

■ Planschen ohne Reue

Atmungsaktiv und wasserdicht – das geht nicht nur mit technischen Membranen, sondern auch mit Superabsorbent. Das von Windeln bekannte Polymermaterial ist auch bei Schuhen nützlich.

Pfützen sind klasse – finden zehn von zehn Kindern. Mit Gummistiefeln und Regenhose ausgerüstet, steht dem vergnüglichen Planschen höchstens die Toleranzgrenze der Eltern im Weg. Doch nicht immer trägt das Kind Gummistiefel, wenn es auf eine wunderbare Pfütze trifft. Zudem halten Gummistiefel zwar das Wasser der Pfützen draußen, aber auch die Feuchtigkeit schwitzender Füße drinnen im Schuh. Immerhin hat der Mensch an Handinnenflächen und Fußsohlen die höchste Dichte an Schweißsporen – 500 pro Quadratzentimeter; die Füße produzieren täglich rund 60 Milliliter Schweiß. Während ein Schuh also vor eindringendem Wasser schützen soll, sollte er gleichzeitig die Feuchtigkeit aus dem Schuh ableiten. Um diese beiden widersprüchlichen Anforderungen zu erfüllen, verwenden Schuhhersteller unter anderem atmungsaktive Membranen, wie sie auch bei Funktionsjacken zu finden sind.^{+) Doch es gibt einen weiteren Ansatz, der einen Schuh gleichzeitig atmungsaktiv und wasserdicht machen kann: Superabsorber.}

Superabsorber sind Polymere aus Acrylsäure und einem ihrer Salze, häufig einem Natriumacrylat. In einer Polymerisationsreaktion entstehen aus diesen chemischen Bausteinen lange Makromoleküle, die untereinander vernetzen: Über



Fotolia / Petro Feketa

Gummistiefel sind wasserdicht, aber nicht atmungsaktiv. Andere Stiefel sind atmungsaktiv, aber oft nur eingeschränkt

wasserdicht. Mit Hilfe von Superabsorbent lassen sich beide Eigenschaften in einem Schuh vereinen.

chemische Brückenbindungen bilden die Molekülketten ein zusammenhängendes, dreidimensionales Geflecht. Es entsteht eine gelartige Substanz, die getrocknet und zerkleinert wird, bis sie als feinkörniges Pulver vorliegt. Die Oberfläche dieser Körner ist mikroskopisch betrachtet hochporös. Kommen sie mit Wasser in Berührung, werden Wassermoleküle aufgrund des Kapillareffekts in die Hohlräume gezogen. Durch das eindringende Wasser lösen sich die positiv geladenen Natriumionen vom Polymer und bilden eine Hydrathülle um diese (Abb. 1). Wo das geschieht, bleiben negativ geladene

Carboxylat-Gruppen am Polymer zurück, die sich gegenseitig abstoßen. Das Molekülknäuel dehnt sich dadurch aus und kann noch mehr Wassermoleküle aufnehmen. Treibende Kraft ist der osmotische Druck, der durch das Gefälle in der Ionenkonzentration zwischen Partikeln und Wasser entsteht. So lagert das Polymerknäuel über Wasserstoffbrückenbindungen immer mehr Wassermoleküle ein, bis die Aufweitung der langkettigen Moleküle aufgrund vorhandener Vernetzungsstellen zum Stillstand kommt. Dadurch quillt der Superabsorber auf sein maximales Volumen auf – wie stark hängt von den unterschiedlichen Ionenkonzentrationen ab. Bei deionisiertem Wasser kann ein Superabsorber das Tausendfache seines Eigengewichts aufnehmen, bei Salzlösungen entsprechend weniger. Das Polymernetzwerk nimmt so lange Flüssigkeit auf, bis seine Rückstellkraft so groß wie die Kraft durch den osmotischen Druck wird.

Das bekannteste Beispiel für Superabsorber dürften Windeln sein.^{++) In Schuhen erfüllen sie allerdings eine andere Funktion: Sie sollen bei Trockenheit so atmungsaktiv wie ein Baumwollstoff sein;}

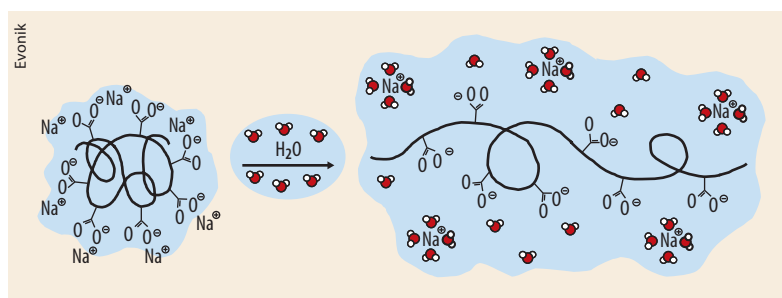


Abb. 1 Ein Superabsorber besteht aus langen, vernetzten Makromolekülen. Hier bilden Natriumionen (Na^+) und negativ geladene Carboxylat-Ionen (COO^-) die Endgruppen. Wasser diffundiert in das hochporöse Polymernetzwerk. Die

Na^+ -Ionen werden hydratisiert, und am Polymer bleiben COO^- -Gruppen zurück, die nicht mehr voneinander abgeschirmt werden und sich abstoßen: Das Polymernetzwerk expandiert. Der Vorgang ist reversibel.

^{+) Physik Journal, Januar 2006, S. 42}

^{++) Physik Journal, März 2003, S. 60}



Abb. 2 Textile Flächenware (oben), in welche die Superabsorber eingearbeitet sind, ist der zentrale Bestandteil der Elemente, die in Schuhsohlen der Belüftung dienen (unten).

eindringende Feuchtigkeit soll sie jedoch abhalten – und bei trockener Witterung wieder atmungsaktiv werden. Technisch lässt sich der Superabsorber auf unterschiedliche Weise umsetzen. In Schuhen ist er Teil eines Vliesstoffs. Dazu bringen die Hersteller Acrylsäure und Natriumacrylat direkt auf die Fasern dieses Stoffs auf und polymerisieren diese anschließend. Die Molekülknäuel der Superabsorber sind dadurch an die Fasern gebunden. Ein Quadratmeter eines solchen nur wenige Millimeter dicken Vliesstoffs kann im trockenen Zustand bis zu 26 Liter Wasser aufnehmen. Diese Superabsorberschicht kommt zum Beispiel in ein Element, das aus zwei dünnen Kunststoffgewebeschichten besteht und luftdurchlässig ist (Abb. 2). Die dreilagige Struktur ist schließlich Teil der Schuhsohle.

Windel im Schuh

Solange kein Wasser da ist, ist der Superabsorber atmungsaktiv. Dringt aber Wasser in den Schuh ein, quillt der Superabsorber wie in einer Windel auf. Da das umgebende Gehäuse die Ausdehnung nach oben und unten begrenzt, bleibt dafür nur das Volumen innerhalb der wenige Millimeter dicken Schicht. Die Partikel füllen dadurch beim Aufquellen fast schlagartig sämtliche Hohlräume aus und verschließen den Vliesstoff so dicht, dass kein Wasser mehr eindringen kann. Die Feuchte des

Fußes reicht dagegen nicht für das Aufquellen der Superabsorberteilchen aus. Geht das Kind nach der Pfütze wieder eine Weile über trockenes Gelände, läuft der umgekehrte Vorgang ab: Das im Superabsorber gespeicherte Wasser diffundiert aufgrund des Feuchtigkeitsgradienten durch die Sohle, und die Partikel nehmen nach und nach wieder ihr ursprüngliches – „trockenes“ – Volumen an. Da hierbei die Diffusion der bestimmende Vorgang ist, dauert der Übergang von „wasserdicht“ zu „atmungsaktiv“ nicht Sekunden, sondern Minuten.

Superabsorber in Schuhen sind noch eine sehr junge Technologie. Derzeit gibt es Praxistests, die vor allem auf Schuhe im Sport-, Outdoor- und Sicherheitsbereich abzielen. Darüber hinaus finden Superabsorber bei Druckausgleichselementen Anwendung. Diese sorgen dafür, dass in technischen Schutzgehäusen durch sinkende Umgebungstemperaturen kein Unterdruck entsteht, durch den Feuchtigkeit oder Schmutzpartikel ins Innere gelangen können. Gleichzeitig müssen die Gehäuse so gut belüftet sein, dass sich kein Kondenswasser bildet. Beides würde der empfindlichen Elektronik im Innern schaden. Relevant ist dies bei Systemen im Freien: etwa bei Beleuchtungen, Solaranlagen, Fahrzeugen oder Telekommunikationsanlagen. Im Vergleich zu üblichen Druckausgleichselementen mit einer Membrantechnologie weisen die Superabsorber-Elemente einen um zwei bis drei Größenordnungen größeren Luftdurchsatz bei Normal- und Unterdruck auf. Zudem liegt der Wassereintrittspunkt beim sechsfachen Wasserdruck verglichen mit der Membrantechnologie. So profitieren Elektronik und Kinderfüße gleichermaßen von Superabsorberrn.

Ich danke Christian Wiedemann von der IQTEX GmbH, Hamburg, für hilfreiche Erläuterungen.

Michael Vogel

Neugierig?

Jetzt auch als E-Books unter:
www.wiley-vch.de/ebooks

GERD GANTEFÖR

Alles NANO oder was? Nanotechnologie für Neugierige

ISBN: 978-3-527-32961-8

September 2013 220 S. mit 176 Abb.

Gebunden € 24,90



Alles NANO, oder was? Das fragen sich immer mehr Menschen. Die Computer werden intelligenter, die Handys kleiner. Die Nanotechnologie bietet schon heute beachtliche Anwendungen. Noch mehr allerdings faszinieren die Möglichkeiten, die in der Zukunft liegen, zum Beispiel in der Medizin. Können spezielle Nanopartikel tatsächlich bald gezielt Krebszellen attackieren?

Zeit für eine Bestandsaufnahme: Was ist Nanotechnologie? Wo kommt sie bereits zum Einsatz? Was kann sie in Zukunft leisten? Und welche Gefahren sind mit ihr verbunden? All diese Fragen beantwortet Gerd Ganteför, Professor für Physik, in diesem Buch.

www.wiley-vch.de/sachbuch

Wiley-VCH • Tel. +49 (0) 62 01-606-400

Fax +49 (0) 62 01-606-184

E-Mail: service@wiley-vch.de

WILEY-VCH

Irrtum und Preisänderungen vorbehalten. Stand der Daten: August 2013.