

Kraftfasern auf der Überholspur

Zellulose gibt Pflanzen Stütze und Halt. Das Biopolymer entfaltet sich in den Labors heimischer Forscher zum vielfältigen Hochleistungsmaterial

Text: Astrid Kuffner



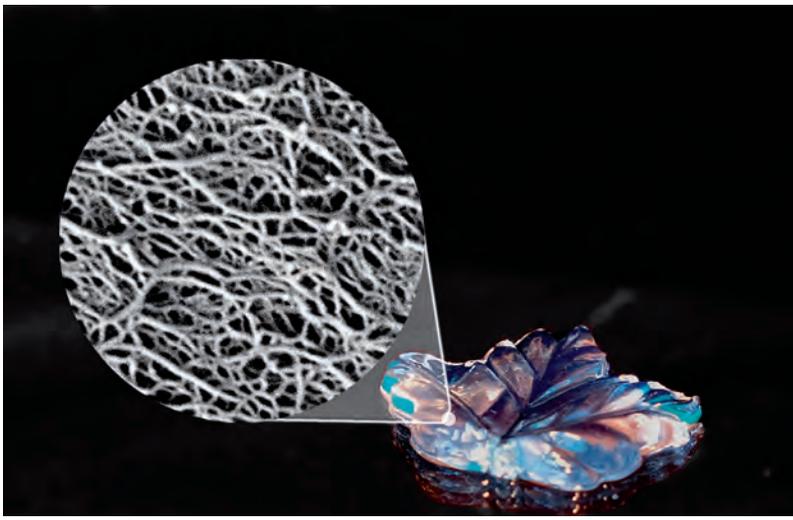
Foto: Lenzing™

Pflanzliche Zellulose besteht aus einem Geflecht von Nanofibrillen, die wiederum aus harten spröden kristallinen Bereichen und zähen flexiblen nichtkristallinen Zonen aufgebaut sind.

Durch das Vordringen auf die Nanoebene könnten aus den Fasern auch Treibstoffe werden.

Wiederholung macht stark. Das Wort polymer kommt aus dem Griechischen und bedeutet „aus vielen (gleichen) Teilen aufgebaut“. In der Chemie werden so größere molekulare Verbindungen bezeichnet, die aus gleichförmigen, sich wiederholenden Einheiten zusammengesetzt sind. Polymere können lineare, verzweigte oder vernetzte Strukturen bilden. Als Hauptbestandteil pflanzlicher Zellwände ist seit Jahr-

millionen das Biopolymer Zellulose für die raffinierte Konstruktion und Stärke von Stängel bis Stamm verantwortlich. Mit der richtigen Chemie entlocken Forscher und Forscherinnen in Österreich Zellulosefasern erneuerbare Alternativen zu Kunststoff, dem vielfältigen menschgemachten Polymer schlechthin. Und sie suchen nach Möglichkeiten, Millionen Tonnen Zellulose aus Abfallströmen sinnvoll zu nutzen.



Hydrogel aus nativen Zellulose-Nanofibrillen und Elektronenmikroskopie-Aufnahme der Oberflächenstruktur (Bildausschnitt 1 µm)

Klein – kleiner – Nanofibrille

Die Fasern in Nanofibrillen zu zerlegen war schon länger möglich. Leider gingen dabei stets wertvolle Materialeigenschaften und Wechselwirkungen verloren. Deshalb suchten Marco Beaumont und Thomas Rosenau von der Universität für Bodenkultur nach einem reversiblen und nachhaltigen chemischen Prozess, der die Interaktion der Fibrillen nicht beeinträchtigt. Am Institut für Chemie nachwachsender Rohstoffe wurde in Kooperation mit u. a. der University of British Columbia (Kanada), der Aalto University und der University of Helsinki (Finnland) sowie der University of Melbourne (Australien) mit Buchenholz experimentiert und eine neue Methode entwickelt: „Man kann sich die Fibrillen wie Legosteine vorstellen“, erläutert Marco Beaumont den Prozess. „Wir verändern die Oberfläche und die Steine fallen auseinander. Sie lassen sich danach nicht mehr richtig zusammenstecken. Mit der von uns entwickelten Methode können wir ihren ursprünglichen Zustand wiederherstellen, sodass die Verbindungen wieder perfekt passen.“ Nach dem zweistufigen Prozess liegen die Fibrillen vernetzt als Nanogel vor – in der Konsistenz stabil wie Gelatine oder fließfähig wie Honig – und das kann weiterverarbeitet werden. Als Membran, Beschichtung, Wundverband, im 3-D-Druck oder als Elektrolyt in Batterien. Das Material ist flexibel, stabil und „eine natürliche Alternative zu künstlichen Hochleistungspolymeren, die nur sehr umständlich künstlich hergestellt werden können“, betont Beaumont.

Vom Abbruch zum Aufbruch

Bernd Nidetzky von der TU Graz möchte hingegen Zellulose effektiv abbauen, um das Polymer anschließend in Bioraffinerien zu verarbeiten: „Unsere Forschung soll ihren Beitrag dazu leisten, die industrielle Nutzung von Pflanzenbiomasse durch ein besseres Verständnis der fundamentalen Prozesse zu fördern.“ Zellulose wirkt auf den ersten Blick simpel gestrickt. Die räumliche Anordnung der Polymerketten erlaubt aber komplexe wasserunlösliche Strukturen. Einerseits soll diese Stabilität für neuartige biobasierte Materialien genutzt werden, andererseits versucht man aber auch die Struktur aufzubrechen, um an den leicht verwertbaren Kernbaustein (Glucose) zu kommen. So könnte etwa Grünschnitt, der sich nicht als Lebensmittel eignet, genutzt werden. Das Zerlegen in die einzelnen Bausteine könnte den Weg für fermentative Prozesse ebnen und im Idealfall zu höherwertigen Produkten wie etwa Bioethanol, aber je nach Ausgangsstoff auch funktionellen Materialien wie Zellulose-Nanokristallen und enzymatisch bearbeiteten Textilfasern führen.

In Pflanzenzellen übernimmt den Abbau von Zellulose eine Gruppe von Enzymen, die in einem Proteinkomplex namens Cellulosom geordnet und miteinander verbunden vorgehen. Dem Leiter des Instituts für Biotechnologie und Bioprozesstechnik gelang es mit seinem Team, diese biologische Nanomaschine mittels Rasterkraftmikroskopie bei der Arbeit zu beobachten und ihre Funktion besser zu verstehen: „Cellulosome sind sehr effizient und anpassungsfähig. Sie bleiben minutenlang lokal an die Oberfläche gebunden und entfernen das darunterliegende Material. Die konsequente Aufrauung der Oberfläche führt zu einem effizienten Abbau von Zellulose-Nanokristallen“, erklärt Bernd Nidetzky. Diese Mini-Maschinen könnten eine zentrale Rolle in der Entwicklung neuer Ansätze für Bioraffinerien spielen. Als Nächstes fokussiert die Forschung auf die Dynamik des Cellulosoms, das mehrere austauschbare Komponenten hat. Das ist experimentell sehr anspruchsvoll: „In der fernen Zukunft können wir vielleicht künstliche Cellulosome designen und auf den Abbau hin optimieren.“

Gut verpackt

Wie bleiben Nudeln, Milch und Käse frisch und aromatisch? Wie muss die Hülle beschaffen sein, die Sauerstoff und Feuchtigkeit von Lebensmitteln, Kosmetika, Medikamenten etc. fernhält, aber Aroma, Fett und Flüssiges in der Verpackung drin hält? Unbehandeltes oder unbeschichtetes (Verpackungs-) Papier und Karton allein sind zu wenig. Die Antwort auf diese Fragen lautet heute meist: Plastikbeschichtung, Kunststoffverpackung oder Kunststofffolie. Weil aktuell verschiedene mit Kunststoff beschichtete und mehrfach bedruckte Verpackungen zum Einsatz kommen, die recycelt werden, könnte es notwendig werden, die „Fülle“ von der „Hülle“ wiederum durch eine Barriere-Beschichtung zu trennen.



Unser Training wird immer effizienter. Und Geld kann man heute auch fortschrittlicher anlegen

- Jetzt in Investmentfonds anlegen oder ansparen – schon ab 50,- Euro monatlich
- Mit unseren Investmentfonds setzen wir alles daran, dass Sie zuversichtlich in Ihre finanzielle Zukunft blicken können
- Unsere erfahrenen Experten haben die Märkte im Blick und arbeiten täglich daran, mehr aus dem Geld unserer Anlegerinnen und Anleger zu machen. Zuverlässig und vorausschauend – seit mehr als 65 Jahren

Mehr Infos unter www.union-investment.at oder bei einer persönlichen Beratung in Ihrer Bank.

Aus Geld Zukunft machen

Die vorliegende Marketingmitteilung dient ausschließlich der unverbindlichen Information. Die Inhalte stellen weder ein Anbot bzw. eine Einladung zur Stellung eines Anbots zum Kauf/Verkauf von Finanzinstrumenten noch eine Empfehlung zum Kauf/Verkauf oder eine sonstige vermögensbezogene, rechtliche oder steuerliche Beratung dar und dienen überdies nicht als Ersatz für eine umfassende Risikoauflärung bzw. individuelle, fachgerechte Beratung. Union Investment Austria GmbH übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität oder Genauigkeit der Angaben und Inhalte. Veranlagungen in Finanzinstrumente können mit erheblichen Verlusten verbunden sein. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten. Die Verkaufsunterlagen zu den Fonds (Verkaufsprospekte, Anlagebedingungen, aktuelle Jahres- und Halbjahresberichte und Basisinformationsblätter) finden Sie in deutscher Sprache auf www.union-investment.at. Union Investment-Fondssparen umfasst keine Spareinlagen gemäß BWG | Informationen zur Offenlegungsverordnung unter: <https://ui-link.de/offenlegungsverordnung> | Medieninhaber und Hersteller: Union Investment Austria GmbH, Schottenring 16, 1010 Wien, Österreich, E-Mail: info@union-investment.at, www.union-investment.at, Verlags- und Herstellungsort: Wien, **Werbung** | Stand: März 2023

Um passgenaue biobasierte Barrieren zu entwickeln, hat der Verfahrenstechniker und Verpackungsmaterialexperte Samir Kopacic mit seinem Team am Institut für Biobasierte Produkte und Papiertechnik der TU Graz viele Laborstunden investiert. Gemeinsam wurde das Potenzial von rund 20 biologisch abbaubaren, natürlichen und erneubaren Biopolymeren als Alternative zu Plastikbeschichtungen geprüft. „Eine hohe und zufriedenstellende Rezyklierbarkeit oder Abbaubarkeit von umweltfreundlichen Materialien wie Papier oder Karton in einer Verpackung ist von vielen Faktoren abhängig. Es kommt auf die Kombination der verwendeten Materialien, Zusatzstoffe und Verarbeitungsverfahren an. Zudem gibt es geltende und bereits absehbare gesetzliche Regelungen für die Zulassung“, betont Kopacic. Am „Barrier Lab“ arbeiten akademische und industrielle Partner zusammen, unterstützt aus Mitteln der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG). Das Barrier Lab testet z. B. technische Algenextrakte, Chitosan (aus Krabbenschalen), Stärke, Soja- und Milchproteine sowie zelluloseartige Biopolymere aus nachwachsenden Ressourcen auf ihre Funktionalität und Barrierefunktionen.

Für Verpackungsforscher Samir Kopacic sind Biopolymere das Material der Wahl für die Umsetzung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft: „Sie sind per se umweltfreundlich, da sie aus der Natur stammen und ohne ihr zu schaden biologisch abbaubar und rezyklierbar sind – vorausgesetzt, man modifiziert sie nicht zu sehr. Mikroplastik aus herkömmlichen Verpackungen könnte über kurz oder lang wirklich ein ernsthaftes Ernährungsthema werden. Zudem werden wir mit Biopolymeren unabhängiger von Erdöl, weil wir sie in Europa gewinnen und verwenden können.“

Aktuell werden weniger als 10 % der Erdölproduktion für Verpackungen, Plastik, Farben etc. verwendet, aber die anfallenden Abfallmassen sind gut sichtbar.

Der Druck auf Industrie und Verpackungshersteller durch Gesetzgeber, Konsumenten und Konsumentinnen nimmt ständig zu. Die Eignung als Schutzschicht haben alternative Polymere bereits bewiesen, aber sie stehen weiter auf dem Prüfstand. Denn alternative Verpackungen müssen sich nicht nur an den Eigenschaften synthetischer Kunststoffe (PET, PP, PE...) messen lassen, sondern sich auch in bestehende industrielle Verarbeitungsprozesse fügen. Samir Kopacic kommt Produzenten und Verwenderinnen entgegen, indem er das Verfahren zum Aufbringen der alternativen Schutzschicht mitrevolutioniert, also Materialwissenschaft und Prozesstechnologie verbindet: „Wir haben einen Prüfstand im Labor gebaut, der erste im deutschsprachigen Raum. Dort testen wir Spray-on-Beschichtungen. Sie bieten Vorteile, weil Dosierung und Auftrag der meist zähen wasserbasierten Biopolymere kontaktlos erfolgen.“ Was ändert das im Vergleich zu den verbreiteten Polyethylen-Folien oder -Schichten? Sie werden stets in einem getrennten Prozess auf das Verpackungspapier aufgetragen. „Aus technologischer Sicht wäre die neue Sprühbeschichtung ein flexibler und in die Papierproduktion integrierbarer Prozess, der in Kombination bzw. als Ergänzung konventioneller Technologien eingesetzt werden kann.“ So würden die Wege von einem Werk zum anderen eingespart, da an einem Standort integriert Verpackungsmaterial produziert werden könnte. Für Samir Kopacic ist viel Potenzial da, aber es ist noch „work in progress – wir testen, erproben und forschen“.

Durch die Verpackung von Lebensmitteln entstehen große Mengen an Abfall. An Alternativen wird an der TU in Graz geforscht.



Foto: Nini Tschavol

Kneissl-Reisende erleben mehr ...



Norwegen, Insel Senja © Foto Julius

Südengland: Grafschaft Kent

Schöne Herrenhäuser, formschöne Gärten und römische Ausgrabungen

14. - 21.7.2023 Flug ab Wien, Bus, *** und ****Hotels/
tw. HP, Eintritte, RL **€ 2.180,-**

Nord-Schottland - Orkney Inseln

3. - 16.8.2023 Flug ab Wien, Bus, *** u. ****Hotels/meist
HP, Bootsfahrt, Eintritte, RL **€ 3.640,-**

Irland intensiv mit Nordirland

3. - 17.6., 10. - 24.6., 1. - 15.7., 8. - 22.7., 15. - 29.7., 22.7. - 5.8.,
5. - 19.8., 12. - 26.8., 19.8. - 2.9.2023 Flug ab Wien, Bus, meist
****Hotels/meist HP, Eintritte, RL **ab € 3.780,-**

Dänemark RundReise

14. - 21.7.2023 Flug ab Wien, Bus, Fähre, ****Hotels/meist
HP, Eintritte, RL **€ 2.220,-**

Das mittelalterliche Zentrum der Ostsee - Gotland mit Ostschweden

23. - 30.7.2023 Flug ab Wien, Bus, Fähren, ****Hotels/
4x HP, Eintritte, RL **€ 2.250,-**

Skandinavien mit Lofoten u. Nordkap

Der schönste Weg zum Nordkap

8. - 23.6., 15. - 30.6., 30.6. - 15.7., 8. - 23.7., 15. - 30.7.,
22.7. - 6.8., 6. - 21.8.2023 Flug ab Wien, Bus, Schiff,
*** u. ****Hotels/meist HP, Eintritte, RL **€ 3.690,-**

Rund um Island zu Gletschern und Vulkanen

13. - 21.6., 20. - 28.6., 2. - 10.7., 4. - 12.7., 30.7. - 7.8., 13. - 21.8.,
27.8. - 4.9.2023 Flug ab Wien, Bus/Kleinbus, *** und
****Hotels/meist HP, Eintritt, RL **ab € 2.890,-**

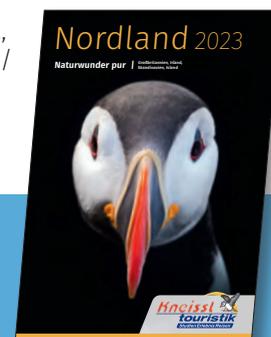
Wandern in Island

30.7. - 14.8.2023 Flug ab Wien, Geländebus/Kleinbus,
Hotels u. Gästehäuser/meist HP, Walbeobachtungsfahrt,
Eintritte, RL **ab € 5.590,-**

Faszination Island mit Snæfellsnes

+ Kjölur-Hochlanddurchquerung u.
Vulkanlandschaft Landmannalaugar

2. - 12.7., 16. - 26.7., 23.7. - 2.8., 30.7. - 9.8.,
13. - 23.8.23 Flug ab Wien, Geländebus/
Kleinbus, *** und ****Hotels/meist HP,
Eintritt, RL **€ 4.390,-**



Wien 1, Opernring 3-5/Eingang Operng., wien@kneissltouristik.at ☎ 01 4080440
St. Pölten, Rathauspl. 15/Ecke Marktg., st.poelten@kneissltouristik.at ☎ 02742 34384
Salzburg, Linzer G. 72a, salzburg@kneissltouristik.at ☎ 0662 877070
Zentrale Lambach, Linzer Str. 4-6, zentrale@kneissltouristik.at ☎ 07245 20700, www.kneissltouristik.at



Lenzing™ veranschaulicht den Weg vom Rohstoff zum Endprodukt Tencel™ in der Darstellung „Vom Wald zum Gewebe“.

Aus Fasern wird Gewebe

Schon länger auf dem Markt sind Textilien aus Holzfasern. Die Materialien Modal™ und Tencel™ werden aus Zellulose statt aus synthetischen Polymeren gefertigt. Sie sind weich, waschbar, atmungsaktiv und hautverträglich. Beim heimischen Hersteller und Weltmarktführer Lenzing™ werden dafür Reststoffe, die beim Durchforsten von Wäldern anfallen, verarbeitet. Doch Karin Stana Kleinschek, Materialforscherin und Leiterin des Instituts für Chemie und Technologie Biobasierter Systeme (IBioSys) an der TU Graz, sieht viele weitere Anwendungen für Polysaccharide. Zu dieser Gruppe von natürlichen Polymeren gehört neben Zellulose beispielsweise auch die im menschlichen Gewebe vorkommende Hyaluronsäure, die viel Wasser bindet und Gelenke schmiert.

Eine Aorta aus dem 3-D-Drucker

Die Universitätsprofessorin und ihr Team, zu dem auch Rupert Kargl gehört, forschen am 3-D-Druck von Geweben, auf denen sich lebende menschliche Zellen besonders wohlfühlen. In einem speziellen 3-D-Drucker werden biobasierte Materialien beim „Tissue Engineering“ in Form gebracht und so etwa mit Zellulose verstärkte, elastische und belastbare Aorten- oder Haut-Imitate gedruckt. Eigenschaften der ultrafeinen Pflanzenfasern wie Biokompatibilität, Wasserrückhaltevermögen und Flexibilität machen sich hier positiv bemerkbar. Getestet werden diese neuen Materialien in Kooperation mit Petra Kotzbeck von COREMED, dem Zentrum für Regenerative Medizin und Präzisionsmedizin bei JOANNEUM RESEARCH.

Mit Zellulose als Polymerwerkstoff wurde übrigens bereits vor den synthetischen Kunststoffen viel gearbeitet. Man denke nur an die Papierproduktion, Naturfasertextilien oder das Filmmaterial Zelluloid (Nitrofilm). Beim Vordringen auf die Nanoebene stellt sich dennoch die Frage, ob wir eigentlich schon genug über das Material selbst wissen. In der Forschung geht es stets darum: Was kann wissenschaftlich gemessen, was kann beobachtet und welche Zusammenhänge können geklärt werden? Die physikalisch-chemische Struktur von Zellulose wurde mittels Röntgenstreuung erstmals vor rund 100 Jahren analysiert. Die Röntgenkristallstruktur der Zellulose allein reicht aber nicht als Erklärung für die Eigenschaften von Fasern in Pflanzen aus, da es auch übermolekulare Ordnungen gibt, die sich noch dazu ständig verändern können. Mittlerweile gibt es viele weitere Messtechniken, die es erlauben, detaillierte Daten zu erhalten und Zusammenhänge zu erkennen. Das hilft, unser Bild von Zellulose in Richtung ihrer vielfältigen Funktionen zu erweitern und besser zu verstehen: von einer rein reduktionistischen zu einer eher interdisziplinären Sicht auf Biomaterialien. Wie in der Zellulose selbst kommt es auch in der Polymerforschung auf Vernetzung an. Im September 2023 wird die TU Graz zum Interaktionshotspot, wenn sie die „8th EPNOE International Polysaccharides Conference“ mit rund 450 internationalen Teilnehmenden organisiert, unterstützt durch die Universitäten Wien, Innsbruck und Graz sowie durch die Universität für Bodenkultur.

IMPRESSUM SCHAUPLATZ ÖSTERREICH

VERLAG Gruner + Jahr VerlagsgesmbH,
1020 Wien, Walcherstr. 11/7, OG/Top 71, Tel. 01/512 56 47-0

REDAKTION Nini Tschavoll,
redaktion@madamewien.at, Rotenmühlg. 61, 1120 Wien

ANZEIGEN Michaela Fischer-Backhausen,
Tel. 01/512 56 47-26, michaela.fischerbackhausen@rtl.com

ABO-BESTELLUNG
GEO-Kundenservice, Tel. +49 40/55 55 89 90
Teilen der Auflage liegen Beilagen
von Giesswein Walkwaren AG bei.

Foto: Lenzing™