

Die Molekularbiologen Alon Gorodetsky und Erica Leung zeigen ein Gewebe, das Wärme durchlässt, wenn man es dehnt.

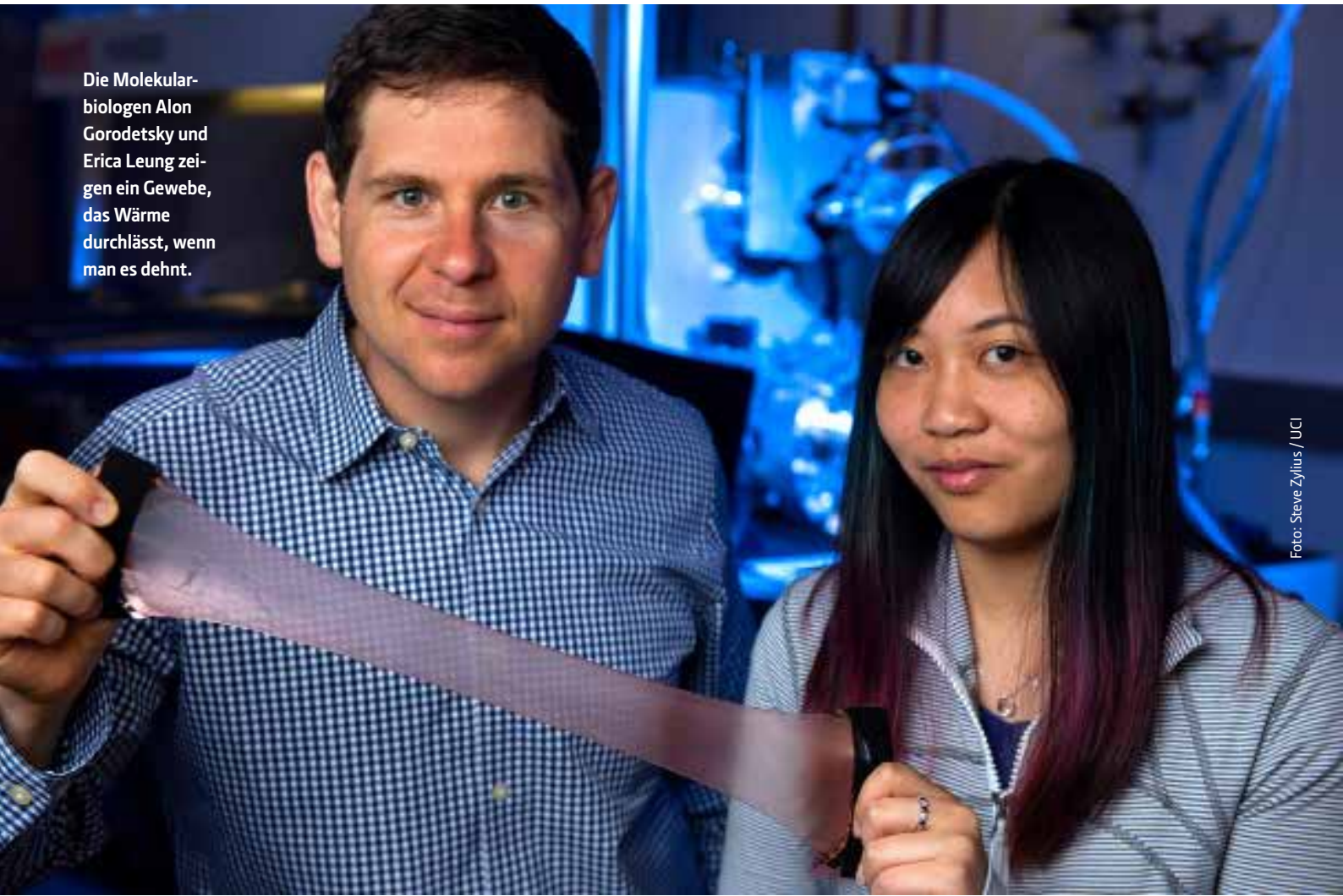


Foto: Steve Zylius / UCI

Kleider mit **Klimaanlage**

Kleidung soll in der Regel schön warm und trocken halten. Manchmal aber kann sie einen auch gehörig ins Schwitzen bringen – weshalb diverse Forschungsteams an **neuen Hightech-Textilien** tüfteln, die zugleich wärmen und kühlen sollen.

VON FRANK GROTELÜSCHEN

Gleich fährt der Zug, und um ihn zu erwischen, gilt es die Beine in die Hand zu nehmen. Dann, die Bahn ist knapp geschafft, walt Hitze durch den Körper. Kurz darauf folgt das große Frösteln: Der Waggon ist voll klimatisiert, der Schweiß auf der Haut wird kalt und kälter.

Solcherlei Unannehmlichkeiten könnten bald passé sein: Diverse Forschungsteams tüfteln an Textilien, die bei Hitze kühlen und bei Kälte wärmen – Kleidung mit integrierter Klimaanlage.

Schon länger gibt es Kunstfasern zu kaufen, die mit Kapseln aus Paraffinen ausgestattet sind. „Wenn Sie schwitzen, wird Wärmeenergie im Paraffin gespeichert“, erklärt Christoph Löning von der Smartpolymer GmbH in Rudolstadt, einer Ausgründung des Thüringischen Instituts für Textil- und Kunststoff-Forschung (TITK). „Durch das Einspeichern wird das Paraffin zähflüssig und kühlt dabei seine Umgebung.“ Sinkt später die Hauttemperatur, verhärtet sich das Paraffin wieder, setzt die

gespeicherte Energie frei und spendet dadurch Wärme. Der Wärmeübergang liegt bei etwa 30 Grad.

Bisher waren die Effekte allerdings eher klein, weil sich nicht genug Paraffin in den Stoff einbringen ließ. Ein patentiertes Verfahren des TITK macht dies seit einiger Zeit möglich: „Wir kommen ohne Kapseln aus und bauen das Paraffin auf molekularer Ebene in eine Zellulosefaser ein“, sagt Löning.

Dabei stoßen sich Zellulose und Paraffin eigentlich ab, weshalb die Fachleute eine Art Klebstoff finden mussten, der beide zusammenbringt. Dazu wird die Zellulose aufgelöst und zusammen mit Paraffin und natürlichem Bindemittel zu einer honigartigen Masse verarbeitet. Diese lässt sich dann durch feine Düsen zu einer Kunstfaser namens Lyocell spinnen. „In dieser Lyocell-Faser sind dann viele kleine Paraffin-Depots integriert“, erläutert Löning. „Dadurch lassen sich bis zu 30 Prozent Paraffin ins Textil bringen – rund zehnmal mehr als bei der herkömmlichen Kapseltechnik.“

2015 kam die Faser namens „Cell Solution Clima“ auf den Markt und findet sich seitdem in Sportjacken und Bettdecken. Dort kann sie im Vergleich zu herkömmlichen Stoffen bis zu 90 Minuten lang um zwei Grad wärmen oder kühlen. Pro Textilie, schätzt Löning, sind ein bis zwei Euro Mehrkosten fällig.

Noch effektiver könnte ein Nanotech-Gewebe sein, das YuHuang Wang und seine Leute von der University of Maryland patentiert haben (DOI: 10.1126/science.aau1217). Sie setzen an der Wärme an, die der menschliche Körper abstrahlt. Im Schnitt sind das rund 100 Watt, etwa 60 Prozent davon in Form von Infrarotstrahlung. Lässt ein Stoff diese Strahlung passieren, kühlt er den Körper – und umgekehrt.

Wang und sein Team haben dazu Zellulose- und Triacetatfasern mit Kohlenstoff-Nanoröhrchen umhüllt und damit ein Material kreiert, das beides beherrscht. „Unsere Faser ist eine Art Schalter, der Wärme durchlässt oder zurückhält“, erläutert Wang. Ist dem Träger warm, beginnt er zu schwitzen. Durch die Feuchtigkeit zieht sich das Garn zusammen, und es bilden sich Poren im Stoff, durch die Schweiß und Körperwärme nach außen treten können. Deutlich verstärkt wird der Effekt durch die Nanoröhrchen: Mit dem Zusammenziehen des Garns rücken auch sie näher zusammen. Dadurch ändert sich ihr Absorptionsverhalten gegenüber der Infrarotstrahlung des Körpers. „Im kühlenden Zustand lässt sie bis zu 40 Prozent mehr Wärme passieren als im Normalzustand“, sagt Wang. Trocknet das Gewebe wieder, weitet sich das Garn, die Nanoröhrchen streben auseinander und reflektieren Wärme nach innen – Nanotech zum Kuschneln. Die Herausforderung ist jetzt eine günstige großtechnische Herstellung. Im Labor lassen sich bislang nur kleine Chargen produzieren.

Ebenfalls auf kühlende Lücken setzt die Nachwuchs-

Stoff mit Nano-Poren, die Körperwärme entweichen lassen, im Vergleich zu normalem Stoff (rechts).

forscherin Lili Cai von der University of Illinois (doi.org/10.1038/s41893-018-0023-2). Ihre Textilien basieren auf dem Kunststoff Polyethylen, in den sie 50 Nanometer bis einen Mikrometer große Poren einbringt, die die vom Körper abgestrahlte Infrarotstrahlung passieren lassen. Cais Membran kann die Haut an heißen Tagen immerhin um bis zu zwei Grad kühlen (siehe Bild unten). Und sogar eine Lösung für ein wenig Farbe in der Kühl-Klamotte hat sie gefunden (doi.org/10.1016/j.joule.2019.03.015): Sie arbeitet Nanoteilchen in die Fasern ein, die zwar sichtbares Licht absorbieren und den Stoff dadurch färben, aber keine Infrarotstrahlung absorbieren und den Kühleffekt der Poren nicht weiter stören. Nun will sich Cai ihrem nächsten Ziel nähern: ein Textil, das nicht nur kühlt, sondern auch bei Kälte schön warmhält.

Einen steuerbaren Wärmeeffekt hat sich ein Team der University of California in Irvine von Meereslebewesen abgeschaut – Tintenfischen, die zu Tarnzwecken blitzschnell ihr Aussehen ändern können, indem sie bestimmte Pigmentzellen in der Haut von winzigen Punkten flugs zu abgeflachten Scheiben umwandeln. Inspiriert davon, haben sie eine Folie entwickelt, die aus zwei Schichten besteht (doi.org/10.1038/s41467-019-09589-w): einem gummiartigen Polymer sowie winzigen Kupferinseln. „Ist dieses Material entspannt, sitzen die Kupferinseln dicht zusammen und bilden einen nahezu perfekten Spiegel, der die Körperwärme zurückhält“, erläutert Projektleiter Alon Gorodetsky. „Dehnt man die Folie, bewegen sich die Kupferinseln auseinander und können Wärme durchscheinen lassen.“

Die Forschenden denken als erste Anwendung an Rettungsdecken, die ja bereits heute aus metallisierten Folien bestehen. Mit dem Patent aus Irvine ließe sich künftig durch simples Dehnen des Materials regulieren, wie viel Wärme eingeschlossen oder freigesetzt wird – prinzipiell machbar wäre ein Temperaturunterschied von sieben Grad.

Ihre Vision geht jedoch weiter: Sportler, die sich nach einem Marathonlauf in eine Decke einhüllen, geben auf einem integrierten Display eine Wunschtemperatur ein, die dann per Spezialmechanismus im Material eingestellt wird. Wie sie eine solche Decke oder gar dehnbare Kleidung genau konstruieren, wollten die Forscher nicht verraten, nur so viel erzählt Gorodetsky: „Wir konnten unsere Folie wiederholt mehr als tausendmal dehnen, ohne dass ihre Eigenschaften schlechter geworden sind, und wir arbeiten bereits an solchen Steuerungstechniken.“

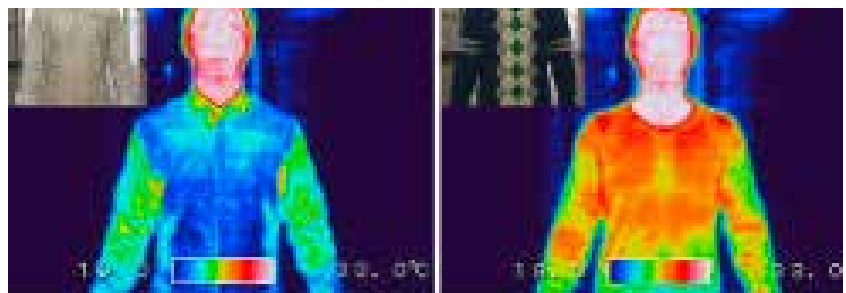


Foto: Lili Cai/Cal Research Group