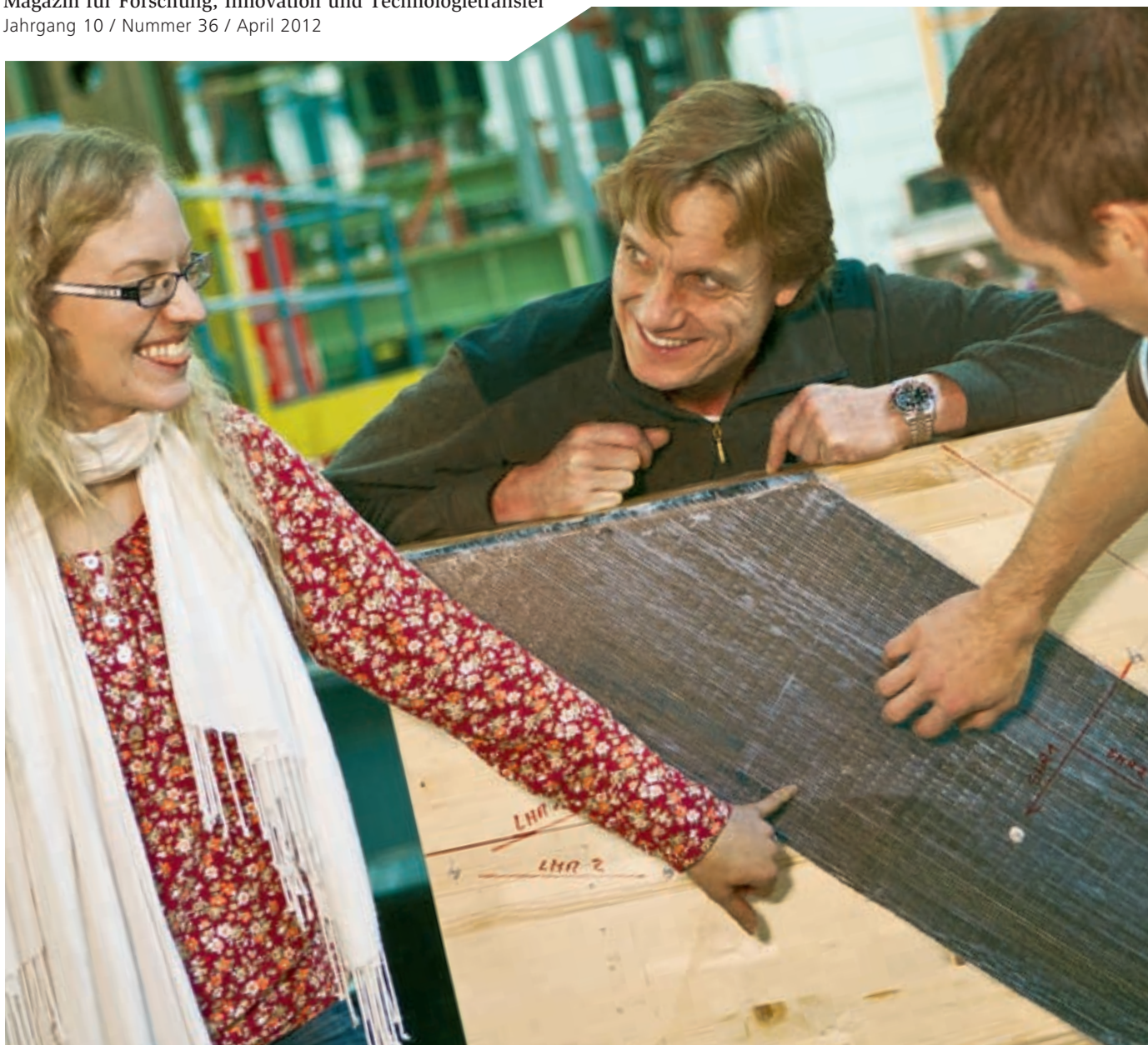


Empa **News**

Magazin für Forschung, Innovation und Technologietransfer
Jahrgang 10 / Nummer 36 / April 2012



Forschung am Holz



Projekt: flüssig
gefüllte Fasern 04

Laserlabor für
sauberes Abgas 06

Wundermittel aus
Holzfaser 22

«Hand aufs Holz» – seit 75 Jahren

So lange betreibt die Empa nämlich schon Holzforschung. Das vielseitig nutzbare Material begleitet die Menschheit freilich ungleich länger. Grossartige Dinge lassen sich daraus bauen, einige berühmt – wie die im Alpenraum verbreiteten Pfahlbausiedlungen aus der Stein- und Bronzezeit oder der kürzlich entdeckte, rund 4500 Jahre alte «Holz-Zwilling» neben dem berühmten Steinkreis in Stonehenge. Auch für neuzeitliche Hochbauten ist Holz immer noch Mittel der Wahl – etwa beim 2010 eröffneten Chutzenturm im Kanton Bern, dem mit 45 Metern höchsten Holzturm der Schweiz, oder beim extravaganteren, X-förmigen Turm auf dem Hofberg bei Wil im Kanton St. Gallen.



Doch Holz ist nicht nur im Makroskopischen ein Werkstoff mit Zukunft – auch seine Mikrostruktur birgt vielerlei nutzbare Eigenschaften und Weiterverarbeitungsmöglichkeiten. Das zeigt auch das in diesem Jahr gestartete Nationale Forschungsprogramm «Ressource Holz»

(NFP 66). Die 18 Millionen Franken Fördermittel kommen zur rechten Zeit, denn: Der Schweizer Wald ist unternutzt und überaltert. Und Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, der nicht importiert werden muss und der Erdöl in vielen Bereichen ersetzen kann. Im Zentrum des NFP 66 steht daher die Optimierung der Wertschöpfungskette Wald – Holz – Chemie – Energie.

Und um sicherzustellen, dass das erarbeitete Wissen möglichst schnell den Weg in die Praxis findet, arbeitet das NFP 66 mit der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) zusammen. Mittelständische Firmen und Branchenverbände sind von Anfang an in die Forschungsprojekte einbezogen, was einen effizienten Wissens- und Technologietransfer gewährleistet. Der aktuelle «Fokus» in diesem Heft gibt Einblick in die vielfältigen Forschungsaktivitäten der Empa rund ums Holz.

Viel Vergnügen beim Lesen.

Michael Hagmann
Leiter Kommunikation

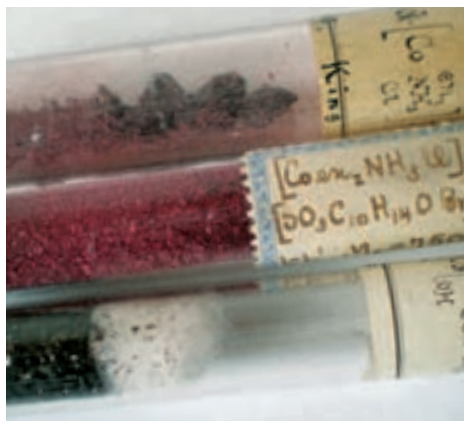


Forschung für den Mittelstand
Das Abgas-Flow-Labor sorgt für saubere Luft 06



Titelbild

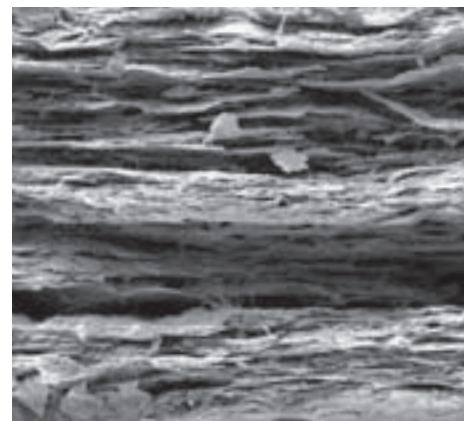
Brettschichtholz, erfolgreich geflickt mit Carbonfasern. Am Ende des Versuchs freuen sich Produktioningenieurin Annika Baier und Empa-Projektleiter Robert Widmann. Ingenieurstudent Roman Frei ertastet noch einmal den Riss im Gebäck.



Nobelpreis nachgeprüft
Was 100 Jahre alte Kristalle im Röntgenlicht verraten 08



Strukturforschung am Holz
Empa-Neuzugang Ingo Burgert weiss, wie Bäume «ticken» 19



Holzfasern als Wundermittel
Nanofibrillierte Zellulose ersetzt das Alu in Tetrapaks 22

Impressum

Herausgeberin
 Empa
 Überlandstrasse 129
 CH-8600 Dübendorf
 www.empa.ch

Redaktion & Gestaltung
 Abteilung Kommunikation

Kontakt
 Telefon +41 58 765 47 33
 empanews@empa.ch
 www.empanews.ch

Erscheint viermal jährlich

klimaneutral gedruckt
Energieeffizient gedruckt und CO₂ kompensiert
 SC2012032002 - swissclimate.ch



ISSN 1661-173X

- 04 **Forschung und Entwicklung**
Die Gartenschlauch-Faser
 Leichtes Sommersakko und Panzerweste in einem – geht das?
- 06 **Operation Saubermann**
 Wie Lasertechnik dabei hilft, Dieselabgase zu reinigen
- 08 **Neue Erkenntnisse aus alten Proben**
 Was wusste Alfred Werner, Chemie-Nobelpreisträger von 1913?
- 11 **Wissens- und Technologietransfer**
Die Schattenseiten des Ozonschutzes
 Die Ersatzmittel für FCKW sind leider starke Treibhausgase
- 12 **Ergonomie für Rollstühle**
 Die immer gleiche Sitzhaltung verursacht Probleme. Nun gibt es Hilfe
- 13 **Der Bewegungsmelder**
 Ein Monitoringsystem für bettlägerige Menschen entlastet Pflegende
- 14 **Fokus: Forschung am Holz**
Das NFP 66 «Ressource Holz» und die Rolle der Empa
- 16 **Bis sich die Balken biegen**
 Brettschichtholzträger in der Hydraulikpresse – ein Härtetest
- 19 **«Holz hat eine ganze Menge Vorteile»**
 Interview mit Ingo Burgert, Professor für holzbasierte Materialien
- 22 **Multitalent aus Holzfasern**
 Nanofibrillierte Zellulose kann Holz gegen Verwitterung schützen
- 24 **Biologisch veredelt**
 Selbstklebende Holzspäne durch Behandlung mit Enzymen

Die Gartenschlauch-Faser

Schutzkleidung ist heutzutage unerlässlich: beim Sport, im Verkehr oder in Arbeitsbereichen wie Polizei und Feuerwehr. Doch der Schutz ist häufig schwer und starr und schränkt die Bewegungsfreiheit der Träger ein. Ein Forscherteam der Empa will eine spezielle Faser entwickeln, die langsame Bewegungen nicht behindert, sich aber bei ruckartigen Veränderungen oder einem Aufprall rasch versteift und somit dem Körper den benötigten Schutz bietet.

TEXT: Nicole Döbeli / BILDER: Empa

Die Lösung für die Schutzkleidung der Zukunft könnte nach dem Prinzip eines warmen Schokoladenkuchens aufgebaut sein: aussen fest, innen flüssig. Oder wie ein Hustenbonbon mit weichem, sirupartigem Kern. Genau so etwas schwebt Empa-Forscher Rudolf Hufenus vor. Nur nicht zum Essen, sondern in Form einer Faser. Deren fließender Kern besteht aus speziellen Flüssigkeiten, die je nach Bedarf weich oder zäh sind: Bei geringer Belastung sind sie flüssig, bei plötzlich auftretenden Kräften werden sie zäh wie Gummi. Dilatante Flüssigkeiten nennt man solche Substanzen. Sie sind der Schlüssel für Hufenus' Projekt in der Empa-Abteilung «Advanced Fibers».

Die Grundidee des vom Schweizerischen Nationalfonds (NFP 62) geförderten Projekts «Rheocore» ist es, eine Polymerhohlfaser zu spinnen, die eine dilatante Flüssigkeit enthält. Knickt oder biegt sich das Filament, wird die Flüssigkeit im Inneren durch Engstellen in den Kanälen gedrückt. Die dilatante Flüssigkeit reagiert auf diese plötzlich auftretenden Scherkräfte und wird zäh. So versteift sich das Filament, und die Bewegung wird abgedämpft. Langsame Bewegungen bleiben dagegen möglich, weil dann die Füllung dünnflüssig bleibt. Diese Eigenschaft will Hufenus nutzen, um eine Faser zu entwickeln, die dynamisch auf Belastung reagiert.

Die Idee, dilatante Flüssigkeiten in Textilien zu nutzen, ist nicht neu. So gibt es etwa mit dilatanten Flüssigkeiten imprägnierte

Motorradschutzkleidung, die sich bei einem Unfall versteifen soll, oder Flüssigkeiten, die in Schaum-Pads eingeschlossen wurden. Auch Spielwaren wie das «Silly Putty» – auf Deutsch als «intelligente Knete» auf dem Markt – stehen in etlichen Kinderzimmern. Diese Masse auf Silikonbasis sieht aus wie Knete und verhält sich auch ähnlich, solange man es langsam bewegt. Lässt man es jedoch zu Boden fallen, springt es zurück wie ein Gummiball.

Innen flüssig, aussen fest

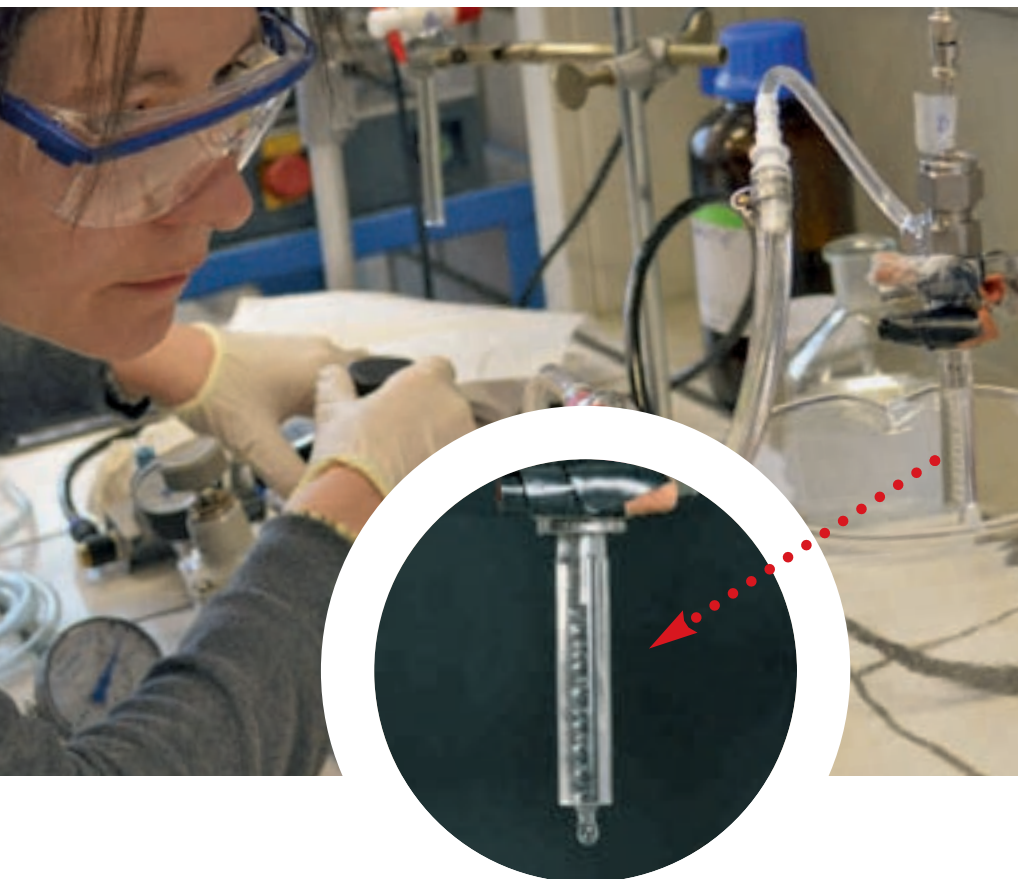
An Fasern aber hat sich noch niemand gewagt. Es stellt sich die Frage: Wie stellt man so ein Filament überhaupt her? Hufenus nutzt dabei die Technik des Schmelzspinnens. Dabei wird Kunststoffgranulat in einen Extruder gefüllt – eine Art Schneckenantrieb, der das Granulat zugleich erhitzt, verflüssigt und nach vorne presst. Der flüssige Kunststoff, etwa Polyester, wird am Ende des Rohres mit Druck durch eine Spinndüse gepresst und kann danach aufgewickelt und ausgekühlt werden. Die Pilotanlage der Abteilung «Advanced Fibers» verfügt sogar über zwei Extruder. So können etwa aus zwei verschiedenen Polymeren Mantel-Kern-Filamente gesponnen werden.

Wie aber sollen nun Hohlräume in das Filament kommen? Und wie füllt man diese anschliessend mit einer dilatanten Flüssigkeit? Die Pilotanlage der Empa ist für diese

Art von Experiment bisher nicht konzipiert: Im Spinnkopf kann ein Druck von 100 Bar und mehr herrschen, und im Extruder ist es teils bis 350 Grad heiss. Ausserdem sieht man durch das Metallgehäuse nicht, was im Inneren geschieht. Die Entwicklung eines völlig neuen Spinnverfahrens ist so nicht möglich.

Also muss ein Labormodell her, um die Vorgänge bei der Herstellung der «Faser mit Füllung» besser zu verstehen. Im Gegensatz zu einem Gartenschlauch, den man einfach an den Wasserhahn anschliessen kann, ist es praktisch unmöglich, das Filament nach dem Spinnen mit einer Flüssigkeit zu füllen. Daher muss der flüssige Kern zeitgleich mit der festen Polymerhülle aus der Spinndüse kommen, und die gewünschte Hohlraumstruktur muss sich im selben Moment bilden. Diesen Vorgang stellt die Empa-Forscherin Laura Gottardo im Laborversuch nach. Mit einem Druck von rund zwei Bar bringt sie zwei unterschiedliche Flüssigkeiten wie Wasser, Ethanol, Vaseline oder Silikon in den verschiedensten Kombinationen in einer Glasröhre zusammen, eine Metallkapillare übernimmt dabei die Funktion der Spinndüse.





1
Empa-Forscherin Laura Gottardo simuliert in einer Glaskanüle, wie die Fasern mit Flüssigkeit gefüllt werden können. Ziel ist es, miteinander verbundene Tröpfchen zu erzeugen.

2
So soll die Faser im Schnitt aussehen: Ein unregelmässiger Hohlraum zieht sich durch die ganze Faser und enthält eine dilatante Flüssigkeit. Diese wird bei schnellen Bewegungen immer zäher und versteift die Struktur. Bei langsamer Bewegung bleibt die Faser dagegen biegsam.



Video:
**Hightech-
Textilien auf
Wanderwegen**

<http://www.empa.ch/EN36-1>
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)

Die unterschiedlichen Eigenschaften und Viskositäten der Flüssigkeiten liefern verschiedene Resultate, die eine High-Speed-Kamera aufzeichnet. Die Schwierigkeit ist, die richtige Form des Hohlraums zu erzeugen. Einzelne, voneinander separierte Tropfen funktionieren nicht, denn die dilatante Flüssigkeit kann dann bei einer Belastung des Filaments nicht verdrängt werden; der Hohlraum muss sich also durchgängig wie ein Höhlensystem durch die Faser ziehen. Aber auch mehrere miteinander verbundene Kammern in Form einer «Perlenkette» sind nicht brauchbar, da die Form zu regelmässig ist. Ideal für dilatante

Flüssigkeiten sind Hohlräume, die sich unregelmässig verzweigen und wieder erweitern – nur so kann man die gewünschten Scherkräfte in der Flüssigkeit erzeugen und die Effekte nutzen: Die Flüssigkeit wird gummiartig, das Filament versteift sich.

Nach dem Motto «Des einen Fluch, des anderen Segen» kamen die Forscherinnen auf die Idee, Löcher in die Metallkapillare zu bohren. So entstehen im Laborversuch Turbulenzen zwischen der «Mantel»-Flüssigkeit und der «Kern»-Flüssigkeit – genau das, was es laut Hufenus beim «normalen» Schmelzspinnen zu vermeiden gilt.

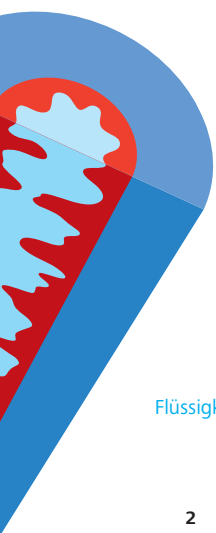
Konzept «Orgelpfeife»
Das Konzept haben die Forscher von Orgelpfeifen abgeleitet: «So eine Pfeife braucht ja auch ein Loch, damit Schwingung erzeugt werden kann und ein Ton entsteht», erklärt Hufenus. In Gottardos Labormodell liessen sich dank des Tricks inzwischen die gewünschten unregelmässigen Hohlräume darstellen. Einfacher wird das Projekt damit allerdings nicht. Die geometrischen Formen, die sich bilden, sind mehr als komplex, und die Turbulenzen können dazu führen, dass das Filament abreisst.

Auch bei echten Spinnndüsen mit heissem flüssigem Kunststoff scheinen Löcher der richtige Weg zu sein. Anstatt eines einzigen Lochs in der Düse experimentiert Gottardo mit mehreren unterschiedlich grossen Löchern. So hat sie zum Beispiel beobachtet, dass kleine Löcher einen kontinuierlichen Strom der Kernflüssigkeit bewirken, grössere Löcher eher zu Tropfenbildung führen. Wenn

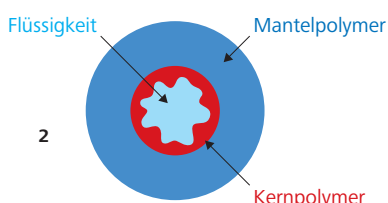
eine Düse also ein kleines Loch in der Mitte und grössere darum herum hat, «stören» die Tropfen aus den grösseren Löchern den kontinuierlichen Flüssigkeitsstrom aus dem kleinen. Dadurch entsteht im Fluss eine Instabilität, die für die Strukturierung der Hohlräume genutzt werden kann.

Da das Labormodell jedoch nicht eins zu eins auf den Extruder übertragen werden kann, müssen die Forscher zunächst berechnen, was sich darin abspielen wird. Hufenus meint: «Das wird ein Blindflug, wir können ja nicht beobachten, was im Extruder geschieht.» Um die Berechnungen kümmert sich Marco Dressler von der University of Massachusetts. Mit der Open FOAM-Software erstellt er numerische Modellierungen der Versuche auf einem Grossrechner. Der Komplexität der Versuche wegen dauert die Berechnung von vier Sekunden gute 24 Stunden – und das mit acht Prozessoren. Dank der Berechnungen aber können die Empa-Forscher abschätzen, was im Extruder passieren wird.

Das «Rheocore»-Projekt soll in eineinhalb Jahren abgeschlossen sein. Bis dahin will das Team die Grundlagen für ein weiterführendes Industrieprojekt erarbeitet haben. Wie genau die Fasern schliesslich verwendet werden, ist noch offen und hängt von zukünftigen Industriepartnern ab. Ob Schutz- oder Sportkleidung oder gar medizinische Anwendungen – das Potenzial ist enorm. //



Querschnitt durch die Faser



Operation Saubermann

Im Motorenlabor der Empa arbeitet ein Team an der Diesel-Abgasreinigung der Zukunft. Denn Dieselmotoren werden uns auch in den kommenden Jahrzehnten begleiten, in Lastwagen, Baumaschinen, Nutzfahrzeugen und Ähnlichem. Um Dieselabgas effizient zu reinigen, entwickeln die Empa-Forscher regelrechte Mini-Chemiefabriken für den Motorenraum.

TEXT: Rainer Klose / BILD: Empa

Das Herzstück des Abgaslabors ist die gläserne Versuchskammer, durchleuchtet von rotem und grünem Laserlicht.

Noch ist die Röhre kalt, in der sich in wenigen Monaten zeigen soll, ob und wie sich Dieselabgase künftig effizienter reinigen lassen. Doch die elektrische Heizung hat ihren Probelauf auf bis zu 500 Grad Celsius bereits hinter sich. Auch die optischen Messgeräte, die High-Speed-Kamera und der gepulste Laser stehen schon parat. Die Messungen können beginnen.

Das schweizweit einzige Abgasstromlabor soll dabei helfen, die in den nächsten Jahren strenger werdenden Grenzwerte für Dieselabgase einzuhalten. Die Forschungsergebnisse dürften vor allem für mittelständische Fahrzeughersteller – etwa im Kommunalfahrzeugbereich oder in der Baumaschinenindustrie – hilfreich sein. Doch profitieren wird praktisch jeder, der diese Zeilen liest und in 15 bis 20 Jahren am Rand einer Strasse oder neben einer Baustelle Luft einatmet. Wenn Lastwagen vorbeirauschen – die auch in Zukunft mit Dieselmotoren fahren werden – oder wenn Baumaschinen ihre Arbeit tun, dann sollten möglichst wenig Russ, Stickoxide und scharf riechender Ammoniak in die Umwelt gelangen. Ausserdem sollten die Maschinen möglichst sparsam im Verbrauch sein.

Das bedarf bereits heute chemischer Tricks. Die «kleine Chemiefabrik», die in modernen Lastwagen das Abgas filtert und entgiftet, wird in den nächsten Jahren noch komplexer werden müssen. Dazu kommt: Was heute nur bei Schwerlastwagen zu finden ist, soll morgen auch in Traktoren und Baumaschinen stecken. Technisch möglichst effiziente und kostengünstige Lösungen sind gefragt, wenn man als Hersteller auf dem Weltmarkt mithalten will. Die Empa hilft, solche Lösungen zu entwickeln.

Bei Dieselabgasen geht es zunächst um verschiedene Stickoxide, die man unter der Bezeichnung NO_x zusammenfasst. Sie sind in Verbrennungsprozessen bei hohen Temperaturen unvermeidlich. Dieselmotoren verbrennen mit Luftüberschuss. Dies resultiert in gutem Verbrauch und gleichzeitig in viel Restsauerstoff im Abgas; herkömmliche Katalysatoren, wie bei Benzinmotoren eingesetzt, können die NO_x nicht reduzieren. Stickoxide sind für die Bildung von Smog verantwortlich, reizen die Atemwege und bilden zusammen mit Wasser ätzende Salpetersäure.

Durch Reduktion wird man die Stickoxide los. Kleinere Dieselmotoren in PWs verwenden dazu einen NO_x-Speicherkat, der das NO_x sammelt und regelmässig «geleert» werden muss. Dazu läuft der Motor alle zwei Minuten für rund 10 Sekunden lang «fett». Mehr Dieseltreibstoff wird eingespritzt; der nichtverbrannte Kohlenstoff im Diesel reduziert das NO_x im Speicherkat zu harmlosem Stickstoff und Wasserdampf. Vorteil: Das Abgas wird sauberer. Nachteil: Der Verbrauch steigt.

Adblue senkt den Verbrauch

Spediteuren ist ein höherer Verbrauch ihrer Brummis jedoch ein Dorn im Auge. Sie setzen auf eine andere Lösung: die Harnstoff-Einspritzung. Ins heisse Abgas wird eine Harnstofflösung eingespritzt, die unter dem Namen Adblue in Europa und den USA im Handel ist. Der Harnstoff zerfällt zu CO₂ und Ammoniak – und dieser kann wiederum NO_x reduzieren. Vorteil: Der Verbrauch steigt nicht an.

Doch auch diese Lösung hat einen Nachteil: Spritzt man zu wenig Adblue in den Auspufftrakt, wird nur ein Teil der Stickoxide zerstört. Spritzt man dagegen zu viel Adblue ins

Video:
**Neues
 Motorenlabor
 für ökologische
 Antriebssysteme**



<http://www.empa.ch/EN36-2>
 Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
 (etwa mit der App «Scanlife»)

Abgas, dann bleibt Ammoniak übrig – der mit seinem stechenden Geruch und seiner Giftigkeit ebenfalls mehr als unerwünscht ist. Aktuelle Abgasreinigungsanlagen bewegen sich deshalb allesamt auf der «sicheren Seite»: Nur rund 60 Prozent der nötigen Adblue-Menge werden eingespritzt. Denn es darf auf keinen Fall scharf riechen.

Genau an dieser Stelle kommt das Abgasstromlabor der Empa ins Spiel – eine knapp zehn Meter lange Anlage im zweiten Stock des Empa-Motorenhauses. Hier soll in mehreren Versuchsreihen herausgefunden werden, wie man die Adblue-Lösung möglichst effizient im Abgas verteilen kann, was die richtige Dosierung bei verschiedenen Lastzuständen des Motors ist und wie optimale Abgaswerte mit möglichst geringem technischem Aufwand zu erreichen sind.

Versuche mit «simuliertem» Abgas

Die Forscher der Empa-Abteilung «Verbrennungsmotoren» wollen das Problem in einzelnen Schritten lösen. Zunächst untersuchen sie verschiedene Einspritzdüsen. Dazu werden die Düsen in eine verglaste Kammer gehängt und mit bis zu 500 Grad Celsius heisser Druckluft umspült. Wie sich das eingespritzte Additiv in diesem «simulierten» Abgas verteilt, wird mittels einer High-Speed-Kamera bestimmt. Bei 10 000 Bildern pro Sekunde können sogar Geschwindigkeit und Flugbahn einzelner Tröpfchen dokumentiert werden. Die verwendeten Analysemethoden nennen sich Shadowgraphie, Schlieren-Imaging, PIV (Particle Image Velocimetry) und PDA (Phase Doppler Anemometry).

In den ersten sechs bis neun Monaten wollen sich Projektleiter Potis Dimopoulos Eggenschwiler und sein Doktorand Alexander Spiteri in erster Linie mit der Spray- und

Fluiddynamik beschäftigen. Ihr Ziel ist es, eine wissenschaftliche Systematik zu erarbeiten, die es selbst mittelständischen Firmen erlaubt, quasi «nach Rezeptbuch» eine Abgasreinigung passend zu ihren Motoren und Anforderungen zu entwerfen. Nur so können kleine und mittlere Fahrzeughersteller künftige Abgasgrenzwerte einhalten.

In der zweiten Phase wird ermittelt, an welcher Stelle des Abgasstrangs die Adblue-Einspritzung die beste Wirkung erzielt. Neben der Reihenfolge der Reinigungsschritte sind auch die Grösse des Hydrolysekatalysators (in dem Adblue zu Ammoniak zerfällt) und des SCR-Katalysators (in dem der Ammoniak mit den Stickoxiden reagiert) wichtige und zu erforschende Parameter. Und schliesslich suchen die Empa-Forscher noch nach der optimalen Edelmetallbelastung für den Katalysator.

In der letzten Projektphase werden dann verschiedene Konfigurationen von «Diesel-Kats» genauer getestet. Während die Versuche zu Beginn mit heisser Luft oder künstlich hergestellten Gasmischungen gefahren werden, kann in Phase drei ein handelsüblicher Dieselmotor zum Einsatz kommen, um die «Prototypen» unter realistischen Bedingungen zu untersuchen. Am Empa-Projekt ist bereits ein Schweizer Baumaschinenhersteller beteiligt, der von den Erfahrungen profitieren will.

Angst vor dicken Abgasschwaden aus dem Empa-Motorenhaus braucht dennoch niemand zu haben. Die Versuche laufen nur wenige Stunden lang. Die Abgasbelastung entspricht dabei höchstens einem zusätzlichen Lkw auf der Überlandstrasse – einer vierspurigen Magistrale, die vor dem Empa-Campus in Dübendorf entlangführt. Die gewonnenen Erkenntnisse jedoch können uns allen in den kommenden Jahren einiges an Abgasbelastung ersparen. //

Neue Erkenntnisse aus alten Proben

Der spätere Nobelpreisträger Alfred Werner schuf 1893 die Grundlagen der modernen Komplexchemie – ohne ein einziges Experiment auf diesem Gebiet durchgeführt zu haben. Der Beweis seiner Theorie war indes aufwendig und langwierig – angeblich weil Werner einen wichtigen Aspekt der Kristallisation übersah. Röntgenstrukturanalysen von Forschern der Empa und der Universität Zürich an Salzkristallen, die von Werners Arbeitsgruppen hergestellt wurden, widerlegen nun diese Lehrmeinung.

TEXT: Nina Baiker / BILDER: Empa

2



1
Laboraufzeichnung von Nobelpreisträger Alfred Werner.

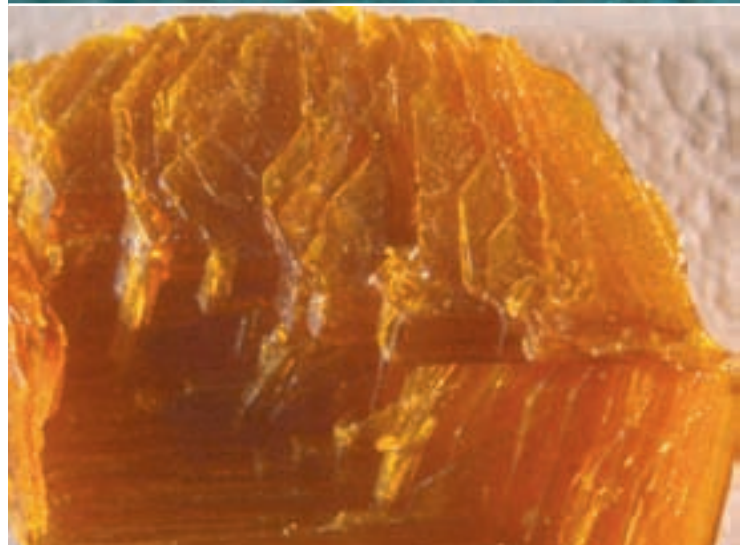
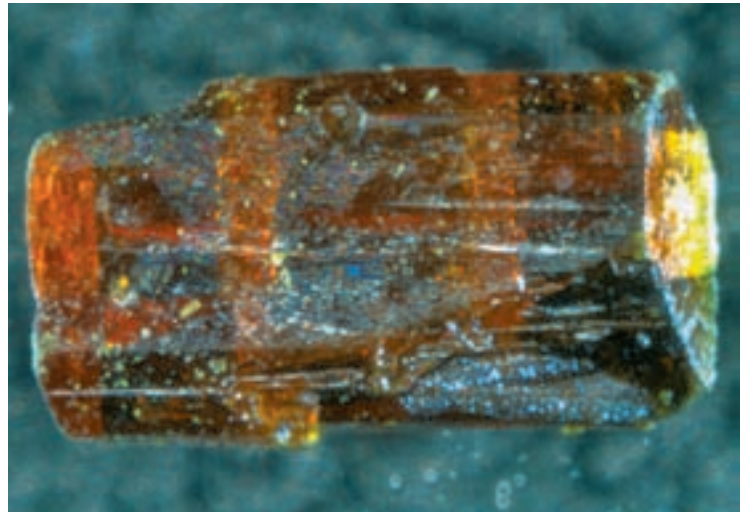
2
Über hundert Jahre alte Proben von Metallkomplex-Salzen.

3
Die Kristalle, die Werner und seine Mitarbeiterinnen züchteten, bewiesen die Chiralität (Händigkeit) nicht: Linksdrehende und rechtsdrehende Formen sind gemeinsam in einem Kristall enthalten.

Für den Empa-Chemiker Karl-Heinz Ernst dreht sich (fast) alles um Stereochemie, also um die dreidimensionale Struktur von Molekülen. «Die räumliche Anordnung von Atomen in Molekülen ist entscheidend für die chemischen, physikalischen und biochemischen Eigenschaften einer Verbindung», erklärt er. So beeinflusst beispielsweise die Struktur von Proteinen ihre Funktion im Organismus, etwa bei Enzymen. Ernst interessiert sich vor allem für einen speziellen Aspekt der Raumstruktur, der Chiralität oder Händigkeit. Verhalten sich zwei ansonsten identische Moleküle wie Spiegelbilder – wie unsere Hände –, nennt man die Verbindung chiral.

Chiralität im Fokus der Wissenschaft und des Weltmarktes

Viele Medikamente, Duftstoffe, Pflanzenschutzmittel und Feinchemikalien sind chiral – und werden intensiv erforscht. So hat sich der globale Umsatz mit chiralen Medi-



3

kamenten von etwa 40 Milliarden US-Dollar Mitte der neunziger Jahre bis heute mehr als verfünffacht. Um chirale Verbindungen industriell herzustellen, werden katalytische Verfahren eingesetzt, die selektiv nur ein Enantiomer, sprich: eine Spiegelbildform des Moleküls, ergeben.

Neue Forschungsergebnisse und Entwicklungen auf dem Gebiet der Stereochemie werden jährlich am International Symposium on Chirality vorgestellt. Als Teilnehmer stellte Ernst vor einigen Jahren seinen Kollegen eine, wie er meinte, einfache Frage – und erhielt darauf keine Antwort: «Wie bewies Alfred Werner seine Theorie zur Raumstruktur anorganischer Komplexverbindungen?» Ernst beschloss daher, die Geschichte des Nachweises zu rekonstruieren und stieß bei seinen Recherchen auf Erstaunliches.

Alfred Werner (1866-1919) gilt als Begründer der modernen Komplexchemie. Als Erster formulierte er 1893 – gegen die damals vorherrschende Lehrmeinung –

eine konzeptionell ausgefeilte Koordinationstheorie, die noch heute die Grundlage der Komplexchemie bildet. Bis dahin wurden Metallkomplexe als kettenförmige Verbindungen aufs Papier gezeichnet. Werner tat Kollegen, die so agierten, als «Strichchemiker» ab. Er dagegen ordnete chemische Gruppen räumlich um ein zentrales Metallatom und konnte so neue Verbindungen vorhersagen. Durch diese räumliche Anordnung ergab sich zudem die Möglichkeit, dass Metallkomplexe chiral sein können. Es dauerte aber noch weitere 18 Jahre, bis er seine Theorie beweisen konnte. 1913 erhielt er dafür den Nobelpreis für Chemie.

Alfred Werners «geniale Frechheit»

Die Chemiker des 19. Jahrhunderts, die sich mit Metallsalzen beschäftigten, waren fasziniert von deren Farbenreichtum. Ausgebildet in organischer Strukturchemie stellte Werner 1893 in seiner Arbeit «Beiträge zur Konstitution anorganischer Verbindungen» die herrschende Vorstellung



1



2

1

Nobelpreisträger Alfred Werner:
Die Lösung des Problems erschien
ihm – wie Kekulé – im Traum.

2

Doktorand Victor King trennte
1911 die linke und rechte
Spiegelbildform. Damit war der
Weg frei zu Werners Nobelpreis.

zur Struktur dieser Verbindungen auf den Kopf. Werners «Erkenntnisse» beruhten indes einzig auf theoretischen Überlegungen; er hatte kein einziges Experiment durchgeführt. Wie August Kekulé beim Benzol, «erschien» Werner die Lösung im Traum, die er dann mitten in der Nacht niederschrieb. Eine «geniale Frechheit», wie ein damaliger Kollege Werners es treffend formulierte.

In den Jahren danach synthetisierte Werner etliche der von ihm postulierten Metallkomplexe. Diese Ergebnisse sprachen für seine Theorie, bewiesen sie aber nicht. Dies gelang erst 1911, als Werners Doktorand, der US-Amerikaner Victor King, nach mehr als 2000 Fehlversuchen linke und rechte Spiegelbildformen trennen konnte – und somit die Händigkeit eines chiralen Metallkomplexes experimentell nachwies. Als Nachweismethode benutzte er die Polarimetrie, also die Drehung der Polarisationssebene des Lichts. Daher begrüßten ihn seine Kollegen in Zürichs Beizen häufig mit: «Na, dreht es schon?»

Der heutigen Lehrmeinung zufolge hätte Werner seine Theorie schon viel früher beweisen können, hätte er sich nur einzelne Kristalle seiner Doktorandin Edith Humphrey genauer angeschaut, da diese sich von selbst in linke und rechte Kristalle trennen sollten. Wenn auch eher die Ausnahme, so war damals bereits bekannt, dass sich einige chirale Verbindungen bei der Kristallisation quasi «von selbst» aufspalten und einzelne Kristalle nur Rechtsbeziehungsweise Linksmoleküle enthalten. Hatte doch Louis Pasteur bereits 50 Jahre zuvor durch die Trennung der Weinsäure in die beiden enantiomeren Formen auf diesem Weg die Stereochemie aus der Taufe gehoben. Humphrey beschäftigte sich seit 1898 mit chiralen Metallkomplexen. Dennoch untersuchten sie und Werner die Kristalle offenbar nie genau genug auf deren Händigkeit. Werner selbst hatte

allerdings die Möglichkeit der Selbstspaltung chiraler Verbindungen bereits 1899 in Betracht gezogen und in einer Publikation diskutiert. «Leidtragender» des langwierigen Beweisverfahrens war Werner selbst; der Chemiker wurde zwar ab 1907 jedes Jahr erneut für den Nobelpreis nominiert. Doch erst als er die Chiralität verschiedener Komplexe experimentell nachweisen konnte, wurde die Theorie allgemein akzeptiert und mit dem Chemie-Nobelpreis gewürdigt.

Neue Forschungsergebnisse aus Originalproben

In einer vor kurzem in der Fachzeitschrift «Angewandte Chemie» erschienenen Arbeit kommt Karl-Heinz Ernst nun zum Schluss, dass Werner keineswegs so ohne Weiteres seine Theorie anhand von Humphreys Proben hätte beweisen können. Während zweier Jahre hatte sich Ernst in seiner Freizeit in die Arbeiten von Werner und dessen Arbeitsgruppe vertieft. Er führte mit Kollegen der Universität Zürich sogar Röntgenstrukturanalysen an Werners über hundert Jahre alten Originalproben durch – und gewann dabei völlig neue Hinweise zum Aufbau der von Werners Team hergestellten Kristalle.

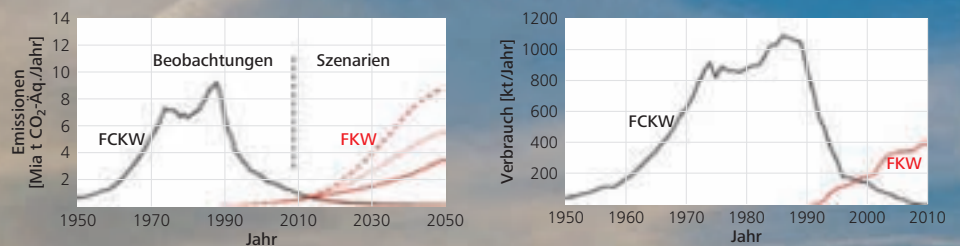
So ergab etwa die Analyse von Ellen Humphreys Kristallen, dass diese sich eben nicht von selbst in linke und rechte Formen trennten. Lediglich wenige, sehr kleine Kristalle waren mit einer Spiegelbildform angereichert. Hätte also Humphrey grosse Kristalle auf ihre Chiralität untersucht, so wäre das Ergebnis negativ ausgefallen. Ernst wies nach, dass die Kristalle sogenannte Zwillinge aus den links und rechts drehenden Formen sind und dabei eine Schichtstruktur aufweisen. Zumindest was Humphreys Proben angeht, muss die Lehrmeinung zur Selbstspaltung chiraler Verbindungen also revidiert werden. //



Die Schattenseiten des Ozonschutzes

Das Montreal-Protokoll hat dazu geführt, dass ozonschädigende Substanzen wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) verboten wurden. Doch die nun verwendeten Ersatzstoffe – fluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) – sind starke Treibhausgase. Im Wissenschaftsmagazin «Science» empfiehlt ein internationales Forscherteam, mit Beteiligung der Empa, die schlimmsten dieser Klimagase nun ebenfalls zu regulieren.

TEXT: Michael Hagmann / BILD, GRAFIKEN: Empa



Es gilt als der erfolgreichste internationale Umweltvertrag – das von 196 Ländern ratifizierte Montreal-Protokoll zum Schutz der Ozonschicht. FCKW und andere Ozonkiller werden als Folge davon in den kommenden Jahrzehnten aus der Atmosphäre verschwinden. Von den sinkenden Konzentrationen profitiert auch das Klima, denn viele FCKW sind äusserst treibhausaktiv.

So weit, so gut. Doch nun kommen in zunehmendem Masse fluorierte Ersatzstoffe zum Einsatz, etwa Fluorkohlenwasserstoffe (FKW, grob gesagt: ähnliche Substanzen wie FCKW, aber ohne Chlor), die das stratosphärische Ozon nicht mehr abbauen. Verwendung finden FKW als Kühlmittel in Klimaanlage und Kühlschränken, als Treibmittel für Sprays, als Lösungsmittel oder bei der Schaumstoffherstellung. Der Haken an der Sache: FKW sind ebenfalls äusserst klimaaktiv, das in Autoklimaanlagen verwendete FKW-134a zum Beispiel 1430-mal stärker als das «klassische» Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂).

Äquivalent von 10 Milliarden Tonnen CO₂

Der zunehmende Ausstoss an FKW droht nun den «Klimanutzen» des Montreal-Protokolls durch den FCKW-Bann bald einmal wettzumachen, darauf weist eine Analyse in der Februar-Ausgabe des Wissenschaftsmagazins «Science» hin. Darin ermittelt ein internationales Forscherteam unter der Leitung des Niederländers Guus Velders, dem auch der Empa-Forscher Stefan Reimann angehört, zunächst den «unbeabsichtigten» Kli-

manutzen des Montreal-Protokolls: Durch das FCKW-Verbot wurde im Jahr 2010 das Äquivalent von 10 Milliarden Tonnen CO₂ eingespart – ein Fünffaches des jährlichen Reduktionsziels gemäss Kyoto-Protokoll.

Die Forscher fürchten nun, dass dieser Nutzen durch den jährlich um rund 10 bis 15 Prozent zunehmenden Ausstoss an FKW bald einmal «verspielt» sein dürfte. Problematisch seien vor allem gesättigte FKW, da diese extrem stabil sind und in der Atmosphäre bis zu 50 Jahre überdauern. Daher haben sie im Vergleich zu CO₂ ein bis zu 4000-mal höheres Treibhauspotenzial. Für Empa-Forscher Reimann ist daher klar: «Langlebige FKW sollten nicht mehr in dem Ausmass eingesetzt werden.»

Eine «einfache» Lösung: die Ausweitung des Montreal-Protokolls

Die Forscher schlagen u.a. vor, das Montreal-Protokoll so anzupassen, dass langlebige FKW ebenfalls darunter fallen. «Da das Montreal-Protokoll überhaupt erst dazu geführt hat, dass diese Stoffe vermehrt hergestellt wurden, könnten sie in ebendiesem Vertragswerk aufgenommen und von diesem reguliert werden», so Reimann. Ein stufenweises FKW-Verbot sei technisch durchaus machbar, denn: «Chemische und technologische Alternativen sind vorhanden.» So würden in den USA beispielsweise Kühlschränke unter anderem mit FKW-134a gekühlt; in der Schweiz ist dieser Stoff in Kühlschränken verboten, stattdessen kommen hier klimaneutrale Kohlenwasserstoffe zum Einsatz. //

Ergonomie für Rollstühle

Menschen im Rollstuhl haben Probleme mit der immer gleichen Sitzhaltung: Schmerzen, Deformitäten und Druckgeschwüre können die Folgen sein. Der Ingenieur und Ergotherapeut Roger Hochstrasser, Gründer der Firma *r going*, wollte Abhilfe schaffen. Zusammen mit Empa-Forschern entwickelte er neue Sitze, um die Ergonomie des Rollstuhls zu verbessern und so zusätzliche Therapiekosten zu sparen.

TEXT Martina Peter / BILDER: Empa



1 Die bewegliche, programmierbare Rückenlehne, mit der ein Ergotherapeut die Sitzhaltung verändern kann.

2 Testfahrt mit einem Prototyp des neuen Rollstuhls.

Der neue Sitz verfügt über eine bewegliche Rückenlehne aus Rippen- und Gelenkelementen, die dem Rumpfskelett nachempfunden sind. Forscher des Instituts für Energie und Mobilität (IEM) der Berner Fachhochschule entwickelten das Antriebskonzept und eine Eingabekonsolle, über die der Ergotherapeut die Bewegungen der Rückenlehne so programmieren kann, dass sich die Sitzhaltung der Behinderten optimal verändert. So lässt sie sich je nach Variante bis zu 22 bzw. 40 Grad vor- und zurückbeugen und seitlich um gut 30 Grad drehen und «zwingt» damit die Rollstuhlfahrerinnen und -fahrer, ihre Sitzhaltung zu verändern und die Druckpunkte zu verlagern, wie Messungen mit einer Druckmessmatte auf der Sitzfläche ergaben. «Sollte sich jemand trotzdem mal unwohl fühlen, können die Voreinstellungen jederzeit individuell abgeändert werden», erklärt Empa-Projektleiter Bernhard Weisse. Besonders praktisch: Mit der 24-Volt-Batterie, die den Rollstuhl mit Energie versorgt, wird auch die Rückenlehne bewegt.

Die Empa wäre nicht die Empa, wenn sie die Entwicklung nicht auch gleich auf ihre Praxistauglichkeit getestet hätte. Unterschiedlich schwere Testpersonen befuhren mit den Prototypen Kieswege, Rampen, Trottoirabsätze und Kopfsteinpflaster. Eine kurvenreiche Fahrt mit dem Tixi-Taxi, dem Fahrdienst für Menschen mit Behinderung, diente dazu, die Belastung der Rückenlehne zu evaluieren – alles zur vollsten Zufriedenheit von Hochstrasser und Weisse.

Demnächst sollen klinische Studien anlaufen. Dabei wird sich zeigen, ob die im Labor gemessenen verbesserten Druckwerte Wohlbefinden und Gesundheit der Handicaperten tatsächlich verbessern und ob die Innovation von ihnen auch akzeptiert wird. Weisses Projekt wurde von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) finanziert. //



Der Bewegungsmelder

Im Mai kommt ein Überwachungssystem auf den Markt, das es dem Pflegepersonal ermöglicht, die Mobilität bettlägeriger Menschen objektiv zu erfassen.

Entwickelt wurde das System zur Dekubitusprophylaxe vom Empa- und ETH-Spin-off *Compliant Concept*.

TEXT Martina Peter / BILDER: Empa

Der Bewegungsmelder hängt am Bett-
rand und zeichnet auf, ob der Patient
über Nacht seine Lage verändert
hat. Die Messwerte können auch am
Computer ausgewertet werden.



Gesunde Menschen bewegen sich im Schlaf durchschnittlich zwei- bis viermal pro Stunde. Ausgelöst werden die Bewegungen durch Schmerzen, die entstehen, wenn Gewebe zu wenig durchblutet wird. Der Schlafende ändert unwillkürlich seine Lage, entlastet die Druckstelle und beugt damit Druckgeschwüren vor, in der Fachsprache «Dekubitus» genannt.

Die von der Natur «eingebaute» Dekubitusprophylaxe funktioniert jedoch nicht bei Menschen mit Lähmungen und bei Patienten, die stark sediert sind, das Bewusstsein verloren haben oder unter hohem Fieber leiden. Durch die Bewegungslosigkeit

bleiben Körperstellen zu lange belastet, die Mikrozirkulation wird unterbrochen. Dauert dies zu lange, entsteht ein schmerzhaftes Druckgeschwür.

Um dies zu verhindern, müssen bettlägerige Patienten regelmässig umgelagert werden. Damit das Pflegepersonal dies nicht zu selten, aber auch nicht häufiger als nötig ausführt, hat Compliant Concept, ein Spin-off der Empa und der ETH Zürich, einen «Mobility Monitor» entwickelt. Das System hilft, die Mobilität eines Bettlägerigen richtig einzuschätzen. «Das Monitoring-System ist ein Teil unseres Konzepts zur Dekubitusprophylaxe», sagt Firmengründer Michael Sauter, der hierfür mit Ärztinnen und Pflegeexperten zusammenarbeitet. Sein Ziel ist ein komplettes Pflegebettsystem, das die Bewegungen eines gesunden Menschen während des Schlafs imitiert und so die Patientinnen stetig und sanft umlagert.

Die Messeinheit des neuen Systems ist unter der Matratze fixiert und mit dem Displaygerät am Bettrand und mit der Lichtrufanlage verbunden. Der Monitor zeigt mit einem Ampelsystem, wie mobil der Patient gegenwärtig ist, und liefert dadurch wertvolle Informationen, die dem Pflegepersonal helfen, das Dekubitusrisiko richtig einzuschätzen, wodurch unnötige physische Belastungen verringert werden können. Das System erinnert ausserdem an die nächste Umlagerung und warnt über die Lichtrufanlage, wenn Bewegungen über längere Zeit ausbleiben.

In zahlreichen Tests bewährt

«Oft ist das Pflegepersonal unsicher, ob sie die Patienten überhaupt umlagern müssen. Sie können ja nicht permanent neben dem Bett stehen und die Bewegungen beobachten», betont Sauter. «Gerade nachts wäre es besser, wenn sie deren Schlaf nicht unnötig stören müssten.» In den letzten Monaten hätte sich das neue System in zahlreichen Tests in Pflegeheimen und Kliniken als ausserordentlich nützlich erwiesen. Ab Mai wird der Mobility Monitor auf dem Schweizer Markt erhältlich sein. Bis dahin kann er direkt bei Compliant Concept bezogen werden.

Bis Ende Jahr sind die weiteren Projekte rund um das «intelligente» Pflegebett, für dessen Entwicklung die Jungfirma schon mehrfach ausgezeichnet wurde, finanziell abgesichert. Über eine zusätzliche Finanzierungsrunde will Sauter dann weiteres Kapital in die Firma holen, um das Produkt in den nächsten Jahren international zu lancieren. //

Info unter: www.compliant-concept.ch

MODUL 6

Lebenszyklus-Analyse von Holzprodukten

Wie lässt sich Holz optimal biologisch weiterverwerten? Welche Umweltprobleme muss die Gesellschaft bei zunehmender Holznutzung im Auge behalten?
(ETH Zürich, EPF Lausanne)

MODUL 5

Holz als Material für Tragwerke und Gebäude

Ist Buchenholz als Baustoff nutzbar? Wie lassen sich mehrgeschossige Holzhäuser gegen Trittschall dämmen? Wie erdbebensicher sind sie? Kann man Holzhäuser von Robotern montieren lassen?
(Empa, ETH Zürich, Fachhochschule Westschweiz)

MODUL 4

Holz als Material von Komponenten

Neue Klebstoffe und Fabrikationsmethoden für Schichtholz und Sperrholz sollen Holzbauteile populär machen. Verbesserte Schutzanstriche und auf natürlichem Weg erzeugte Schutzschichten verbessern die Haltbarkeit. (Empa, ETH Zürich, Berner Fachhochschule, Université de Fribourg)

Ein nachwachsender
Rohstoff mit Zukunft

Das Nationale Forschungsprogramm «Ressource Holz» (NFP 66)

10 Mio. Kubikmeter Holz wachsen pro Jahr in der Schweiz,
doch nur 6,5 Mio. Kubikmeter werden geerntet.
Der Schweizer Wald wird immer älter.

Das Nationale Forschungsprogramm NFP 66 soll
die Nachfrage nach einheimischem Holz stärken
und die Wertschöpfung innovativer machen.
Denn Holz haben wir im Überfluss –
und es kann Erdöl ersetzen.

Das NFP 66 wurde 2010 vom Bundesrat
ins Leben gerufen. Die Forschungsarbeiten
begannen im Januar 2012.

MODUL 1

Rohholz – Verfügbarkeit und Beschaffung

Wo und zu welcher Zeit kann Holz
in der Schweiz optimal geerntet
werden? (Eidgenössische Forschungs-
anstalt für Wald, Schnee und
Landschaft, WSL)

MODUL 2

Holz als Rohstoff für chemische Substanzen

Der Holzbestandteil Lignin kann
Ausgangsbasis für vielerlei chemische
Grundstoffe sein. Auch Holzabfälle
sind so nutzbar. (EPF Lausanne,
ETH Zürich, PSI, diverse
Fachhochschulen)

MODUL 3

Energetische Nutzung von Holz

Holzöfen? Das war gestern.
Heute stehen gereinigtes Holzgas,
Biomethan und hochreiner Wasserstoff
aus Holz im Zentrum der
Forschung. (PSI, ETH Zürich,
Hochschule Luzern)



Video:
**Holzforschung
an der Empa**


<http://www.empa.ch/EN36-3>
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)



Bis sich die Balken biegen

Wie kann ein Riss in einem Tragwerksbalken fachgerecht repariert werden? Nimmt man besser Schrauben oder Kohlefasermatten? Und: Welche Belastung hält das reparierte Bauteil noch aus? Empa-Ingenieure suchen und finden die Antwort.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa



Ein Techniker der Herstellerfirma verstärkt den gebrochenen Holzträger mit Carbonfasermatten und Epoxidharz. Eine Woche lang muss die Probe trocknen, dann wird sie in der Hydraulikpresse auf Belastbarkeit getestet.

In respektvollem Abstand stehen Projektleiter Robert Widmann von der Abteilung «Ingenieur-Strukturen» und Roman Frei, Student an der Berner Fachhochschule, neben der Hydraulikpresse in der Bauhalle der Empa. Ein Träger aus Brettschichtholz, 60 Zentimeter hoch, bestehend aus 13 Lagen Fichtenholz und zwei Lagen Eschenholz, wird hier zu Tode gemartert. Still biegt sich der Träger durch, nur das Surren der Hydraulikpumpe füllt den Raum. Dann, bei 430 Kilonewton Belastung – entsprechend einer Belastung von 43 Tonnen – verabschiedet sich das Bauteil mit einem dumpfen, trockenen Krachen.

Sofort greift Roman Frei zum Handrad der Hydraulikpresse und reduziert den Öldruck. Den millimeterdünnen Riss, der entstanden ist, haben die beiden schon aus der Distanz bemerkt. Nun gehen sie näher an den Brettschichtholzträger heran und schauen, was passiert ist.

Der zerbrochene Balken ist Teil einer Versuchsreihe im Rahmen eines vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanzierten Forschungsprojekts zur «praxisrelevanten Zustandserfassung und Verstärkung von Brettschichtholz-Bauteilen». Auf Deutsch: Es sollen verschiedene Verstärkungsmöglichkeiten verglichen werden,



Gleich wird es ernst: Projektleiter Robert Widmann (oben links) überwacht den Dreipunkt-Biegeversuch am carbonverstärkten Holzträger. Ingenieurstudent Roman Frei (oben rechts) bedient die Hydraulikpresse. Bei einer Belastung von 43 Tonnen versagt der Schichtholzträger mit einem dumpfen Krachen, und der Versatz wird nachgemessen (Bild Mitte). Wo und wann das Versagen genau statt fand, sieht man am Computerbildschirm.



die an rissigen Tagwerksbalken angewandt werden können. Man kann den Riss verschrauben, verkleben oder ein «Pflaster» aus Carbonfasern um das schadhafte Bauteil kleben. Bei Schäden an Betonträgern wird diese Methode häufig angewandt. Doch funktioniert sie auch bei Holz?

Den Versuchsbalken haben die Forscher auf sein schweres Schicksal sorgfältig vorbereitet: Schon beim Verkleben der einzelnen Bretter wurde bewusst ein Materialfehler eingebaut; die mittleren Schichten sind nur zu einem Drittel der Auflagefläche mit Klebstoff verbunden. An dieser Schwachstelle soll der Balken brechen, dann wieder repariert werden, um dann in einem weiteren Test die Wirksamkeit der Reparaturmethode zu beweisen. Acht solcher Versuchsbalken gibt es; an ihnen werden vier verschiedene Reparaturmethoden getestet: eine, zwei oder vier Vollgewindeschrauben pro Bruchstelle beziehungsweise Kohlefasermatten, die mit Epoxidharz rund um die Bruchstelle geklebt werden.

Das Ergebnis überrascht selbst die Experten: Sogar mit nur einer Schraube pro Bruchstelle hält der Brettschichtholzträger eine höhere Last aus als im unverstärkten Zustand. Ähnlich wirkungsvoll zeigt sich die Reparaturmethode mit Kohlefasermatten. Dagegen ist eine Reparatur mit mehr als einer Schraube pro Bruchstelle unnötig – der Balken versagt nun an anderen Stellen; die zusätzlichen Schrauben zur weiteren Verstärkung bringen also nichts. Zur Dokumentation des Versuchs wird der gebrochenen Träger anschliessend geröntgt, manche werden sogar aufgetrennt und anhand der Einzelteile begutachtet. Von den neuen Erkenntnissen profitieren Holzbaufirmen im ganzen Land, die von nun an Reparaturen an Tragstrukturen effizienter ausführen können. //



«Holz hat eine ganze Menge Vorteile»

Ingo Burgert ist seit Oktober letzten Jahres Professor für holzbasierte Materialien an der ETH Zürich; zugleich leitet der 43-Jährige an der Empa die Forschungsgruppe «Bio-inspired Wood Materials». Im Gespräch mit EmpaNews erklärt er, welche Ziele er mit seiner Arbeit verfolgt.

Interview: Rainer Klose / BILDER: Empa

Herr Burgert, was muss man gelernt haben, um Professor für holzbasierte Materialien zu werden?

Ingo Burgert: Sie könnten beispielsweise mit einem holzwissenschaftlichen Studium beginnen und danach promovieren. In meinem Fall war das an der Universität Hamburg.

Was war denn das Thema Ihrer Doktorarbeit?

Ich habe über die Mechanik der Holzstrahlen im Baum promoviert. Das sind jene Strukturen, die auf der Querschnittsfläche des Holzes radial verlaufen und daher wie die Speichen eines Rades erscheinen. Ich habe mich damit beschäftigt, welche mechanischen Eigenschaften die Holzstrahlen haben und wie sie dazu beitragen, die Stabilität des Baumes zu gewährleisten.

Nun wird ja Holz schon sehr lange verwendet und auch untersucht. Wie schwierig ist es, diesem altbekannten Material noch neue Erkenntnisse abzugewinnen?

Holz ist ein biologisches Material und daher hierarchisch aufgebaut. Das bedeutet, dass für die makroskopischen Eigenschaften von Holz dessen Nano- und Mikrostrukturen entscheidend sind. Dort, im Kleinen, im Zellwandaufbau, sind die wichtigen Stellschrauben, um die Eigenschaften im Grossen zu steuern. Im Vergleich zu früher sind wir heute in der Lage, viel genauer in die

Nano- und Mikrostruktur hineinzuschauen und diese sogar mechanisch zu charakterisieren. So können wir neue Erkenntnisse über die grundlegenden Mechanismen und Strukturparameter erlangen, die das Eigenschaftsprofil von Holz bestimmen.

Wohin soll Ihre Forschungsreise gehen? Was wollen Sie machen?

Holz hat eine ganze Menge Vorteile. Es hat bei Berücksichtigung seiner geringen Dichte sehr gute mechanische Eigenschaften. Aber es hat eben auch typische Nachteile, etwa seine Brennbarkeit oder das Problem des Quellens und Schwindens. Wir wollen mit unserer Forschung neue Wege beschreiten, um das Quellen und Schwinden zu minimieren und Holz auf diese Weise «dimensionsstabiler» zu machen. Ein weiteres Thema ist die Dauerhaftigkeit. Das Holz mancher Baumarten ist dauerhaft, das anderer Arten weniger. Wir wollen herausfinden, wie man eine grössere Dauerhaftigkeit ins Holz «einbauen» kann. Bei allen diesen Fragen spielt die Nano- und Mikrostruktur eine grosse Rolle, da die Eigenschaften der Holzzellwände das Materialverhalten massgeblich bestimmen.

Das heisst, ich muss Holz nicht nur oberflächlich behandeln, sondern man muss tief in die Struktur eingreifen?

Richtig. Die Frage ist: Welche Möglichkeiten gibt es neben bestehenden Verfahren, die Zellwand effizient zu modifizieren, so dass sie weniger Wasser bindet? Denn das ist letztlich für das Quellen und Schwinden von Holz verantwortlich.

Bei welchen Holzarten fange ich da an zu forschen? Oder ist das letztlich egal?

Da kommen wir zum Titel meiner Arbeitsgruppe, «Bio-inspired Wood Materials». Wir können von der Natur bei diesen Fragen viel lernen: Viele Baumarten wie Eiche oder Robinie bilden echtes Kernholz, das das Holz deutlich dauerhafter machen kann. Die Kernholzbildung erfolgt, nachdem die Fasern des Holzes schon lange abgestorben sind und im Baum ihre Festigungsfunktion erfüllen. Dem Baum ist es also möglich, sein Holz noch nachträglich chemisch zu verändern. Dabei geht es dem Baum natürlich nicht darum, das Holz für unser Bauwesen nutzbarer zu machen – vielmehr dient Kernholz im Baum eher der Ablagerung von Stoffwechselprodukten. Aber wir können von den zugrundeliegenden Mechanismen lernen.

Wenn man diesen Prozess nun künstlich herbeiführen will, dann müsste man ja die Holzstruktur dreidimensional durchdringen – also die Versorgungsleitungen des Baumes nutzen. Wie kann das gehen?

Die Versorgungsleitungen des Baumes zu nutzen, ist problematisch, da diese nach dem Fällen nur noch eingeschränkt zur Verfügung stehen. Daher werden wir nicht in der Lage sein, Holzelemente mit grossen Durchmessern zu behandeln. Wir können aber Holz mit geringem Durchmesser modifizieren und dann durch Verklebung zu grösseren Elementen gelangen. Letzteres ist ein übliches Vorgehen bei der Holzwerkstoffproduktion.

Wenn ich Sie richtig verstehe, sind Sie also eine Art Mikrostruktur-Ingenieur auf dem Gebiet Holz und suchen nach der richtigen Chemie, um solche Strukturen nachzubauen?

Ich schaue mir die Natur an und überlege, was ich davon lernen kann. Dies darf und kann aber kein einfaches Kopieren sein. Vielmehr müssen wir die Prinzipien verstehen, um diese dann für die Veränderung der Mikrostruktur und des Chemismus der Zellwände zu nutzen. Daher hole ich mir in mein Team auch die passende Verstärkung, etwa Spezialisten aus der Polymerchemie.

Zur Person

Ingo Burgert (43) ist seit 2011 Professor für holz-basierte Materialien am Institut für Baustoffe des Departements Bau, Umwelt und Geomatik an der ETH und Arbeitsgruppenleiter in der Abteilung «Angewandte Holzforschung» an der Empa. Er studierte von 1990–1995 Holzwirtschaft an der Universität Hamburg und promovierte dort im Jahr 2000. Danach arbeitete er an der Universität für Bodenkultur (BOKU) in Wien.

Von 2003 bis 2011 leitete Ingo Burgert die Arbeitsgruppe «Plant Biomechanics and Biomimetics» am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam.



Ganz generell sind meine Arbeitsgruppen immer sehr interdisziplinär. Für unsere Arbeit muss möglichst Expertise in Holzwissenschaften, der Biologie, Chemie, Physik sowie den Materialwissenschaften zusammengeführt werden. Daneben braucht es methodisches Können, um die Nanostruktur und die Mechanismen auf der Zellebene zu analysieren. Dabei möchten wir Grundlagenforschung für das grundlegende Verständnis betreiben sowie durch die Anwendung der Erkenntnisse und Ideen neue Holzprodukte entwickeln.

Welche Methoden werden Sie nutzen, um in die Nanostruktur von Hölzern zu schauen?

Neben der Elektronenmikroskopie nutzen wir dazu Spektroskopie, Röntgenstreuungsmethoden sowie nano- und mikromechanische Charakterisierung. Wichtig dabei ist, die Zellwand trotz ihrer Komplexität als intakte Einheit zu betrachten. Wenn ich isolierte, aus dem Verbund herausgelöste Zellwandkomponenten untersuche, verliere ich wichtige Strukturinformation und damit den Zugang zur Struktur und Mechanik des Verbundes.

Wie werden Sie Ihre Arbeitsgruppe zwischen ETH und Empa organisieren? Ein paar Mitarbeiter dort, einige hier?

Ich möchte die Aktivitäten so wenig wie möglich trennen. Es soll eine Arbeitsgruppe mit zwei Standorten geben, nicht zwei getrennte Gruppen. Denn die Synergieeffekte, die ich mit der Kombination aus Empa und ETH erzielen kann, würde ich durch ein

Auftrennen der Gruppe teilweise wieder verlieren. Daher sollen meine Mitarbeiter flexibel sein und sich nicht an einem Schreibtisch an einem der Standorte einrichten, sondern sich mit dem Laptop unterm Arm zwischen Empa und ETH bewegen. Forschung lebt ja von Kommunikation, dem Austausch von Ideen und Erkenntnissen. Dass wir dies in der täglichen Arbeit sowohl mit den Kollegen in der Empa-Abteilung als auch mit den Forschungsgruppen an der ETH erfahren können, sehe ich als fantastische Möglichkeit an.

Wo sind Berührungspunkte mit den anderen Forschungsgruppen der Empa-Abteilung «Angewandte Holzforschung» zu finden?

Es gibt viele Bereiche, in denen wir gemeinsam forschen und uns gegenseitig unterstützen können. Hier an der Empa ist die Modifikation von Holz das bestimmende Thema. Tanja Zimmermann, die Abteilungsleiterin, hat eine grosse Expertise im Bereich Nanozellulose. Hier sehe ich Synergien zwischen den Arbeitsgruppen im Bereich der nano- und mikrostrukturellen Charakterisierung des Materials. Die Arbeitsgruppe von Martin Arnold arbeitet am Thema Oberflächenmodifizierung und Dauerhaftigkeit. Er hat eine Menge Erfahrung im holztechnologischen Bereich und wird für mich ein wichtiger Ansprechpartner bei Anwendungsfragen sein.

Francis Schwarze hat grosse Expertise im Bereich Holzabbau durch Pilze und ist ein wichtiger Partner bei der Frage, wie wir Holz leichter zugänglich, besser durchdringbar machen können. Die Arbeitsgruppe von Francis Schwarze hat da fantastische Möglichkeiten, die ursprünglichen Transportwege des Baumes wieder zu reaktivieren. Und dann gibt es auch abteilungsübergreifende Überschneidungen, etwa mit dem Team von Dominique Derome oder der Arbeitsgruppe von René Steiger aus der Abteilung «Ingenieurstrukturen».

«Meine Mitarbeitenden sollen sich mit dem Laptop unterm Arm zwischen Empa und ETH bewegen.»

Das ist dann aber schon sehr makroskopisch ...

Ja, aber bei Holzbauteilen und ganzen Bauten schliesst sich der Kreis. Denn letztlich wird die Arbeit meiner Gruppe auch daran gemessen werden, wie wir in der Lage sind, unsere nano- und mikrostrukturellen Veränderungen in die makroskopische Welt zu übertragen. Verbesserungen des Eigenschaftsprofils, die nur auf ein paar Kubikmillimeter des Holzes wirksam werden, sind im Hinblick auf die Holzverwertung nicht sehr interessant. Wir wollen mit unserer Forschung die Grundlagen für innovative Holzprodukte schaffen und damit zu einer grösseren Wertschöpfung im Bereich Holz beitragen. Die Voraussetzungen für diese reizvolle Aufgabe sind an der Empa und der ETH Zürich optimal. //

Für den modernen Holzbau, aber auch fürs zeitgemässe Bauen und Renovieren: vorkonfektionierte Gummidächer – die Zukunft im Flachdachbau. www.contec.ch

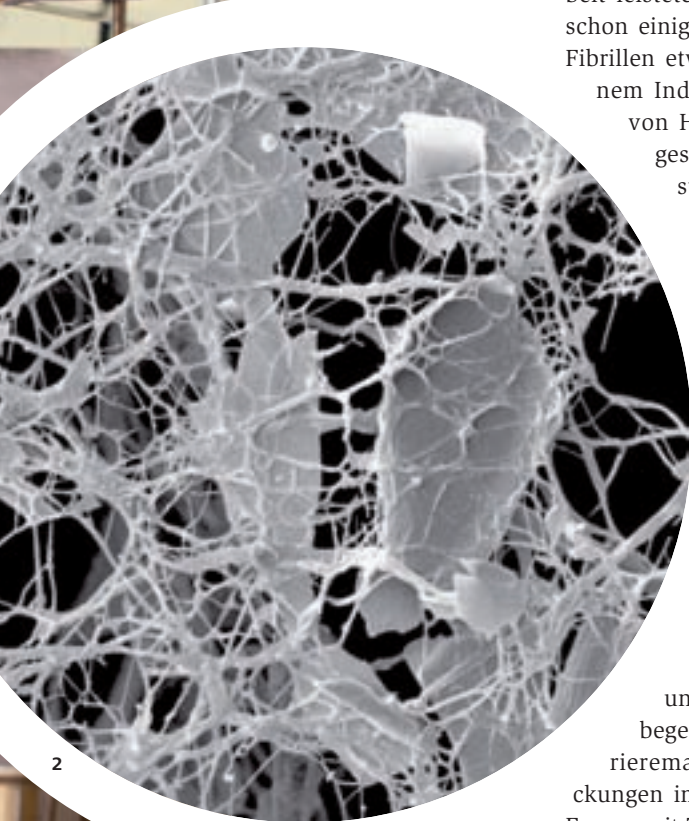




Multitalent aus Holzfasern

Kann Zellulose helfen, Holzoberflächen besser gegen Witterung zu schützen? Die Empa untersucht dies. Aber auch als Bandscheibenersatz, in Lebensmittelverpackungen und zum Herausfiltern von CO₂ aus der Atmosphäre kommt der «Wunderstoff» womöglich bald einmal zum Einsatz.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa



Das Geheimnis des Erfolgs entspringt einem schlichten Aluminiumtrichter, in dem sich in Wasser eingeweichte Zellulose befindet. Von hier aus führen Schläuche zu einer Hochdruckpumpe. Mit bis zu 1500 bar presst dieser brutale Apparat die Zellulosefasern durch dünne, verzweigte Kapillaren – ein Hindernisparcours aus massivem Stahl. Das zarte Material zieht dabei den Kürzeren; das Ergebnis ist «nanofibrillierte Zellulose», abgekürzt NFC: winzige Flocken aus nanometerdünnen Fasern mit wundersamen Eigenschaften.

«Wir brauchen nur ein bis zwei Gewichtsprozent dieser Substanz in Wasser einzurühren, und schon haben wir ein stabiles Gel», erläutert Tanja Zimmermann, die sich mit ihrer Forschungsgruppe seit knapp zehn Jahren mit NFC befasst und damit zusammen mit einigen anderen Forschungsinstitutionen weltweit Pionierarbeit leistete. Inzwischen hat sie mit NFC schon einiges ausprobiert. So wurden die Fibrillen etwa in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner zum Verstärken

von Holzleim (Polyvinylacetat) eingesetzt. Ein anderes Projekt untersucht, ob sich Biopolymer-NFC-Gele als Ersatzmaterial für den Gallertkern der Bandscheibe (nucleus pulposus) eignen. An der Empa in St. Gallen wurden bereits NFC-verstärkte Fasern gesponnen, und die Start-up-Firma Climeworks extrahiert mit Hilfe von NFC-Schäumen auf technisch elegante Weise CO₂ aus der Luft. Damit könnten in Zukunft synthetische Treibstoffe produziert werden.

Der Wunderstoff könnte uns zudem bald im Kühlschrank begegnen – denn er ist auch als Barrierematerial für Lebensmittelverpackungen im Gespräch. «Wir mischen die Fasern mit Tonpartikeln – das funktioniert nach einer kleinen chemischen Veränderung ganz gut», erläutert Zimmermann. Dann wird die Mischung im Hochdruckverfahren homogenisiert, in einem Filter verdichtet und heiss verpresst. Heraus kommt eine Folie, die Wasserdampf und Luftsauerstoff zurückhält. «Unser Material könnte anstelle von Aluminiumfolien eingesetzt werden, die in vielen Lebensmittelverpackungen stecken», hofft die Empa-Forscherin. Vorteil des NFC-Ton-Films: Man kann ihn problemlos verbrennen und sogar kompostieren, denn die Zellulose-Fibrillen sind biologisch abbaubar.

Nun rückt eine weitere Anwendungsmöglichkeit ins Zielfernrohr der Forscher: die Verbesserung von Holzschutzfarben. Kann ein aus Holz oder Stroh gewonnener Stoff tatsächlich helfen, Holzoberflächen zu schützen? Hier kommt Martin Arnold ins Spiel, ein Experte für Fragen um die Beständigkeit bzw. Verwitterung von Holz. Welche Bestandteile der Holzoberfläche werden von den UV-Strahlen der Sonne angegriffen? Was entsteht daraus? Ist das Abbauprodukt wasserlöslich, und wird es vom Regen abgespült? Arnold weiss es. Im Keller seines Labors steht eine «Bewitterungsmaschine», in der Holzproben mit UV-Licht bestrahlt und immer wieder beregnet werden – ein Härtetest für Hölzer und Schutzbeschichtungen. Den Effekt des Lichts kann man zu Hause an jedem älteren Holzmöbelstück betrachten: «Dunkles Holz wird im Licht heller, helles Holz färbt sich dagegen dunkler», erläutert Arnold.

Anstrich mit Faserverstärkung

Was dagegen hilft, ist ein möglichst lichtundurchlässiger Schutzanstrich – doch damit geht meist auch die Originalfarbe des Holzes verloren. Arnold kennt das Problem: «Je transparenter der Anstrich, desto weniger lang schützt er. Dieses Dilemma hat bislang noch niemand gelöst.» Ein zweites Problem kommt dazu: das Quellen und Schwinden des Holzes. Jeder Anstrich, der mehrere Sommer und Winter lang halten soll, muss sich dem arbeitenden Holz flexibel anpassen. Wird die Farbe spröde, dann reissst sie – und das Holz darunter ist fortan Regenwasser und Mikroorganismen ausgeliefert.

Genau bei diesen beiden Punkten könnten NFC-Fasern als Bestandteil eines Schutzanstriches helfen, glauben die Empa-Forscherinnen. In der Matrix der Fasern liessen sich UV-absorbierende Stoffe, etwa Nanopartikel, einbetten. Und mit Hilfe dieser Fasergeflechte wären die Substanzen auch gleichmässig in der Farbe verteilt. Die bereits erprobte Reissfestigkeit der NFC-Fasern könnte zudem die Farbe verstärken und Risse im Anstrich verhindern. Der Anstrich wäre damit auch besser vor Hagelschlag geschützt.

Doch auf dem Weg zu diesem Ziel sind noch etliche Hürden zu überwinden. So muss zum Beispiel die «Wasser-affine» Zellulose chemisch so verändert werden, dass sie sich auch in «ölgigen» Holzschutzfarben fein verteilt. Erste Versuche zu dem Thema werden seit Anfang Jahr im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms (NFP) 66 (siehe auch Seiten 14 und 15) durchgeführt. Das Thema Holzschutz bleibt also spannend. //

1
In diesem Metalltrichter wird die Zellulose auf den Hochdruckaufschluss vorbereitet. Tanja Zimmermann und Martin Arnold wollen den «Wunderstoff» für verbesserte Holzbeschichtungen einsetzen.

2
Nanofibrillierte Zellulose im Elektronenmikroskop: In dieser Probe sind Tonpartikel im Zellulose-Netzwerk verteilt. Der Ton bildet winzige «Blätter» in der Struktur.



Biologisch veredelt

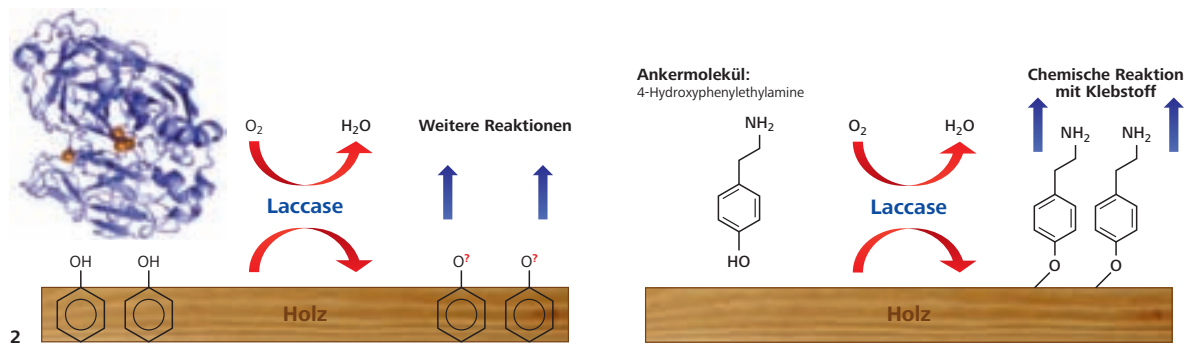
Die Oberfläche eines Holzstücks steckt voller biochemischer «Anschlussbuchsen». Empa-Forscher sehen darin eine Chance, aus Holz genau das zu machen, was man gerade braucht: klebefreundliche Oberflächen, Antipilzbeschichtungen – oder gar selbstklebende Holzspäne, aus denen hundertprozentig ökologische Faserplatten gepresst werden könnten, ganz ohne chemische Zusätze.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa



1
Mark Schubert vergleicht eine mit Pilzschutz behandelte Holzprobe und eine unbehandelte Probe (rechts im Bild). Die Faserplatte, die er in der Hand hält, kann ohne chemische Klebstoffe hergestellt werden – das Holz klebt selbst.

2
Das Prinzip der Enzymbehandlung: Die Laccase nutzt chemische «Andockstationen» auf der Holzoberfläche und macht Holz auf diese Weise reaktiv.



Manchmal beginnen Innovationen mit einem simplen Waldlauf: «Eine der wirklich guten Ideen kam uns beim Joggen», sagt der Holzexperte Mark Schubert von der Abteilung «Applied Wood Materials». Gelegentlich dreht Schubert mit seinem Kollegen Julian Ihssen ein paar Runden im Wald. Wieder einmal liefen die beiden los, mit einem unfertigen Projekt in Schuberts Kopf. Und diesmal kamen sie mit einer zündenden Idee zurück: der Vision von der antimikrobiellen Holzoberfläche.

Doch der Reihe nach: Schubert, studierter Forstwirt und Umweltwissenschaftler, forscht seit 2007 an der Empa, zunächst daran, Schadpilze im Holz mit antagonistischen Pilzen zu bekämpfen. Dann machte er sich vor einigen Jahren daran, Pilze gezielt zur Modifikation von Holzeigenschaften einzusetzen. Inzwischen arbeitet Schubert mit bestimmten Enzymen Holz zersetzender Pilze, die sich im Laufe der Evolution auf die «Verdauung» von Holz spezialisiert haben. Das Enzym Laccase zum Beispiel, das von vielen Weissfäulepilzen ausgeschieden wird, kann die Oberflächeneigenschaften von Holz verändern: Es wandelt chemische Untereinheiten des Holzbestandteils Lignin in Radikale – so wird die Oberfläche des Holzes reaktiv (siehe Bilder oben).

Fungizid der alten Ägypter

Doch was kann man anfangen mit einer Holzoberfläche, die nun gewissermassen «für neue Ideen offen ist»? Zunächst fallen einem Holzschutzmittel ein, die sich nun fest an der Oberfläche verankern lassen und so das nackte Holz besser vor dem Verrotten schützen könnten. Schubert startete Versuche mit dem natürlichen Bakterizid Isoeugenol und dem Fungizid Thymol, das bereits die alten Ägypter zur Konservierung ihrer Mumien verwendeten. Doch der Erfolg fiel bescheiden aus – die Stoffe liessen sich zu leicht wieder abwaschen bzw. verloren im Zusammenspiel mit dem Enzym ihre ursprüngliche antimikrobielle Wirkung.

Dann kam der eingangs erwähnte Jogginglauf. Mark Schubert erzählte Julian Ihssen, der in der Abteilung «Biomaterialien» forscht, von den Schwierigkeiten, und dieser empfahl ihm: «Probiers doch mal mit einem alten Hausmittel.» Die beiden spannten zusammen, und tatsächlich brachte ausgerechnet eine billige Substanz, die sich in jeder Hausapotheke findet, den gewünschten Erfolg: Die Substanz klebte sprichwörtlich auf der Holzoberfläche. Als Probe aufs Exempel traktierten Schubert und Ihssen Probestücke von Fichtenholz mit aggressiven Holz zersetzenden Pilzen. Und während die unbehandelten Testkörper nach 12 Wochen im Inkubator bis tief ins Holz zerfressen waren, hatten die behandelten Testobjekte den Pilzen standgehalten. Welches Hausmittel es ist, darf an dieser Stelle leider nicht verraten werden – denn die Forscher wollen ihre Entdeckung patentieren lassen.

Mit dem Experiment war gleich zweierlei bewiesen: Laccase funktionalisiert die Holzoberfläche so intensiv, dass brauchbare Mengen eines Stoffes daran chemisch gebunden werden können. Und ein billiges Massenmedikament auf Holz bringt aseptische Eigenschaften, die für vielerlei Anwendungen nützlich sein können. Man denke nur an Holzbauteile in öffentlichen Gebäuden oder Verkehrsmitteln, in Spitälern, Kindergärten und Restaurants.

Nun hofft Schubert auf einen Industriepartner, der diese antimikrobielle Holzbehandlung zur Marktreife weiterentwickeln möchte. Zugleich verfolgt er zwei weitere Projekte, die ebenfalls mit Hilfe der Laccase-Modifikation möglich werden: Holz könnte chemisch besser an Klebstoffe gebunden werden, so liessen sich festere Klebeverbindungen herstellen – sogar zwischen Holzsorten wie Lärche und Buche, die bislang nur schwer zu verkleben sind. Dazu wird das Holz ebenfalls mit wässriger Laccase-Lösung vorbehandelt. An die entstehenden Radikale könnten dann funktionelle Gruppen, wie Amine als Anker-moleküle, gebunden werden. Diese Anker-moleküle können wiederum eine chemische Verbindung mit dem Klebstoff ausbilden. Die Klebeverbindung wird deutlich fester.

Wer mit Chemie lieber nichts zu tun haben möchte, dem dürfte die dritte Anwendung gefallen, die mit enzymatisch behandeltem Holz möglich ist – die klebstofffreie Faserplatte. Wenn vorbehandelte – gewissermassen radikal-aktive – Holzfasern verpresst werden, dann können sie chemische Verbindungen mit benachbarten Holzfasern eingehen. Dadurch kann man etwa bei der Herstellung von sogenannten «mitteldichten Faserplatten» auf chemische Bindemittel wie Harze oder Isocyanate verzichten. Ein chemiefreies, ökologisch unbedenkliches Faserprodukt wird machbar.

Enzyme sind für Menschen ungiftig

Vor den Laccasen selbst brauche man sich nicht zu fürchten, erläutert Mark Schubert: Die Proteine sind biologisch abbaubar, für Mensch und Tier ungiftig und verursachen auch bei Hautkontakt keinerlei Probleme. Sie verrichten ihre Arbeit am Holz bei Raumtemperatur – ohne vorherigen Einsatz von Säuren und Laugen. Doch vor dem Siegeszug der Enzyme in der Holzverarbeitung bleibt noch viel Kleinarbeit zu leisten. So sind nicht alle Varianten des Enzyms Laccase für alle Holzarten gleich gut geeignet, und um ein passendes Enzym zu finden, müssen die Enzyme erst charakterisiert und miteinander verglichen werden. Und auch die kostengünstige und effiziente Herstellung von Laccasen aus Weissfäulepilzen muss noch erforscht und deutlich optimiert werden. Es gibt also noch viel zu tun. //



Venture Kick: Startkapital für künstliche Muskeln

Die von Empa-Forscher Gabor Kovacs erst im August 2011 gegründete Firma Compliant Transducer Systems GmbH (CTSystems) erhielt von der Start-up-Stiftung Venture Kick 10 000 Franken Startkapital für ihre überzeugende Geschäftsidee. Kovacs widmet sich der Serienproduktion von künstlichen Muskeln und wird mit seiner Firma zwei Produktionsverfahren weiterentwickeln: einen «Stacker», mit dem grosse Stückzahlen zu niedrigen Kosten fabriziert werden können, und einen «Plotter», der besonders komplexe, feine Strukturen für hochwertige Bauteile fertigen kann (EmpaNews berichtete in Ausgabe 35, Januar 2012). Für die erste Stufe des Wettbewerbs um Fördergelder reichte Kovacs ein mehrseitiges Exposé über seine Firma ein und überzeugte die Venture-Kick-Jury in einem zehnmütigen Vortrag von seiner Geschäftsidee. Das Geld soll nun in den Aufbau einer Homepage fließen und Spesen von Kooperationsverhandlungen decken.

Die Gelder der Schweizer Förderinitiative venture kick stammen aus Mitteln der AVINA-Stiftung, der Ernst-Göhner-Stiftung, der Fondation 1796, der Gebert-Rüf-Stiftung und der OPO-Stiftung. Verteilt werden in mehreren Stufen bis zu 130 000 Franken pro Start-up-Projekt. Nach dem Zuschlag für die erste Förderstufe will sich Kovacs in den kommenden Monaten für die nächsten Förderstufen bewerben: 20 000 Franken für einen «Business Case», in dem bereits erste Kunden und strategische Partner aufgezeigt werden müssen – und schliesslich 100 000 Franken für die Stufe «erfolgreiches Start-up». In diesem Stadium steht das Team, das geistige Eigentum ist geschützt, und die Firma ist bereit für den Markteintritt.

KTI-Sondermassnahmen: Jedes 9. Projekt an die Empa

Mit einer Flut von Gesuchen ist die Anmeldefrist für das 100-Millionen-Innovationsprogramm des Bundes gegen den starken Franken abgelaufen. Bis am 15. Dezember 2011 gingen insgesamt 1064 Gesuche im «Wert» von mehr als 530 Millionen Franken bei der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) ein; die Empa hatte sich mit 105 Anträgen an der Ausschreibung beteiligt.

Bewilligt wurden am Ende 246 Projekte – also rund jedes vierte. Für die 27 bewilligten Projekte der Empa fließen 12,3 Millionen Franken Fördergelder an die Standorte Dübendorf, St. Gallen und Thun. Die Projekte reichen dabei vom Hybridantrieb für Kommunalfahrzeuge bis zum Skisteigfell, vom Quantenkaskadenlaser bis zu neuen Betonkonzepten für Fertigteile.

Bundesrat und Parlament hatten Ende September 2011 ein Sonderprogramm gegen die Auswirkungen des starken Frankens lanciert, um die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer (Export-)Wirtschaft zu stärken. Für Innovationsmassnahmen wurden der KTI zusätzlich 100 Millionen Franken zur Verfügung gestellt. Firmen unter wechselkursbedingtem Margendruck sollen damit Innovationsprojekte in Zusammenarbeit mit Forschungsinstitutionen möglichst schnell umsetzen können. Gefördert wurden insbesondere Projekte mit schneller Wirkung am Markt oder risikoreiche Vorhaben, die Firmen wegen der dramatischen Margenerosion zurückstellen mussten.

Veranstaltungen

16. – 20. April 2012

Intensive course: Nanopowders and
Nanocomposites
Empa, Dübendorf

26./27. April 2012

3-Länder-Korrosionstag
Empa, Dübendorf

2. Mai 2012

Imaging and image analysis of porous materials
Empa, Dübendorf

23. – 25. Mai 2012

Fibre Society Conference 2012
Empa, St. Gallen

11. Juni 2012

Electrical Overstress (EOS) –
das «unbekannte» Phänomen in
Schaltungstechnik und Ausfallanalyse
Empa, Dübendorf

12./19./26. Juni 2012

Flottenmanagement ganzheitlich betrachtet
Empa, Dübendorf

13. Juni 2012

48th Discussion Forum Life Cycle Assessment:
ecoinvent v3
Empa, Dübendorf

30. August 2012

Innovation Day 2012 (Textil und Bekleidung)
Empa, Dübendorf

Details und weitere Veranstaltungen unter
www.empa-akademie.ch

Ihr Zugang zur Empa:



BRETTSPERRHOLZ (BSP)

M1 BSP crossplan



- Massive Holzbauweise
- hervorragende statische Werte
- erfüllt höchste Brandschutzanforderungen
- hoher Schallschutz
- Plattenformate bis 16.5m x 3.00m x 278mm
- Massgenauer Zuschnitt mit CNC Roboter
- Termingenauere Baustellenlieferung
- Beratung und Unterstützung schon in der Planungsphase



HOLZ STÜRM AG
9403 Goldach

Tel: 071-844-99-11

Fax: 071-844-99-10

www.holzstuerm.ch



So sehen heute Wolkenkratzer aus.

Selbst mehrgeschossige Bauten können einen behaglichen Charme versprühen. Immer mehr Architekten, Investoren und Bauherrschaften bekennen sich zu Holz, einem nachhaltigen Baustoff, der sich vielfältig in Farbe, Struktur sowie im Verbund mit anderen Materialien gibt. Bauen mit Holz ist klima- und energieeffizient, brandsicher, sinnlich und modern. Kein Wunder also, dass sich der Marktanteil von Holzbauten jährlich vergrößert. Bauen auch Sie mit Holz, Ihnen und einer gesunden Umwelt zuliebe. www.holzbau-schweiz.ch

HOLZ
MACHT STOLZ

CO₂
REDUZIERER

holzbau schweiz
verband schweizer holzbau-unternehmungen