

DÜNNE FASERN – GROSSE WIRKUNG: MIT ELEKTROSPINNING ZU NEUEN PRODUKTEN

Verkleinert man den Durchmesser von Fasern bis in den Nanobereich, so verändert man ihre Eigenschaften. Die offensichtlichste ist die Vergrößerung der Faseroberfläche, die sich zur Steuerung von Vorgängen an Oberflächen nutzen lässt – von der Benetzbarkeit über die kontrollierte Abgabe und Aufnahme von Geruchsstoffen oder Medikamenten bis hin zu katalytisch aktiven Oberflächen, die unser Raumklima steuern können.



Nanofasern kann man relativ einfach zu vliesartigen Membranen mit besonders kleinen Poren verarbeiten (Abb. 1). Diese können nicht nur für die Filtration eingesetzt werden, sondern sie weisen auch besonders gute thermische und akustische Eigenschaften auf. Ausserdem erhält man Zugang zu Nanostruktureffekten wie dem Lotuseffekt, der zu selbstreinigenden Oberflächen führt.

Herstellen lassen sich die Nanofasern mit einem Durchmesser von 10 bis 1000 nm aus vielen im Textilbereich bekannten Fasermaterialien wie Seide, Nylon, Viskose oder Polyester mittels Elektrospinning. Die Grundlagen des Elektrospinnings wurden bereits im 16. Jahrhundert gelegt und in den 1930er-Jahren gab es intensive Bestrebungen um den Chemiker Anton Formhals, mittels elektrostatischer Felder dünne Fasern herzustellen. Doch erst die Entwicklungen von Prof. Reneker in den frühen 90er-Jahren verhalfen dem Elektrospinning zum technologischen Durchbruch: Dabei wird das Fasermaterial in einem Lösemittel gelöst und in eine Düse injiziert, an die man ein elektrisches Feld anlegt. Durch elektrostatische Abstossung erzeugt man aus der Polymerlösung einen Jet, der sich stark streckt, während das Lösemittel verdampft. Als Resultat erhält man eine endlose Faser, die bis zu 1000 mal dünner ist als menschliches Haar. Üblicherweise nimmt man die Fasern nicht als einzelnen Faden aus, sondern produziert aus ihnen vliesartige Membranen, die sich vielfältig nutzen lassen.

Technische Produkte aus Nanofasern

Besonders interessant ist die Kombination von konventionellen textilen Geweben oder Mikrovliesen mit einer dünnen Schicht aus Nanofasern – denn durch die Nanofaserschicht



CHRISTIAN ADLHART

Dr.

ZHAW Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften
CH-8820 Wädenswil

christian.adlhart@zhaw.ch

lässt sich das Anwendungsspektrum der textilen Produkte massiv erweitern. Zum Beispiel zeigen kombinierte Vliese aus Nano- und Mikrofasern aufgrund der grossen spezifischen Oberfläche hervorragende Schalldämmeigenschaften. Produkte für den Flugzeug- und Automobilbau stehen kurz vor der Marktreife und Dank der Entwicklung des grossflächigen Spinnverfahrens durch die tschechische Firma Elmarco können diese inzwischen zu konkurrenzfähigen Preisen produziert werden. Möchte man den Luftdurchlass oder das Benetzungsverhalten von konventionellen Geweben steuern, so reicht bereits eine sehr dünne Schicht von wenigen Nanofaserlagen. Indem wir den Lotuseffekt nanostrukturierter Oberflächen ausnutzten, konnten wir die Benetzbarkeit gezielt zwischen hydrophob und superhydrophob einstellen. Diese Nanofaserbeschichtungen mit Kontaktwinkeln bis zu 155° sind selbstreinigend und können ohne Zusatz von fluor- oder silikonhaltigen Chemikalien hergestellt werden. Alternativ kann man auch freistehende Membranen aus Nanofasern produzieren und in Out-

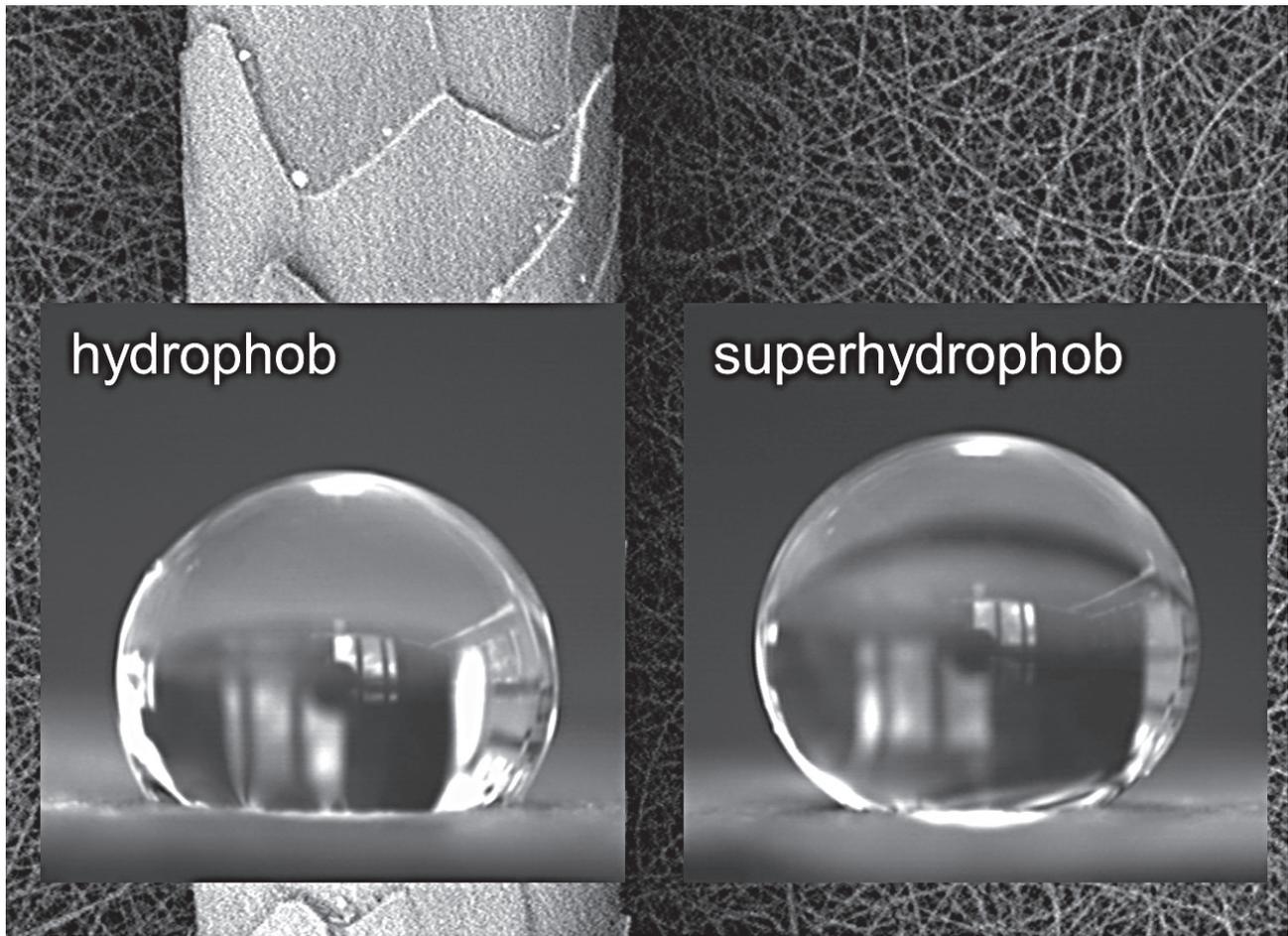


Abb. 1: Nanofasern sind bis zu 1000-mal dünner als Haare. Mit ihnen lässt sich die Benetzbarkeit zwischen hydrophob und superhydrophob ohne Fluor oder Silikon Beschichtung steuern.

door-Bekleidung einsetzen. Über die Wahl des Membranmaterials, den Faserdurchmesser und die Dicke der Membran lassen sich Atmungsaktivität und Luftdurchlass variieren, um so die gewünschte Funktionalität und bei optimiertem Tragekomfort zu erreichen. Eine technische Herausforderung bleibt die stabile Kombination von Nanofasermembranen mit konventionellen Geweben zu einem mehrschichtigen Laminat. Damit beschäftigt sich unter anderem die Gruppe um René Rossi und Giuseppino Fortunato an der EMPA in St. Gallen. Freistehende Membranen finden auch Anwendung als Filtrationsmaterial. So bietet die neuseeländische Firma Revolution Fibreseffiziente biologisch abbaubare Luftfilter an, die die grosse spezifische Oberfläche von Nanofasern zur Adsorption von Partikeln ausnutzen.

Das Potential von smarten Fasern

Es gibt grosse Bestrebungen, in die Nanofasern zusätzliche Funktionen einzubauen. Aufgrund ihrer grossen Oberfläche sind sie ideale Trägersysteme für die kontrollierte Abgabe oder Aufnahme von Wirk- und Geruchsstoffen (Abb.2).

Arsenal Medicals aus den USA hat dafür ein effizientes Verfahren zur Produktion koaxialer Nanofasern entwickelt, deren Hülle aus einem biologisch abbaubaren Polymer wie Polycaprolacton, PCL, besteht, während sich der Wirkstoff im Kern der Faser befindet und kontrolliert abgegeben werden kann. Mit Fasern, welche auf äussere Reize wie Temperatur- oder pH-Veränderung reagieren und die Medikamente lokal abgeben können, beschäftigt man sich auch an der EMPA in St. Gallen. Um grosstechnisch Wirkstoffe zur kontrollierten Abgabe in Fasern einzubauen, setzt man dort unter anderem das Emulsions-Elektrospinning Verfahren ein. Das Risiko für den medizinischen Einsatz solcher Nanoprodukte wird übrigens durch die Nanostrukturierung nicht vergrössert, sondern es beschränkt sich auf die Eigenschaften der eingesetzten Wirkstoffe und Polymere. So ist es auch möglich an die orale Aufnahme von Nanofasern zu denken. Kanadische Forscher haben kürzlich ein Produkt vorgestellt, bei dem Folsäure in eine Polymerfaser eingebettet ist, die unter den sauren Bedingungen des Magens stabil ist, sich aber im Darmtrakt auflöst und dort die Folsäure frei-

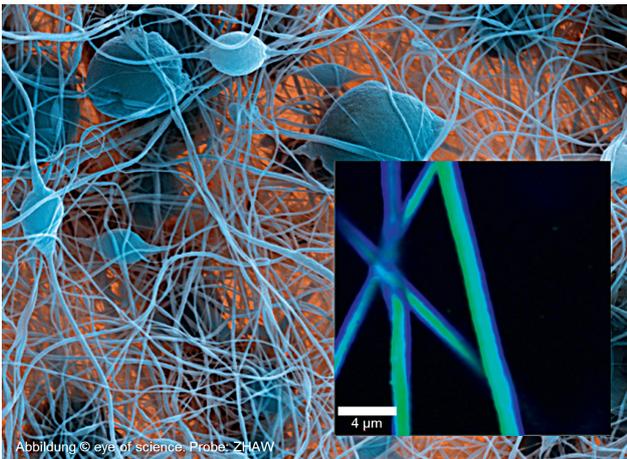


Abb. 2: Hybride Nanofasern zur kontrollierten Abgabe von Wirkstoffen. Diese können in Beads eingelagert werden oder in den Kern von koaxialen Fasern eingebracht werden.

setzt. In eigenen Arbeiten an der ZHAW ist es uns gelungen, antimikrobielle Substanzen aus Senfkörnern so zu stabilisieren, dass wir sie in Nanofasern einbauen und ihrer Freisetzung über die relative Luftfeuchtigkeit steuern können. Da alle eingesetzten Stoffe für Anwendungen in Lebensmit-

teln zugelassen sind, wollen wir sie als intelligente Verpackung zum Schutz von Lebensmitteln einsetzen.

Grosses Anwendungspotential gibt es auch im Bereich von Spitaltextilien, sei es als antimikrobielle Oberflächen oder im direkten Kontakt mit Wunden, wo kürzlich Nanofasern aus abbaubaren PCL erfolgreich getestet wurden. Die neueste Forschung beschäftigt sich mit der Stabilisierung und kontrollierten Freisetzung von Bakteriophagen in Nanofasern. Bakteriophagen sind eine interessante Klasse von Viren, die spezifisch gegen individuelle Bakterien wie Salmonellen aktiv sind, während sie für andere Organismen harmlos sind. In Zukunft könnten sie unter anderem gegen multiresistente Bakterien eingesetzt werden.

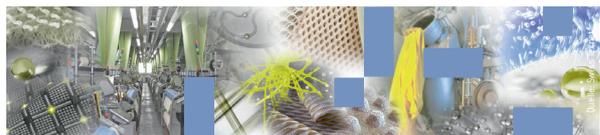
Zusammenfassend kann das Anwendungsspektrum konventioneller Gewebe oder Vliese durch den Einsatz von Nanofasern massiv verbreitert werden, von der Akustik, über Benetzbarkeit, Luftdurchlass und thermische Eigenschaften bis zur Filtrationswirkung. Für medizinische Anwendungen werden laufend neue Fasermaterialien entwickelt, die auf Umwelteigenschaften reagieren können und Wirkstoffe gezielt freisetzen sollen. ■



HÜLLE UND ZIER Mittelalterliche
Textilien im Reliquienkult 27. 4 – 9. 11. 2014
täglich 14.00 – 17.30 Uhr, Führungen jeweils
um 14.30 Uhr, siehe www.abegg-stiftung.ch
ABEGG-STIFTUNG 3132 Riggisberg
Telefon 031 808 12 01



Swiss Texnet



INNOVATION DAY 2014
Textil als Basis neuer Wertschöpfungsmöglichkeiten

Donnerstag, 21. August 2014
12.00 bis 18.30 Uhr

Empa-Akademie
Zentrum für Wissenstransfer
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Förderagentur für Innovation KTI

Textiles Innovationsnetzwerk der Schweiz