

Die Empa auf einen Blick



Empa

Materials Science and Technology

VISION

**Materialien und Technologien
für eine nachhaltige Zukunft.**

MISSION

Empa – The Place where Innovation Starts

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 Innovationskraft und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft zu stärken.

Als Institution des ETH-Bereichs ist die Empa in all ihren Tätigkeiten der Exzellenz verpflichtet.





Die Empa – Innovationsmotor der Schweiz

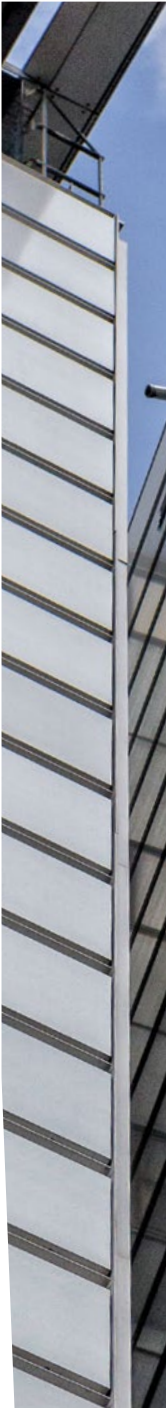
Die Empa ist das interdisziplinäre Forschungsinstitut für Materialwissenschaften und Technologieentwicklung des ETH-Bereichs. Als Brücke zwischen Forschung und praktischer Anwendung erarbeitet sie Lösungen für die vorrangigen Herausforderungen von Industrie und Gesellschaft in den Bereichen nanostrukturierte, «smarte» Materialien und Oberflächen, Umwelt-, Energie und nachhaltige Gebäudetechnologien sowie Bio- und Medizinaltechnologien. Indem die Empa Forschungsergebnisse dank effizientem und möglichst direktem Technologietransfer gemeinsam mit ihrem Industriepartnern in marktfähige Innovationen umwandelt, trägt sie massgeblich dazu bei, die Innovationskraft und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft in einem zunehmend kompetitiven globalen Umfeld weiter zu stärken.

Forschungsschwerpunkte

- Nanostrukturierte Materialien
- Sustainable Built Environment
- Gesundheit und Leistungsfähigkeit
- Natürliche Ressourcen und Schadstoffe
- Energie

Forschungs- und Demonstrationsplattformen

- NEST
- move
- ehub
- dhub
- Coating Competence Center (Center for Advanced Manufacturing Technologies)





NANOSTRUKTURIERTE MATERIALIEN

«Engineering» auf atomarer Ebene

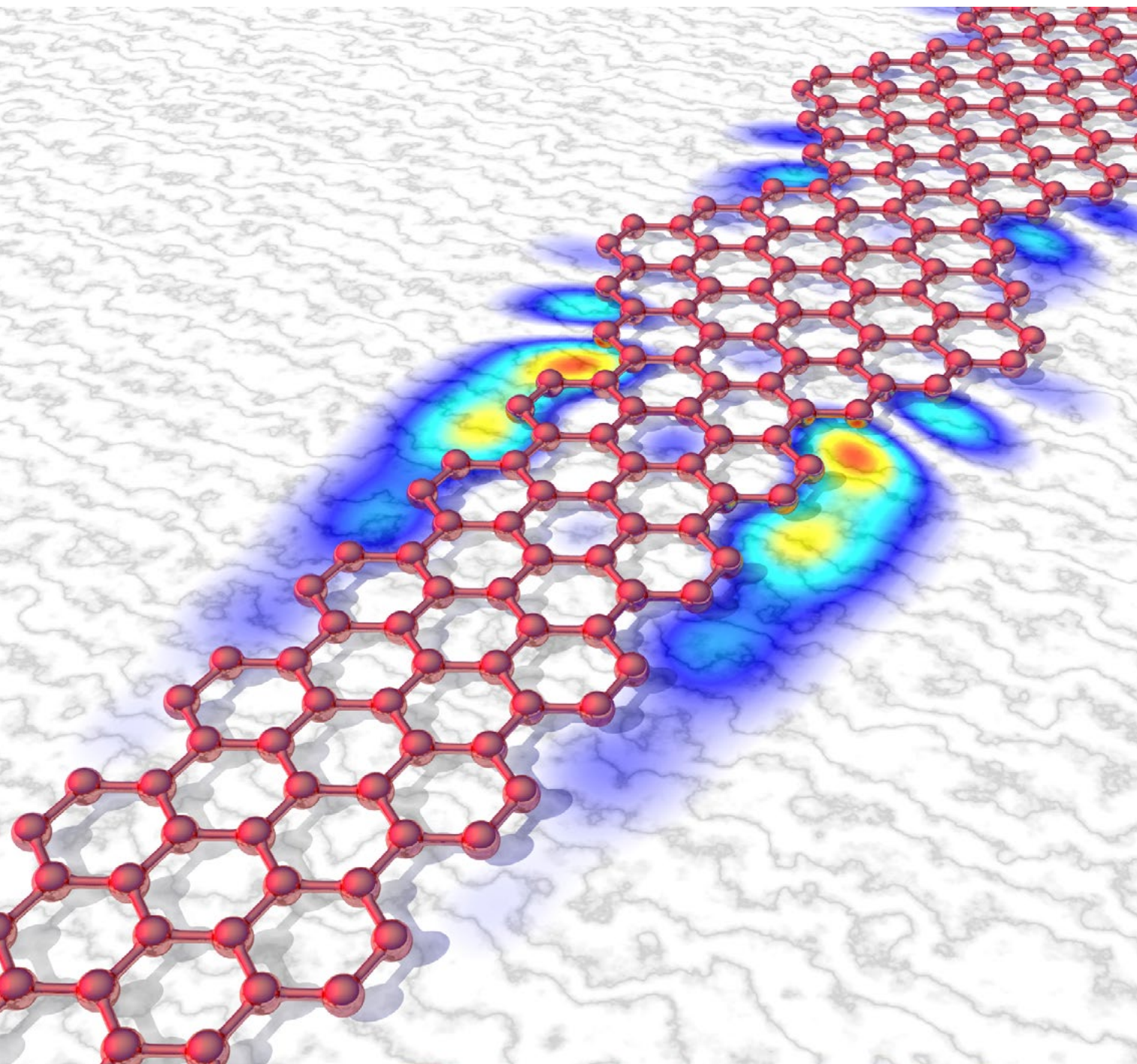
Hochleistungswerkstoffe mit verbesserten und/oder neuartigen Eigenschaften sind die Voraussetzung für eine Vielzahl von technischen Innovationen. Darüber hinaus sind sie unverzichtbar, um den steigenden Bedarf einer wachsenden Weltbevölkerung in den Bereichen Energie, Umwelt und Gesundheit zu decken. Die Nanotechnologie gilt als einer der vielversprechendsten Ansätze für die Entwicklung neuartiger Werkstoffe und Fertigungsverfahren.

Nanostrukturierte Materialien und Vorrichtungen machen sich physikalische Phänomene und Eigenschaften zunutze, die durch eine schlichte Verkleinerung der entsprechenden makroskopischen Strukturen nicht zugänglich wären. «Nano» ist daher mehr als lediglich ein weiterer Miniaturisierungsschritt. Um in der Werkstoffforschung und -entwicklung mit Phänomenen im Nanometerbereich umzugehen, müssen physikalische und technische Machbarkeitsgrenzen verschoben werden. Dann ergeben sich aus der rationalen Erklärbarkeit dieser Effekte Ergebnisse und Erkenntnisse, die wesentlich sind für die erfolgreiche Entwicklung von Nanomaterialien und -technologien.

Die physikalischen Eigenschaften nanostrukturierter Materialien und Beschichtungen basieren auf subtilen, komplexen Wechselwirkungen der Nanokomponenten, die insbesondere an Grenzflächen auftreten. Experimentelle Methoden sind bei der Erforschung und Entwicklung solcher Materialien nur begrenzt einsetzbar. Die rechnergestützte Werkstoffkunde ist mit ihren Modellierungs-, Simulations- und Materialdesignalgorithmen daher zu einem unverzichtbaren Instrument für die Entwicklung und Erprobung nanostrukturierter Materialien und Vorrichtungen avanciert.

Dr. Pierangelo Gröning
pierangelo.groening@empa.ch





Praxistaugliche Lösungen mit gesellschaftlichem Mehrwert

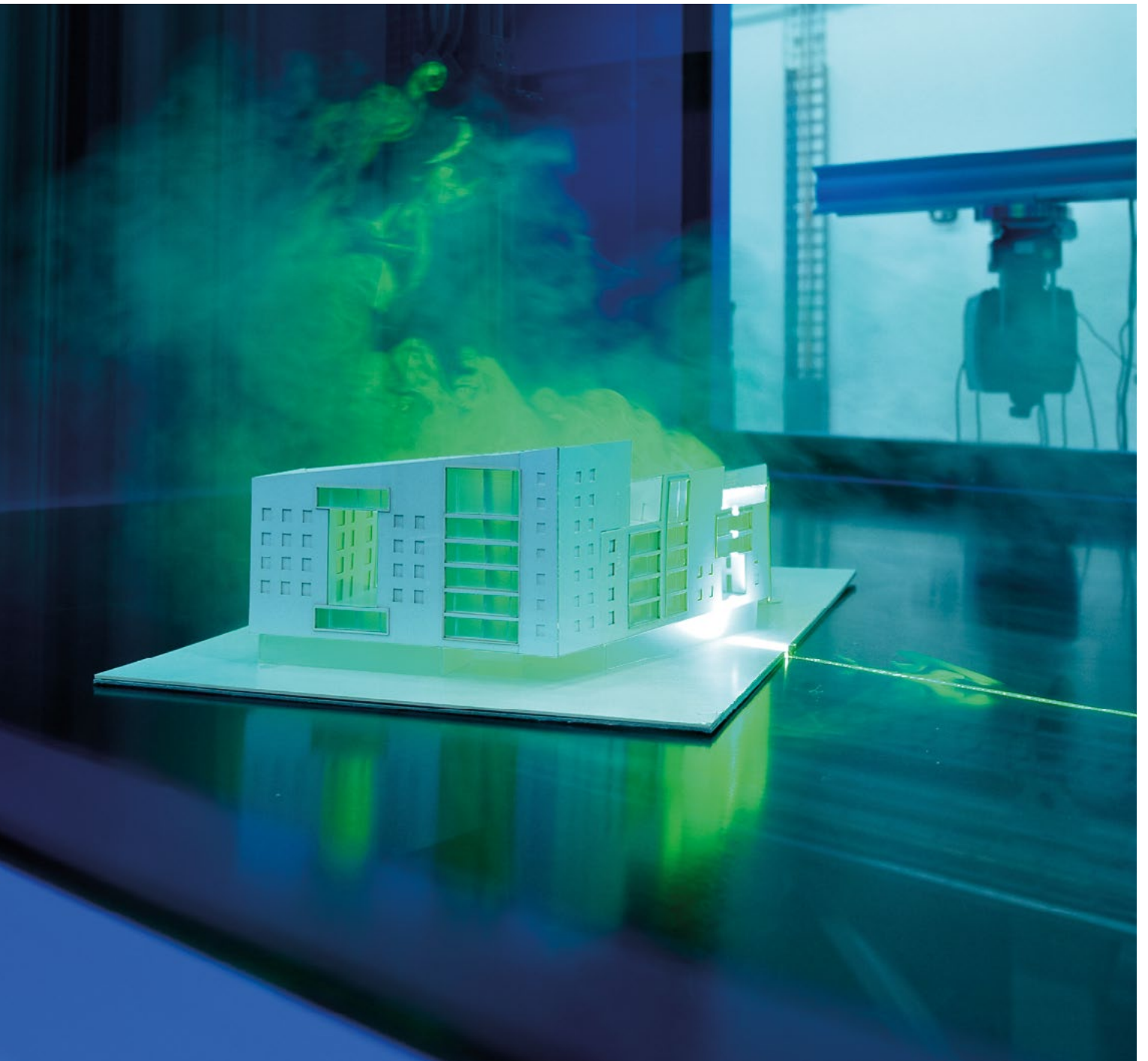
Die Qualität der gebauten Umwelt ist ein wesentlicher Faktor für eine nachhaltige Gesellschaft, die diesen Namen zu Recht verdient. Dazu gehören erschwingliche, qualitativ hochwertige Räumlichkeiten zum Wohnen und Arbeiten, Verkehrsnetze und -Infrastrukturen für Personen und Güter sowie eine zuverlässige Versorgung mit Energie, Wasser und Informationen.

Die Forschungstätigkeit der Empa erstreckt sich von der Entwicklung neuer Materialien über die Konzeption komplexer technischer Systeme sowie deren Validierung bis hin zur Integration in Gebäude und in andere Strukturen. Darüber hinaus werden ganze Städte und ihre Interaktion mit der Umwelt betrachtet. Zu den wichtigsten Themen auf allen Ebenen gehören die Minimierung von Umwelt-einwirkungen und die Verbesserung von Komfort und Sicherheit für die Nutzer der gebauten Umwelt.

Umfassende Demonstrationsprojekte sollen den Technologietransfer zur Industrie fördern. Denn sowohl in der Baubranche als auch im Energiesektor ist es heutzutage eine Herausforderung, neue Ideen und Produkte schnell auf den Markt zu bringen. Häufig stehen der Risikofreudigkeit der Unternehmen hohe Investitionskosten im Wege. Daher wird auf dem Campus in Dübendorf unter der Federführung der beiden Forschungsinstitute Empa und Eawag die experimentelle Plattform NEST betrieben. Mit dem im Jahr 2016 eröffneten Gebäude soll die Markteinführung neuer Baumaterialien und innovativer Gebäudetechnik beschleunigt werden. NEST bietet Forschern und forschungsorientierten Unternehmen die Möglichkeit, neue Technologien vollumfänglich und unter Praxisbedingungen zu testen: Innovative Materialien und Systeme können hier erstmals unter realen Bedingungen eingesetzt, erprobt und optimiert werden.

Dr. Tanja Zimmermann
tanja.zimmermann@empa.ch





Innovative Materialien für die Medizin

Den Menschen schützen, auf nachhaltige Weise die Gesundheit unterstützen, die Lebensqualität und unsere physische Konstitution erhalten bzw. verbessern – das sind heute und in Zukunft grosse Herausforderungen, vor allem vor dem Hintergrund einer steigenden Lebenserwartung. Im Forschungsschwerpunkt «Gesundheit und Leistungsfähigkeit» kombiniert die Empa ihr interdisziplinäres Know-how in den Bereichen Textilien, Materialwissenschaften, Biologie und Nanotechnologie. Sie konzentriert sich auf die Entwicklung von Materialien für medizinische Anwendungen im und am menschlichen Körper und erforscht neue Materialien und Systeme, die die Menschen in ihrem täglichen Leben schützen und unterstützen. Darüber hinaus widmet sie sich intensiv der Sicherheit neuer Materialien und entwickelt neue biologische und physiologische Modelle, um dies realitätsnah zu untersuchen.

Dabei geht es um Fragen wie: Welche Materialien sind geeignet, um die menschliche Gesundheit zu erhalten oder gar wiederherzustellen? Welche Produkte verbessern die Lebensqualität oder erhöhen die Sicherheit älterer Menschen? Wie lässt sich die Leistungsfähigkeit im Sport oder unter Extrembedingungen steigern? Wie lassen sich Fasern und Textilien so funktionalisieren, dass sie gewünschte Eigenschaften erhalten? Kann in Zukunft die Sicherheit neuer Materialien garantiert werden? Und wie kann die Zuverlässigkeit von biologischen Modellen erhöht werden?

Die Empa arbeitet daran, neuartige, flexible und körperverträgliche Sensoren zu entwickeln, die sich in Kleider und Accessoires wie T-Shirts und Uhren integrieren lassen und die physiologisch relevante Daten wie Blutdruck, Puls, Herzströme und Körpertemperatur zuverlässig messen, selbst wenn die Personen sich bewegen. Mit Industriepartnern wurde ausserdem eine antibakterielle Beschichtung von Hüftimplantaten entwickelt, die das Festwachsen am Knochen unterstützt.

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





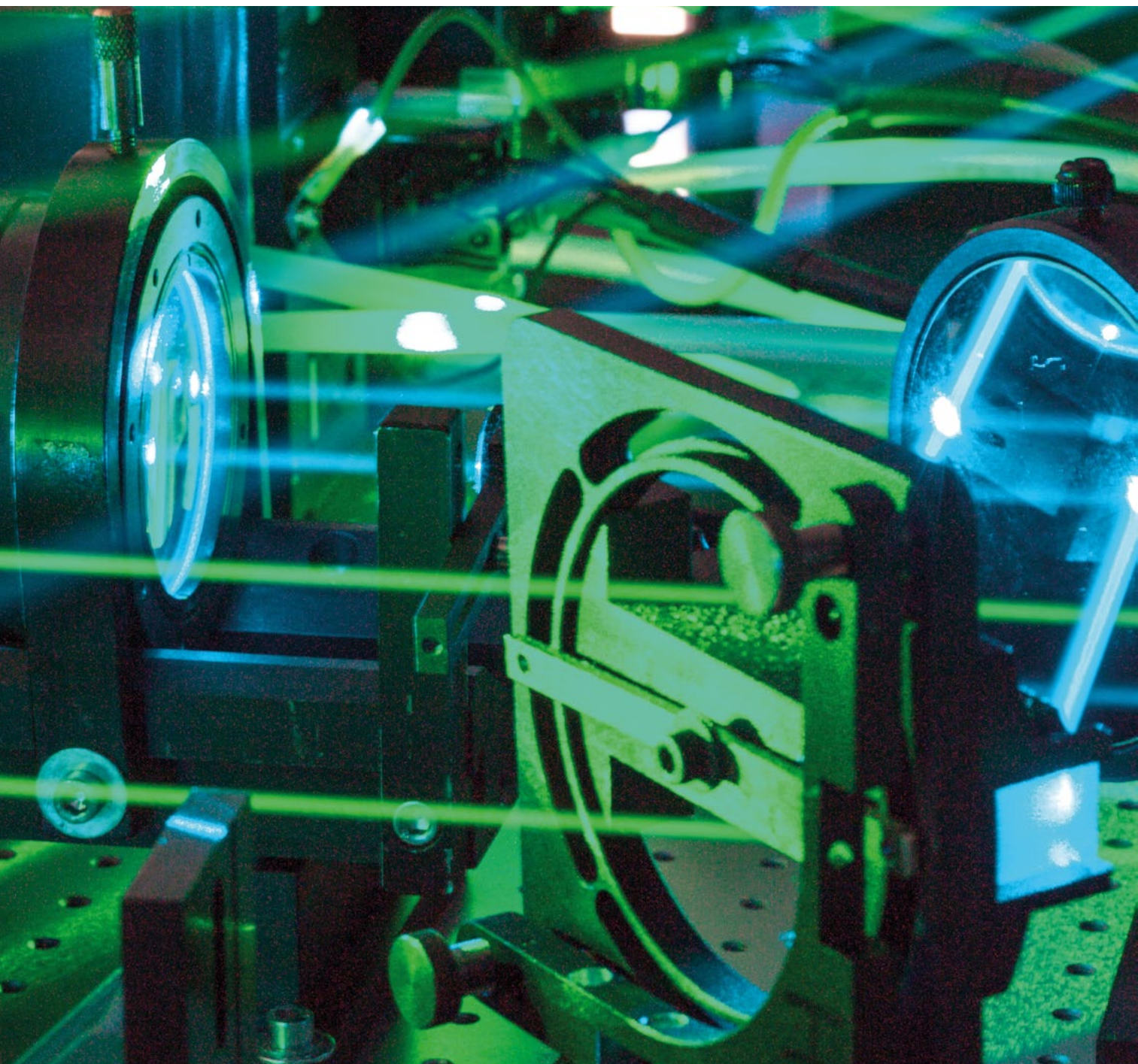
Technologieentwicklung im Einklang mit der Umwelt

Jede Gesellschaft benötigt Rohstoffe und Energie zur Deckung ihrer Grundbedürfnisse, etwa zum Heizen oder Klimatisieren von Gebäuden, für die individuelle Mobilität, für Lebensmittel und Güter des täglichen Bedarfs, oder um ihre Träume zu verwirklichen. Die Empa möchte einen Beitrag leisten für eine Gesellschaft, die weniger natürliche Ressourcen verbraucht und weniger Schadstoffe produziert, als wir dies heute tun. Durch ihre Forschungsaktivitäten legt die Empa die Basis für ein besseres Verständnis der grundlegenden physikalischen und chemischen Prozesse. Empa Forschende entwickeln innovative technische Lösungen zur nachhaltigen Nutzung von Ressourcen und um die Beeinträchtigung der Umwelt durch Prozessemissionen zu minimieren.

Deshalb untersucht die Empa wesentliche Abläufe bei der individuellen Mobilität, bei industriellen Prozessen sowie bei Material- und Stoffflüssen. Viele der dabei freigesetzten Stoffe, z.B. Treibhausgase, flüchtige organische Verbindungen oder (Nano-)Partikel, gelangen in die Umwelt. Die Empa untersucht die Verteilung dieser Schadstoffe auf verschiedenen Ebenen, von lokaler bis zu globaler Ausbreitung. Ausserdem erforscht die Empa neue Mittel und Wege, um die Belastung unserer Umwelt zu verringern, sei es durch innovative Abgasreinigung, Recycling oder technische Innovationen in der Prozessführung. Der Demonstrator für die Mobilität der Zukunft – move – zeigt exemplarisch, wie sich erneuerbare Elektrizität für die Mobilität nutzen lässt – in Form von Wasserstoff, synthetischem Methan sowie in Netzbatterien.

Dr. Brigitte Buchmann
brigitte.buchmann@empa.ch





Optionen für unsere Energiezukunft

Unseren Energiebedarf umwelt- und klimaschonend zu decken, ist eine enorme Herausforderung. Der Energieverbrauch nimmt stetig zu, und die Produktion ist noch allzu oft schädlich für Umwelt und Klima. Der Empa-Forschungsschwerpunkt «Energie» verknüpft all jene Forschungsbereiche zu neuen Materialien, Technologien, Modellen und Konzepten, die Optionen für eine nachhaltige Energiezukunft schaffen.

So erforscht die Empa Technologien für energieeffizientere Gebäuden und für eine nachhaltige Mobilität, um die Nachfrage nach Energie einzudämmen. Um die Energieversorgung weiterhin zuverlässig und umweltfreundlich sicherzustellen, entwickelt sie zudem verschiedene Formen der Photovoltaik (PV) sowie neue Umwandlungs- und Speichertechnologien. Energieerzeugung, -verteilung und -verbrauch findet jedoch nicht nur in isolierten Einheiten wie einzelnen Gebäuden oder Fahrzeugen, sondern auch in grossen Systemen wie Quartieren oder ganzen Städten statt. An der Empa werden darum auch Energieflüsse in derart komplexen Systemen modelliert und berechnet.

Gewinnung, Speicherung, Umwandlung und Transport von erneuerbaren Energien und deren effizienter Einsatz soll von der Entstehung bis zu Entsorgung gesehen nachhaltig sein. Deshalb führen wir Lebenszyklusanalysen (LCA) durch und untersuchen Projekte ganzheitlich auf ihre Umweltverträglichkeit.

Dr. Peter Richner
peter.richner@empa.ch





Gemeinsam an der Zukunft bauen

Im Bau- und Energiebereich ist es anspruchsvoll, neue Technologien und Produkte schnell auf den Markt zu bringen. Tiefe Energiepreise, lange Investitionszeiten und viele Regeln hemmen die Risikobereitschaft der Unternehmen und Investoren. Heute besteht oft eine grosse Lücke zwischen Technologien, die im Labor funktionieren, und dem Markt, der zuverlässige, ausgereifte Produkte verlangt.

NEST schliesst diese Lücke und beschleunigt den Innovationsprozess im Gebäudebereich. Das modulare Forschungs- und Innovationsgebäude der Empa und Eawag besteht zum einen aus einem zentralen Gebäudekern mit drei offenen Plattformen und zum anderen aus Modulen – den so genannten Forschungs- und Innovations-Units –, die auf diesen Plattformen nach einem «Plug-&Play»-Prinzip installiert werden können. In den Units wird gearbeitet und gewohnt – und gleichzeitig sind sie belebte Versuchslabors, in denen neue Technologien, Materialien und Systeme unter realen Bedingungen getestet, erforscht und weiterentwickelt werden.

Die enge Kooperation mit Partnern aus Forschung, Wirtschaft und öffentlicher Hand führt dazu, dass innovative Bau- und Energietechnologien schneller auf den Markt kommen.

Reto Largo
reto.largo@empa.ch





Die Mobilität der Zukunft

Nachhaltige Mobilität heisst, den Verbrauch fossiler und nuklearer Energieträger sowie den CO₂-Ausstoss massiv zu senken. Eine Chance bietet die Umwandlung von im Strommarkt nicht nutzbarer erneuerbarer Elektrizität in speicherbare Energieträger wie Wasserstoff oder Methan. Diese können dann als Treibstoffe für den Individual- und Güterverkehr eingesetzt werden. Der Anteil solchen Stroms ist bereits heute gross und steigt in Zukunft weiter an.

Im move, dem «Future Mobility Demonstrator», zeigt die Empa in Zusammenarbeit mit Partnern aus Forschung, Wirtschaft und öffentlicher Hand, wie die Mobilität der Zukunft funktionieren könnte. Zentral für das künftige Energiesystem sind einerseits Effizienzsteigerungen, andererseits die Flexibilisierung des Stromsystems mittels Speicherung und / oder Umwandlung in Wasserstoff und Methan. In move werden verschiedene Fahrzeuge mit unterschiedlichen Antriebskonzepten eingesetzt.

Die Elektromobilität steht für hohe Effizienz, weist aber eine geringe Flexibilität bei der Stromnutzung auf. Im Sommer hilft sie, den Anteil der nicht nutzbaren erneuerbaren Elektrizität zu reduzieren, im Winterhalbjahr dagegen ist sie auch auf längere Sicht auf fossile Elektrizitätserzeugung angewiesen. Verbrennungsmotoren weisen eine geringere Effizienz auf als elektrische Antriebe; sie können aber ganzjährig mit Methan betrieben werden, das im Sommerhalbjahr aus im Strommarkt nicht nutzbarer erneuerbarer Elektrizität erzeugt wurde. Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge liegen punkto Effizienz und der Flexibilität zwischen Elektro- und Verbrennungsmotoren. Insgesamt ergänzen sich diese Mobilitätskonzepte und bringen im Verbund den grössten Nutzen für ein nachhaltiges Energiesystem.

Christian Bach
christian.bach@empa.ch





move

move | Empa



←
Lobby / Besucher Service
Einkaufs Nord
Warenannahme
Schulhaus 1 und 2
Teilnehmer-Zimmer
Rütelgebäude

Die Energiezukunft verwirklichen

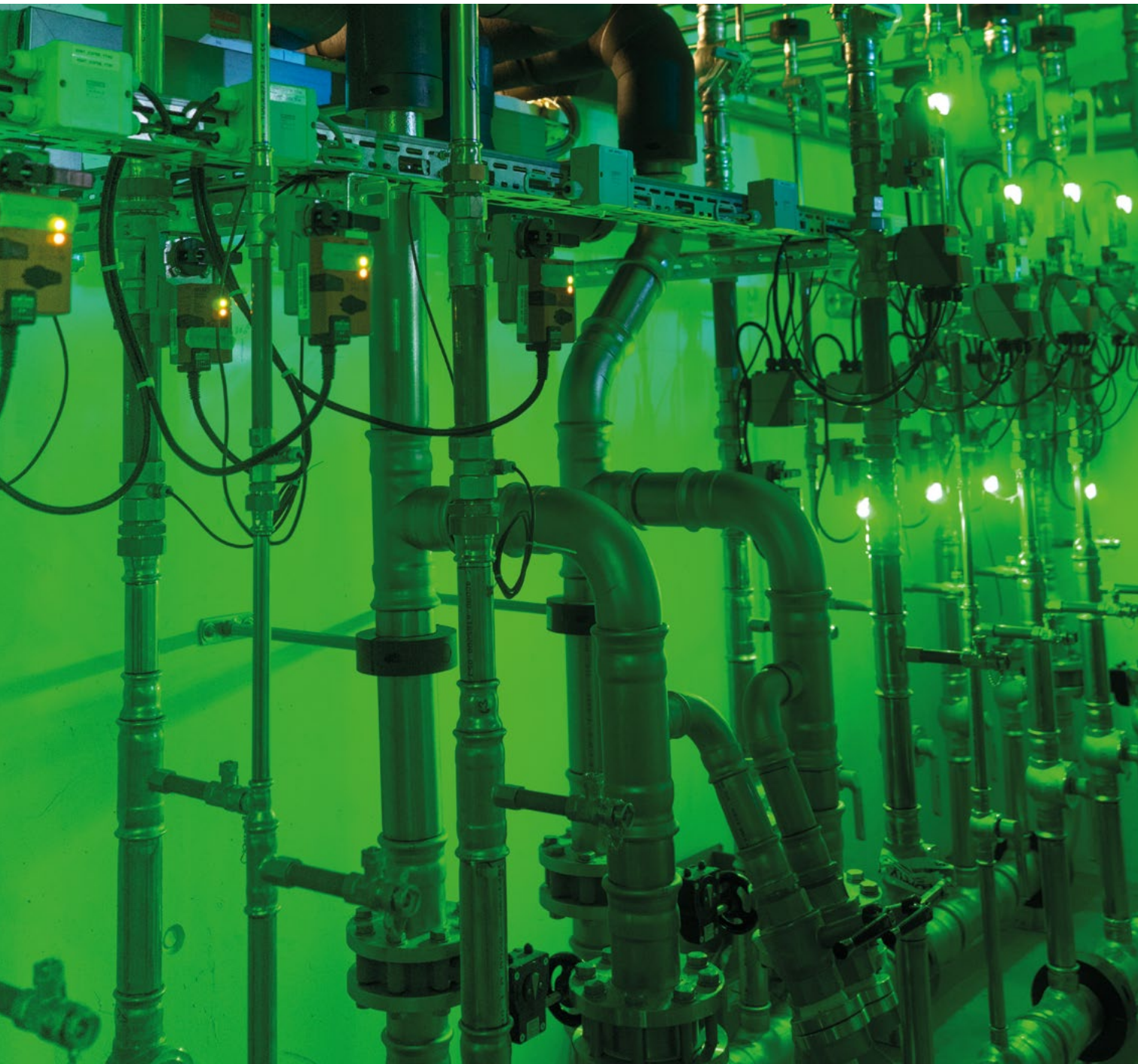
ehub – kurz für Energy Hub – ist eine Energieforschungsplattform mit dem Ziel, das Energiemanagement auf Quartierebene zu optimieren und den Einfluss auf das gesamte Energiesystem zu evaluieren. In Verbindung mit den weiteren Empa-Demonstratoren NEST und move ermöglicht es ehub, die Energieflüsse im Mobilitäts-, Wohn- und Arbeitsbereich zu koppeln, neue Energiekonzepte in der Praxis zu testen und das Potenzial für Effizienzsteigerung auszuloten.

Für eine nachhaltige Energiezukunft sind die reibungslose Integration erneuerbarer Energiequellen, effiziente Speichermöglichkeiten und ein dynamisches Zusammenspiel verschiedenster Technologien zentral. ehub besteht aus einer Vielzahl von Technologien zur Produktion, Umwandlung, Transport und Speicherung von Energie. Mit NEST steht ihm eine Art vertikales Quartier zur Erforschung neuer Energiekonzepte im Gebäudeverbund zur Verfügung. Die Verbindung zu move schafft ausserdem die Möglichkeit, erneuerbare Elektrizität in die Mobilität zu verlagern und dort als Treibstoff zu verwenden oder aber in Form von Wasserstoff zu speichern.

Sämtliche Komponenten der Infrastruktur lassen sich einzeln ansteuern und – je nach Forschungsfrage – im Verbund oder separat betreiben. Dadurch können dank ehub einzelne Technologien gezielt eingesetzt, analysiert und weiterentwickelt werden. Die Resultate über die Tauglichkeit und systemische Kombination von Einzeltechnologien helfen unseren Partnern aus der Energiebranche und der Industrie, Entscheidungen über künftige Investitionen zu treffen, und können sinnvolle Handlungsempfehlungen für Planer, Architekten, Energielieferanten und Behörden geben. Die praktische Implementation von Energiemodellen schafft die Grundlagen, um Auswirkungen dieser Modelle auf das Schweizerische Energiesystem zu erforschen.

Urs Elber
urs.elber@empa.ch





Digital Hub – Das reale Quartier für digitale Innovation

Digitale Technologien werden die Wettbewerbslandschaft in vielen Bereichen künftig massiv verändern, so auch im Gebäude-, Energie- und Mobilitätssektor. Für Unternehmen, die ihre Wettbewerbsfähigkeit aufrechterhalten oder gar verstärken wollen, erfordert dies ein ständiges Experimentieren mit neuen, viel versprechenden digitalen Technologien, von künstlicher Intelligenz über Augmented Reality bis hin zur Verarbeitung von Big Data. Der Digital Hub der Empa, kurz dhub, ist in den Demonstratoren-Park auf dem Empa-Campus in Dübendorf eingebettet, zu dem der Gebäudedemonstrator NEST, der Mobilitätsdemonstrator move und der Energiedemonstrator ehub gehören. dhub erweitert diese und stellt die Basis für digitale Forschung, Entwicklung und Experimente zur Verfügung. Dadurch beschleunigt dhub den Markteintritt neuer digitaler Lösungen im Gebäude-, Energie- und Mobilitätsbereich.

Themen

- Digitale Technologien für Bau und Betrieb
- Reverse Engineering in digitale Modelle
- Künstliche Intelligenz im Bau- und Energiebereich
- Blockchain-Technologien für den P2P-Energiehandel
- Virtual Reality und Augmented Reality im Bau
- Intelligente Entscheidungshilfen
- Automatisierte Datenaufbereitung
- Validierung neuer Geschäftsmodelle

Reto Largo
reto.largo@empa.ch



Künstliche Intelligenz

dhub | Empa

Big Data

Blockchain

Internet of Things

Virtual Reality / Augmented Reality

Sektorenkopplung

Autonomes Fahren

Carsharing

Empa eawag

Digitale Fabrikation

Neue Geschäftsmodelle

move | Empa

Digitales Wohnen

Intelligente Entscheidungshilfen

Analoger Bestand

Energieoptimierung

ehub | Empa

Digitaler Betrieb

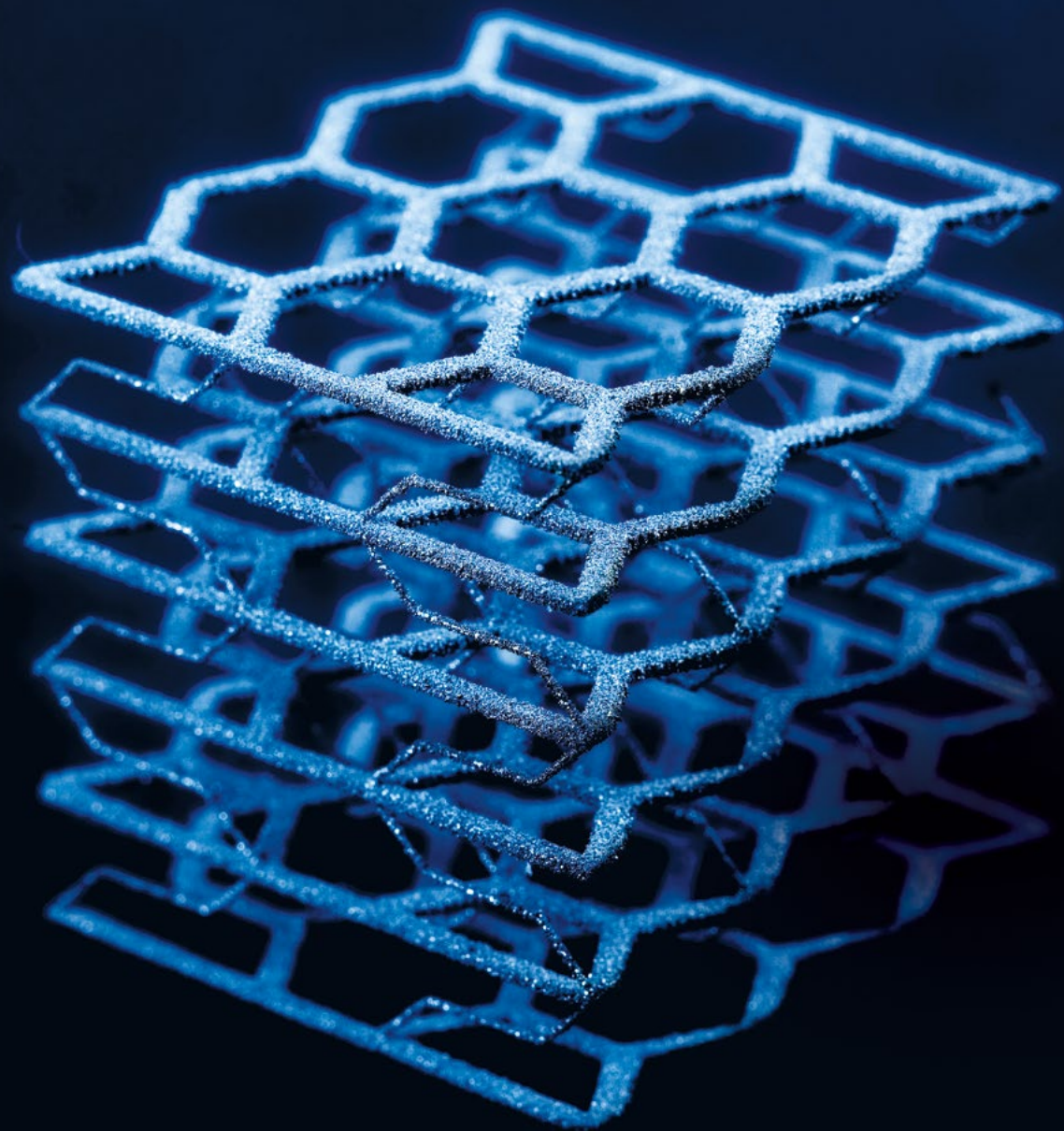
Wegbereiter für Industrie 4.0

Im neuen Beschichtungszentrum der Empa finden massgeschneiderte Oberflächentechnologien den Weg aus den Forschungslabors zur marktfähigen Industrieanwendung. Das Zentrum beherbergt diverse Beschichtungsanlagen für Hartstoffschichten, flexible Photovoltaik und organische Elektronik sowie 3D-Drucker für metallische Werkstoffe und Biokomposite. Die Anlagen sind industrienah, was die Prozesstechnik betrifft, haben jedoch Modifikationen, die den Forscherinnen und Forschern eine detaillierte Prozessanalytik ermöglicht. Dies soll der Schweizer Industrie das «Up-Scaling» erleichtern und so einen Innovationsvorsprung im internationalen Wettbewerb sichern.

Das CCC soll Antworten auf neue Herausforderungen liefern, die auf die Schweizer Maschinenbau-, Elektro- und Beschichtungsindustrie in nächster Zukunft zukommen. Um am Weltmarkt bestehen zu können, werden mehr und mehr massgeschneiderte Lösungen gefordert. Dies gilt insbesondere für Beschichtungen, seien es neuartige, noch verschleissfestere Hartstoffschichten oder intelligente Multischichtsysteme mit spezifischen Eigenschaften. Auch flexible Solarzellen, eine viel versprechende Zukunftstechnologie, bestehen aus einer Abfolge dünner Schichten, die im Ultrahochvakuum aufgedampft werden. Selbst derart komplexe Schichtaufbauten lassen sich im CCC auf industrienahen Anlagen – also nicht nur im Labormassstab – realisieren.

Das CCC ist indes nur ein erster Schritt, wenn es darum geht, die Lücke zwischen experimenteller Forschung und industrieller Produktion zu schliessen beziehungsweise verschiedenste Partner aus Forschung und Industrie entlang der Wertschöpfungskette zusammenzubringen. Die Empa plant daher bereits ein «Center for Advanced Manufacturing Technologies». Die Idee dahinter: die Trägerschaft deutlich zu verbreitern, das Zentrum als «Private-public Partnership» (PPP) zu etablieren und das Technologieportfolio weit über Beschichtungstechnologien hinaus zu erweitern.

Dr. Lars Sommerhäuser
lars.sommerhaeuser@empa.ch



Von der Erfindung zur Innovation

Durch einen effizienten Wissens- und Technologietransfer überführt die Empa neue Technologien, Materialien und Verfahren an interessierte Partner, die daraus innovative Produkte und Anwendungen entwickeln. Dem Empa-Portal kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu. Es dient als zentraler Ansprechpartner für all jene, die an einer Zusammenarbeit mit der Empa und ihrem umfassenden Angebot an anwenderorientierter Forschung und anspruchsvollen Dienstleistungen interessiert sind.

Die Empa unterstützt und fördert die Zusammenarbeit ihrer Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen mit Industriepartnern in der Schweiz und im Ausland. Eine Kooperation kann verschiedene Formen haben, etwa als Auftragsforschung, als gemeinschaftliches Forschungsprojekt, öffentlich finanzierte Forschung oder in Form eines Consulting-Mandats. Dabei lassen sich Angebot und Vorgehensweise an die unterschiedlichen Anforderungen von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), Jungunternehmen und Spin-offs sowie Grossunternehmen anpassen.

Um Empa-Technologien möglichst gut zu vermarkten und künftige Entwicklungen zu erleichtern, lässt die Empa geistige Eigentumsrechte frühzeitig zum Schutz registrieren und bietet sie ihren Partnern zur kommerziellen Nutzung an.

Marlen Müller
marlen.mueller@empa.ch





Im Austausch mit Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft

Die schnelle technologische Entwicklung in Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft erfordert einen umfassenden Überblick über eine Vielzahl an Forschungs- und Entwicklungsgebieten. Die Akademie dient der Empa hierbei als Plattform zum Wissenstransfer, auf der Fachleute aus Forschung und Industrie miteinander, aber auch mit der breiten Öffentlichkeit kommunizieren.

Die Empa-Akademie hat es sich zur Aufgabe gemacht, das in zahlreichen Forschungsprojekten und Untersuchungen gewonnene Wissen zu vermitteln. Sie bietet ihren Partnern Zugang zu den vorrangigen Stärken der Empa – umfassende, interdisziplinäre Erfahrung, wissenschaftliche Kompetenz und ein weit reichendes nationales und internationales Beziehungsnetz.

Die Empa-Akademie veranstaltet Kurse, Tagungen und Vortragsreihen für Wissenschaftler, Wissenschaftlerinnen und Fachleute aus Industrie, Behörden und Fachverbänden. Neben technisch-wissenschaftlich ausgerichteten Veranstaltungen werden auch Veranstaltungen für die breite Öffentlichkeit angeboten.

Besonders zentral für die Empa ist der Wissenstransfer aus der Forschung in die Wirtschaft. Dafür hat sie die Veranstaltungsreihe der «Technology Briefing» ins Leben gerufen, in der in Kurzvorträgen und einer begleitenden Ausstellung Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung der Forschungsergebnisse vorgestellt werden.

Claudia Gonzalez
claudia.gonzalez@empa.ch





AKADEMIE

AKADEMIE

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