

Thermoelektrische Generatoren zur Nutzung von Abwärme

Das Material macht's – von der Abwärme zur elektrischen Energie



Die Energiewende ist eine der großen Herausforderungen für das Energiesystem in Deutschland. Dabei spielt vor allem die Steigerung der Energieeffizienz und die Vermeidung des CO₂-Ausstoßes eine entscheidende Rolle. Vor allem industrielle Anlagen nutzen teilweise nicht einmal die Hälfte ihrer eingesetzten Energie, so dass ein Großteil davon als Abwärme verloren geht. Doch Abwärme lässt sich nutzen.

Mit sogenannten thermoelektrischen Generatoren (TEG) ist es möglich, ungenutzte Abwärme direkt in elektrische Energie umzuwandeln. Dabei werden, anders als bei alternativen Technologien, keine beweglichen Komponenten benötigt, so dass thermoelektrische Generatoren neben einer hohen Lebensdauer und geringen Wartungskosten auch vibrations- und geräuschlos betrieben werden können.

Der physikalische Effekt, der thermoelektrischen Generatoren zu Grunde liegt, ist der Seebeck-Effekt. Dieser besagt, dass sich an jedem Material, das einem Temperaturgradient ausgesetzt ist, eine Spannung, die sogenannte Thermospannung, ausbildet. Diese ist jedoch sehr gering und beträgt nur wenige Mikrovolt pro Kelvin Temperatur-



Modularer, rohrförmiger thermoelektrischer Generator (Demonstrator – hergestellt im Rahmen eines BMBF Verbundprojektes mit der Siemens AG, Merck KGaA, dem Lehrstuhl für Funktionsmaterialien und dem Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik, Universität Bayreuth)

unterschied. Durch spezielle Materialpaarungen und die Hintereinanderschaltung mehrerer thermoelektrischer Elemente können jedoch thermoelektrische Generatoren aufgebaut werden, die beispielsweise bei einem Temperaturunterschied von 500 °C und einer Modulgröße von

ca. 0,25 m² eine elektrische Ausgangsleistung von 600 Watt besitzen. Diese Leistung erscheint nicht groß, aber in Fällen, wo die Abwärme nicht anderweitig genutzt werden kann, wäre sie verloren. Zudem können mehrere Module prinzipiell zu größeren Einheiten zusammengeschlossen werden. Einheiten von der Größe eines Containers gibt es auf dem Markt. Die aktuellen TEG haben jedoch die Nachteile, dass sie einen geringen Wirkungsgrad aufweisen und die eingesetzten Materialien sowohl in der Herstellung als auch bei der Prozessierung oft sehr teuer und ökologisch nicht nachhaltig sind.

Genau hier setzt das ZET an und fokussiert seine Forschungstätigkeiten auf die Entwicklung und Optimierung kostengünstiger und hochverfügbarer thermoelektrischer Materialien, die einen nachhaltigen Einsatz erlauben. Dabei wird die gesamte Prozesskette bei der Entwicklung thermoelektrischer Generatoren betrachtet. Angefangen bei der Materialsynthese und kostengünstiger Prozessierung, über die Modellierung und Simulation des Gesamtsystems, bis hin zur Charakterisierung kompletter thermoelektrischer Module werden alle Optimierungsmöglichkeiten thermoelektrischer Generatoren im Auge behalten.

Mit dieser Herangehensweise konnten bereits in Kooperation mit Industriepartnern und Einrichtungen des ZET erfolgreich modular aufgebaute thermoelektrische Generatoren auf Basis flexibler Polymer-Oxid Verbundwerkstoffe und keramischer Materialien realisiert werden.



Verschiedene Formen synthetisch hergestellter thermoelektrischer Materialien