

Textilien der nächsten Generation: Smarte Materialien erzeugen Strom und unterstützen durch Kühlung bei der Temperaturregulierung

Forschende des Leibniz-Instituts für Photonische Technologien aus Jena entwickeln eine auf Textilien basierende autarke Energieversorgung. In Zukunft sollen sich mobile und nah am Körper getragene elektronische Geräte noch einfacher mit Energie versorgen lassen, selbst dann, wenn keine externe Stromversorgung zur Verfügung steht. Smarte Textilien nutzen hierzu die abgegebene menschliche Körperwärme und wandeln diese in Strom um. Ihre zudem kühlenden Eigenschaften machen die neuartigen Materialien für sicherheitsrelevante Anwendungen interessant und sorgen gleichzeitig für erhöhten Tragekomfort und gesteigertes Wohlbefinden.

Am Körper getragene miniaturisierte elektronische Geräte, sogenannte Wearables, überprüfen Vitalfunktionen, zählen Schritte oder informieren über Verkehr und Wetter. Um diese technischen Begleiter kontinuierlich mit Strom zu versorgen, haben Forschende des Leibniz-Instituts für Photonische Technologien (Leibniz-IPHT) gemeinsam mit einem Team der ITP GmbH aus Weimar und dem Textilhersteller E. CIMA aus Spanien ein Material entwickelt, welches unabhängig von externen Stromquellen die benötigte Energie liefert: Moderne, intelligente Textilien wandeln Körperwärme unter Nutzung thermoelektrischer Effekte in Strom um, der in einem Akku gespeichert werden kann.

Stromversorgung wird unabhängig

„Unsere Vision ist es, textile Materialien für die Energieerzeugung zu nutzen. Flexibel, bedarfsgerecht und umweltfreundlich können diese smarten Gewebe mobile Geräte der Unterhaltungselektronik oder für Gesundheitsanwendungen autark mit Energie versorgen. Smartwatches oder Fitnessarmbänder werden direkt am Körper getragen und lassen sich auf diese Weise jederzeit mit Strom versorgen. Vitalparameter können damit beispielsweise kontinuierlich gemessen und überwacht werden“, erläutert Dr. Jonathan Plentz, Arbeitsgruppenleiter für Photonische Dünnschichtsysteme am Leibniz-IPHT.

Mensch im Fokus für die Energiegewinnung

Für die Energieerzeugung nutzen die Jenaer Forscherinnen und Forscher thermoelektrische Generatoren, welche die körpereigene Wärme in elektrische Energie umwandeln (Seebeck-Effekt). Dafür werden auf textilen Geweben Dünnschichtbeschichtungen in Form von aluminiumdotiertem Zinkoxid (Al:ZnO) als thermoelektrische Funktionsschicht aufgebracht. Durch Temperaturunterschiede zwischen der Hautoberfläche des Nutzers und der Umgebungstemperatur oder mittels Industrieabwärme konnten die Forschenden thermoelektrische Effekte mit Leistungen von bis zu 0,2 μ W messen. Der erzeugte Strom ließe sich in einem Akku speichern, der den Energiebedarf von elektronischen Geräten für Gesundheit oder Sport deckt. „Damit wird die Energieversorgung von Geräten autark“, so Dr. Gabriele Schmid, Projektleiterin am Leibniz-IPHT.

Thermoelektrische Kühlung für mehr Sicherheit und Wohlbefinden

Die smarten Textilien können weitaus mehr: Der thermoelektrische Effekt kann auch für die Kühlung mittels elektrischer Energie genutzt und so für Kühlanwendungen und zur Temperaturregulierung eingesetzt werden (Peltier-Effekt). Ein mögliches Anwendungsgebiet sieht Plentz zum Beispiel in der Stahlindustrie: „An Hochöfen sind Arbeiterinnen und Arbeiter großer Wärmeentwicklung ausgesetzt. Schon nach kurzer Zeit steigt die Körpertemperatur durch die umgebende Hitze deutlich. Intelligentes Kühlgewebe integriert in Schutzkleidung kann helfen, die Körpertemperatur besser zu regulieren. Zudem zeichnen sich die textilen Materialien insbesondere durch ihre Luftdurchlässigkeit, Leichtigkeit und Flexibilität aus, was sich nicht nur positiv auf das Thermomanagement auswirkt, sondern zusätzlichen Komfort in herausfordernden Arbeitsumgebungen bietet.“

Bei Versuchen konnte durch Peltier-Kühlung ein Temperaturunterschied von bis zu 12 °C nachgewiesen werden, was für textile thermoelektrische Elemente einmalig ist. Perspektivisch ließen sich damit nicht nur prozesskritische Bereiche in der Industrie temperieren, sondern Einsatzkräfte von Polizei und Feuerwehr wären mit den smarten Textilien mit ihren kühlenden Eigenschaften noch besser geschützt. Eine aktive Regulierung der Körpertemperatur mit hohem textilen Tragekomfort ist auch im Bereich Well-Being und im medizinischen Umfeld (zum Beispiel zur Fiebersenkung) sehr wichtig. Die Kühlung von Transportgütern mittels funktionalisierter Textilien eröffnet weitere Anwendungsfelder.

Die Projekte wurden im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWi) gefördert.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

G. Schmidl et al.: **3D spacer fabrics for thermoelectric textile cooling and energy generation based on aluminum doped zinc oxide.** *Smart Materials and Structures* 29, (2020) 125003, <https://doi.org/10.1088/1361-665X/abbdb5>

G. Schmidl et al.: **Aluminum-doped zinc oxide-coated 3D spacer fabrics with electroless plated copper contacts for textile thermoelectric generators.** *Materials Today Energy* 21 (2021) 100811, <https://doi.org/10.1016/j.mtener.2021.100811>