Dübendorf / St.Gallen / Thun, 13. April 2004

Holz – ein Rohstoff für die Nanotechnologie?

Cellulosefibrillen, die in der Zellwand in eine Lignin-Matrix eingebettet sind, geben Holz Stabilität und verleihen ihm ausserordentlich hohe Zugfestigkeit, Funktionalitäten, wie sie auch für Werkstoffe wünschenswert wären. Ziel einer Studie der Empa war es, herauszufinden, ob aus dem industriell hergestellten Massenprodukt Zellstoff möglichst lange Cellulosefäden mit einem Durchmesser von wenigen Nanometern herausgetrennt werden können, die sich in polymere Werkstoffe einbetten lassen. Daraus entstünden nachhaltige und funktionale Materialien für technische Einsätze unterschiedlichster Art. Die Arbeit hat bereits Anerkennung gefunden: Das führende Schweizer Klebstoff-Unternehmen Collano verlieh dem Empa-Forschungsteam am 7. April 2004 den mit 50'000 Franken dotierten «Collano Förderpreis Innovation 2003». Ausgezeichnet werden damit chemisch-technische Innovationen, mit denen die Grenzen von Materialien überwunden werden können.

Am meisten Erfolg versprechen möglichst lang gestreckte und sehr schmale Cellulosefibrillen, deren Durchmesser ca. 5000-mal kleiner sind als der Durchmesser eines menschlichen Haares. Durch rein mechanische Prozesse wurden fibrilläre Strukturen mit einem Durchmesser zwischen 20 und 200 nm und attraktiven Längen von mehreren Mikrometern aus dem Zellstoff herausgetrennt. Wurde dem mechanischen Prozess ein chemischer Aufschluss des Zellstoffes vorgeschaltet, ergaben sich feinere fibrilläre Strukturen, aber mit kürzeren Fibrillenlängen. Die Fibrillendurchmesser bewegten sich hier im Bereich von nur noch wenigen Nanometern.

Die Dimensionen und die Morphologie der isolierten Cellulosefibrillen wurden an der Empa elektronenmikroskopisch analysiert. Weiterhin erfolgten chemische Charakterisierungen zur Bestimmung des Molekulargewichtes des Polysaccharides Cellulose, der kleinsten Einheit der Fibrillen.

Holzfibrillen verstärken Polymere und speichern Wasser

Werden die durch unterschiedliche Methoden isolierten Cellulosefibrillen nun in Polymere wie Polyvinylalkohol oder Hydroxypropylcellulose eingebettet, so zeigen die anschliessenden Untersuchungen: Mit steigendem Fibrillenanteil erhöht sich die Zugfestigkeit der Komposite um das bis zu Fünffache gegenüber dem ungefüllten Polymer, selbst wenn die Cellulosefibrillen ungeordnet in der Polymermatrix eingebettet sind.

Im Laufe des Projekts wurden neben der verstärkenden Eigenschaft noch weitere bemerkenswerte Eigenschaften der Cellulosefibrillen herausgearbeitet: Eine intensive mechanische Dispergierung von aufgeschlossenen Cellulosefibrillen in Wasser führt zu einem transparenten, mechanisch stabilen Gel. Dabei sind die Fibrillennetzwerke in der Lage, grosse Mengen an Wasser bei sehr geringem Feststoffanteil (ca. 3 Gew.-%) einzulagern. Diese Funktionalität eröffnet dem Cellulosegel Erfolg versprechende Einsatzbereiche, z.B. als Verdickungsmittel in Dispersionsfarben, wo es hilft, Applikationseigenschaften der Anstrichstoffe massgeblich zu optimieren.

Mit Nanomaterialien Grenzen überwinden

Neben den bereits etablierten Nanomaterialien sind die Cellulosefibrillen ein weiterer innovativer Bestandteil der Nanoforschung an der Empa geworden. Die Empa-Forschenden wollen nun mit der Firma Collano im Rahmen eines KTI-Förderprogramms zusammenarbeiten und Fragestellungen im Bereich von Klebstoffen mit Hilfe der Cellulose-Nanofibrillen angehen und lösen. Dazu gehört es auch, die Fibrillenproduktion weiter zu optimieren und stark auszubauen sowie intensiv verschiedene Polymer-Fibrillen-Kombinationen zu erforschen.

Weitere zukünftige Einsatzbereiche für Cellulose-Nanofibrillen sind aufgrund der Fülle an Möglichkeiten noch nicht genau zu benennen. Die Funktionalität des Materials eröffnet jedoch noch viel weitreichendere Anwendungsmöglichkeiten: von der Technik bis zur Medizin.

Ansprechperson für inhaltliche Auskünfte

Tanja Zimmermann, Abt. Holz, Tel. +41 44 823 43 89, E-mail tanja.zimmermann@empa.ch

Evelyn Pöhler, Abt. Holz, Tel. +41 44 823 40 74, E-mail evelyn.poehler@empa.ch

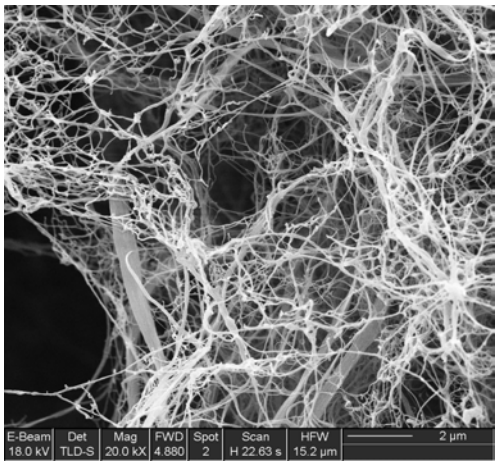
Dr.Thomas Geiger, Abt. Funktionspolymere, Tel. +41 44 823 47 23, E-mail thomas.geiger@empa.ch

Jürg Schleuniger, Abt. Funktionspolymere, Tel. +41 44 823 43 56, E-mail juerg.schleuniger@empa.ch

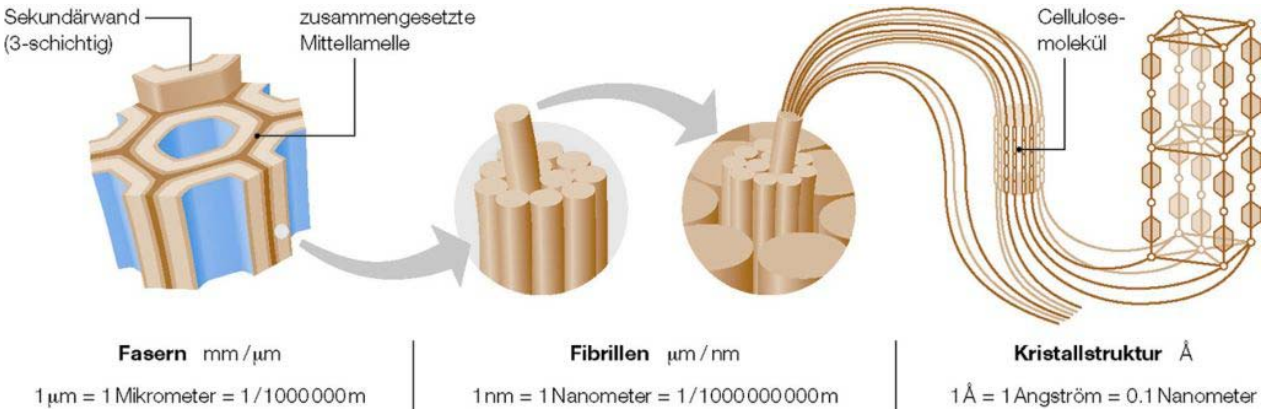
Redaktion

Martina Peter, Abt. Kommunikation/Marketing, Tel. + 41 44 823 49 87, martina.peter@empa.ch

Der Auszeichnende und die Ausgezeichneten: v.l.n.r.: Gerry Leumann (Collano AG); Tanja Zimmermann, Dr. Klaus Richter, Evelyn Pöhler, Dr. Thomas Geiger, Jürg Schleuniger (alle Empa)



Netzstrukturen aus mechanisch aufgeschlossenem Zellstoff. Fibrillenagglomerationen mit Durchmessern zwischen 20–200 nm, Längen von mehreren Mikrometern (Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme)



Struktur einer Holzzellwand

Bilder und Text können in elektronischer Form bezogen werden bei martina.peter@empa.ch