



## (Ab)Wärme in elektrische Energie umwandeln

Die Schweiz nimmt in der Forschung über thermoelektrische Materialien eine Spitzenposition ein. Das Interesse an diesen Materialien, die Wärme in elektrische Energie umzuwandeln, ist sehr gross. Aufgrund der noch geringen Effizienz gibt es aber bisher erst wenige Anwendungen.

So wie bei der Photovoltaik Sonnenlicht in elektrische Energie umgewandelt wird, entsteht durch den thermoelektrischen Effekt aus Wärme Strom oder aus Elektrizität Wärme. Der deutsche Physiker Thomas Johann Seebeck entdeckte 1821 den ersten thermoelektrischen Effekt. Er stellte fest, dass eine Metallnadel, die von einer Leiterschleife aus zwei unterschiedlichen Materialien umgeben ist, abgelenkt wird, wenn die beiden Verbindungsstellen dieser Materialien verschiedenen Temperaturen ausgesetzt sind.

Der zweite thermoelektrische Effekt wurde einige Jahre später vom französischen Physiker Jean Peltier beschrieben. Im Jahr 1834 beobachtete er einen Temperaturgradienten (Temperaturunterschied) zwischen den Kontaktstellen von zwei miteinander verbundenen leitenden Materialien, durch die elektrischer Strom floss. 1851 wies der englische Physiker William Thomson nach, dass die beiden Effekte zusammenhängen und dasselbe Phänomen – den thermoelektrischen Effekt – auf zwei unterschiedliche Arten zum Ausdruck bringen. Wird ein Temperaturgradient auf ein leitendes Material angewendet, tritt eine elektrische Spannung auf. Diese entsteht dadurch, dass Elektronen vom Material am

heissen Ende, wo sie eine höhere Bewegungsenergie besitzen, zum kalten Ende fließen.

### In Raumsonden

An der Erzeugung von elektrischer Energie aus Wärme – lärm- und emissionsfrei und ohne Abnutzung – besteht ein riesiges Interesse. Dennoch gibt es erst wenige Anwendungen und diese sind hauptsächlich in Nischenbereichen zu finden. So beispielsweise in der Weltraumforschung: die 1977 gestarteten Sonden Voyager 1 und 2 wurden statt mit Solarpanels mit thermoelektrischen Generatoren ausgerüstet. Diese versorgen die Sonden selbst dann noch mit Energie, wenn sie sich weit von der Sonne entfernt haben. Auch der neue Mars-Rover «Curiosity» wird mit einem thermoelektrischen Generator betrieben. Im Bereich der thermoelektrischen Kühlung wurden Sitzkühlungen für Luxusklasse-Fahrzeuge und Kühleinrichtungen, die sehr zuverlässig funktionieren müssen, entwickelt.

Die beschränkte Zahl der Anwendungen erklärt sich durch den geringen Wirkungsgrad, den hohen Preis und die grosse Toxizität der verwendeten Elemente (oft auf Tellur- oder Blei-Basis). Die Gruppe Festkörperchemie und Katalyse der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) in Dübendorf prüft und entwickelt neue Materialien, die ungiftig, stabiler, effizienter und kostengünstiger sind. «Das Problem

besteht darin, in einem Material sämtliche erforderlichen Qualitäten zu vereinen. Benötigt werden ein hoher Seebeck-Koeffizient, eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit und eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Diese drei Eigenschaften sind aber miteinander verknüpft. Eine gute elektrische Leitfähigkeit geht in der Regel einher mit einer guten thermischen Leitfähigkeit», erklärt Anke Weidenkaff, die Leiterin des Labors.

### Auf Nanometerebene

Laut der Wissenschaftlerin kann die Wärmeleitfähigkeit der Materialien durch Strukturierungen auf Nanometerebene (ein Nanometer ist ein milliardstel Meter) gesenkt werden. Günstigerweise verbessert diese Nanostrukturierung durch Quantenconfinement auch die elektrische Leitfähigkeit. «Im Übrigen kann die Wärmeleitfähigkeit auch durch schwere Atome und komplexe Metallstrukturen weiter reduziert werden», hält Anke Weidenkaff fest.

Diese Technologie besitzt ein sehr grosses Potenzial, insbesondere für die Nutzung von Abwärme. So könnten Auto-Abgassysteme, Kehrrichtverbrennungsanlagen, Metallgieessereien oder die Kühlkreisläufe von Kernkraftwerken mit thermoelektrischen Generatoren ausgestattet werden. Geeignet wären auch weitgehend ungenutzte erneuerbare Wärmequellen wie die Erdwärme oder die Solarstrahlung.

(bum)

### INTERNET

Labor für Festkörperchemie und Katalyse,  
Empa:  
[www.empa.ch/abt131](http://www.empa.ch/abt131)