

Empa Quarterly

FORSCHUNG & INNOVATION II #78 II DEZEMBER 2022

FOKUS

WEGE AUS DER ENERGIEKRISE

SPIN-OFF-ERFOLG: TRICKS UND TUGENDEN
GRÜNE PLATINEN: NACHWACHSENDE ROHSTOFFE
MINIATURISIERUNG: FÜGEN MIT NANOPASTEN

[INHALT]

[FOKUS: WEGE AUS DER ENERGIEKRISE]



13



16



08



28



24

[FOKUS]

13 ESSAY
Zum Umbau des Energiesystems: Empa-Vizedirektor Peter Richner

16 DEKARBONISIERUNG
Eine Industrie ohne CO₂-Emissionen?

19 SYNFUELS
Ein neuer Reaktor für synthetisches Gas

22 SMARTE STEUERUNG
«viboo»-Algorithmus spart Heizenergie

[THEMEN]

08 INTERVIEW
Neuer Departementsleiter: Ausblick mit Materialforscher Lorenz Herrmann

11 GRÜNE ELEKTRONIK
Nachwachsende Rohstoffe für Platinen

24 SPIN-OFF
CTSystems-Gründer Gabor Kovacs über Tricks und Tugenden

28 FÜGETECHNIK
Kleinste Bauteile fügen mit Nanopasten

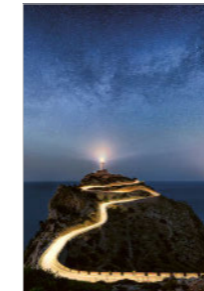
[RUBRIKEN]

04 WISSEN IM BILD

06 IN KÜRZE

30 UNTERWEGS

[TITELBILD]



Die Energiekrise, ausgelöst durch den Ukraine-Krieg, wird uns noch Monate in Atem halten. Doch Forscher jammern nicht, sie suchen nach Lösungen. Einige hilfreiche Ansätze für den steilen Weg vom Start zum Ziel finden Sie in diesem Heft. PS: das Titelbild zeigt den Leuchtturm Far de Formenter, ganz im Norden von Mallorca. Bild: Adobe Stock

[IMPRESSUM]

HERAUSGEBERIN Empa
Überlandstrasse 129
8600 Dübendorf, Schweiz
www.empa.ch

REDAKTION Empa Kommunikation

ART DIREKTION PAUL AND CAT.

www.paul-and-cat.com

KONTAKT Tel. +41 58 765 44 54

empaquarterly@empa.ch

www.empaquarterly.ch

VERÖFFENTLICHUNG

Erscheint viermal jährlich

PRODUKTION

norbert.raabe@empa.ch



ISSN 2297-7406

Empa Quarterly (deutsche Ausg.)

JETZT ABER MAL GAS GEBEN!

Liebe Leserin, lieber Leser

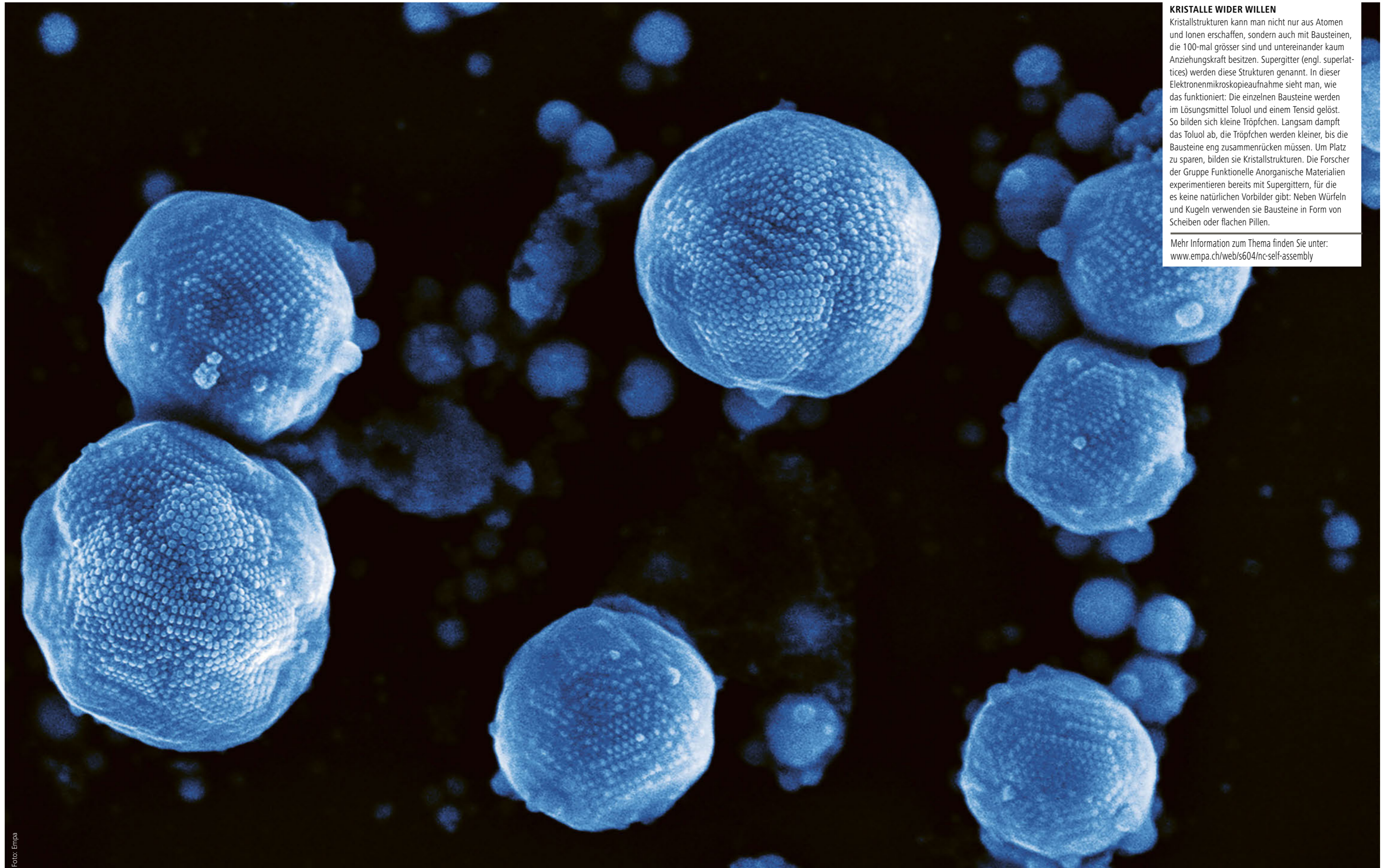


Globale Probleme verlangen nach globalen Lösungen. Denn sie gehen uns alle an. Nur: Wenn alle verantwortlich sind, handelt in der Regel... niemand. Eher wartet man darauf, dass andere etwas tun. Doch bei den ganz grossen «Brocken» wird die Zeit knapp. Abwarten ist also die schlechteste Option – vor allem, wenn Technologien bereitstehen, die unseren CO₂-Fussabdruck deutlich senken könnten, wie der stellvertretende Empa-Direktor Peter Richner ab Seite 13 ausführt.

Doch die Schweiz kann das Energie- und das damit verbundene Klimaproblem in der Tat nicht alleine lösen; eine Energieautarkie ist utopisch. Es gibt aber clevere Ideen, wie wir genügend Energie im «Sonnengürtel» der Erde ernten und diese dann – nach der Umwandlung in chemische Energieträger wie synthetisches Methan (S. 19) – speichern und überallhin verteilen und nutzen könnten. Und wenn wir dies so machen, wie ab Seite 16 beschrieben, könnten daraus sogar negative CO₂-Emissionen resultieren; der Atmosphäre würde dabei also sogar noch CO₂ entzogen. Das lässt sich aber, wie gesagt, ohne internationale Zusammenarbeit nicht umsetzen.

Geschlossene Stoffkreisläufe sind indes nicht nur beim Kohlenstoff eine gute Idee, betont der neue Departementsleiter Lorenz Herrmann im Interview (S. 8). Diesem Kreislaufgedanken folgend arbeiten Empa-Forschende unter anderem daran, Platinen für die Elektronikindustrie aus nachwachsenden Rohstoffen zu entwickeln, die am Ende ihres «Lebens» einfach in der Grüntonne entsorgt werden können (S. 10) – ein Schritt hin zu einer «grünen» Elektronik.

Viel Vergnügen beim Lesen!
Ihr MICHAEL HAGMANN



KRISTALLE WIDER WILLEN
Kristallstrukturen kann man nicht nur aus Atomen und Ionen erschaffen, sondern auch mit Bausteinen, die 100-mal grösser sind und untereinander kaum Anziehungskraft besitzen. Supergitter (engl. superlattices) werden diese Strukturen genannt. In dieser Elektronenmikroskopieaufnahme sieht man, wie das funktioniert: Die einzelnen Bausteine werden im Lösungsmittel Toluol und einem Tensid gelöst. So bilden sich kleine Tröpfchen. Langsam dampft das Toluol ab, die Tröpfchen werden kleiner, bis die Bausteine eng zusammenrücken müssen. Um Platz zu sparen, bilden sie Kristallstrukturen. Die Forscher der Gruppe Funktionelle Anorganische Materialien experimentieren bereits mit Supergittern, für die es keine natürlichen Vorbilder gibt: Neben Würfeln und Kugeln verwenden sie Bausteine in Form von Scheiben oder flachen Pillen.

Mehr Information zum Thema finden Sie unter:
www.empa.ch/web/s604/nc-self-assembly

STARTSCHUSS FÜR DIE REISE ZU CO₂-NEGATIVEM ZEMENT



UMWELTFAKTOR BETON
Die Herstellung von Zement soll weniger CO₂-Emission verursachen.

Die Zementindustrie emittiert grosse Mengen von klimaschädlichem Kohlendioxid – doch alternative Bindemittel auf der Basis von Magnesiumcarbonat könnten CO₂ sogar binden. Beton als Kohlenstoffsенke? Ein Hoffnungsträger sind Zemente, die nicht auf Kalkstein alias Calciumcarbonat (CaCO₃) basieren, sondern auf Magnesiumsilikaten. Ein Forschungsprojekt der Empa-Forscherin Barbara Lothenbach, die kürzlich dafür einen der ersten «Advanced Grants» des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) erhielt, soll ab dem kommenden Jahr Grundlagen dazu schaffen. Denn anders als herkömmliche Zemente, deren Erhärtung bis in winzigste Details erforscht sind, werfen diese Werkstoffe noch viele Fragen auf. In sieben Schwerpunkten werden die Empa-Fachleute mit Partnern der finnischen Universität Oulu deshalb erkunden, was sich auf molekularer Ebene

abspielt. Wie erhärten solche Zement bei welchen Rezepturen? Wie wirken sich Temperatur, pH-Wert und andere Faktoren wie Reaktionsbeschleuniger aus? Bleibt das Volumen eines «Magnesium-Betons» auf lange Sicht stabil? Und wie widerstandsfähig ist er? Am Ende sollen die Erkenntnisse aus Laborversuchen und thermodynamischen Modellierungen in einen «digitalen Zwilling» von Magnesiumcarbonat-Zement einfließen – eine Simulation der Vorgänge beim Härten und die Grundlage, so hoffen die Empa-Fachleute, für Rezepturen von robusten Betonen, die möglichst viel CO₂ binden.

www.empa.ch/web/s308



SPANNENDE AUFGABE
Empa-Expertin Barbara Lothenbach wird das herausfordernde Forschungsprojekt leiten.

Foto: iStockphoto, Empa

FINANZIERUNG FÜR SPIN-OFF

Das Unternehmen Nahtlos, ein Spin-off der Empa, hat in einer ersten Finanzierungsrunde eine Million Franken von einem Netzwerk von «Business Angels» aus der Schweiz und Liechtenstein sowie von der Startfeld-Stiftung erhalten. Damit soll der Markteintritt einer innovativen textil-basierten Elektrode für medizinische Anwendungen vorangetrieben werden. In den vergangenen zwei Jahren hatte die Firma solche Bauteile entwickelt, unter anderem zur Aufzeichnung der Herzaktivität durch Elektrokardiogramme – zum Beispiel, um Vorhofflimmern detektieren zu können. Textilbasierte Elektroden ermöglichen eine sanfte und hautschonende Anwendung, auch wenn die Elektroden über mehrere Tage oder sogar Wochen getragen werden müssen.

Sie sind damit eine echte Alternative zur Gel-Elektrode, die vor 60 Jahren entwickelt wurde und noch heute als Standard für medizinische Anwendungen gilt.

www.nahtlos.com/



OPTIMISTISCH
Die Gründer der Nahtlos AG, José Näf und Michel Schmid, mit Prototypen (vorne li.) von textilbasierten Elektroden für Langzeit-EKG's in ihrem Labor in St. Gallen.

WASSER-AKTIVIERTE PAPIERBATTERIE UNTER WELTBESTEN ERFINDUNGEN



AUSGEZEICHNET
Die Papierbatterie besteht aus zwei in Reihe geschalteten elektrochemischen Zellen an den beiden Enden des Papierstreifens, die durch eine Wasserbarriere (zwischen den Buchstaben «m» und «p») getrennt sind.

Das Team um Gustav Nyström vom «Cellulose & Wood Materials Laboratory» der Empa hat es auf die Liste der 200 bedeutendsten Erfindungen des US-Magazins «Time» geschafft – mit ihrer biologisch abbaubaren Einweg-Batterie, deren Funktion durch Zugabe von Wasser ausgelöst wird. Die Auszeichnung verlieh die Jury dem Team in der Kategorie «Experimental»; dabei bewertet die Jury die Erfindungen nach Originalität, Kreativität, Effizienz, Auswirkung und weiteren Kriterien. Die Batterie, die von Empa-Forscher Gustav Nyström und seinem Team entwickelt wurde, besteht aus mindestens einer rund einen Quadratzentimeter grossen elektrochemischen Zelle. Das Besondere daran: Dadurch, dass sowohl Papier als auch Zink und die anderen Komponenten biologisch abbaubar sind, könnten sich die Umweltauswirkungen von Wegwerf-Elektronik mit geringem Stromverbrauch deutlich minimieren lassen – ein wichtiger Schritt in Richtung «grüner» Elektronik.

www.empa.ch/web/s302

Fotos: Mariëes Thurnheer, Empa

« ICH HABE DAS BESTE AUS BEIDEN WELTEN »

Seit rund einem halben Jahr leitet Lorenz Herrmann das Empa-Departement «Advanced Materials and Surfaces». Im Interview erläutert er, in welchen Bereichen er mit neuen Materialien Fortschritte erzielen möchte, warum Grundlagenforschung essenziell ist für den Innovationsprozess – und wie sich die Forschung an der Empa von der an einem industriellen Forschungszentrum unterscheidet.

Interview: Michael Hagmann

Lorenz Herrmann, als neuer Departementsleiter an einem Materialforschungsinstitut eine simple Frage: Was ist Ihr Lieblingsmaterial?

Ganz klar: Kohlenstoff.

Das kam schnell – warum gerade dieses Element?

Kohlenstoff hat mich bisher stets begleitet: Ich habe in der Festkörperphysik zu mechanischen und elektronischen Anwendungen von Kohlenstoffnanoröhren geforscht. Dann war ich lange in der Industrieforschung im Elektrotechnikbereich, dort waren polymere Isolationswerkstoffe ein Thema, die ebenfalls auf Kohlenstoff basieren, oder Graphitelektroden für Batterien. Kohlenstoff ist einerseits extrem vielseitig, eignet sich also für unzählige Anwendungen; andererseits aber auch extrem wichtig in unseren

«KOHLENSTOFF-LIEBHABER»
Herrmann vor seinem Lieblingsmaterial Kohlenstoff in Form eines 3D-Modells eines atomar präzisen Graphen-Nanobandes, das die Grundlage für völlig neuartige Quantencomputer sein könnte.



Materialkreisläufen. Den Kohlenstoffkreislauf zu schliessen, ist ganz entscheidend für unsere Umwelt und das Klima.

Wie kommt ein gelernter Festkörperphysiker wie Sie eigentlich zur Materialforschung?

Ich kam aus der Grundlagenforschung und wollte die Brücke schlagen zur praktischen Anwendung. Mich hat

damals Energietechnik fasziniert – auch heute noch ein aktuelles Thema. Der Auslöser war das Projekt «DESERTEC», das Solarstrom in der Wüste erzeugen und nach Europa bringen wollte. Damals hab' ich mich umgeschaut, wo man Festkörperphysik, Materialforschung, Energie- und Elektrotechnik verbinden kann – so kam ich ans ABB-Forschungszentrum, wo ich dann an Materialien für die Energieübertragung gearbeitet habe.

Wie unterscheidet sich die Forschung im ABB-Forschungszentrum, wo Sie zuletzt ebenfalls für ein Forschungsdepartement zuständig waren, von derjenigen an der Empa?

Bei den Forschenden gibt's relativ wenige Unterschiede. Die Begeisterung, die Leidenschaft für die Forschung, der Umgang miteinander – das ist sehr ähnlich. Hier an der Empa sind die Themen

allerdings breiter, und es wird mehr Grundlagenforschung betrieben. In der Industrieforschung ist man dagegen deutlich fokussierter auf die übernächste Produktgeneration der eigenen Firma.

Was reizt Sie persönlich an Ihrer neuen Rolle besonders?

Ich habe mich bisher, wenn man so will, zwischen zwei Welten bewegt – der ▶



LORENZ HERRMANN

WERDEGANG: Nach einem Physikstudium an der Universität Regensburg und der Ecole Normale Supérieure in Paris promovierte Lorenz Herrmann ebenfalls an diesen beiden Hochschulen zum Thema Kohlenstoffnanoröhrchen und deren Anwendung in der Nanoelektronik. 2010 ging er ans ABB-Forschungszentrum in Dättwil, wo er zuletzt das Departement «Energy Technologies» leitete. Seit August 2022 leitet er das Empa-Departement «Moderne Materialien und Oberflächen».

NEU AN BORD
Seit August 2022 neuer Leiter des Empa-Departements «Advanced Materials and Surfaces».

akademischen Grundlagenforschung und der angewandten Forschung in der Industrie. Hier an der Empa kann ich beide zusammenbringen – ich habe sozusagen das Beste aus beiden Welten. Was mich extrem fasziniert am «Modell Empa» ist einerseits der hohe wissenschaftliche Anspruch, andererseits der Fokus auf praktische Anwendungen.

Welche Rolle spielt denn Grundlagenforschung in einer Forschungsinstitution, die sich selbst als «anwendungsorientiert» und industrienah beschreibt?

Es geht an der Empa letztlich darum, einen technologischen Mehrwert für Industrie und Gesellschaft zu schaffen: also einerseits die Grundlagen zu erarbeiten für noch unbekannte Anwendungen, andererseits aber auch die Schweizer Industrie im Hier und Heute zu unterstützen. Nach meiner Erfahrung – insbesondere auch in der Industrie – muss man wissenschaftlich top sein, um Unternehmen wirklich helfen zu können. Für inkrementelle Weiterentwicklungen brauchen sie uns nämlich nicht, das können sie sogar meist besser. Man darf also nicht einfach «Entwicklung» duplizieren für ein Unternehmen, sondern muss wirklich neue

Aspekte einbringen, also das, was man als disruptive Innovation bezeichnen könnte. Und genau das wollen die Unternehmen auch – etwas, was sie selbst nicht auch «in-house» haben oder können. Das schafft man nur durch erstklassige Forschung. Unsere Arbeit ist dem Entwicklungsprozess sozusagen vorgeschaltet, muss dann aber transferierbar und anwendbar sein – das ist die Kunst.

In welchen Anwendungsfeldern sehen Sie die grössten Chancen, mit neuartigen Materialien etwas zu bewirken?

Im Bereich Digitalisierung könnten etwa neuartige Graphen-Nanostrukturen die Grundlage für völlig neue Devices liefern, bei denen man deren industrielle Herstellung von Anfang an mitdenkt. Dabei geht es im Kern um robuste Quantenmaterialien für künftige Anwendungen wie Quantencomputer und -sensoren. Das unterscheidet sich fundamental von vielen bisherigen Ansätzen, bei denen die Herstellung und die Robustheit der Devices eher im Hintergrund stehen und man in erster Linie quantenphysikalische Effekte an Modellsystemen untersucht, oft bei extrem tiefen Temperaturen. Im Bereich nachhaltiger Materialien

müssen wir den Kreislaufgedanken konsequenter umsetzen; ich denke da zum Beispiel an polymere Kompositwerkstoffe, die heute schwer recycelbar sind. Und im Energiebereich sehe ich beispielsweise grosses Potenzial in der Herstellung neuartiger, günstigerer Solarzellen, etwa durch einfache Druckverfahren. Ausserdem sehe ich Fortschritte im «Power-to-Gas»-Bereich und in der Batterietechnik als weitere essentielle Bausteine.

Was steht nun als Erstes auf Ihrer Agenda?

Ich bin hier extrem gut aufgenommen worden, darüber habe ich mich sehr gefreut. Ich war zunächst darauf konzentriert, mich intern zu vernetzen und möglichst alle Themen kennenzulernen. Nun steht die Vernetzung nach aussen im Zentrum, zu unseren Stakeholdern in Industrie, Forschung und Politik. Und dann möchte ich natürlich gerne erste strategische Impulse setzen und mit-helfen, die oben genannten Themen einen Schritt weiterzubringen. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: www.empa.ch/web/s200

Foto: Marion Nitsch / Empa

ELEKTRONIK AUF DEM HOLZWEG

Lassen sich aus Cellulosefasern und -fibrillen ökologisch nachhaltige Platinen für die Elektronikindustrie herstellen? Empa-Forscher Thomas Geiger ging dieser Frage nach. Inzwischen ist er Teil eines multinationalen EU-Projekts namens «Hypelignum». Dessen Ziel: eine bioabbaubare Elektronik.

Text: Rainer Klose

Seit vielen Jahren forscht Thomas Geiger auf dem Gebiet der Cellulosefibrillen – das sind feine Fasern, die sich etwa aus Holzabschnitten oder landwirtschaftlichen Abfällen herstellen lassen. Cellulosefibrillen bergen ein hohes Potential für eine nachhaltige Produktion und eine Dekarbonisierung der Industrie: Sie wachsen CO₂-neutral in der Natur, verbrennen ohne Rückstände und sind sogar kompostierbar. Sie lassen sich für vielerlei Zwecke einsetzen, etwa als Faserverstärkung in technischen Gummiwaren wie Pumpenmembranen.



ELFENBEIN
Versuchsweise wurden Gehäuseteile für Computermäuse aus Cellulosefasern gefertigt. Die Oberflächen glänzen wie edles Elfenbein; die Bauteile sind komplett kompostierbar.

Doch kann man aus Cellulosefibrillen vielleicht auch Leiterplatten herstellen, die den ökologischen Fussabdruck von Computern verringern? Gerade Leiterplatten, auch Platinen oder PCBs genannt («printed circuit boards»), sind ökologisch alles andere als unschuldig: Sie bestehen meist aus Glasfasern, die in Epoxidharz getränkt sind. Ein solcher Verbundwerkstoff ist nicht recyclingfähig und kann bislang nur in speziellen Pyrolyseanlagen sachgerecht entsorgt werden.

COMPUTERMAUS IM ELFENBEIN-LOOK

Geiger hatte bereits Computerplatinen aus Cellulosefibrillen hergestellt und deren biologischen Abbau un-

tersucht. Die Bio-Fibrillen ergeben mit Wasser vermischt einen dickflüssigen Schlamm, der sich in einer Spezialpresse entwässern und verdichten lässt. Gemeinsam mit einer Kollegin stellte er 20 Versuchsplatinen her, die diversen mechanischen Tests unterworfen und schliesslich mit elektronischen Komponenten bestückt wurden. Der Versuch gelang, und die Celluloseplatine gab nach wenigen Wochen in der Natur die aufgelöteten Bauteile wieder frei.

Zuvor war Geiger bereits gemeinsam mit der Fachhochschule OST in Rapperswil an einem Innosuisse-Projekt beteiligt, aus dem Gehäuseteile für Computermäuse

entstanden. Die hergestellten Gehäuseteile glänzen seidig und ähneln in Farbe und Haptik Werkstücken aus Elfenbein. Doch es fand sich kein Hersteller, der die Methode übernehmen wollte. Der Preiswettbewerb bei Kleinelektronik ist dafür noch zu gross – und die herkömmlichen Kunststoff-Spritzgussverfahren sind deutlich im Vorteil.

HOLZWOLLE ODER CELLULOSEFIBRILLEN

Vor kurzem ergibt sich dann die Chance, auf den bestehenden Erkenntnissen aufzubauen: Die Empa-Nachhaltigkeitsspezialistin Claudia Som wurde angefragt, ob sie am EU-Forschungsprojekt «Hypelignum» mitarbeiten wolle. ▶



BIO-ABFALL
Versuchsplatine nach der Kompostierung.

Dieses wird vom schwedischen Materialforschungsinstitut RISE geleitet und sucht nach neuen Wegen für nachhaltig produzierte Elektronik. Claudia Som zog ihren Kollegen Thomas Geiger hinzu.

Das Projekt startete im Oktober 2022. Das Forscherkonsortium, mit Beteiligung aus Österreich, Slowenien, Spanien, den Niederlanden, Schweden

DISPLAYS UND BATTERIEN AUS CELLULOSE

Einer Forschergruppe der Empa um Gustav Nyström gelang es 2022, ein bioabbaubares Display auf Basis von Hydroxypropyl-Cellulose (HPC) zu bauen. Sie nutzen HPC als Trägermaterial und fügten einen geringen Anteil Carbon-Nanoröhrchen hinzu, wodurch die Cellulose elektrisch leitfähig wurde. Durch Zumischung von Cellulose-Nanofasern (CNF) brachten sie die Tinte in eine druckfähige Form. Das Display verändert seine Farbe je nach angelegter elektrischer Spannung; ausserdem kann es auch als Druck- oder Zugsensor dienen und hat das Potential, als bio-abbaubares User-Interface in künftiger Öko-Elektronik eine Rolle zu spielen.

und der Schweiz, plant, Öko-Leiterplatten aus verschiedenen Materialien herzustellen und zu evaluieren: Neben nanofibrillierter Zellulose (CNF) wird als Basis Holzwolle und Zellstoff aus Holz untersucht; auch Holzfurnier kommt als Basis für die Platinen zum Einsatz.

Zwei Forschungsabteilungen der Empa arbeiten am Projekt mit: Zum einen die Nachhaltigkeitsspezialisten um Claudia Som von der Abteilung «Technologie und Gesellschaft». Som wird mit Hilfe von Material-Datenbanken den ökologischen Fussabdruck der Öko-Leiterplatten berechnen und die einzelnen Konzepte untereinander vergleichen.

Thomas Geiger von der Empa-Abteilung «Cellulose & Wood Materials» wird aus nachwachsenden Rohstoffen die Leiterplatten herstellen. «Grüne» Elektronik ist schon seit längerem ein Forschungsschwerpunkt der Abteilung, die von Gustav Nyström geleitet wird; Nyströms Team hat bereits diverse gedruckte Elektronikkomponenten aus bioabbaubaren Materialien entwickelt, etwa Batterien und Displays (s. Infobox). Die Anforderungen an industriell hergestellte

Computerplatinen sind indes nicht trivial: Die Platinen müssen nicht nur eine hohe mechanische Festigkeit aufweisen, sondern dürfen auch in feuchten Bedingungen nicht aufquellen oder bei sehr niedriger Luftfeuchtigkeit keine Risse bilden.

«Cellulosefasern können eine sehr gute Alternative zu Glasfaser-Verbundwerkstoffen sein», erläutert Geiger. «Wir entwässern das Material in einer Spezialpresse mit 150 Tonnen Druck. Dann kleben die Cellulosefibrillen ohne weitere Hilfsstoffe von alleine zusammen. Wir nennen das «Hornifizierung».» Das Entscheidende dabei ist, bei welchem Druck, welcher Temperatur und für wie lange der Pressprozess stattfinden muss, um optimale Ergebnisse zu erzeugen.

VIER DEMONSTRATOREN GEPLANT

Das EU-Projekt Hypelignum hat weitgesteckte Ziele: Es soll nicht nur Leiterplatten aus nachwachsenden und kompostierbaren Rohstoffen untersuchen, sondern auch leitfähige Tinten für die elektrischen Verbindungen zwischen den Bauteilen entwickeln. Diese Tinten werden oft basierend auf Silber-Nanopartikeln hergestellt. Die Forschenden suchen nach preisgünstigeren und weniger seltenen Ersatzmaterialien, ebenso wie nach einer ökologischen Produktionsmethode für diese Nanopartikel.

Am Ende des Projekts sollen vier Demonstratoren die erreichten Forschungsergebnisse sichtbar machen: eine ökologisch vorbildliche Leiterplatte, ein grosses Konstruktionselement aus Holz, das mit Sensoren und Aktuatoren bestückt wird, Möbelstücke, die in einer automatisierten Fertigungsstrasse mit Sensoren bestückt werden, und schliesslich ein Demonstrator, der die Recyclingfähigkeit all dieser Bauteile beweist. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: www.empa.ch/web/s302

Foto: Empa

Foto: Felix Wey / Empa

ENERGIE-WENDE: WO EIN WILLE IST, IST AUCH EIN WEG

Klimakrise, Energieknappheit, Atomausstieg. Wir müssen unser Energiesystem umstellen. So viel ist klar. Dass es aufwändig und kostspielig ist, auch. Doch vieles liegt an uns, sagt Peter Richner, Energieexperte und stellvertretender Direktor der Empa. Denn: Viele Technologien stehen bereits zur Verfügung, werden aber bislang (zu) wenig genutzt.

Text: Peter Richner



BESTANDSAUFNAHME
Peter Richner, stellvertretender Empa-Direktor, vor dem «NEST», in dem viele umweltfreundliche Bau- und Energietechnologien für die Zukunft realisiert und erprobt werden.

In den zurückliegenden Jahrzehnten war die permanente Verfügbarkeit von günstiger Energie eine Selbstverständlichkeit, die kaum ernsthaft hinterfragt wurde. Der Klimawandel einerseits und der geplante Ausstieg aus der Kernenergie andererseits haben zwar Diskussionen über einen Umbau unseres Energiesystems angestoßen, die dazu notwendigen Massnahmen wurden aber bisher nur zögerlich umgesetzt.

2022 hat sich diese Situation radikal verändert. Insbesondere in Europa – und damit auch in der Schweiz – kam es zu einer massiven Verknappung der verfügbaren Energie. Als Folge des russischen Angriffs auf die Ukraine versiegten die Gaslieferungen aus Russland, die bis anhin mehr als 30% des europäischen Bedarfs deckten, fast vollständig. Gleichzeitig sind derzeit nur rund 50% der französischen Kernkraftwerke am

Netz, da während der Pandemie die Revisionsarbeiten in Rückstand gerieten und zusätzlich Korrosionsprobleme an Leitungen auftraten, die langwierige Untersuchungen nach sich zogen.

VERZEHNFACHUNG DES STROMPREISES

Die daraus resultierende Verknappung des Energieangebots hat die Preise auf breiter Front massiv nach oben getrieben, vor allem für Gas und Strom. Kurz- ▶

ZUKUNFTSVISION

Windkraft und Solarzellen, Wasserstoff und andere nachhaltige Energieträger sind Hoffnungsträger – doch die Umstellung benötigt Ideen und viel Zeit.



zeitig wurden an den Terminmärkten Strompreise für das erste Quartal 2023 von mehr als 1'000 € pro MWh erzielt – eine Verzehnfachung innert eines Jahres! Um Angebot und Nachfrage wieder einigermassen ins Gleichgewicht zu bringen, stehen kurzfristig Effizienz- und Einsparmassnahmen im Vordergrund. Mittel- und langfristig geht es darum, Energie aus anderen Quellen verfügbar zu machen, die zudem erneuerbar sein und tiefe CO₂-Emissionen aufweisen müssen. Material- und technologieorientierte Forschung, wie sie an der Empa betrieben wird, bildet die Basis, auf der praxistaugliche Antworten auf diese Herausforderungen entwickelt werden können.

Ein massiver Umbau unseres Energiesystems innert weniger Monate oder Jahre ist unmöglich, selbst wenn sich das derzeit viele wünschen. Die Erstellung von alpinen Solaranlagen und die dazu-

gehörigen Anpassungen am Stromnetz, die Erhöhung von Staumauern von Speicherkraftwerken und der Umstieg auf erneuerbar erzeugten Wasserstoff für industrielle Hochtemperaturanwendungen sind mit enormen Investitionen verbunden und ist nicht von heute auf morgen umsetzbar. Daher sollten wir aktuell in erster Linie auf Effizienz- und Einsparmassnahmen fokussieren. Am schnellsten und einfachsten lassen sich – zumindest theoretisch – Verhaltensänderungen umsetzen, diese sind oft eine reine Frage des Willens. Ein Absenken der Raumtemperatur im Winter ist das offensichtlichste Beispiel, damit lässt sich rund 6–7% Energie einsparen – pro Grad.

EIN VIERTEL HEIZENERGIE SPAREN

Verzichten ist jedoch schwer, doch es gibt durchaus Möglichkeiten, ohne merkliche Einbussen an Komfort oder Leistung den Energiebedarf signifikant zu senken.

Insbesondere die Digitalisierung bietet hier ganz neue Möglichkeiten. Felix Bünning und Benjamin Huber aus der Abteilung «Urban Energy Systems» haben einen datenbasierenden Kontrollalgorithmus für die Regelung der Raumtemperatur entwickelt und im NEST auf Herz und Nieren getestet. Mit Hilfe eines Temperatursensors lässt sich innerhalb von zwei Wochen ein raumspezifisches Modell erstellen, das in Kombination mit Wettervorhersagen für die Steuerung der Heizung und Kühlung eingesetzt wird. Dies geschieht völlig automatisch via maschinellem Lernen, ohne dass die physikalischen Gegebenheiten eines Gebäudes bekannt sein müssen. So kann diese Technologie einfach, schnell und ohne technische Anpassungen in zahlreichen Gebäuden implementiert werden. Im Vergleich zu einer herkömmlichen Heizungssteuerung kann der Energieverbrauch um 20–30% reduziert werden,

wie ein gross angelegter Versuch im Verwaltungsgebäude der Empa in Dübendorf im Winter 2021/2022 zeigte. Und: Rund 90% der Mitarbeitenden gaben an, keine Komforteinbussen festgestellt zu haben. In der Zwischenzeit haben die beiden Forscher das Start-up «viboo» gegründet und sind voller Elan daran, einmal mehr zu beweisen, dass «Empa – The Place where Innovation Starts» weit mehr als nur ein Slogan ist.

EINE FRAGE DES PREISES

Zahlreiche weitere Lösungen lägen parat, ihr Potential und ihre Machbarkeit haben sie in den letzten Jahren im Labor und in ersten Demonstrationsprojekten unter Beweis gestellt. Den Weg in den Markt haben sie indes noch nicht gefunden – schlicht und einfach, weil sie sich zu den früheren Energie- und CO₂-Preisen nicht gerechnet haben. Die NEST-Unit «Solare Fitness und Wellness» wartet zum Beispiel mit einem innovativen Energiekonzept auf, mit dem sich der Energieverbrauch von Saunas und Dampfbädern um einen Faktor drei reduzieren lässt; zudem ermöglicht es eine fast ausschliessliche Versorgung mit Solarenergie im Verbund mit Speichertechnologien. Erst jetzt, wo sich Hotels plötzlich mit zehnfach höheren Strompreisen konfrontiert sehen, steigt das Interesse an der Technologie sprunghaft an, und die Chancen stehen gut, dass eine Umsetzung in die Praxis mit Partnern aus der Industrie realistisch wird.

Ähnliches gilt für den flächendeckenden Einsatz von «Smart Meters». Obwohl die Technologie hinlänglich bekannt ist und entsprechende Geräte zur Verfügung stehen, lässt sich die Schweiz Zeit bei der Implementierung; bis 2027 sollen 80% aller Stromzähler durch «Smart Meters» ersetzt sein. Diese sind eine Grundvoraussetzung für die Integration von dezentral gewonnener erneuerbarer Energie und den Lastausgleich auf tiefen

**STROMZÄHLER**

Ein «Smart Meter» ermöglicht einen flexiblen Betrieb von Stromnetzen – doch die Implementierung geht nur schleichend voran.

Netzebenen. Dies ermöglicht erhebliche Effizienzgewinne auf Quartierstufe, wie Forschungsarbeiten der Empa und ihrer Partner in den letzten Jahre gezeigt haben. In der aktuellen Lage mit unsicherer Stromversorgung wäre der flächendeckende Einbau von «Smart Meters» die Voraussetzung, um die Nachfrage im Falle eines Engpasses gezielt steuern zu können, indem Geräte, deren Betrieb nicht zeitkritisch ist wie Heizung oder Boiler, zentral kontrolliert würden.

Es stehen also viele Lösungen bereit, die nur darauf warten, umgesetzt zu werden, und damit einen massgeblichen Beitrag zu einer klimaneutralen, verlässlichen und bezahlbaren Energieversorgung zu leisten. Allerdings braucht es noch weitere Anstrengungen, um den Weg erfolgreich bis zum Ende gehen zu können. Im Vordergrund stehen Lösungen, mit denen sich Energie über unterschiedliche Zeiträume speichern und über grosse Distanzen transportieren lässt. Neue Konzepte für Batterien, die auf unkritischen Ausgangsmaterialien beruhen, und Recyclingkonzepte für die in der Mobilität unerlässlichen Hochleistungsbatterien stehen im Zentrum diverser Forschungsarbeiten an der Empa.

ENERGIEAUTARKIE IST UTOPISCH

Eine vollständige Energieautarkie für die Schweiz ist weder ökonomisch noch

technisch sinnvoll. Nebst dem inländischen Ausbau erneuerbarer Energien müssen daher Wege gefunden werden, wie erneuerbare Energie importiert werden kann, insbesondere im Winter. Ob dies aus dem nahen Ausland möglich sein wird, darf bezweifelt werden, da sich die Energiesysteme unserer Nachbarländer ganz ähnlich entwickeln dürften. An anderen Orten auf dieser Welt ist das Potential für die Gewinnung erneuerbarer Energie dagegen gewaltig, etwa in den Wüstengebieten Nordafrikas, des Nahen Ostens oder in Patagonien und Australien. Allerdings ist der Transport über so grosse Distanzen in Form von Strom nicht machbar. Der aus Wind oder Sonne gewonnene Strom muss zunächst in chemische Energieträger wie Wasserstoff, Ammoniak oder synthetische Kohlenwasserstoffe umgewandelt werden. So wird Energie gleichzeitig speicher- und transportierbar. Neue Katalysatoren und katalytische Verfahren sind essentiell, um die chemischen Umwandlungsprozesse möglichst effizient zu gestalten und Energieträger herzustellen, die einen möglichst grossen Nutzen stiften, beispielsweise als Ersatz für (fossiles) Kerosin. Bei all diesen innovativen Ansätzen ist deren Treibhausgasbilanz zentral. Diese sollte «Netto Null» oder – idealerweise – sogar negativ sein, d.h. die Treibhauskonzentration in der Atmosphäre reduzieren.

Dank dem Wissen in Materialwissenschaften und Technologieentwicklung wird die Empa weiterhin neue Lösungen entwickeln, die es ermöglichen, unser Energiesystem auf eine nachhaltige Basis zu stellen. Allerdings müssen wir als Gesellschaft den dazu notwendigen Willen und die zugehörige Ernsthaftigkeit aufbringen, um diesen anspruchsvollen Weg gemeinsam erfolgreich zu bewältigen. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: www.empa.ch/de/web/empa/engineering-sciences

IDEEN FÜR MINUS-EMISSIONEN

Der Verein zur Dekarbonisierung der Industrie (VzDI) hat sich zum Ziel gesetzt, schnell umsetzbare und ganzheitliche Ansätze für die CO₂-Reduktion im industriellen Umfeld zu entwickeln. Im Zentrum stehen industrielle Hochtemperaturanwendungen. Dabei werden auch Ideen eines globalen Ansatzes mit insgesamt negativen CO₂-Emissionen verfolgt. Empa-Forscher Christian Bach vertritt die Empa als Gründungsmitglied im Verein. Gemeinsam mit Andreas Bittig, dem Projektleiter des VzDI, gibt er Einblick in die visionären Ideen und deren konkrete Umsetzung.

Interview: Stephan Kälin

Mit welchen Massnahmen will der VzDI eine CO₂-Reduktion im Industrieumfeld erreichen?

Andreas Bittig: Während für die Raumwärme und die Mobilität viele Projekte und Arbeiten laufen, fristet die Dekarbonisierung industrieller Hochtemperaturprozesse, die oftmals auf Erdgas beruhen, noch ein Nischendasein. Der VzDI beabsichtigt, mit der Methan-Pyrolyse eine für solche Anwendungen interessante neue Technologie einzusetzen und weiterzuentwickeln. Das Spannende daran: Diese Technologie erlaubt die Dekarbonisierung von fossilem Erdgas, was eine rasche CO₂-Reduktion ermöglicht, und sie führt sogar zu negativen Emissionen, wenn man erneuerbares Methan verwendet.

Wie kann synthetisches Methan negative CO₂-Emissionen ermöglichen?

Christian Bach: Synthetisches Methan wird aus erneuerbarem Wasserstoff und CO₂ aus der Atmosphäre hergestellt und kann günstig weltweit transportiert werden. Um die erneute Bildung von CO₂ bei der Nutzung des Methans zu unterbinden, wird der



CHRISTIAN BACH
Abteilungsleiter Fahrzeugantriebssysteme, Empa

Kohlenstoff – und zwar in fester Form! – zuvor mit Hilfe der sogenannten Pyrolyse vom CH₄-Molekül abgetrennt. Dieser kann dann als neuer Rohstoff in der Bau- und Landwirtschaft eingesetzt werden. Somit nutzen wir nur den Wasserstoffanteil des synthetischen Methans energetisch. Insgesamt wird also der Atmosphäre CO₂ für die Herstellung von synthetischem Methan entnommen, das dann in Form von festem Kohlenstoff in der Bau- oder Landwirtschaft eingelagert wird – und damit nicht mehr klimarelevant ist.

Die Herstellung von synthetischem Methan, der Transport und die Pyrolyse bringen Effizienzverluste mit sich. Wie geht man damit um?

Christian Bach: Bei der Herstellung von synthetischem Methan geht rund die Hälfte der Energie verloren und durch die Abspaltung des Kohlenstoffs nochmals rund ein Drittel. Was aus Effizienzsicht wie eine Katastrophe aussieht, macht trotzdem Sinn – nämlich dann, wenn die Methan-Herstellung in Regionen geschieht, in denen Energie im Überfluss vorhanden ist. Dies ist im Sonnengürtel rund um den Globus der



ANDREAS BITTIG
Projektleiter Verein zur Dekarbonisierung der Industrie (VzDI), Tech Cluster Zug AG

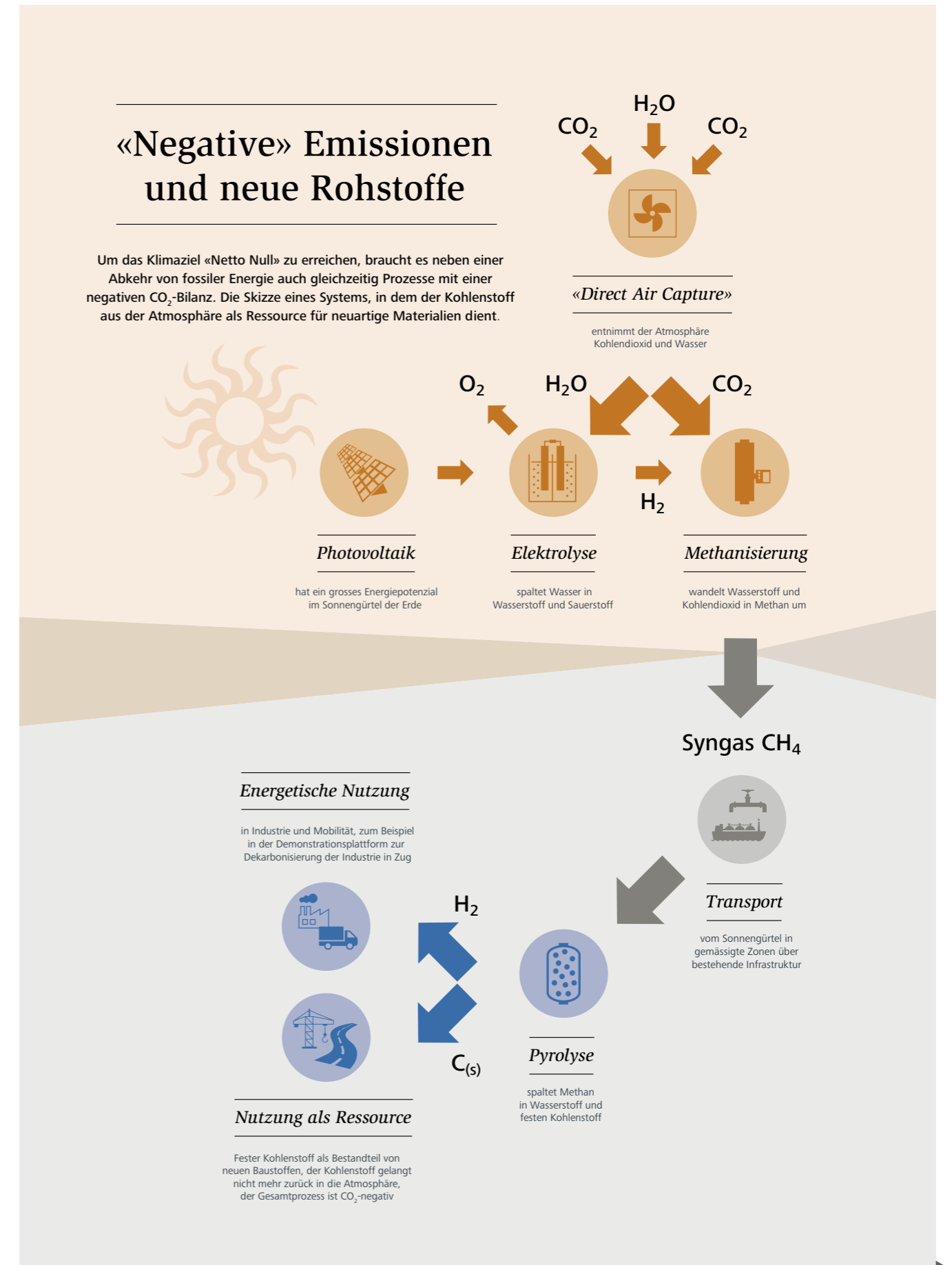
Fall. Dort ist die Sonneneinstrahlung doppelt so hoch wie bei uns, und es gibt riesige unbewohnte und ungenutzte Flächen. Für den Transport kann zudem die bereits bestehende Infrastruktur genutzt werden. Die doppelte Sonneneinstrahlung im Sonnengürtel der Erde bedeutet pro Quadratmeter Solarzellen einen deutlich höheren Ertrag als bei uns. Das relativiert die hohen energetischen Verluste dieses Ansatzes.

Was braucht es, damit dieses globale System real wird?

Andreas Bittig: Die Methan-Pyrolyse gilt als eines der kostengünstigsten Produktionsverfahren für Wasserstoff. Die Technologie steht an der Schwelle zur industriellen Umsetzung. Damit das Gesamtsystem real wird, braucht es Demonstrationsanlagen, wie die in Zug geplante, um Daten und Know-how zu gewinnen. Die Tech Cluster Zug AG stellt das Ökosystem für die Demonstration des Ansatzes bereit. Wir sehen den Zuger Demonstrator durchaus als Beginn einer Industrialisierung dieses Systems, denn durch eine enge Zusammenarbeit von Industrie und Forschung sind wir sehr gut aufgestellt.

Fotos: Empa

Grafik: Empa





HOFFNUNGSTRÄGER
Die Emaillierungsöfen der V-ZUG AG sollen künftig ohne fossiles Erdgas betrieben werden.

EINE DEMONSTRATIONSANLAGE IM TECH CLUSTER ZUG

Der Verein zur Dekarbonisierung der Industrie (VzDI) wurde am 20. Juni 2022 gegründet. Zu den Vereinsmitgliedern gehören Vertreterinnen und Vertreter aus Industrie, Energieversorgung, Finanzbranche und Forschung. Eine Hauptaktivität des Vereins besteht darin, in den kommenden Jahren eine Demonstrationsanlage im Tech Cluster Zug aufzubauen, in der Methan (CH_4) mittels Pyrolyse in die Bestandteile Wasserstoff (H_2) und festen Kohlenstoff (C_{60}) aufgespalten wird. Der pyrolytisch erzeugte Wasserstoff soll das fossile Erdgas in den Emaillierungsöfen der V-ZUG AG ersetzen. Für den festen bzw. pulverförmigen Kohlenstoff werden Anwendungen in der Bau- und Landwirtschaft entwickelt und validiert – beispielsweise als Beimischung in Baustoffen oder Anreicherung von Humus. Das Besondere an diesem neuen Ansatz: Verwendet man für die Pyrolyse anstelle von fossilem Erdgas synthetisches Methan, dann resultieren

insgesamt negative CO_2 -Emissionen (siehe Interview). Da aber alleine die Schweizer Industrie einen jährlichen Energiebedarf von rund 20 TWh hat, ist das Potenzial für eine inländische Produktion von erneuerbarem Wasserstoff oder synthetischem Methan zur Deckung dieses Bedarfs nicht ausreichend. Anders sieht es im Sonnengürtel der Erde aus: Importe von synthetischen Energieträgern aus sonnenreichen Regionen könnten den Bedarf an erneuerbarer Energie decken und neue Ressourcen für die Bau- und Landwirtschaft bereitstellen – und dies bei negativen CO_2 -Emissionen (siehe Grafik auf Seite 17). Die Empa trägt im Rahmen des VzDI sowohl mit ihrer anwendungsorientierten Expertise im Bereich von synthetischen Energieträgern bei (zum Beispiel im Mobilitätsdemonstrator «move») als auch mit ihrem Materialwissen in den Bereichen Beton und Asphalt. Dabei geht es um die Verwendung des gewonnenen Kohlenstoffs aus dem synthetischen Methan.

«Damit das Gesamtsystem real wird, braucht es Demonstrationsanlagen, um Daten und Know-how zu gewinnen.»

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: www.empa.ch/web/s604/decarb-industry

Foto: V-ZUG AG

ROBUSTER REAKTOR FÜR REINES METHAN

Synthetische Energieträger sind kreislaufgerecht bezüglich CO_2 und können erneuerbare Energie transportierbar und langfristig speicherbar machen. Künstlich hergestelltes Methan ist einer davon. Das Problem: Dessen Herstellung ist mit relativ hohen Energieverlusten verbunden; zudem machen bisherige Verfahren eine Aufreinigung des Methans erforderlich. Um das zu ändern, haben Empa-Forschende ein neues, optimiertes Reaktorkonzept für die Methanisierung entwickelt.

Text: Annina Schneider

Die Energiewende verlangt nach Energieträgern, die klimaschonend sind; das heisst, dass sie bei Herstellung und Gebrauch möglichst geringe – im Idealfall gar keine – CO_2 -Emissionen verursachen. Dafür bieten sich unter anderem synthetische Energieträger an – also solche, die durch Umwandlungsprozesse aus erneuerbarer Energie gewonnen werden. Denn die Nutzung solcher Energieträger erzeugt nur gerade so viel CO_2 , wie zuvor für deren Herstellung aus der Atmosphäre entzogen wurde.

Künstlich erzeugtes Methan fällt unter diese Kategorie. «Synthetisches Gas bietet ein enormes Potential, wenn es aus atmosphärischem CO_2 und erneuerbar erzeugtem Wasserstoff hergestellt wird», erklärt Christian Bach, Leiter der Empa-Abteilung Fahrzeugantriebssysteme. «Für die Wasserstoffherzeugung benötigt man neben erneuerbarer Elektrizität aber auch viel Wasser. In unserem Mobilitätsdemonstrator «move» wollen wir deshalb neben dem CO_2 auch das Wasser für die Wasserstoffherstellung

SYNFUELS FLEXIBILISIEREN DAS ENERGIESYSTEM

Synfuels lassen sich in herkömmlichen Benzin-, Diesel- oder Gasfahrzeugen nutzen. Der Nachteil bei der Herstellung von Synfuels sind die hohen Umwandlungsverluste. Bei der Herstellung von Synfuels aus erneuerbarem Strom geht heute rund 50% der Primärenergie verloren. Diese Verluste können in Zukunft voraussichtlich auf 40 bis 45% gesenkt werden. Ökonomische Betrachtungen zeigen, dass Synfuels nur dort sinnvoll sind, wo eine direkte Elektrifizierung nicht möglich ist – zum Beispiel beim Langstrecken- und Lastverkehr, in Frachtschiffen und Flugzeugen.

Betrachtet man jedoch das gesamte Energiesystem, dann haben Synfuels einen entscheidenden Vorteil: Diese Energieträger lassen sich einfach über weite Strecken transportieren, weshalb auch weit entfernte erneuerbare Energieressourcen erschlossen werden können. Zudem können sie über längere Zeiträume verlustfrei gespeichert werden. Sie erlauben damit die erforderliche Flexibilisierung des einheimischen, regenerativen Energiesystems.

mit Hilfe eines CO_2 -Kollektors des ETH-Spin-offs «Climeworks» direkt vor Ort aus der Atmosphäre gewinnen.» Solche Konzepte liessen sich dann künftig auch in Wüstenregionen ohne flüssige Wasservorräte umsetzen.

Die Herstellung von synthetischem Methan aus Wasserstoff und CO_2 – die so genannte Methanisierung – hat allerdings ihre Tücken. Denn das in einem katalytischen Verfahren erzeugte Gas enthält bislang auch noch Wasserstoff, was eine direkte Einspeisung ins Gasnetz verunmöglicht. Die Empa-Forscher Florian Kiefer, Marin Nikolic, Andreas Borgschulte und Panayotis Dimopoulos Eggenschwiler haben deshalb ein neues Reaktorkonzept entwickelt, bei dem die Bildung von Wasserstoff auf der Produktseite unterbunden wird. Damit erzielen die Empa-Forschenden eine einfachere Prozessführung und eine bessere Eignung für den dynamischen Betrieb, also zum Beispiel für die Kopplung mit un stetig verfügbaren erneuerbaren Energien. Das Projekt wird durch den Kanton Zürich, Avenegy Suisse, Migros, Lidl Schweiz, Armasuisse, Swisspower sowie den ETH-Rat unterstützt. ▶



DAS PROJEKTTEAM

Das neue Reaktorkonzept ist Teil eines integrativen Konzeptes für die Herstellung von Methangas im «move»: Das Projektteam v.l.: Brigitte Buchmann (Empa), Beat Lehmann (Baudirektion des Kantons Zürich), Karin Schröter (Empa), Tobias Geisser (Migros-Genossenschafts-Bund), Adrian Gonzalez (Empa), Daniel Stolz (Lidl Schweiz), Hanspeter Kaufmann (Armasuisse), Florian Kiefer (Empa), Christian Bach (Empa), Mauro Montella (Swisspower)

sein», erläutert Florian Kiefer, Projektverantwortlicher für die sorptionsverstärkte Methanisierung im «move».

VOM LABOR ZUR INDUSTRIEANLAGE

Florian Kiefer und sein Team forschten während rund drei Jahren an einem neuen Reaktorkonzept mit Zeolith-Pellets, die als poröser Katalysatorträger fungieren und gleichzeitig das während der Methanisierungsreaktion entstehende Wasser adsorbieren. Mit im Fokus stand dabei das «Upscaling» des Verfahrens – das heisst, ein Konzept, wie dieses Verfahren für Grossanlagen umgesetzt werden kann. Dazu hat die Empa mit verschiedenen Industriepartnern zusammengearbeitet. Entscheidend für die Reaktorauslegung und Prozessplanung ist dabei vor allem die Regenerationszeit, also die für die Trocknung des Reaktors benötigte Zeit. Um eine kontinuierliche Methanproduktion zu gewährleisten, müssen deshalb mindestens zwei Reaktoren abwechselnd arbeiten. Für die Trocknung der Reaktoren ist zudem ein geeignetes Wärmemanagement zentral, entweder durch die Ableitung der Wärme aus dem Reaktor oder durch die interne Speicherung von Wärme im Katalysatorbett. In diesem Bereich hat Kiefers Team ein Patent angemeldet. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: www.empa.ch/web/move

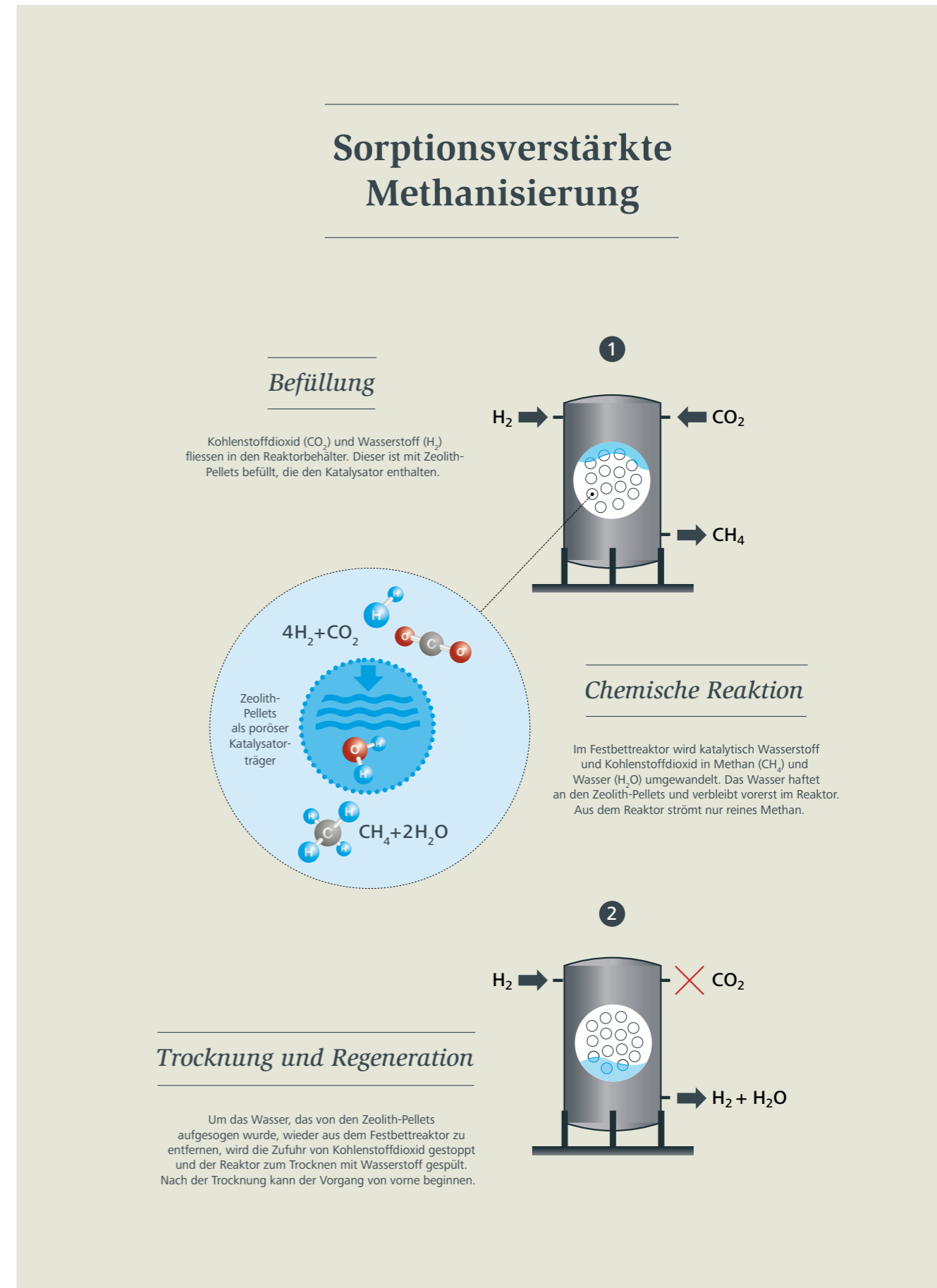


HIGHTECH
Florian Kiefer, Projektverantwortlicher für die sorptionsverstärkte Methanisierung, neben der Versuchsanlage.

DIREKTE EINSPEISUNG INS GASNETZ

Das wasserstofffreie Methan wird im «move» mit der sogenannten sorptionsverstärkten Methanisierung hergestellt. Die Idee dahinter: Das bei der Reaktion entstehende Wasser wird während des Methanisierungsprozesses auf einem porösen Katalysatorträger laufend adsorbiert. Dieser kontinuierliche Wasserentzug führt dazu, dass als Produkt lediglich Methan anfällt – in reiner Form. Damit entfällt die Aufreinigung des (bisherigen) Produktgemisches. Das Katalysatorträ-

germaterial wird nach Ende des Reaktionsgeschehens mittels Druckabsenkung wieder getrocknet – und steht für den nächsten Reaktionszyklus bereit. «Dieser Prozess ist flexibler und stabiler als bisherige Verfahren, hat aber auch ein gewisses Potential für Energieeinsparungen, da wir bei tieferem Reaktordruck fahren und auf eine Wasserstoffabtrennung und Rückführung verzichten können. Eine genaue Beurteilung der Energieeffizienz wird jedoch erst nach Fertigstellung des Demonstrators möglich



Fotos: Annina Schneider / Empa

Grafik: Empa

KEIN GELD MEHR VERHEIZEN

Mit den steigenden Energiepreisen werden in diesem Winter unweigerlich auch die Heizkosten steigen. Um diese abzufedern, werden Lösungen benötigt, mit denen sich Gebäude effizienter betreiben lassen. Das Empa-Spin-off «viboo» hat dazu einen Algorithmus entwickelt, mit dem man auch ältere Gebäude auf einfachem Weg mit rund einem Viertel weniger Energie betreiben kann. Der Nutzerkomfort bleibt dabei gleich oder verbessert sich sogar.

Text: Loris Pandiani

Ein Thermostat, der das Raumklima vorausschauend regelt und dadurch die Energieeffizienz und den Komfort verbessert – diese Idee kam den Forschern Felix Bünning und Benjamin Huber im Laufe ihrer Arbeit im «Urban Energy Systems Lab» der Empa. Die beiden entwickelten einen Regelalgorithmus, der basierend auf Wetter- und Gebäudedaten mehrere Stunden im Voraus den idealen Energieaufwand eines Gebäudes berechnen kann. Die ersten Experimente im NEST, dem Forschungs- und Innovationsgebäude von Empa und Eawag, zeigten, dass mit diesem Ansatz rund ein Viertel der Energie eingespart werden kann. Im März 2022 gründeten die beiden Forscher zusammen mit Matthias Sulzer, Senior Researcher an der Empa, offiziell das Spin-off «viboo», um die Lösung auf den Markt zu bringen. Um den Markteintritt zu erleichtern, muss der Algorithmus allerdings noch einigen weiteren Praxistests standhalten.

PILOT IN EINEM EMPA-BÜROGEBÄUDE

«Wir zielen darauf ab, unsere Lösung in ältere Gebäuden zu integrieren, in denen es kein Gebäudeleitsystem gibt», erklärt Benjamin Huber. Aus diesem

Grund haben sich die beiden Jungunternehmer dazu entschieden, ihren Algorithmus nach den erfolgreichen Tests im modernen NEST noch weiter auf die Probe zu stellen. Dazu brauchten sie ein geeignetes «älteres» Versuchsobjekt und ein Partnerunternehmen, das smarte Thermostate im Portfolio führt. Ersteres stellte die Empa-Direktion zur Verfügung: das Verwaltungsgebäude, das in den 1960er-Jahren gebaut und 2009 renoviert wurde und damit ein ideales Versuchsobjekt darstellte. Auch beim Partnerunterneh-

men wurde man fündig. «Mit Danfoss konnten wir einen internationalen Hersteller für das Projekt gewinnen, dessen smarte Heizkörper-Thermostate bereits eine geeignete Schnittstelle besaßen. Über diese können die vom «viboo»-Algorithmus berechneten Stellwerte aus der Cloud an die Hardware übermittelt werden», erklärt Huber.



Fotos: Empa, AdobeStock

SMARTE WÄRME

Die Kosten fürs Heizen steigen an und es wird immer wichtiger, die benötigte Heizenergie zu reduzieren. Das Empa-Spin-off «viboo» hat eine Lösung entwickelt, mit der diese Einsparung gelingt.

Im ersten Schritt wechselte das Team die 150 bestehenden analogen Thermostate im Empa-Gebäude durch die smarte Lösung von Danfoss, den «Danfoss Ally», aus. Danach wurde die Hardware mit der Danfoss-Cloud verbunden. Um die Stellwerte für die smarten Thermostate zu erhalten, kommunizierte die Danfoss-Cloud wiederum mit der «viboo»-Cloud, auf der der selbstlernende Algorithmus lief. Damit war das Setup bereit für den Feldversuch.

Die neuen Thermostate regelten das Raumklima von Weihnachten 2021 bis Ende März 2022. Um einen Vergleich ziehen zu können, wurden die Betriebsmodi regelmässig gewechselt, sprich vom «viboo»-Regler auf den Standardbetrieb von Danfoss Ally und wieder zurück. Am Ende des Versuchs wurden zudem die Nutzerinnen und Nutzer befragt, um zu erfassen, wie der Raumkomfort wahrgenommen wurde und ob solche neuen Lösungen grundsätzlich akzeptiert werden.

WENIGER ENERGIE, MEHR KOMFORT

Auch bei diesem Pilotprojekt fielen die Ergebnisse sehr positiv aus. Insgesamt wurde rund 23 Prozent weniger Heizenergie gebraucht verglichen mit der Heizperiode im Jahr zuvor – und dies bei gleichbleibendem oder gar besserem Nutzer-Komfort. Im Vergleich dazu sparte Danfoss Ally alleine lediglich zwölf Prozent ein. «In unseren Umfragen haben sich nur ganz wenige Nutzerinnen und Nutzer skeptisch gegenüber der neuen Technologie gezeigt. Das stimmt uns zuversichtlich, dass auch der Markt unsere Lösung annehmen wird», sagt Felix Bünning.

Und auch das Partnerunternehmen zeigt sich beeindruckt von den ersten Ergebnissen. «Wir sehen grosses Potenzial in der Zusammenarbeit mit «viboo» und denken, dass solche Lösungen die Zukunft sind – nicht nur bei der Regelung eines einzelnen Gebäudes, sondern für ganze Energiesysteme», meint Andrea Cannarozzo, Geschäftsführer der Danfoss AG. Visionär gedacht, könnte der «viboo»-Algorithmus nämlich künftig verschiedene Smart-Home-Integrationen wie Wärmepumpen oder Solaranlagen optimieren, aber auch dazu beitragen, das elektrische Netz oder Wärmeverbände nachhaltiger zu betreiben.

NÄCHSTE PROJEKTE IN DER PIPELINE

Aber zurück in die nähere Zukunft. Um den Weg für den Markteintritt weiter zu ebnet, führt «viboo» in der aktuellen Heizperiode weitere Pilotprojekte durch – zusammen mit Danfoss, aber auch weiteren Herstellern wie ABB und Schneider Electric. Ziel ist es, zusätzliche Daten zu sammeln und die Lösung in anderen Umgebungen auf die Probe zu stellen.

Gleichzeitig gibt es bereits Interesse seitens der öffentlichen Hand, den Algorithmus in bestehende Gebäude zu integrieren, beispielsweise vom Bundes-



PRAKTISCH

Der Wechsel von den herkömmlichen Heizkörper-Thermostatfühlern zu den Smartthermostaten «Danfoss Ally» ist einfach und in wenigen Sekunden möglich.

AUSGEZEICHNETE ARBEIT

Auch unterschiedliche Fachjürys und Gremien waren vom Potenzial der «viboo»-Lösung überzeugt. Die Jungunternehmer erhielten deshalb 2022 diverse Auszeichnungen und Förderbeiträge, um ihre Lösung weiter voranzubringen. So gewann «viboo» das Venture Kick Finale, erhielt einen «Inno-Booster» von der Gebert RUF Stiftung und wurde zum Sieger beim GreenTech Start-up Battle von digitalswitzerland gekürt. Aber auch intern wurde das Spin-off dieses Jahr gewürdigt, indem es mit dem «Empa Innovation Award» ausgezeichnet wurde.

amt für Bauten und Logistik (BBL) und der Gemeinde Männedorf. Aber auch die Arbeit an der Empa ist für «viboo» und Danfoss noch nicht abgeschlossen. Die Unternehmen werden künftig noch weitere Gebäude auf dem Campus mit ihrer smarten Lösung ausrüsten. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: <https://viboo.io/>

EIN MARATHON AUF DEN MARKT

Aus einer innovativen Technologie ein Produkt zu entwickeln, dauert Jahre, manchmal Jahrzehnte. Gabor Kovacs hat diesen Prozess mit seiner Spin-off CSystems AG und mit elektroaktiven Polymeren an der Empa durchlebt. Von der Idee über kreative Tüfteleien, Rückschläge, Fortschritte und den richtigen Mitstreiter bis zur Übernahme durch ein Grossunternehmen: Erfahrungen und ein Fazit.

Text: Norbert Raabe



FORSCHER UND ENTWICKLER

Gabor Kovacs (li.) und Lukas Düring in ihrem Labor mit einem Stapel-Aktor.

Foto: Urs Bünler / Empa

Die Hoffnungsträger sind unscheinbar, winzig, dunkelgrau: hauchdünne quadratische Silikon-Plättchen von 15 x 15 Millimetern auf einem Tisch im Raum 024 der Metallhalle, Empa, Dübendorf. In einem Karton daneben liegt das fertige Produkt aus Hunderten davon, die zu «Türmchen» gestapelt sind, mit filigranen Elektroden-schichten dazwischen. Setzt man solche Bauteile unter elektrische Spannung, werden die Silikonscheiben zusammengedrückt; der Aktor «schrumpft» ein wenig – und kann auch, vice versa, elektronisch registrieren, wenn er komprimiert wird.

Wozu? Solche «Stapel-Aktoren» sind einfacher und günstiger als herkömmliche Technologie und liessen sich vielfältig einsetzen: für Antriebe von Pumpen, als Schalter in Lenkrädern, Bedienknöpfe mit haptischem Feedback und vieles mehr. Ein Potenzial, das Gabor Kovacs zunächst an der Empa, später im Empa-Spin-off CSystems, gegründet im August 2012, zur Reife gebracht hat – von ersten Tüfteleien mit verschiedenen Materialien bis zur Erfolgsmeldung vor vier Monaten: Übernahme durch den Industriekonzern Dätwyler, mit dem das Team schon seit 2018 kooperiert. An dessen Standort in Schattdorf im Kanton Uri entsteht derzeit eine automatisierte Produktionsanlage, die demnächst in Betrieb gehen soll. Kurzum: Der Schritt in den Markt steht bevor.

NEUSTART MIT GROSSER NEUGIER

Bis dahin hat es ein Weilchen gedauert: rund 22 Jahre, seit Maschinenbau-Ingenieur Kovacs, damals an der Empa für Seilbahn-Technologie zuständig, sich von der Idee elektroaktiver Polymeren (EAP) inspirieren liess – zum Beispiel durch Artikel im Wissenschaftsmagazin «Science». Und weil sich die Empa um die Jahrtausendwende von einer traditionellen Prüfanstalt

zu einem modernen Forschungsinstitut wandelte, entschied er sich zu einem Neustart auf diesem Gebiet.

Die Anfänge erscheinen im Rückblick abenteuerlich: von ersten Bauteilen, deren Schichten aus handelsüblichem Acrylklebeband entstanden, bis zu künstlichen EAP-Muskeln für einen Roboter, der bei einem «Arm-Drück»-Wettbewerb am «Jet Propulsion Laboratory» der US-Weltraumfahrtbehörde NASA in San Diego antrat. Resultat: Rang 2. «Das war unser erstes Highlight!», sagt Kovacs mit einem Lachen.

Das zweite war das «Blimp»-Luftschiff, das ein Empa-Team von Fachleuten um Silvain Michel entwickelte: ein gasgefülltes Schwebefährt, dessen Höhen- und Seitenruder durch elektroaktive Polymere bewegt wurden. Daraus entstand schliesslich ein acht Meter langer Demonstrator, der sich dank EAP-«Muskelsträngen» an Seiten und Schwanz mit Rumpfbiegungen und einem Flossenschlag in der Luft fortbewegte – wie ein Fisch im Wasser.

FEHLVERSUCHE UND FORTSCHRITTE

Lehrreiche Erfahrungen, von denen auch die Technologie selbst profitierte. Das anfängliche Acryl-Klebeband ersetzte nach einigen Jahren Silikon, das nach der Vernetzung durch Vulkanisation viele Vorteile hat: gut zu verarbeiten, stabil über zahllose Bewegungszyklen und dauerhaft auch bei hohen und tiefen Temperaturen. «Das ist das A und O, gerade beim Einsatz im Automobilbau», sagt Entwickler Kovacs, «solche Eigenschaften haben nicht so viele elastische Materialien.»

Nach handelsüblichem Silikon wird mittlerweile eine spezielle Rezeptur verwendet – einer von vielen Entwicklungsschritten, an denen auch Maschineningenieur Lukas Düring, 40, beteiligt war, der 2008 für eine Diplomarbeit an

SPIN-OFF: Geburtshilfe der Empa

Die Gründung eines Spin-off-Unternehmens ist ein bewährtes Werkzeug zur Förderung aussichtsreicher Technologien. Im vorliegenden Fall wurde die heutige CSystems AG im August 2012 als «Compliant Transducer Systems GmbH» und Spin-off der Empa durch Gabor Kovacs und Lukas Düring gegründet, um die Entwicklung des Marktes voranzutreiben. Neben dem bereits erarbeiteten Know-how und günstigen Lizenzgebühren für zwei Patente bekam der Spin-off Zugriff auf Empa-Infrastruktur und die vorhandene Herstellungslaboranlage sowie weitere Unterstützung.

die Empa kam und als Forscher blieb: ein talentierter Helfer mit wertvollem Input, der schliesslich zum Kompagnon wurde. «Er hat sehr viel getüftelt und getestet – mit grossem Erfolg», sagt Kovacs, «das ist so ein richtiger «Daniel Düsentrieb!»»

Rückschläge blieben den Entwicklern dennoch nicht erspart. Materialien, die plötzlich nicht mehr lieferbar waren, fehlende Ersatzteile oder Defekte an der hochpräzisen Nass-Stapelmaschine für die fertigen Silikonlagen: die patentierte Anlage der Empa, die auch als Vorbild für die künftige Produktion beim Hersteller Dätwyler dient.

Doch nun stehen die Chancen auf marktfähige Produkte gut, meint Kovacs: Die Technologie ist einfach anzuwenden, robust und – anders als vergleichbare Elektromotoren – lautlos. Doch Erfolgsgarantien? Nein, die gibt es nicht. Auch beim Schritt in die Massenproduktion sind noch Details offen; zum Beispiel beim Elektrodenmaterial zwischen den Silikonscheibchen. Ideen und Herzblut sind also weiterhin gefragt – in Zukunft mehr von Lukas Düring, der schon bei Dätwyler angestellt ist, als von Gabor Kovacs, mittlerweile im Ruhestand. ▶

ENTWICKLER-TUGENDEN? NATÜRLICH!

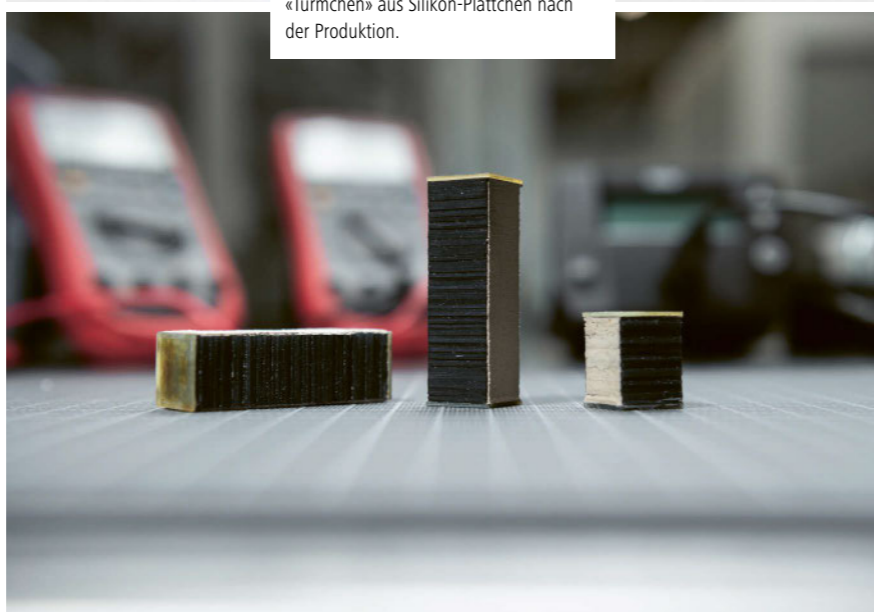
Wozu rät der Senior jungen Forschenden, die einen ähnlichen Weg einschlagen wollen? Eine optimistische Grundhaltung? «Ooooh ja!», sagt Kovacs und nickt. Ausdauer? «Ooooh ja!», sagt er, «es braucht dieses unnachgiebige Durchhalten.» Und neben Ideen für Lösungen auch den nötigen Realitätssinn, um abzuwägen, welche mit Blick auf den Markt umsetzbar sind.

Ein Marathonlauf also und zugleich ein Boxkampf zwischen Vision und Wirklichkeit, der über viele Runden geht – und selbst von kompetenten Fachleuten schon verloren wurde. Zum Beispiel in Deutschland: «Dort haben sich viele Institutionen jahrelang damit beschäftigt, wie man solche Stapel-Aktoren herstellen kann», erzählt Kovacs, «bislang ohne Erfolg.»

Was machte den Unterschied aus? Dass es bei CSystems besser ausging, lag auch an einem simplen Umstand, den Kovacs aber entscheidend findet. Die letzten paar Prozent auf dem Weg zum Erfolg, «ist das persönliche Mittragen des Risikos», sagt er, «dass es einfach funktionieren muss!» ■



HOFFUNGSTRÄGER
«Türmchen» aus Silikon-Plättchen nach der Produktion.



DEMONSTRATIONSOBJEKT
Eine kleine Pumpe mit Stapel-Aktoren als Antrieb.

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter:
<https://ct-systems.ch/>

Starthilfe für die Talente von morgen.



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

 **Empa**
Zukunftsfonds

Fotos: Dätwyler Holding Inc., Urs Bünler / Empa

DIE MINIATURISIERUNG DES LÖTENS

Elektronische Komponenten werden immer kleiner, komplexer und leistungsfähiger – das verlangt nach neuen Lösungen zum Fügen der Bauteile. Ein Empa-Team forscht an nanostrukturierten Fügwerkstoffen für die nächste Generation Mikroelektronik und weitere anspruchsvolle Anwendungen.

Text: Rainer Klose



SICHERHEIT

Bastian Rheingans und Jolanta Janczak-Rusch arbeiten an einer Glovebox, die im Unterdruck betrieben wird. So können bei der Herstellung der Nanopasten auch im Falle eines Lecks keine Partikel in die Umgebung gelangen.

Gordon Moore hatte Recht. Im April 1965 prophezeite der US-Ingenieur und spätere Mitgründer von Intel, dass sich die Zahl der Transistoren auf einem Chip etwa alle zwei Jahre verdoppeln wird. Bis heute

hält diese Entwicklung fast ungebremst an – auch weil Chiphersteller weltweit das Moore'sche Gesetz als Basis für ihre strategische Planung verwenden. So erfüllt sich die Prophezeiung selbst. Doch die Verdoppelung der Anzahl Schaltkreise alle zwei bis drei Jahre kratzt bisweilen

an den Grenzen des technisch Möglichen. Dies gilt auch für die Fügetechnologie, die mit den gesteigerten Anforderungen mithalten muss. Denn die immer kleineren und leistungsfähigeren elektronischen Komponenten müssen nach wie vor in grössere Systeme integriert wer-

den, ohne dass die Fügeverbindungen zu Kühlkörpern oder Platinen bei Temperaturwechseln oder Erschütterungen auseinanderfallen oder im Betrieb überhitzen. Ein Team um Jolanta Janczak-Rusch und Bastian Rheingans aus der Empa-Abteilung «Fügetechnologie und Korrosion» widmet sich dieser Aufgabe.

INDUSTRIE IN NÖTEN

«Unsere Partner und Kunden, für die wir massgeschneiderte Lösungen erforschen, wollen immer mehr, und am besten alles zugleich», so Janczak-Rusch. Eine Fügeverbindung für ein neues elektronisches Hochleistungsbauteil muss zum Beispiel bei möglichst niedriger und schonender Temperatur angefertigt werden – und soll trotzdem beim Betrieb des Bauteils möglichst hohe Temperaturen überstehen und die Abwärme der Bauteile effizient ableiten. Nur so gelingt Miniaturisierung gepaart mit Leistungssteigerung.

Neue Werkstoffe und Verfahren sind daher gesucht, um die zunehmend komplexen Ansprüche an das Fügen zu erfüllen. Das Fügen mit Nanowerkstoffen, das sogenannte Nanoinfugen, bietet ein grosses Potential. Schon jetzt nutzt die Industrie Silber-Nanopasten, also Fügwerkstoffe, die aus Silber-Nanopartikeln bestehen. Der Vorteil: Liegt der Schmelzpunkt für reines Silber bei 962 Grad Celsius, so lassen sich mit Hilfe der Silber-Nanopasten bereits bei unter 250 Grad Celsius elektrisch und thermisch sehr gut leitende Fügeverbindungen herstellen. Und noch besser: Einmal hergestellt halten diese Verbindungen sogar eine Betriebstemperatur oberhalb ihrer Herstellungstemperatur aus.

NANOEFFEKTE NUTZEN

Hinter dieser innovativen Lösung steckt eine Menge materialwissenschaftliches Know-how. «Wir ersetzen hier einen klassischen Lötprozess durch einen Sinterprozess», erläutert Empa-Forscher

Rheingans. Das heisst, die Partikel in der Fügezone werden nicht aufgeschmolzen, sondern wachsen durch Diffusion zu grösseren Partikeln und Körnern zusammen, um dadurch ihre Oberflächenenergie zu verringern. Die Diffusion, das heisst die Bewegung der einzelnen Atome, läuft an Oberflächen und Grenzflächen besonders schnell ab. Da die Nanopartikel im Verhältnis zu ihrem Volumen eine sehr grosse Oberfläche aufweisen, ist das Sintern auf der Nanoskala besonders ausgeprägt und kann schon bei vergleichsweise tiefen Temperaturen ausgenutzt werden. Bei sehr kleinen Nanopartikeln oder dünnen Nanoschichten wird der Anteil der leicht beweglichen, «flüssigen» Oberflächenatome sogar so gross, dass der Schmelzpunkt um einige hundert Grad unter dem Schmelzpunkt des massiven Materials sinkt. Die Forscher nennen diesen Effekt MPD («Melting Point Depression») – und nutzen ihn, um damit innovative und effiziente Fügeprozesse zu entwickeln.

DAS RENNEN GEHT WEITER

«Wir arbeiten an Nanopasten mit mehreren Komponenten, um die Eigenschaften der Fügeverbindung zu optimieren und um neue Anwendungsgebiete zu erschliessen», so Rheingans. «Wir untersuchen etwa Kombinationen mit Kupfer und Nickel.» Diese Metalle sind preisgünstiger als Silber und zeigen sehr interessante elektrische und thermische Eigenschaften – doch weil es unedlere Metalle sind, oxidieren sie wesentlich leichter. Das gilt es im Fügeprozess zu verhindern. «Wir stecken also die Nanopartikel in eine Paste aus organischen Hilfsstoffen, die beim Fügeprozess verdampfen und das Oxid an der Partikeloberfläche reduzieren. Oder wir überziehen die Partikel mit einem schützenden Coating», erläutert der Empa-Forscher. Mit speziellen Analysemethoden wie Röntgenbeugung (XRD) oder Röntgenphotoelektronenspekt-

roskopie (XPS) können die Forschenden überprüfen, ob die postulierte Methode zum Schutz der Nanopartikel wie gewünscht funktioniert.

EIN OFEN AUF DER NANOSKALA

Für besonders temperaturempfindliche Komponenten halten die Forscher seit einigen Jahren eine weitere Nanoinfugen-Methode bereit, die sie beständig weiterentwickeln: das sogenannte reaktive Infugen. Dabei ersetzen reaktive Folien den Lötöfen als lokale Wärmequelle. Diese bestehen aus einer Vielzahl einzelner Nanoschichten, etwa aus Nickel und Aluminium. Werden diese Nano-Multischichten gezündet, reagieren Nickel und Aluminium und bilden eine neue, chemische Verbindung – dabei wird sehr viel Wärme frei, die den Prozess vorantreibt und mit einer Geschwindigkeit von bis zu 50 Metern pro Sekunde über die ganze Fläche laufen lässt. Erst die Schichtdicken im Nanobereich ermöglichen hier eine schnelle und selbstfortlaufende Reaktion. Lokal werden dabei bis zu 1000 Grad Celsius erreicht, doch wegen der geringen Dicke der reaktiven Folie bleibt die gesamte erzeugte Wärmemenge klein und auf die angrenzenden Lotschichten beschränkt. So lassen sich auch empfindliche Elektronenelemente schonend und formschlüssig auf Kühlkörper aus Kupfer aufbringen. ■

Mehr Informationen zum Thema finden Sie unter: www.empa.ch/web/s202

PROMINENTER BESUCH BEI DEN DIGITALEN ZWILLINGEN

IM FOKUS

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 Switserland Innovation Park Ost.



Grosser Andrang an der OLMA in St.Gallen: Bundespräsident Ignazio Cassis besuchte mit viel Begleitung den gemeinsamen Stand der Empa und des Switserland Innovation Park Ost, um sich über aktuelle Forschung zu informieren. In einem Projekt zeigten die Forschenden der beteiligten Institutionen, wie «Food Waste» mit Sensoren und Computersimulationen reduziert werden kann – mit Hilfe von digitalen Frucht-Zwillingen. Zudem demonstrierten die Fachleute einen Brustgurt für die Langzeitüberwachung von Herz-Kreislauf-Patienten. Er wurde mit Medizinern im Schlaflabor des Kantonsspital St. Gallen validiert; die Empa Spin-off Nahtlos AG wird ihn vermarkten. Neben dem Bundespräsidenten und seiner Ehefrau waren die St. Galler Regierungsräte Beat Tinner und Marc Mächler, die St. Galler Stadtpräsidentin Maria Pappa und weitere Akteure aus der Politik zugegen, ausserdem Empa-Direktorin Tanja Zimmermann und Roland Ledergerber, Verwaltungsratspräsident des Innovationspark Ost.

www.empa.ch/web/s604/olma

OLMA: MOBILITÄT AUF NEUEN WEGEN

Wie tanken wir in 20 Jahren? Und welche Art von Autos? In Zeiten, in denen die Versorgung mit Erdöl, Gas und Treibstoffen in Frage gestellt ist, war der gemeinsame Stand von Empa, dem Verband Avenergy Suisse, der die Interessen der Importeure flüssiger Brennstoffe vertritt, und der Firma Osterwalder St. Gallen AG im Brennpunkt des Publikumsinteresses. Vollelektrische Automodelle und Fahrzeuge mit Hybrid-Antrieben zogen neugierige Blicke auf sich – und anschauliche Information über die Herstellung und die Umweltvorteile von Wasserstoff als Treibstoff regten die Besucherinnen und Besucher zu zahlreichen Fragen an die anwesenden Experten an.

www.empa.ch/web/s504



TECHNIK-QUIZ

Viele Fragen, viele Antworten – und eine Gewinnchance: Neugierige Gäste konnten ihr Wissen anhand eines Quiz mit attraktiven Preisen testen.

Fotos: Empa

Foto: Empa

DIE EMPA AUF DEM POLITPARKETT



AUSTAUSCH

Peter Richner im Gespräch mit der scheidenden Energieministerin und Bundesrätin Simonetta Sommaruga.

Ende September begaben sich die Bundeshausfraktionen auf ihre alljährlichen Fraktionsausflüge und besuchten verschiedene Ecken der Schweiz. Die Mitte-Parlamentarier liessen sich zusammen mit Parteipräsident Gerhard Pfister und Fraktionspräsident Philipp Matthias Bregy an der Empa in Thun durch Direktorin Tanja Zimmermann die neuesten Innovationen in Materialforschung und «Advanced Manufacturing» zeigen. Währenddessen führte der SP-Fraktionsausflug die National- und Ständeräte in Begleitung der scheidenden Bundesrätin Simonetta Sommaruga in den Innovationspark in Dübendorf. Auf Einladung der ETH Zürich diskutierten sie dort die Herausforderungen der Energieversorgung – mit dabei: Empa-Vizedirektor Peter Richner und die Teams von «move», dem Empa-Spin-off viboo und dem «Materials and Technology Center of Robotics».

VERANSTALTUNGEN DER EMPA-AKADEMIE

19. JANUAR 2023

NABEL Tagung: Luftqualität und Gesundheit
Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft
www.empa-akademie.ch/Nabeltagung
Empa, Dübendorf

15. MÄRZ 2023

Kurs: Additive Fertigung von Metallen
Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft
www.empa-akademie.ch/addfert
Empa, Dübendorf

23. MÄRZ 2023

13th VERT Forum
Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft
www.empa-akademie.ch/vert23
Empa, Dübendorf

04. APRIL 2023

Kurs: Polymerwerkstoffe für technische Anwendungen
Zielpublikum: Industrie, Wirtschaft und Wissenschaft
www.empa-akademie.ch/polymerwerkstoffe

Die komplette Liste der Veranstaltungen finden Sie unter:
www.empa-akademie.ch.

THE PLACE WHERE INNOVATION STARTS.



Empa

Materials Science and Technology