

Die Presse

forschung

Magazin für Technologie und Innovation

April 2010



Wie man CO₂ loswird

Kohlendioxid ist nicht nur schädlich für das Weltklima. Das Gas ist auch ein wichtiger **ROHSTOFF** für die Industrie: Abgas aus Kraftwerken könnte in vielen Fällen sogar fossile Ressourcen ersetzen.

Forscher auf dem HOLZWEG

Wiener Materialforscher und Chemiker entschlüsseln Strategien, Strukturen und mechanische Eigenschaften von Holz, um daraus neue INTELLIGENTE MATERIALIEN zu entwickeln. TEXT: EVA-MARIA GRUBER

Es ist ein Meister der Mechanik, ältester Verbundwerkstoff der Welt und Inspiration für Biologen und Techniker gleichermaßen: Holz hat es im wahrsten Sinne des Wortes „in sich“. Ein Blick durch ein modernes Elektronenmikroskop offenbart nämlich eine hochintelligente Struktur, die dem natürlichen Polymer eine Vielfalt an außergewöhnlichen Eigenschaften verleiht: Holz ist dank seiner geringen Dichte sehr leicht.

Trotzdem besitzt es eine hohe Zugfestigkeit und ist außerdem extrem biegsam. Es ist widerstandsfähig, langlebig, brandfest und dämmt Wärme und Schall: lauter Qualitäten, die das natürliche Komposit zum beliebten Bau- und Dämmmaterial machen – und die Neugier der österreichischen Wissenschaftler anfachen. „In den Strategien hinter den Strukturen von Holzfasern liegt ein immenses Potenzial zur Entwicklung neuer ‚intelligenter Materialien‘ beziehungsweise zur Optimierung herkömmlicher artifizieller Stoffe“, weiß Stefanie Tschegg, ehemalige Leiterin des Instituts für Physik und Materialwissenschaft der

Universität für Bodenkultur (Boku) Wien.

Gemeinsam mit ihrem Team und im interdisziplinären Austausch mit heimischen Chemikern, Medizinern und Ingenieuren erforscht die Wissenschaftlerin das Innenleben von Bäumen wie Fichte, Buche und Co – stets auf der Suche nach den grundlegenden nano- und mikrostrukturellen Besonderheiten hinter bestimmten Eigenschaften.

Vom Holz inspiriert. „Wir wissen, dass die hierarchische Architektur der Holzfasernstruktur einen wesentlichen Schlüssel zu den besonderen Eigenschaften darstellt“, so Tschegg. „Holz ist wie ein mehrschichtiger Verbundwerkstoff aufgebaut: Das fängt im makroskopischen Bereich mit den Jahresringen an, die sich auf mikroskopischer Ebene aus Zellen mit unterschiedlich dicken Zellwänden zusammensetzen.“

Die hohlen, lang gezogenen Zellen bilden auch die Basis für die geringe Dichte und gleichzeitig hohe Steifigkeit des natürlichen Materials – eine Erkenntnis, die Materialforscher



Die Materialeigenschaften von Holz (geringe Dichte, hohe Zugfestigkeit und Bruchtoleranz) nutzen viele Forscher.

Zellulose. Hohe Zugfestigkeit und sehr biegsam, gleichzeitig hohe Steifigkeit – das macht die Fasern so faszinierend.



Fasern. Holzfasern inspirieren Chemiker des Christian-Doppler-Labors an der Boku zu Herstellung von ultraleichten Zellulose-Aerogelen.

Holz ist wie ein mehrschichtiger **Verbundwerkstoff** aufgebaut.

längst zur Entwicklung metallischer Schäume inspiriert hat: Diese völlig neue Werkstoffgruppe eignet sich für Leichtbauelemente in der Automobil- und Flugzeugindustrie, für Weltraum-Equipment oder medizinische Anwendungen.

Das Schichtsystem der Jahresringe und die besondere Zellstruktur wiederum verleihen dem Holz eine hohe Bruchtoleranz. „Holz bricht nicht einfach“, sagt die Physikerin. „Bevor ein Baum oder ein Holzbalken bricht, läuft im Inneren eine unglaublich ausgeklügelte Kaskade an Prozessen ab, die einen kompletten Durchbruch lange hinauszögern können.“

So bilden sich im Holz bei einer mechanischen Deformation erst mal viele kleine Risse – nicht nur auf einer, sondern auf verschiedenen Ebenen. Durch diese Rissverzweigung bleibt der Riss stecken. Erst bei weiterer Erhöhung der Balkenbelastung – bei-

spielsweise bei einer Holzbrücke – kann der Riss wachsen. Dabei brechen die Zellwände des dünnwandigen, im Frühling gebildeten Holzes, bis der Riss die dickwandigen Spätholzzellen erreicht. Diese halten der Belastung sehr häufig stand, Der Riss wechselt seine Richtung und verhindert somit einen „glatten Durchbruch“.

Vielfältige Fasern. Dieses Bruchprinzip stellt längst die Bauvorlage für maßgeschneiderte Metall- und Metall/Polymer-Verbundwerkstoffe dar. „Bewegen wir uns im mikroskopischen Bereich, finden wir wieder das Prinzip des laminatartigen Aufbaus“, so Tschegg. „Die Zellwand besteht aus mehreren Schichten, die Zellulosefasern beinhalten, die in eine Hemizellulose/Lignin-Matrix eingebettet sind.“

Die Holzfasern inspirieren auch die Chemiker Falk Liebner, Antje Potthast

und Thomas Rosenau an der Boku: Die Herstellung von ultraleichten Zellulose-Aerogelen gehört zu den „hot topics“ der Forscher. Die möglichen Applikationen dieser hochporösen Zellulosefeststoffe, die die Eigenschaften konventioneller Aerogele auf Silikatbasis mit denen des nachwachsenden Biopolymers Zellulose vereinen, reichen von Dämmstoffen über Speichermedien für Gase und Katalysatorträgerstoffe bis zu Knochenersatzmaterialien.

Auch Hemizellulose hat ein immenses Anwendungspotenzial – beispielsweise in der Medizin: Derzeit wird die Substanz vor allem als Ballaststoff zur Anregung der Verdauung eingesetzt. Künftig sollen Mikrokapseln aus diesem Material auch als Trägersubstanz für physiologisch aktive Substanzen verwendet werden.

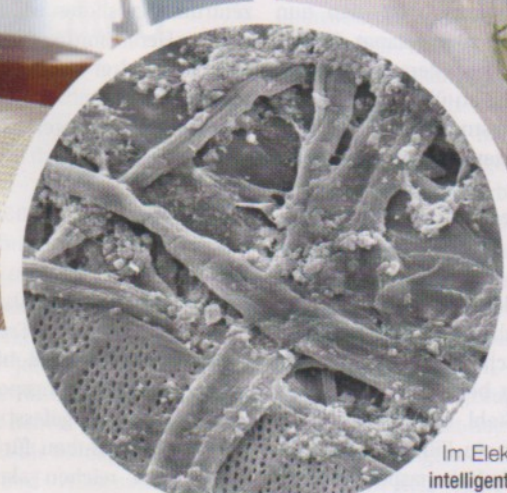
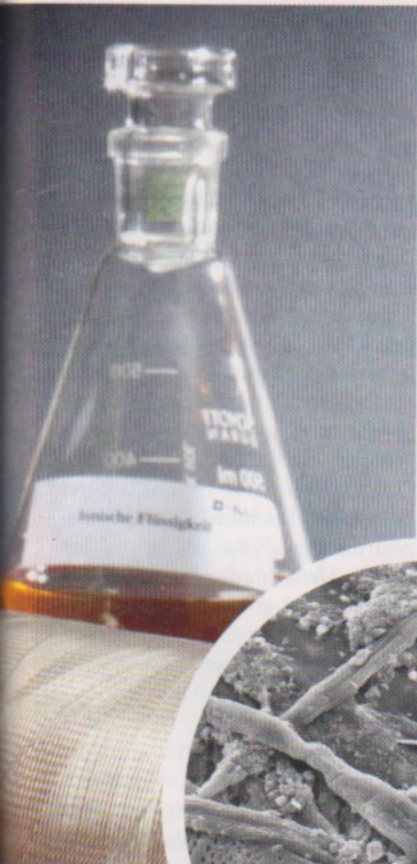
Dazu möchten sich die Chemiker die „Unverdaulichkeit“ des Holzfaserstoffs zunutze machen und entwickeln adäquate Technologien zur Herstellung dieser „Kapselsysteme“. In Zukunft könnte es also sein, dass wir der Gesundheit wegen „auf Holz beißen“. ■

HOLZSTOFF LIGNIN

LIGNIN könnte die Basis neuer, effektiver Düngemittel und Bodenverbesserer darstellen. Bei der Bildung natürlicher Humussubstanzen spielt der Stoff – neben Zellulose – eine wichtige Rolle in der Optimierung der Bodenqualität. Darauf bauen die Chemiker von der Boku Wien auf: Der natürliche, über Jahre dauernde Humifizierungsprozess durch bestimmte chemische Reaktionen an Lignin lässt sich in wenigen Stunden simulieren.

DÜNGUNG. Das so modifizierte Lignin hat viel Stickstoff gebunden und ist im Gegensatz zu gängigen künstlichen Düngern in der Lage, ihn über lange Zeiträume abzugeben. Nun tüfteln die Forscher an der Entwicklung eines Produkts: eines Düngers und Bodenverbesserers auf Basis von Lignin, der gleichzeitig die Wertschöpfungskette des Abfallproduktes Lignin verlängern soll.

FOTOS: FABRY, BASF, INTERNET (2), HFA



Im Elektronenmikroskop sieht man die intelligente Struktur von Holz, die dem Polymer seine besonderen Eigenschaften verleiht.

Im Labor. Anwendungspotenzial von Hemizellulosen liegt in der Medizin. Zukunftsvision: der Holzfaserstoff als Mikrokapsel.