



1 *Energieeffizient: Thermoelektrische Module erzeugen wertvolle Energie aus Abwärme.*

2 *Thermoelektrisches Modul.*

3 *Thermoelektrischer Generator.*

THERMOELEKTRIK

ABWÄRMENUTZUNG: WÄRME VERSTROMEN

Abwärme fällt in allen Bereichen des täglichen Lebens an – in der Industrie, im privaten Haushalt und im Verkehr. Für Deutschland beträgt das Abwärmepotenzial nach Informationen des Instituts für ZukunftsEnergieSysteme (IZES) 300 TWh pro Jahr – eine bisher kaum genutzte Energieressource. Zur effizienten Nutzung der Abwärme bietet sich die Thermoelektrik an: Sie wandelt Wärme direkt in elektrische Energie um und kann so zum Erfolg der Energiewende einen wichtigen Beitrag leisten. Fraunhofer IPM hat zu diesem Zweck innovative thermoelektrische Generatoren für Heißgastemperaturen von 600–900 °C entwickelt.

1822 entdeckten »Seebeck-Effekt«. Thermoelektrische Generatoren (TEG) können bereits aus kleinen Temperaturdifferenzen Strom erzeugen. Die Technologie wird seit Jahrzehnten bei der Stromversorgung von Weltraumsonden eingesetzt. TEG arbeiten emissions- und geräuschlos, wartungs- und vibrationsfrei. Sie sind problemlos skalierbar und einfach nachzurüsten. Moderne TEG haben ein breites Anwendungsspektrum in der Abwärmennutzung – von der Energierückgewinnung im Automobil, im Kraftwerk oder in Industrieprozessen bis hin zur Zentralheizung im Eigenheim.

Anwendungen

Während frühere TEG lediglich Energie bis zu einigen Watt thermoelektrisch generierten (z. B. für energieautarke Sensoren), liefern heutige Systeme bereits Leistungen im Kilowattbereich. Künftig werden thermoelektrische Generatoren noch größere Leis-

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Georges-Köhler-Allee 301
79110 Freiburg

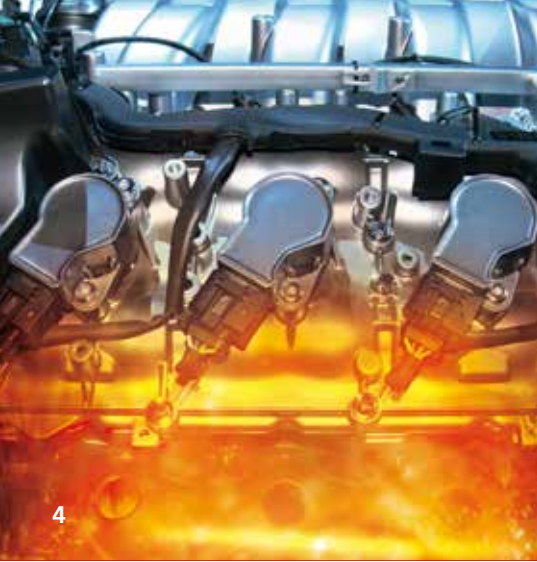
Ansprechpartner

Dr. Jan D. König
Thermoelektrik
Telefon +49 761 8857-329
jan.koenig@ipm.fraunhofer.de

www.ipm.fraunhofer.de

Was ist Thermoelektrik?

Thermoelektrika sind Materialien, die Wärmeströme in elektrische Ströme umwandeln. Dieser Wirkmechanismus basiert auf dem von Thomas Johann Seebeck



tungen erzielen und durch verbesserte Herstellungsverfahren noch preisgünstiger sein. Vor dem Hintergrund der Energiewende bedarf es neben neuen Solar- und Windenergiequellen einer effizienten Nutzung von Abwärme mithilfe der Thermoelektrik. Die neuen Hochtemperatur-Generatoren von Fraunhofer IPM, die bereits bei Industriepartnern im Einsatz sind, entwickeln Leistungsdichten von mehr als 1 W/cm².

Dabei geben neue thermoelektrische Materialien und Verarbeitungsverfahren dem Forschungsfeld zusätzlichen Schub.

Die drei hier vorgestellten Einsatzbereiche verdeutlichen, wie groß der Gewinn mit Hilfe der Thermoelektrik beispielsweise für Blockheizkraftwerke oder private Haushalte sein wird.

4 In der Automobilindustrie wird der Einsatz thermoelektrischer Generatoren bereits getestet.

5 Thermoelektrik könnte die elektrische Leistung eines BHKW um bis zu 3 % steigern.

6 Private Haushalte können mit thermoelektrischen Modulen jährlich 600 kWh erzeugen. Aktuell entspricht das ca. 140 Euro.

Treibstoffeinsparung durch Thermoelektrik im Automobil

Im von der EU geförderten Projekt »HeatReCar« ist es gelungen, aus dem Abgas eines Kleintransporters elektrische Energie von 500 W zu gewinnen. Dabei wurde im »Neuen Europäischen Fahrzyklus« (NEDC) eine Treibstoffeinsparung von 2,2 % und eine Reduzierung der CO₂-Emissionen von 6,7 g/km gemessen. Im Zyklus »Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure« (WLTP) kam es sogar zu einer Treibstoffersparnis von 3,9 % und einer CO₂-Minderung von 9,6 g/km.

Die Entwicklungen von Fraunhofer IPM und Partnern aus Industrie und Forschung stellen einen wesentlichen Schritt bezüglich des industriellen Einsatzes von thermoelektrischen Systemen und der damit verbundenen Energieeffizienzsteigerung dar.

Thermoelektrisch optimiertes Blockheizkraftwerk (BHKW)

BHKWs sind ein wesentlicher Baustein der Energiewende. Sie können 40 % der Primärenergie einsparen und bilden in modernen Stromnetzen eine wertvolle Regelreserve als Ausgleich für volatil vorhandene erneuerbare Energien.

Mithilfe thermoelektrischer Module am Abgaswärmetauscher lässt sich die elektrische Leistung eines BHKW um bis zu 3 % steigern (auf Kosten der Wärmeabgabe). Bei einem typischen BHKW mit 50 kW_{el}, einem Gaseinsatz von 145 kW und einem Gesamtwirkungsgrad von ca. 90 % wäre dies eine zusätzliche elektrische Leistung von bis zu 1,5 – 2,5 kW. Bei einer angenommenen Jahreslaufzeit von 90 % entspräche dies rund 9000 kWh/a bzw. einer Stromkostensparnis von rund 2600 € (bei 28,7 ct/kWh, www.bdwe.de).

Zentralheizung mit thermoelektrischem Generator

In fast jedem Einfamilienhaus gibt es eine zentrale Heizungsanlage. Je nach Größe des Hauses wird dort eine Primärenergie von rund 20 000 kWh/a in Wärme umgewandelt.

Wandelt man mit Hilfe thermoelektrischer Module am Kessel der Heizungsanlage 3 % der anfallenden Wärme in elektrischen Strom um, so würden dem Haushalt jährlich zusätzliche 600 kWh elektrische Leistung zur Verfügung stehen – und zwar vor allem in der kalten Jahreszeit, wenn das Stromnetz am stärksten belastet ist. Bei einem angenommenen Strompreis von 28,7 ct/kWh (abzüglich 6 ct/kWh für die Primärenergie) entspricht das einer jährlichen Stromkostensparnis von ca. 140 € pro Haushalt.