

Pressemitteilung

Helmholtz-Zentrum Hereon

Dr. Torsten Fischer

11.09.2023

<http://idw-online.de/de/news820394>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Elektrotechnik, Energie, Physik / Astronomie, Werkstoffwissenschaften
überregional



Wenn bei 1000°C aus Wärme Strom wird.

Gemeinsam mit der Technischen Universität Hamburg und der Universität Aalborg haben Forschende des Helmholtz-Zentrums Hereon einen neuen selektiven Emitters auf Iridium-Basis für die Thermophotovoltaik entwickelt. Iridium wurde damit erstmals als Material für einen Emitters verwendet und zeigte in den Versuchen eine besondere Ausdauer bei hohen Temperaturen um 1000°C. Ihre Studienergebnisse veröffentlichte heute die Fachzeitschrift Advanced Materials. Sie eröffnen neue Perspektiven, um aus Wärme Strom zu produzieren.

Die Umwandlung von Wärme in Strom ist das Prinzip der Thermophotovoltaik. Um die Wärme in Form von Strahlungsenergie effizient nutzbar zu machen, braucht es sogenannte selektive Emitters. Sie sitzen zwischen der Wärmequelle und der Photovoltaikzelle und geben nur einen bestimmten Teil der Strahlung ab, während sie den anderen unterdrücken. Die Herausforderung dabei: Die Umwandlung von Wärme in Strom findet bei hohen Temperaturen um die 1000°C statt – Der Emitters muss diesen Temperaturen also standhalten können, ohne die Genauigkeit seiner Selektivität zu verlieren. In Kooperation mit der Technischen Universität Hamburg (TUHH) und der Universität Aalborg ist es Forschenden des Helmholtz-Zentrums Hereon nun gelungen, einen neuen Emitters auf Basis des widerstandsfähigen Metalls Iridium herzustellen, der diesen Bedingungen standhält, ohne seine Wirksamkeit zu verlieren.

„Mit Iridium gehen wir beide Aspekte gleichzeitig an: die Selektivität und die Temperaturstabilität“, sagt Alexander Petrov, der sich an der TUHH mit optischen Eigenschaften von Materialien beschäftigt. „Selektive Emitters auf Iridium-Basis sind sehr gut in der Lage, unerwünschte Strahlung zu unterdrücken und reagieren nicht mit Sauerstoff. Iridium ist ein Edelmetall wie Gold, aber geeignet für Hochtemperaturanwendungen.“

„Indem wir die nachteiligen Auswirkungen der Oxidation vermeiden, haben wir das Potenzial für effizientere und nachhaltigere Systeme erschlossen.“ berichtet Gnanavel Vaidhyanathan Krishnamurthy, Erstautor der Studie und Wissenschaftler am Helmholtz-Zentrum Hereon. "Diese Innovation öffnet die Türen zu neuen Möglichkeiten bei der Abwärmerückgewinnung, der solarthermischen Stromerzeugung und darüber hinaus."

Die Rolle des Emitters

In der Thermophotovoltaik wie auch in der Photovoltaik wird Strahlungsenergie von einer photovoltaischen Zelle in Strom umgewandelt. Allerdings stammt bei der Thermophotovoltaik die Strahlungsenergie nicht von der Sonne, sondern von einer Wärmequelle, wie sie zum Beispiel in der Stahlindustrie zum Einsatz kommt. Zwischen Wärmequelle und Solarzelle befindet sich der Emitters. Er besteht aus mehreren sehr dünnen Schichten (Metall und Oxid im Wechsel), die bei hohen Temperaturen unverändert bleiben sollen, um eine Umwandlung von Wärme in Strom zu ermöglichen. Dafür strahlt er idealerweise nur kurzwellige Photonen ab und unterdrückt langwellige – er wirkt also selektiv. Dies ist wichtig, da die photovoltaische Zelle nicht in der Lage ist, die langwellige Strahlung in Strom umzuwandeln. Bei hohen Temperaturen oxidieren aber die meisten Metalle und es kommt zum Versagen der Funktion des Emitters. Wie die Forscher zeigen konnten, behält der neuentwickelte selektive Emitters aus Iridium und Hafniumoxid seine Funktion

vollständig über 100 Stunden bei 1000 °C – das Metall widersteht den anspruchsvollen Herausforderungen ohne Einbußen, wie die Forschenden durch Röntgenuntersuchungen zeigen konnten. Die erfolgreiche Entwicklung selektiver Emittter auf Iridium-Basis ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Weiterentwicklung der Thermophotovoltaik.

In der Umstellung auf erneuerbare Energien ist die Sicherung einer konstanten Stromversorgung von großer Bedeutung. Die Thermophotovoltaik könnte Strom nicht nur aus industrieller Abwärme erzeugen, sondern auch einen wichtigen Beitrag zur Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien leisten. Hierbei wird die aus Photovoltaik und Windturbinen natürlicherweise zeitlich schwankend erzeugte Energie in Wärmespeichern zwischengelagert, um diese später -wenn die Sonne nicht scheint oder der Wind nicht weht- wieder zu entziehen und mittels Thermophotovoltaik in dann kontinuierlich verfügbare elektrische Energie umzuwandeln und auf diese Weise die Energienetze zu stabilisieren.

Die Forschungsarbeiten sind Teil des Sonderforschungsbereichs 986 der TUHH und des Helmholtz-Zentrums Hereon, der sich mit maßgeschneiderten multiskaligen Materialsystemen beschäftigt.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Michael Störmer | Helmholtz-Zentrum Hereon | Institut für Funktionale Materialien für Nachhaltigkeit | T: +49 (0) 4152 87-2628 | michael.stoermer@hereon.de | www.hereon.de

Originalpublikation:

Krishnamurthy, G. V., Chirumamilla, M., Krekeler, T., Ritter, M., Raudsepp, R., Schieda, M., Klassen, T., Pedersen, K., Petrov, A. Yu., Eich, M., Störmer, M., Iridium Based Selective Emitters for Thermophotovoltaic Applications. Adv. Mater. 2023, 2305922. <https://doi.org/10.1002/adma.202305922>

Anhang Li.: Elektronenmikroskopische Querschnittsaufnahme des Emitters mit Iridium- und Hafniumoxidschichten. Re.: selektiver Emitter bei hoher Einsatztemperatur von 1000 °C in einer in-situ Röntgenheizkammer.
<http://idw-online.de/de/attachment99302>