundsätzen abgeschrieben. Zusätzlich ermittelter Abschreibungsbedarf wird in obiger Tabelle separat unter den Wertminderungen ausgewiesen.

Sachanlagen und immaterielle Anlagen

TCHF	Technische Betriebs- einrichtungen, Maschinen, Geräte, Mobiliar, Fahrzeuge	Informatik und Kommunikation	Anzahlungen, mobile Anlagen im Bau	Total Mobiles Anlagevermögen	Grundstücke, Gebäude	Immobilie Anlagen im Bau	Total Immobiles Anlagevermögen	Total Sachanlagen	Total Immaterielle Anlagen
Anschaffungswerte									
Stand per 01.01.2021	142 651	6 908	4 378	153 937	18 359	81	18 440	172 378	889
Zugänge	8 723	147	5 411	14 281	3 743	717	4 460	18 741	95
Umgliederungen	1 420	–	–1 420	–	60	–60	–	–	–
Abgänge	–663	–	–	–663	–	–	–	–663	–
Stand per 31.12.2021	152 131	7 055	8 369	167 555	22 162	738	22 900	190 455	984
Kumulierte Wertberichtigungen									
Stand per 01.01.2021	99 051	5 447	–	104 498	6 856	–	6 856	111 354	605
Abschreibungen	9 949	570	–	10 518	1 853	–	1 853	12 372	88
Wertminderungen	6	–	–	6	–	–	–	6	–
Zuschreibungen/Wertaufholungen	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Umgliederungen	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Abgänge Wertberichtigungen	–289	–	–	–289	–	–	–	–289	–
Stand per 31.12.2021	108 717	6 016	–	114 733	8 709	–	8 709	123 443	692
Bilanzwert per 31.12.2021	43 414	1 038	8 369	52 822	13 453	738	14 191	67 013	292
davon Anlagen im Leasing	–	–	–	–	–	–	–	–	–

19 Finanzanlagen und Darlehen

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen			
Übrige Finanzanlagen	56 169	45 929	10 240
Darlehen	–	250	–250
Total Kurzfristige Finanzanlagen und Darlehen	56 169	46 179	9 990
Langfristige Finanzanlagen und Darlehen			
Übrige Finanzanlagen	286	388	–101
Darlehen	290	280	10
Total Langfristige Finanzanlagen und Darlehen	576	667	–91

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.

20 Kofinanzierungen

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Anschaffungswerte			
Stand per 01.01.	7 475	7 475	–
Zugänge	–	–	–
Abgänge	–	–	–
Stand per 31.12.	7 475	7 475	–
Kumulierte Wertberichtigungen			
Stand per 01.01.	1 056	841	215
Abschreibungen	215	215	–
Abgänge	–	–	–
Stand per 31.12.	1 271	1 056	215
Bilanzwert per 31.12.	6 204	6 419	–215

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 Anschaffungswerte von CHF 7.5 Mio. sind die Anteile der von Dritten finanzierten Bauleistungen für NEST.

21 Laufende Verbindlichkeiten

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	2 201	736	1 465
Verbindlichkeiten gegenüber Sozialversicherungen	2 829	1 561	1 268
Übrige laufende Verbindlichkeiten	2 366	1 213	1 153
Total Laufende Verbindlichkeiten	7 396	3 510	3 886

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

22 Finanzverbindlichkeiten

Es bestehen keine monetären Verbindlichkeiten, die aus Finanzierungstätigkeiten stammen.

Finanzierungsleasing

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

23 Passive Rechnungsabgrenzungen

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Zinsen	–	–	–
Abgrenzung vorrauserhaltener Erträge	3 881	4 532	–651
Übrige passive Rechnungsabgrenzungen	2 637	2 743	–106
Total Passive Rechnungsabgrenzungen	6 518	7 275	–756

Die Abgrenzungen für vorrauserhaltene Erträge in der Höhe von CHF 3.9 Mio. (VJ: CHF 4.5 Mio.) enthalten hauptsächlich die Ertragsabgrenzungen für Verträge gemäss IPSAS 9 (z. B. Auftragsforschung, wissenschaftliche Dienstleistungen).

24 Rückstellungen

Überblick

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Rückstellungen für Ferien und Überzeit	6 750	6 550	200
Andere fällige Leistungen nach IPSAS 39	4 200	4 180	20
Bürgschaften, Gewährleistungen	–	–	–
Rechtsfälle	151	95	56
Andere Rückstellungen	41	41	–
Total Rückstellungen	11 142	10 866	276

Die Rückstellungen für noch nicht bezogene Ferien und Überzeitenschädigungen der Mitarbeitenden in der Höhe von CHF 6.8 Mio. haben um CHF 0.2 Mio. zugenommen. Die anderen fälligen Leistungen nach IPSAS 39 beinhalten die erworbenen Dienstaltersgeschenke/Treueprämien, die durch unabhängige Aktuarer mittels der Projected-Unit-Credit-Methode bewertet werden und betragen im Berichtsjahr CHF 4.2 Mio.

Rückstellungen – Veränderung

TCHF	Rückstellungen für Ferien und Überzeit	Andere fällige Leistungen nach IPSAS 39	Rückbauten	Bürgschaften, Gewährleistungen	Rechtsfälle	Andere Rückstellungen	Total Rückstellungen
Stand per 01.01.2022	6 550	4 180	–	–	95	41	10 866
Bildung	200	637	–	–	151	–	988
Auflösung	–	–	–	–	–94	–	–94
Verwendung	–	–617	–	–	–1	–	–618
Umgliederungen	–	–	–	–	–	–	–
Anstieg des Barwerts	–	–	–	–	–	–	–
Stand per 31.12.2022	6 750	4 200	–	–	151	41	11 142
davon kurzfristig	6 750	–	–	–	151	41	6 942
davon langfristig	–	4 200	–	–	–	–	4 200

TCHF	Rückstellungen für Ferien und Überzeit	Andere fällige Leistungen nach IPSAS 39	Rückbauten	Bürgschaften, Gewährleistungen	Rechtsfälle	Andere Rückstellungen	Total Rückstellungen
Stand per 01.01.2021	5 750	4 515	–	–	271	15	10 551
Bildung	800	440	–	–	95	41	1 376
Auflösung	–	–	–	–	–215	–	–215
Verwendung	–	–775	–	–	–56	–15	–846
Umgliederungen	–	–	–	–	–	–	–
Anstieg des Barwerts	–	–	–	–	–	–	–
Stand per 31.12.2021	6 550	4 180	–	–	95	41	10 866
davon kurzfristig	6 550	–	–	–	95	41	6 686
davon langfristig	–	4 180	–	–	–	–	4 180

25 Leistungsorientierte Vorsorgepläne

Der Grossteil der Angestellten und Rentenbeziehenden der Institutionen der Empa sind im Vorsorgewerk ETH-Bereich bei der Sammeleinrichtung Pensionskasse des Bundes PUBLICA (PUBLICA) versichert. Es bestehen keine Verpflichtungen aus weiteren Vorsorgeplänen ausserhalb des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA.

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 Bunds.

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

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

Versicherungsplan

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

Der Vorsorgeplan ist in den Vorsorgereglementen für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie für die Professorinnen und Professoren des Vorsorgewerks ETH-Bereich festgelegt. Diese Reglemente sind Bestandteil des Anschlussvertrags mit der PUBLICA. Der Vorsorgeplan gewährt im Fall von Invalidität, Tod, Alter und Austritt mehr als die vom Gesetz geforderten Mindestleistungen, d. h. es handelt sich um einen sogenannten umhüllenden Plan (obligatorische und überobligatorische Leistungen).

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

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

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

Vermögensanlage

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

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

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

Risiken für den Arbeitgeber

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

Am Risk Sharing (Risikoaufteilung zwischen Versicherten und Arbeitgeber), welches 2020 eingeführt wurde, wird unver-

ändert festgehalten (Details siehe Anhang 3 Grundsätze der Bilanzierung und Bewertung). Aufgrund der Höhe des Diskontierungszinssatzes per 31.12.2022 ergab sich keine Reduktion des Barwerts der Vorsorgeverpflichtungen aufgrund des erweiterten Risk Sharing Ansatzes.

Der definitive Deckungsgrad gemäss BVV2 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 2022 97.2 % (VJ: 109.3 %, definitiv). Der provisorische ökonomische Deckungsgrad des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA betrug per Ende Jahr 96.5 % (VJ: 96.5 % definitiv).

Besondere Ereignisse

Es gab keine zu berücksichtigenden Planänderungen, Plankürzungen oder Planabgeltungen beim Vorsorgewerk ETH-Bereich bei PUBLICA.

Im Vorjahr wurde beschlossen, die Beteiligung des Arbeitgebers an der Finanzierung der Überbrückungsrente gemäss der revidierten Regelung in der Personalverordnung ETH-Bereich zu reduzieren. Diese Anpassung ging als negativer nachzuverrechnender Dienstzeitaufwand in die IPSAS 39-Bewertung ein.

Nettovorsorgeverpflichtungen

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Barwert der Vorsorgeverpflichtungen	486 048	555 472	-69 424
Abzüglich Vorsorgevermögen zu Marktwerten	-468 511	-516 711	48 200
Bilanzierte Nettovorsorgeverpflichtungen (+) / -vermögen (-)	17 537	38 761	-21 224

Die Abnahme der Nettovorsorgeverpflichtungen um CHF 21.2 Mio. resultiert aus einer Reduktion des Barwerts der Vorsorgeverpflichtungen und einer im Verhältnis tieferen Reduktion des Vorsorgevermögens zu Marktwerten. Die Erhöhung des Diskontierungszinssatzes (31.12.2022: 2.2 % / 31.12.2021: 0.4 %) sowie erfahrungsbezogene Parameter führten zu einer Reduktion der Nettovorsorgeverpflichtung um CHF 94.0 Mio. resp. CHF 2.4 Mio.. Das Vorsorgevermögen hat sich aufgrund der negativen Anlagerendite um CHF 47.3 Mio. reduziert.

Nettovorsorgeaufwand

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Laufender Dienstzeitaufwand des Arbeitgebers	12 021	11 395	626
Nachzuverrechnender Dienstzeitaufwand	–	–1 025	1 025
Gewinne (-) / Verluste (+) aus Planabgeltungen	–	–	–
Zinsaufwand aus Vorsorgeverpflichtungen	2 216	1 136	1 080
Zinsertrag aus Vorsorgevermögen	–2 061	–998	–1 063
Verwaltungskosten (exkl. Vermögensverwaltungskosten)	198	236	–38
Andere	–	–	–
Total Nettovorsorgeaufwand inkl. Zinsaufwand, erfasst in der Erfolgsrechnung	12 374	10 744	1 630

Der Nettovorsorgeaufwand der Empa für das Berichtsjahr beträgt CHF 12.4 Mio. (2021: CHF 10.7 Mio.). Davon bezieht sich keiner auf Vorsorgepläne ausserhalb des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA.

Der Nettovorsorgeaufwand ist CHF 1.6 Mio. höher als im Vorjahr. Die Zunahme ist hauptsächlich auf den höheren laufenden CHF 0.6 Mio. und der nachzuverrechnenden CHF 1.0 Mio. Dienstzeitaufwand zurückzuführen. Dabei ist die Erhöhung des laufenden Dienstzeitaufwandes auf den tieferen Risk Sha-

ring Abzug (tiefere Finanzierungslücke aufgrund der positiven Rendite im 2021) wie auch auf die erwartete, positive Lohnentwicklung zurückzuführen. Im Vorjahr wurde die Beteiligung des Arbeitgebers an der Finanzierung der Überbrückungsrente reduziert, was zu einem negativen Aufwand führte. Für das kommende Geschäftsjahr werden Arbeitgeberbeiträge im Umfang von CHF 12.0 Mio. sowie Arbeitnehmerbeiträge in Höhe von CHF 6.9 Mio. erwartet.

Sofort gegen Eigenkapital erfasste Neubewertung

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Versicherungsmathematische Gewinne (-) und Verluste (+)	–68 647	–11 983	–56 664
aus Änderung der finanziellen Annahmen	–66 282	–9 974	–56 308
aus Änderung der demografischen Annahmen	–	–16 107	16 107
aus Erfahrungsänderung	–2 365	14 098	–16 463
Ertrag aus Vorsorgevermögen exkl. Zinsertrag (Gewinne (-) / Verluste (+))	47 311	–16 799	64 110
Andere	–	–	–
Im Eigenkapital erfasste Neubewertung	–21 336	–28 782	7 446
Kumulierter Betrag der im Eigenkapital erfassten Neubewertung (Gewinn (-) / Verlust (+))	–42 138	–20 802	–21 336

Der im Eigenkapital erfasste Neubewertungsgewinn beträgt CHF 21.3 Mio. für 2022 (2021: CHF 28.8 Mio.). Dies ergibt einen Bestand positiver Bewertungsreserven per 31. Dezember 2022 von CHF 42.1 Mio. (2021: positive Bewertungsreserven von CHF 20.8 Mio.).

Die versicherungsmathematischen Gewinne aus der Änderung der finanziellen Annahmen resultieren im Wesentlichen aus der Erhöhung des Diskontierungszinssatzes CHF 94.0 Mio.. Sie wurden durch die höhere Verzinsung des Altersgut-habens und der höheren erwarteten Lohnentwicklung reduziert (versicherungsmathematischer Verlust von CHF 27.8 Mio.. Zusätzlich haben erfahrungsbezogene Gewinne die im Eigenkapital erfassten Neubewertungsgewinne um CHF 2.4 Mio. erhöht.

Der im Eigenkapital erfasste Aufwand aus Vorsorgevermögen ist auf den Verlust auf den Vermögensanlagen von 9.7% im Vergleich zur erwarteten Rendite (entspricht Diskontierungszinssatz von 0.4%) zurückzuführen

Entwicklung des Barwerts der Vorsorgeverpflichtungen

TCHF	2022	2021
Barwert der Vorsorgeverpflichtungen Stand per 01.01.	555 472	568 573
Laufender Dienstzeitaufwand des Arbeitgebers	12 021	11 395
Zinsaufwand aus Vorsorgeverpflichtungen	2 216	1 136
Arbeitnehmerbeiträge	7 009	6 921
Ein- (+) und ausbezahlte (-) Leistungen	-22 023	-19 545
Nachzuverrechnender Dienstzeitaufwand	-	-1 025
Gewinne (-) / Verluste (+) aus Planabgeltungen	-	-
Versicherungsmathematische Gewinne (-) / Verluste (+)	-68 647	-11 983
Andere	-	-
Barwert der Vorsorgeverpflichtungen Stand per 31.12.	486 048	555 472

Die gewichtete durchschnittliche Laufzeit aus den leistungsorientierten Vorsorgeverpflichtungen beläuft sich per 31. Dezember 2022 auf 12.0 Jahre (2021: 13.4 Jahre).

Entwicklung des Vorsorgevermögens

TCHF	2022	2021
Vorsorgevermögen zu Marktwerten Stand per 01.01.	516 711	499 447
Zinsertrag aus Vorsorgevermögen	2 061	998
Arbeitgeberbeiträge	12 262	12 327
Arbeitnehmerbeiträge	7 009	6 921
Ein- (+) und ausbezahlte (-) Leistungen	-22 023	-19 545
Gewinne (+) / Verluste (-) aus Planabgeltungen	-	-
Verwaltungskosten (exkl. Vermögensverwaltungskosten)	-198	-236
Ertrag aus Vorsorgevermögen exkl. Zinsertrag (Gewinne (+) / Verluste (-))	-47 311	16 799
Andere	-	-
Vorsorgevermögen zu Marktwerten Stand per 31.12.	468 511	516 711

Das Vorsorgevermögen nahm gegenüber dem Vorjahr um CHF 48.2 Mio. ab. Diese Entwicklung ist primär auf den Ertrag aus dem Vorsorgevermögen zurückzuführen. Die erwartete Rendite von CHF 2.1 Mio. (Zinsertrag aus Vorsorgevermögen) wurde auf Basis des Diskontierungszinssatzes von 0.4% gerechnet. Die effektiv erwirtschaftete, negative Rendite (prov. Performance PUBLICA) beträgt jedoch -9.7%. Der Vermögensverlust im

Betrag von CHF 47.3 Mio. wurden über das Eigenkapital verbucht.

Die übrigen Positionen (Zinsertrag aus Vorsorgevermögen (erwartet), Arbeitgeber- und Arbeitnehmerbeiträge, ein- und ausbezahlte Leistungen, Verwaltungskosten) werden über die Erfolgsrechnung verbucht.

Überleitung der Nettovorsorgeverpflichtungen

TCHF	2022	2021
Nettovorsorgeverpflichtungen Stand per 01.01.	38 761	69 126
Nettovorsorgeaufwand inkl. Zinsaufwand, erfasst in der Erfolgsrechnung	12 374	10 744
Im Eigenkapital erfasste Neubewertung	-21 336	-28 782
Arbeitgeberbeiträge	-12 262	-12 327
Verpflichtungen bezahlt direkt von der Einheit	-	-
Andere	-	-
Nettovorsorgeverpflichtungen (+) / -vermögen (-) Stand per 31.12.	17 537	38 761

Hauptkategorien des Vorsorgevermögens (in Prozent)

Prozent	Kotiert	Nicht kotiert	31.12.2022	Kotiert	Nicht kotiert	31.12.2021
Flüssige Mittel	6	-	6	3	-	3
Obligationen (in CHF) Eidgenossenschaft	6	-	6	5	-	5
Obligationen (in CHF) ex Eidgenossenschaft	8	-	8	9	-	9
Staatsanleihen (in Fremdwährungen)	19	-	19	23	-	23
Unternehmensanleihen (in Fremdwährungen)	8	-	8	9	-	9
Hypotheken	3	-	3	2	-	2
Aktien	26	-	26	28	-	28
Immobilien	8	8	16	6	6	12
Rohstoffe	2	-	2	2	-	2
Andere	-	6	6	-	7	7
Total Vorsorgevermögen	86	14	100	87	13	100

* Die Tabelle wurde inkl. Vorjahresausweis angepasst. Die kotierten und nicht kotierten Anteile in Prozent vom gesamten Vorsorgevermögen sind neu pro Kategorie ersichtlich.

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

Es sind keine vom Arbeitgeber genutzten Immobilien des Vorsorgewerks bekannt.

Wichtigste zum Abschlussstichtag verwendete versicherungsmathematische Annahmen (in Prozent)

Prozent	2022	2021
Diskontierungszinssatz per 01.01.	0.40	0.20
Diskontierungszinssatz per 31.12.	2.20	0.40
Erwartete Lohnentwicklung	2.40	0.60
Erwartete Rentenentwicklung	0.00	0.00
Verzinsung der Altersguthaben	2.20	0.40
Arbeitnehmeranteil an der Finanzierungslücke	36.00	36.00
Lebenserwartung im Alter 65 – Frauen (Anzahl Jahre)	24.48	24.37
Lebenserwartung im Alter 65 – Männer (Anzahl Jahre)	22.70	22.57

Der Diskontierungszinssatz basiert analog Vorjahr auf der Rendite von erstrangigen, festverzinslichen Unternehmensanleihen und den erwarteten Kapitalflüssen des Vorsorgewerks ETH-Bereich bei PUBLICA gemäss Bestandsdaten des Vorjahres. Die erwartete künftige Lohnentwicklung basiert auf volkswirtschaftlichen Referenzgrössen. Die Rentenentwicklung entspricht der aufgrund der finanziellen Lage der Pensionskasse für die durchschnittliche Restlaufzeit erwarteten Rentenentwicklung. Der Arbeitnehmeranteil an einer allfälligen der Finanzierungslücke ist an die aktuelle Staffelung der reglementarischen Sparbeiträge angelehnt. Für die Annahme der Lebenserwartung werden die Generationentafeln BVG 2020 angewendet.

Sensitivitätsanalyse (Veränderung auf Barwert der Vorsorgeverpflichtung)

TCHF	31.12.2022		31.12.2021	
	Erhöhung Annahme	Verminderung Annahme	Erhöhung Annahme	Verminderung Annahme
Diskontierungszinssatz (Veränderung +/- 0,25%)	-13 826	11 929	-13 237	14 025
Erwartete Lohnentwicklung (Veränderung +/- 0,25%)	1 270	-1 302	1 255	-1 237
Erwartete Rentenentwicklung (Veränderung +/- 0,25%)	9 319	n/a	11 138	n/a
Verzinsung der Altersguthaben (Veränderung +/- 0,25%)	2 939	-2 892	2 421	-2 402
Arbeitnehmeranteil an der Finanzierungslücke (Veränderung +/- 10%)	-	-	-2 628	2 628
Lebenserwartung (Veränderung +/- 1 Jahr)	12 557	-15 895	15 362	-15 594

In der Sensitivitätsanalyse wird die Veränderung der Vorsorgeverpflichtungen bei Anpassung der versicherungsmathematischen Annahmen ermittelt. Es wird dabei jeweils nur eine der Annahmen angepasst, während die übrigen Parameter unverändert bleiben.

Der Diskontierungszinssatz, die Annahmen zur Lohnentwicklung und zur Verzinsung der Altersguthaben sowie der Arbeitnehmeranteil an der Finanzierungslücke wurden um fixe Prozentpunkte erhöht bzw. gesenkt. Die Annahme zur Rentenentwicklung wurde für das Berichtsjahr erhöht und nicht gesenkt, da eine Kürzung der Rentenleistung nicht möglich ist. Da im Berichtsjahr keine Finanzierungslücke mehr besteht, hätte eine Veränderung des Arbeitgeberanteils keinen Einfluss auf den Abschluss 2022. Die Sensitivität auf die Lebenserwartung wurde berechnet, indem die Lebenserwartung mit einem pauschalen Faktor gesenkt bzw. erhöht wurde, sodass die Lebenserwartung für die meisten Alterskategorien um rund ein Jahr erhöht bzw. reduziert wurde.

26 Zweckgebundene Drittmittel

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Forschungsbeiträge Schweizerischer Nationalfonds (SNF)	25 246	23 342	1 904
Forschungsbeiträge Schweizerische Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse)	15 438	17 939	-2 501
Forschungsbeiträge Europäische Union (EU)	25 182	16 117	9 065
Forschungsbeiträge Bund (Ressortforschung)	10 631	9 249	1 382
Forschungsbeiträge wirtschaftsorientierte Forschung (Privatwirtschaft)	16 642	18 761	-2 119
Forschungsbeiträge übrige projektorientierte Drittmittel	4 255	4 517	-262
Schenkungen und Legate	-	-	-
Total Zweckgebundene Drittmittel	97 394	89 925	7 468

Die Leistungsverpflichtungen der Empa für Forschungsprojekte (IPSAS 23; z. B. Forschungsbeiträge) werden zweckgebunden im langfristigen Fremdkapital aufgeführt. Diese Verpflichtungen haben um CHF 7.5 Mio. zugenommen und belaufen sich auf CHF 97.4 Mio..

In den Leistungsverpflichtungen sind CHF 21.1 Mio. Beträge für EU-Übergangsmassnahmen enthalten (CHF 2.5 Mio. SNF, CHF 2.1 Mio. Innosuisse, CHF 16.5 Mio. vom SBFI direkt finanzierte EU-Projekte).

27 Finanzielles Risikomanagement und Zusatzinformationen zu den Finanzinstrumenten

Klassen und Kategorien von Finanzinstrumenten nach Buch- und Verkehrswerten

TCHF	Zu fortgeführten Anschaffungskosten	Erfolgswirksam zum Verkehrswert (FV Erfolgsrechnung)	Finanzielle Verbindlichkeiten zu Anschaffungskosten	Total Buchwert	Total Verkehrswert
31.12.2022					
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	79 282			79 282	79 282
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	82 002			82 002	82 002
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 565			3 565	3 565
Finanzanlagen und Darlehen	56 459	286		56 745	56 745
Aktive Rechnungsabgrenzungen	1 200			1 200	1 200
Finanzielle Verbindlichkeiten*	-	-	10 033	10 033	10 033

* Laufende Verbindlichkeiten, Leasingverbindlichkeiten, Finanzverbindlichkeiten, Passive Rechnungsabgrenzungen

Die Vorjahreswerte können aus der Restatement-Tabelle im Anhang 2 Abschnitt «Änderungen der Rechnungslegungsmethoden (Restatement)» entnommen werden.

Allgemeines

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

Das finanzielle Risikomanagement behandelt insbesondere:

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

Der Schwerpunkt des Risikomanagements liegt unverändert beim Kreditrisiko. Es bestehen Richtlinien zur Steuerung der Anlage von finanziellen Mitteln, um das Ausfall- sowie das Marktrisiko zu verringern. Ein Grossteil der Forderungen und Ansprüche aus finanziellen Vermögenswerten besteht gegenüber Parteien mit hoher Kreditwürdigkeit und Zahlungsfähigkeit. Klumpenrisiken bestehen nur gegenüber diesen Gegenparteien, weshalb das Kredit-

risiko als gering eingeschätzt wird. Des Weiteren bestehen Forderungen und Finanzanlagen in Fremdwährung, die situativ abgesichert werden, um das Risiko zu minimieren. Die Einhaltung und Wirksamkeit der Richtlinien wird durch das interne Kontrollsystem (IKS) sichergestellt.

Kredit- und Ausfallrisiko

Das Ausfallrisiko ist das Risiko von finanziellen Verlusten, falls eine Vertragspartei eines Finanzinstruments ihren vertraglichen Verpflichtungen nicht nachkommt. 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.

Die nachstehende Tabelle zeigt das maximale Ausfallrisiko der finanziellen Vermögenswerte gegliedert nach Art der Gegenpartei.

Maximales Ausfallrisiko

TCHF	Total	Bund	Europäische Kommission FRP *	SNF, Innosuisse, Sozialwerke AHV, Suva *	SNB und Banken mit Staatsgarantie	PostFinance und übrige Banken	Übrige Gegenparteien (bspw. Kantone, Stiftungen) *	Übrige Gegen- parteien (bspw. Privatunter- nehmen)**
31.12.2022								
Flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen	79 282	73 061	–	–	–	6 221	–	–
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	82 002	11 018	18 390	33 297	–	–	18 230	1 068
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 565	541	–	–	–	–	67	2 957
Finanzanlagen und Darlehen	56 745	56 169	–	–	–	–	–	576
Aktive Rechnungsabgrenzungen	1 200	118	–	–	–	–	12	1 070
Total	222 794	140 906	18 390	33 297	–	6 221	18 308	5 671
31.12.2021								
Total Vorperiode**	234 415	149 033	12 619	31 700	–	12 520	28 544	

* In der Spalte Europäische Kommission werden die Forderungen gegenüber europäischen Universitäten, die aus EU-Forschungsrahmenprogrammen entstanden sind, ausgewiesen sowie die Restforderungen aus den Übergangsmassnahmen für Horizon 2020 und Horizon Europe (Direktfinanzierung Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI). Die Übergangsmassnahmen für nicht zugängliche Programmteile von Horizon Europe werden in der Spalte des jeweiligen Förderers (SNF, Innosuisse, Übrige Gegenparteien) ausgewiesen.

** Finanzbericht 2021: Keine Aufteilung der «Übrigen Gegenparteien»

Einschätzung der erwarteten Kreditverluste per 31. Dezember 2022

Flüssige Mittel und Kurzfristige Geldanlagen

Die Empa hinterlegt flüssige Mittel und kurzfristige Geldanlagen auf den dafür eingerichteten Konten bei der PostFinance, sowie bei der EFV. Alle Gegenparteien verfügen über ein Investment Grade Rating einer anerkannten Ratingagentur. Die Empa geht daher von der Annahme aus, dass kein signifikanter Anstieg des Kreditrisikos seit der erstmaligen Erfassung eingetreten ist und bestimmt die erwarteten Kreditverluste, aufgrund des kurzfristigen Charakters der Finanzinstrumente, auf der Basis des 12-Monats-Kreditverlusts. Im Zeitpunkt der Erstanwendung von IPSAS 41 Finanzinstrumente per 1. Januar 2022 lag die berechnete Wertberichtigung in einem unwesentlichen Bereich, was zu keiner Buchung führte. Die Wertberichtigung hat sich im Laufe des Berichtsjahres nicht materiell verändert.

Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen und Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen

Die Empa verwendet eine Wertberichtigungsmatrix, um die erwarteten Kreditverluste auf Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen und auf Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen zu bemessen.

Fälligkeitsanalyse

TCHF	Total Forderungen	Nicht fällig	Fällig bis 90 Tage	Fällig mehr als 90 Tage, weniger als 180 Tage	Fällig mehr als 180 Tage, weniger als 360 Tage	Fällig mehr als 360 Tage
31.12.2022						
Bruttowert	85 650	84 344	921	221	77	87
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen brutto	82 041	81 715	283	–	–	44
Wertberichtigungen	–39	–	–	–	–	–39
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen brutto	3 608	2 629	639	221	77	43
Wertberichtigungen	–43	–	–	–	–5	–39

Fälligkeitsanalyse Vorjahr IPSAS29

TCHF	Total Forderungen	Nicht überfällig	Überfällig bis 90 Tage	Überfällig 91 bis 180 Tage	Überfällig über 180 Tage
31.12.2021					
Bruttowert	81 057	79 910	1 058	27	62
Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	77 861	77 431	424	–	7
Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen	3 196	2 480	634	27	55
Wertberichtigungen	–46	–	–	–12	–33
davon Einzelwertberichtigung	–46				

Für gefährdete Forderungsbestände aus Lieferungen und Leistungen bestanden Ende 2022 Wertberichtigungen im Umfang von CHF 0.1 Mio. Auf den Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen sind geringe Wertberichtigungen zu verzeichnen. Zum Bilanzstichtag waren keine Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen und keine Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen in der Bonität beeinträchtigt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Entwicklung der Wertberichtigung in Bezug auf Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen und für Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen.

TCHF	2022	
	Wertberichtigung Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen	Wertberichtigung Forderungen mit zurechenbaren Gegenleistungen
Stand per 01.01.	–	–46
Anpassungen aus Restatement per 01.01.	–6	–40
Stand per 01.01.	–6	–85
Inanspruchnahme von Wertberichtigungen	–	–
Nettoneubewertung der Wertberichtigungen	–33	42
Stand per 31.12.	–39	–43

Für gefährdete Forderungsbestände aus Lieferungen und Leistungen bestanden Ende 2021 unter IPSAS 29 Wertberichtigungen im Umfang von CHF 0.1 Mio.. Auf den Forderungen ohne zurechenbare Gegenleistungen waren geringe Wertberichtigungen zu verzeichnen.

Finanzanlagen und Darlehen

Die Bilanzposition Finanzanlagen und Darlehen beinhaltet per 31.12.2022 CHF 0.6 Mio. finanzielle Vermögenswerte, welche zu fortgeführten Anschaffungskosten bewertet werden. Diese umfassen Darlehen an Spin-Offs von CHF 0.3 Mio. mit im Wesentlichen kurzen Laufzeiten und beim Bund platzierte Finanzanlagen im Umfang von CHF 56.2 Mio.. Basierend auf historischen Daten und unter Berücksichtigung auch zukünftiger Entwicklungen beurteilt die Empa das Kreditrisiko der Gegenparteien als gering und geht daher von der Annahme aus, dass kein signifikanter Anstieg des Kreditrisikos seit der erstmaligen Erfassung eingetreten ist. Daher bestimmt die Empa die erwarteten Kreditverluste auf der Basis des 12-Monats-Kreditverlusts. Im Zeitpunkt der Erstanwendung von IPSAS 41 Finanzinstrumente per 1. Januar 2022 lag die berechnete Wertberichtigung unter der vom ETH-Bereich definierten Grenze zur Verbuchung von CHF 0.1 Mio.. Die Wertberichtigung hat sich im Laufe des Berichtsjahres nicht materiell verändert.

Liquiditätsrisiko

Das Liquiditätsrisiko ist das Risiko, dass die Empa möglicherweise nicht in der Lage ist, seine finanziellen Verbindlichkeiten vertragsgemäss durch Lieferung von Zahlungsmitteln oder anderen finanziellen Vermögenswerten zu erfüllen. Die Empa verfügt über Prozesse und Grundsätze, die eine ausreichende Liquidität zur Begleichung der laufenden und künftigen Verpflichtungen gewährleisten. Dazu gehört das Halten einer ausreichenden Reserve an flüssigen Mitteln.

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

Vertragliche Zahlungsströme der finanziellen Verbindlichkeiten

TCHF	Total Buchwert	Total Vertragswert	bis 1 Jahr	1–5 Jahre	über 5 Jahre
31.12.2022					
Nicht derivative finanzielle Verbindlichkeiten					
Laufende Verbindlichkeiten	7 396	7 396	7 396	–	–
Leasingverbindlichkeiten	–	–	–	–	–
Finanzverbindlichkeiten	–	–	–	–	–
Passive Rechnungsabgrenzungen	2 637	2 637	2 637	–	–
Derivative finanzielle Verbindlichkeiten					
	–	–	–	–	–
Total	10 033	10 033	10 033	–	–
31.12.2021					
Total Vorperiode	6 253	6 253	6 253	–	–

Marktrisiko

Das Marktrisiko ist das Risiko, dass sich die Marktpreise, zum Beispiel Wechselkurse, Zinssätze oder Aktienkurse, ändern und dadurch die Erträge der Empa oder der Wert der gehaltenen Finanzinstrumente beeinflusst werden.

Zins- und Kursrisiko

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

Gestützt auf Art. 34c Abs. 2 des ETH-Gesetzes (SR 414.110) hat der ETH-Rat die Anlagerichtlinien erlassen, die per 1. Januar 2008 in Kraft gesetzt wurden. Darauf basiert die Anlagestrategie der Empa vom 20. August 2009.

Fremdwährungsrisiko

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

Sensitivität Fremdwährungsrisiko

TCHF	31.12.2022					31.12.2021				
	Total	CHF	EUR	USD	Übrige	Total	CHF	EUR	USD	Übrige
Währungsbilanz netto	134 539	134 328	-24	240	-5	153 886	151 501	2 306	104	-25
Erfolgswirksame Sensitivität +/- 10%			-2	24				231	10	
Stichtagskurs			0.9874	0.9250				1.0359	0.9107	

Kapitalmanagement

Als verwaltetes Kapital wird das Eigenkapital ohne die Bewertungsreserven bezeichnet. Die Empa strebt eine solide Eigenkapitalbasis an. Diese Basis ermöglicht es, die Umsetzung der strategischen Ziele sicherzustellen. Gemäss gesetzlichen Vorgaben darf die Empa keine Gelder am Kapitalmarkt aufnehmen.

Schätzung der Verkehrswerte

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

Der Verkehrswert der langfristigen Forderungen ohne zu-rechenbare Gegenleistungen und der langfristigen Darlehen wird aufgrund der künftig fälligen Zahlungen berechnet, die zu Marktzinssätzen diskontiert werden.

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

Hierarchiestufen der zum Verkehrswert bewerteten Finanzinstrumente

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

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

Sämtliche Finanzanlagen sind dem Level 3 zugeordnet und umfassen die Beteiligungen zur Förderung von Spin-offs der Empa.

Hierarchiestufen für die Verkehrswerte

TCHF	31.12.2022				31.12.2021			
	Buchwert / Verkehrswert	Level 1	Level 2	Level 3	Buchwert / Verkehrswert	Level 1	Level 2	Level 3
Finanzanlagen	286	-	-	286	388	-	-	388
Finanzverbindlichkeiten	-	-	-	-	-	-	-	-

Nettoergebnisse je Bewertungskategorie

TCHF	2022		
	Zu fortgeführten Anschaffungskosten	Erfolgswirksam zum Verkehrswert (FV Erfolgsrechnung)	Finanzielle Verbindlichkeiten
Zinsertrag (+) / Zinsaufwand (-)	305	-	-
Beteiligungsertrag	-	8	-
Veränderung des Verkehrswerts	-	-103	-
Währungsumrechnungsdifferenzen, netto	-50	-	13
Wertminderungen	-215	-	-
Wertaufholungen	-	-	-
Total Nettoergebnis pro Bewertungskategorie	40	-95	13

TCHF	2021			
	Darlehen und Forderungen	Erfolgswirksam zum Verkehrswert	Zur Veräusserung verfügbar	Finanzielle Verbindlichkeiten
Total Nettoergebnis pro Bewertungskategorie Vorjahr	-9	-	-	23

Der Zinsertrag und die Wertminderungen hatten den grössten Einfluss auf das Nettoergebnis.

28 Eventualverbindlichkeiten und Eventualforderungen

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

Eventualforderungen

Es bestehen keine Eventualforderungen in 2022.

29 Finanzielle Zusagen

TCHF	31.12.2022	31.12.2021	Veränderung absolut
Finanzielle Zusagen bis 1 Jahr	5 870	4 319	1 551
Finanzielle Zusagen zwischen 1 und 5 Jahre	745	370	375
Finanzielle Zusagen grösser als 5 Jahre	–	–	–
Ohne Fälligkeit / unbestimmt	–	–	–
Total Finanzielle Zusagen	6 615	4 689	1 926

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 2022 getätigte Bestellungen u. a. für Versicherungsleistungen, Material- und Gerätebeschaffungen.

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

30 Operatives Leasing

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Fälligkeiten			
Fälligkeiten bis 1 Jahr	1 777	1 763	14
Fälligkeiten von 1 bis 5 Jahren	4 007	5 510	–1 503
Fälligkeiten von mehr als 5 Jahren	–	–	–
Künftige Mindestleasingzahlungen aus unkündbarem operativem Leasing per 31.12.	5 784	7 273	–1 489
Leasingaufwand			
Mindestleasingzahlungen	1 843	1 817	26
Zusätzliche Informationen			
Ertrag aus Untermietverhältnissen	–	–	–
Zukünftige Erträge aus Untermieten (aus unkündbaren Mietverträgen)	–	–	–

Für die Empa existiert u. a. ein langfristiger Mietvertrag mit solidarischer Haftung der Eawag für das Gästehaus bis 2027 mit einem Restvolumen von CHF 4.0 Mio..

31 Vergütungen an Schlüsselpersonen des Managements

TCHF	2022	2021	Veränderung absolut
Schulleitung und Direktion	2 445	2 316	129

Schlüsselpersonen

Vollzeitstellen	2022	2021	Veränderung absolut
Schulleitung und Direktion	6	7	-1

Die Schlüsselpersonen des Managements umfassen alle Mitglieder der Direktion der Empa.

32 Beziehungen zu beherrschten und assoziierten Einheiten

Die Empa hat keine Beziehungen zu beherrschten und assoziierten Einheiten.

33 Ereignisse nach dem Bilanzstichtag

Die Rechnung der Empa wurde vom Direktor und der Leiterin Finanzen/Controlling/Einkauf der Empa am 28. Februar 2023 genehmigt. Bis zu diesem Datum sind keine wesentlichen Ereignisse eingetreten, die eine Offenlegung im Rahmen der Rechnung der Empa per 31. Dezember 2022 oder deren Anpassung erforderlich gemacht hätten.

Reg. Nr. 936.22484.003

Bericht der Revisionsstelle

an die Direktorin 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 2022, der Bilanz zum 31. Dezember 2022, 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 78 bis 142) ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens- und Finanzlage der EMPA zum 31. Dezember 2022 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 Abschlussprüfung in Übereinstimmung mit dem schweizerischen Gesetz, den International Standards on Auditing (ISA), den Schweizer Standards zur Abschlussprüfung (SA-CH) und gemäss Artikel 35a^{ter} 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 von der EMPA unabhängig in Übereinstimmung mit dem Finanzkontrollgesetz (SR 614.0) und den Anforderungen des Berufsstands, und wir 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 eine Grundlage für unser Prüfungsurteil zu dienen.

Sonstige Informationen

Die Direktion der EMPA ist für die sonstigen Informationen verantwortlich. Die sonstigen Informationen umfassen die im Geschäftsbericht enthaltenen Informationen, aber nicht die Jahresrechnung und unseren dazugehörigen Bericht.

Unser Prüfungsurteil zur Jahresrechnung erstreckt sich nicht auf die sonstigen Informationen, und wir bringen keinerlei Form von Prüfungsschlussfolgerung hierzu zum Ausdruck.

Im Zusammenhang mit unserer Abschlussprüfung haben wir die Verantwortlichkeit, die sonstigen Informationen zu lesen und dabei zu würdigen, ob die sonstigen Informationen wesentliche Unstimmigkeiten zur Jahresrechnung oder unseren bei der Abschlussprüfung erlangten Kenntnissen aufweisen oder anderweitig wesentlich falsch dargestellt erscheinen.

Falls wir auf Grundlage der von uns durchgeführten Arbeiten den Schluss ziehen, dass eine wesentliche falsche Darstellung dieser sonstigen Informationen vorliegt, sind wir verpflichtet, über diese Tatsache zu berichten. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf den Abschnitt „Bericht zu sonstigen gesetzlichen und anderen rechtlichen Anforderungen“ in unserem Bericht.

Verantwortlichkeiten der Direktion der EMPA für die Jahresrechnung

Die Direktion 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 Direktion der EMPA als notwendig feststellt, um die Aufstellung einer Jahresrechnung zu ermöglichen, die frei von wesentlichen falschen Darstellungen aufgrund von dolosen Handlungen oder Irrtümern ist.

Bei der Aufstellung der Jahresrechnung ist die Direktion der EMPA dafür verantwortlich, die Fähigkeit der EMPA zur Fortführung der Geschäftstätigkeit zu beurteilen und Sachverhalte im 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 falschen Darstellungen aufgrund von dolosen Handlungen oder Irrtümern 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 SA-CH durchgeführte Abschlussprüfung eine wesentliche falsche Darstellung, falls eine solche vorliegt, stets aufdeckt. Falsche Darstellungen können aus dolosen Handlungen oder Irrtümern resultieren und werden als wesentlich gewürdigt, 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 Abschlussprüfung in Übereinstimmung mit dem schweizerischen Gesetz, den ISA sowie den SA-CH üben wir während der gesamten Abschlussprüfung pflichtgemässes Ermessen aus und bewahren eine kritische Grundhaltung. Darüber hinaus:

- identifizieren und beurteilen wir die Risiken wesentlicher falscher Darstellungen in der Jahresrechnung aufgrund von dolosen Handlungen oder Irrtümern, 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 kollusives Zusammenwirken, Fälschungen, beabsichtigte Unvollständigkeiten, irreführende Darstellungen oder das Ausserkraftsetzen interner Kontrollen beinhalten können.
- gewinnen wir ein Verständnis von dem für die Abschlussprüfung 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.
- ziehen wir Schlussfolgerungen über die Angemessenheit des von der Direktion der EMPA angewandten Rechnungslegungsgrundsatzes der Fortführung der Geschäftstätigkeit sowie auf der Grundlage der erlangten Prüfungsnachweise, ob eine wesentliche Unsicherheit im Zusammenhang mit Ereignissen oder Gegebenheiten besteht, die erhebliche Zweifel an der Fähigkeit der EMPA zur Fortführung der Geschäftstätigkeit aufwerfen können. Falls wir die Schlussfolgerung ziehen, dass eine wesentliche Unsicherheit besteht, sind wir verpflichtet, in unserem Bericht auf die dazugehörigen Angaben in 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 Darstellung, Aufbau und Inhalt der Jahresrechnung insgesamt einschliesslich der Angaben im Anhang sowie, ob die Jahresrechnung die zugrunde liegenden Geschäftsvorfälle 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, Beaufsichtigung und Durchführung der Prüfung der Jahresrechnung. Wir tragen die Alleinverantwortung für unser Prüfungsurteil.

Wir kommunizieren mit der Direktion der EMPA und dem Auditausschuss des ETH-Rats unter anderem über den geplanten Umfang und die geplante zeitliche Einteilung der Abschlussprüfung sowie über bedeutsame Prüfungsfeststellungen, einschliesslich etwaiger bedeutsamer Mängel im Internen Kontrollsystem, die wir während unserer Abschlussprüfung identifizieren.

Bericht zu sonstigen gesetzlichen und anderen rechtlichen Anforderungen

In Übereinstimmung mit dem PS-CH 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, 27. Februar 2023

EIDGENÖSSISCHE FINANZKONTROLLE

Durrer Regula PFM/DAE
27.02.2023

Info: admin.ch@signature.validator.ch
Regula Durrer
Zugelassene
Revisionsexpertin

Jehle Bernhard Y09CZV
27.02.2023

Info: admin.ch@signature.validator.ch
Bernhard Jehle
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