

Ringvorlesung Wintersemester 2011/12

Nanomaterialien in der zukünftigen Energieversorgung

Mittwoch, 21.12.2011, 17:00 bis 18:00 Uhr
Hörsaal B, Fachbereich Chemie, Martin-Luther-King-Platz 6

Nanostrukturiertes Silizium - eine nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Thermoelektrika?

Dr. Gabi Schierning

Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Nanostrukturtechnik
Universität Duisburg-Essen

Die Sicherstellung einer umweltfreundlichen Energieversorgung ist eines der zentralen Probleme dieses Jahrhunderts. Energieeinsparkonzepte und die Rückgewinnung von Energie durch intelligentes Abwärmemanagement sind wesentliche Bestandteile eines verantwortungsvollen Umgangs mit Ressourcen. Thermogeneratoren können Abwärme in nutzbare elektrische Energie wandeln. Von Industrieseite wird in dieser Technologie ein realistisches Einsparpotential gesehen. Die Voraussetzung für die Nutzbarmachung ist allerdings die Verfügbarkeit effizienter Wandlermaterialien im industriellen Maßstab, die momentan noch nicht gegeben ist.

Die Anforderungen an die Materialentwicklung sind jedoch klar:

Thermowandler müssen einen hohen intrinsischen Materialwirkungsgrad aufweisen, aus einem auch für Massenproduktion geeigneten, verfügbaren Rohmaterial synthetisierbar sein und eine hohe Langzeitstabilität besitzen. In der Regel sind hochdotierte Halbleiter geeignete Materialien für thermoelektrische Wandlung.

Ein hoher intrinsischer Materialwirkungsgrad lässt sich durch Nanostrukturierung des Materials erreichen. Hintergrund ist die Forderung, dass das Wandlermaterial sowohl eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen sollte, um den Innenwiderstand des Generators zu reduzieren, als auch eine sehr schlechte Wärmeleitfähigkeit, so dass die Abwärme nicht ungenutzt durch Wärmeleitung verloren geht. Diese gegenläufigen Forderungen können durch ein Materialdesign auf der Nanometerskala erreicht werden, da Streumechanismen von Gitterschwingungen, den Trägern des Wärmetransports in Halbleitern, und Elektronen auf unterschiedlichen Längenskalen stattfinden. Durch Design der kritischen Dimensionen im Material ist daher eine Optimierung möglich.

Die Verfügbarkeit von im großen Maßstab herstellbaren halbleitenden Nanopartikeln durch verbesserte Synthesemethoden erlaubt es, neuerdings auch Materialien für die Thermoelektrik zu entwickeln, die von Natur aus wegen einer zu hohen Wärmeleitfähigkeit keine guten thermoelektrischen Eigenschaften aufweisen. Ein solches Material ist Silizium. Silizium ist praktisch unbegrenzt verfügbar (wie Sand am Meer), die Synthese von Nanopulver relativ günstig. Im Rahmen des Vortrags wird dargestellt, wie aus dem Silizium Nanopulver für die Thermoelektrik geeignete nanokristalline Festkörper hergestellt werden. Es werden Beispiele für die auf der Nanoskala optimierte Mikrostruktur gezeigt und die thermoelektrischen Eigenschaften des Materials diskutiert.

