

Empa **News**

Magazin für Forschung und Innovation
Jahrgang 13 / Nummer 49 / Juli 2015



Solarzellen – fixfertig ab der Rolle

EMPA 
Materials, Science & Technology

Betäubungsmittel
in der Antarktis

Portrait: Karl-Heinz Ernst
lässt Moleküle tanzen

Keramikmesser
für Holzfräsen



MICHAEL HAGMANN Leiter Kommunikation

Die Empa geht aus

Liebe Leserin, lieber Leser

In Forschungslabors entsteht Neues, noch nie Dagewesenes. Darin gleichen sich (fast) alle Labors überall auf der Welt. Die neuartigen Ideen, Konzepte, Technologien und Materialien, die Empa-Forscherinnen und -Ingenieure ersinnen und entwickeln, müssen sich noch dazu in der «echten» Welt behaupten, sprich: den Praxistest bestehen. Denn Empa-Forscher wollen etwas bewirken, wollen zur Lösung dringender Fragen beitragen, sei es im Energiebereich, im Gesundheitssektor oder im Bemühen um eine saubere Umwelt.

Der echte Lackmustest für Innovationen findet also nicht im Labor statt, sondern «auf der Strasse». Daher sind Empa-Wissenschaftlerinnen häufig aushäusig unterwegs. Zum Beispiel in der Antarktis auf der koreanischen King Sejong-Forschungsstation oder auf dem Jungfrauoch, um dort Luftproben zu analysieren und Klimagasen sowie anderen menschengemachten Luftfremdstoffen auf die Spur zu kommen (S. 8 ff.). Oder bei der Eröffnung einer Pilotproduktionsanlage für flexible Dünnschichtsolarzellen, mit der das Empa-ETH Zürich-Spin-off Flisom die Solarbranche aufmischen will (S. 4). Oder in der Nähe der Rütliwiese, wo ein Hausbesitzer den ersten Prototypen einer neuartigen Empa-«Betonheizung» in sein Domizil einbauen liess (S. 16).

Das letzte Beispiel zeigt, dass der Technologietransfer vom Labor in die Praxis mitunter über sonderbare Wege verläuft – und immer auch eine Portion Mut benötigt: Hausbesitzer (und Bauingenieur) Mark Zumoberhaus las in einer Pendlerzeitung vor einigen Jahren einen Artikel über den Betonwärmespeicher, der damals an der Empa entwickelt wurde – und nahm flugs mit den Forscher Kontakt auf. Kommenden Winter wird der Visionär sein Ferienhaus in Seelisberg nun erstmals mit Sommerwärme aus dem Ettringit-Beton der Empa heizen. Und das alles ganz ohne Garantieleistung und doppelten Boden. Chapeau!

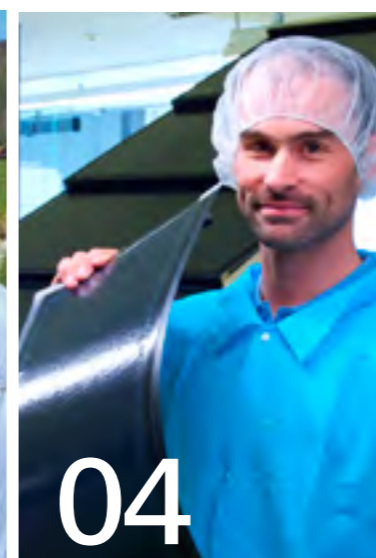
Viel Vergnügen beim Lesen!



Fokus

Atmosphärenforschung

- 08** **Anästhetika in der Antarktis**
Fluorane kommen in Operationssälen weltweit zum Einsatz und sind starke Treibhausgase. Jetzt sind sie am Südpol angekommen.
- 12** **Die Atmosphäre vergisst nichts**
Neue Kühl- und Schaummittel haben das lange Zeit verwendete R134a ersetzt. Das zeigt sich auch in der Spurengasanalyse an der Empa-Messstation Jungfrauoch.
- 14** **Forschen ohne Grenzen**
Die globalen Atmosphären-Forschungsnetzwerke AGAGE und GAW auf einen Blick.



- 04** **Völlig von der Rolle**
Pilotfabrik für flexible Solarzellen mit Empa-Technologie.
- 16** **Die Betonheizung**
Solarenergie über den Winter speichern? Das geht mit den Spezialbetonblöcken der Empa. Ein Hausbesitzer in Seelisberg probiert es aus.
- 20** **Verhaltensforscher für Moleküle**
Karl-Heinz Ernst lässt Moleküle hüpfen, um sie zu verstehen. Nun wurde er zum «Distinguished Senior Researcher» ernannt. Portrait.
- 24** **So schneiden Schreiner schneller**
Ein Keramikmesser für industriellen Holzzuschnitt fräst sich 30 Prozent schneller durchs Material. Ein Vorsprung für die einheimische Industrie.

Titelbild

Modell der «Watschelenten»-Moleküle von Karl-Heinz Ernst. Der Forscher beschäftigt sich mit chiralen Strukturen und speziell aufgebauten Molekülen, die sich unter dem Rastertunnelmikroskop fortbewegen. Die Empa würdigte ihn im Februar 2015 mit dem Titel «Distinguished Senior Researcher». **Portrait Seite 20**

Impressum

Herausgeberin Empa, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf, Schweiz, www.empa.ch / **Redaktion & Gestaltung** Abteilung Kommunikation / **Tel.** +41 58 765 47 33 empanews@empa.ch, www.empanews.ch // Erscheint viermal jährlich **Anzeigenmarketing** rainer.klose@empa.ch **ISSN 1661-173X**



Verhaltensforscher für Moleküle

«Distinguished Senior Researcher» – so lautet der Titel, den die Empa kürzlich Karl-Heinz Ernst verliehen hat. Seine Karriere verlief über viele Umwege, bis er schliesslich an der Empa landete. Und auch sein Forschungsgebiet hat viel mit Richtungswechseln zu tun. Seit mehr als zwanzig Jahren erforscht er die Chiralität von Molekülen.

TEXT: Cornelia Zogg / BILDER: Gian Vaitl, privat

Verhaltensforscher für Moleküle – so könnte man Karl-Heinz Ernst trefflich umschreiben. Die Frage, wie Moleküle auf externe Einflüsse reagieren und warum sie sich genau so und nicht anders verhalten, treibt den Chemiker seit den Anfängen seiner beruflichen Karriere um. Er erforscht links- und rechtshändige, so genannte chirale Moleküle und ihr Verhalten auf unterschiedlichen Oberflächen. Zahlreiche chemisch identische Verbindungen, etwa Proteine oder Zuckermoleküle, können nämlich in zwei unterschiedlichen Konfigurationen vorliegen; das heisst, ihre Moleküle unterscheiden sich lediglich in der räumlichen Anordnung ihrer Atome voneinander und verhalten sich zueinander wie ein Gegenstand zu seinem Spiegelbild. Man spricht von Enantiomeren (Spiegelbildisomere), die sich in ihren Eigenschaften zum Teil deutlich voneinander unterscheiden.

Ein besonders drastisches Beispiel hierfür ist das Beruhigungsmittel Contergan, das in den 1960er-Jahren häufig verschrieben wurde. Während die rechtshändige Form des Wirkstoffs Thalidomid für guten Schlaf sorgte, führte das linkshändige Molekül bei Schwangeren zu schweren Missbildungen der Föten. Da bei der chemischen Synthese derartiger Substanzen meist beide Enantiomere gemeinsam entstehen, lässt sich das Problem nur dadurch lösen, dass man die eine Form von der anderen mehr oder weniger mühsam abtrennt. Das wird häufig durch Kristallisation erreicht, bei der nur eines der beiden Enantiomere ausgefällt wird. Ein Prozess, der – obwohl schon seit mehr als 100 Jahren gebräuchlich – auf molekularer Ebene noch immer nicht verstanden ist und meist nur durch schlichtes Ausprobieren zum Erfolg führt. Wie sich chirale Moleküle untereinander erkennen und miteinander wechselwirken, erforscht Karl-Heinz Ernst mit seinem Team seit bald 20 Jahren.



Eins nach dem anderen

Wenig sprach zunächst für eine erfolgreiche akademische Laufbahn; mit 15 Jahren hatte Ernst bereits genug von der Schule und entschied sich für eine Ausbildung zum chemisch-technischen Assistenten. «Ich mochte die Schule nie. Ausser Chemie», so Ernst. Danach machte er dann doch noch die Fachhochschulreife nach und studierte schliesslich Chemie-Ingenieur an der Technischen Fachhochschule Berlin. Sein Plan war es, irgendwann einen guten Job in der Industrie zu ergattern. Doch auch den schmiss er schnell wieder über den Haufen; ein Ferienjob beim Reifenhersteller Continental bescherte ihm sein persönliches «Heureka»-Erlebnis. «Dort fiel mir auf, dass ein Ingenieur immer von einem promovierten Chemiker gesagt bekommt, was er zu tun hat. Da war mir klar, ich muss weitermachen.» Will heissen: ein Chemie-Studium an der Freien Universität (FU) Berlin und schliesslich 1990 seine Dissertation zum Thema der Wasserstoffadsorption auf Metalleinkristalloberflächen, ebenfalls an der FU Berlin und bei der Berliner Elektromechanik-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m. b. H. (BESSY).

Derart gewappnet, wollte sich Ernst nun – endlich – wieder seinem ursprünglichen Plan zuwenden und in der chemischen Industrie anheuern. Abermals wurde nichts daraus, allerdings weniger wegen ehrgeiziger Pläne als vielmehr wegen der allgemeinen Wirtschaftslage. Die Krise in den 1990er-Jahren verhinderte seinen Einstieg in die Industrie – und so kam es, dass er in der FAZ auf ein Job-Inserat der Empa stiess. Ernst: «Die Analysemethoden ESCA und Auger, die im Inserat explizit erwähnt wurden, sind Oberflächenmethoden, die nur Insider verstehen. Das hat mich gereizt.»

Langeweile als Ansporn

Mit diesen Analysemethoden beschäftigte er sich dann auch an der Empa, nachdem er sich gegen 130 Bewerber durchgesetzt und die Stelle ergattert hatte. «Ich war am Aufbau der damaligen Forschungsabteilung «Oberflächen und Fügetechnik» beteiligt», erzählt Ernst. «Wir haben nach Fehlern gesucht.» Wenn irgendwo ein Metall zu Bruch ging – sei es bei Flugzeugabstürzen oder Seilbahnunglücken – war es deren Aufgabe, die Ursache zu finden und die Materialoberflächen an den Bruchstellen genauestens zu analysieren. «Die Aufträge hierfür kamen meist aus der Industrie, wir waren primär im Hintergrund tätig als Dienstleister.» Dabei gab es durchaus spektakuläre Fälle zum Untersuchen, etwa den Absturz eines Jumbojets in ein Wohnhaus in Amsterdam, den Ernst mit seinen hochempfindlichen Analysemethoden aufzuklären half.

Dennoch auf die Dauer deutlich zu wenig Herausforderung für den neuen Empa-Mitarbeiter, Ernst war schlicht langweilig. Seine Ambitionen gingen weit über die reine Fehlersuche hinaus, ihn faszinierte nach wie vor die Grundlagenforschung. Zum Beispiel das Verhalten bestimmter Moleküle auf unterschiedliche äussere Einflüsse und auf verschiedenen Oberflächen, das ihn bereits während seiner Diplomarbeit umtrieb. Insbesondere warum sich enantiomere Moleküle auf der einen Oberfläche lieber mit ihrgleichen versammeln oder aber sich auf einer anderen Oberfläche die links- und rechtshändigen Isomere lieber mischen. «Es sind Antworten auf solche Detailfragen, die wir suchen. Kleine Puzzleteile, die aber irgendwann vielleicht einmal elementares neues Wissen hervorbringen.»

Das Interesse für diese Grundlagen führte dazu, dass er blitzschnell auf einen Hinweis seines damaligen Vorgesetzten Roland Hauert reagierte. Man könne auch eigene Forschungsanträge einrei-

chen, habe Hauert einmal beiläufig zu Ernst gesagt – und damit den Startschuss für dessen weitere Karriere gegeben. Ernst reichte beim Schweizerischen Nationalfonds (SNF) ein Projekt ein mit dem Ziel, chirale Moleküle mit einer schraubenförmigen Struktur auf eine Oberfläche aufzubringen und anschliessend Metall aufzudampfen, das die spezifische Struktur der Moleküle hätte übernehmen sollen. Mit seiner Projektidee rannte er beim Managementkomitee des damaligen «Nationalen Forschungsprogramms 36 Nanowissenschaften» offene Türen ein, und obwohl er hierzulande ein Nobody war, wurde sein Antrag bewilligt und kräftig gefördert. Ernst versuchte, Kupfer und Palladium auf die Molekülstruktur aufzudampfen, doch es funktionierte nicht wie erwartet. Das Aufdampfen des Metalls bei ca. 100K (–173 °C) zerstörte die Struktur. Dennoch brachte ihn das Projekt weiter. «Damals war das zu einfach gedacht», bestätigt er. «Aber auf dem Weg zu diesem neuen Material, das wir damals bauen wollten, haben wir andere interessante Effekte gesehen und haben unsere Forschung dort weitergeführt.» Womöglich war Ernst seiner Zeit einfach ein wenig voraus. «Heute gibt es schonendere Methoden. Vielleicht versuche ich das demnächst mal wieder», sagt Ernst und lächelt vielsagend.

Ein Aufwand, der sich lohnte

Nach Lächeln war ihm in seiner Anfangszeit an der Empa allerdings nicht immer zumute. «Anfang der 1990er-Jahre war «Forschung» bereits im Namen der Empa vorhanden, aber noch nicht in den Labors und in den Köpfen der Leute angekommen.» Er musste hart um jedes Instrument und jedes Projekt kämpfen, und erst als die Direktion wechselte und sich die Empa unter der Leitung von Louis Schlapbach voll auf Forschung fokussierte, ging es für Ernst bergauf. «Gebt diesem Mann ein Labor», habe es geheissen, und von einem Tag auf den anderen kam die Sache ins Rollen. Die Forschungsabteilung «Nanoscale Materials Science» wurde ins Leben gerufen, und Karl-Heinz Ernst wechselte in die neue Abteilung. Rasch folgten Publikationen in guten Forschungsmagazinen.

Unter anderem gelang es seinem Team, Moleküle im Rastertunnelmikroskop (STM für engl. «scanning tunnelling microscope») mit einem Elektronenstrahl hochpräzise in Schwingung zu versetzen. So lassen sich einzelne Atome und Moleküle manipulieren. Die Moleküle beginnen zu hüpfen, drehen sich oder wechseln sogar in die gegensätzliche Spiegelbildkonfiguration. Mit Hilfe des STM konnten Ernst und Co. dieses Verhalten bildlich nachweisen, was in der Forschungswelt für grosses Auf- und Ansehen sorgte. Ein Beispiel dafür war ein Molekül-Auto. Das Team brachte die Räder des Fahrzeugs

gezielt in Rotation. Da sich diese bei Stimulation nur in eine Richtung drehen, war es möglich, dieses Molekül über eine Oberfläche «fahren» zu lassen. Über diese Arbeit wurde 2011 weltweit in den Medien berichtet. Die chinesische Akademie der Wissenschaften zählte sie zu den zehn wichtigsten Entdeckungen des Jahres.

Nun wollen die Forschenden nachhaken. Zurzeit untersuchen sie Motormoleküle – Ernst nennt sie liebevoll «Watschelenten» – und versuchen herauszufinden, warum diese Moleküle immer nur in eine Richtung wandern und nicht in die andere. «Das ist sehr fundamentale Forschung. Die Verhaltens- und Funktionsweisen von Molekülen sind nicht ganz einfach zu verstehen, und dazu wollen wir gern etwas beitragen. Man muss einfach auch mal verrückte Sachen machen. Und das machen wir. Wir lassen Moleküle hüpfen.»

Diese Neuausrichtung der Empa brachte nicht nur Ernst grosse Vorteile. Auch der Empa kam dieser Schritt zugute. «Früher kannte im Ausland niemand die Empa. Heute ernte ich oft anerkennende Blicke», sagt Ernst, der aufgrund seiner Erfolge Anfang Februar von der Direktion der Empa zum «Distinguished Senior Researcher» ernannt wurde.

Freiraum und Abstand

Nur «verrückte» Sachen sind indes nicht immer möglich. Bei der Betreuung und Ausbildung von Nachwuchsforschern gilt es Richtlinien einzuhalten. Die strikten Vorgaben der Universitäten würde den Jungforschern in seinem Team wenig Freiraum zubilligen, klagt Ernst. Projektpläne, Milestones, Vorhersagbarkeit seien gefragt; schliesslich soll nach

drei Jahren die Dissertation abgeschlossen sein. Überraschende Entdeckungen seien so kaum mehr möglich, so Ernst. Dafür brauche es Freiraum und Abstand. Er habe sich regelmässig eine Auszeit genommen, um Dinge zu tun, die vom Alltäglichen abweichen. «Abkoppeln» ist für ihn das Schlagwort. Sich aus bestehenden Prozessen herausnehmen, um so auch mal eine neue Perspektive zu bekommen oder eine neue Idee zu generieren. Aber diese Freiheit müsse man sich erkämpfen. «Es kommt niemand zu dir und sagt: Geh doch mal ein paar Monate weg und mach dir Gedanken.»

Seit 2010 ist Ernst zudem Professor für Chemie an der Universität Zürich. «Auszeiten zu nehmen, wird dadurch nicht einfacher», sagt Ernst. Zu seiner Professur kam er wie die Jungfrau zum Kinde: Beworben hatte er sich nicht, die Position wurde ihm von Michael Hengartner, dem jetzigen Präsidenten der Universität Zürich, in Aussicht gestellt. «Ich war mit 47 Jahren eigentlich schon zu alt dafür und dachte nur: Jetzt noch?» Üblich sei eine Habilitation mit Anfang 30. Trotzdem nahm er seine «Spätberufung» an und betrachtet seinen Karriereweg inzwischen selbst als eine Art Experiment: «Vieles muss man eben einfach einmal ausprobieren», sagt er lapidar. Genauso offen geht er bei seiner Forschung vor: in kleinen Schritten zum Erfolg. Aber da spielt es – im Gegensatz zu seinen Molekülen – keine Rolle, ob nun nach links, nach rechts oder geradeaus. Denn auch Umwege führen in der Forschung häufig zum Ziel. //



EMPA
DUBENDORF

Für unser junges Team im expandierenden Bereich **Gründflächenanalytik / Oberflächenanalytik** suchen wir einen innovativen, teamfähigen Wissenschaftler

PHYSIKER(IN) / CHEMIKER(IN)

mit Promotion im Fachgebiet Oberflächenanalytik mit Kenntnissen in Adhäsion, Hartstoffbeschichtung, Oberflächenchemie.

Sie werden vor allem Forschungsarbeiten aus den Gebieten **Modifikation von amorphen Polymeren** im Zusammenhang mit Fremdaufträgen bearbeiten. Dazu werden Sie hauptsächlich unsere modernen **Auger-** und **ESCA-Anlagen** einsetzen, welche Analysen im Atomleistungsbereich ermöglichen, die Schichten selbst in der direkt mit der Analytik verbundenen UHV-Präparationskammer herstellen und bezüglich ihres Einsatzzweckes modifizieren.

Als interdisziplinär arbeitende Wissenschaftler(in) mit Kenntnissen und Erfahrung in einer der obigen Fachrichtungen (als Bedingung), der/die über EDV- und Englischkenntnisse verfügt, finden Sie bei uns ein facettenreiches Tätigkeitsgebiet. Für Fachauskünfte steht Ihnen Herr Dr. M. Roth und Herr Dr. R. Hauert zur Verfügung; Ihre Bewerbung richten Sie bitte an den Personaldienst.

EMPA
DUBENDORF

Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
Berlindstr. 129, 8600 Dubendorf, Tel. 01 823 55 11