



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Jahresbericht 29.11.2013

Prototyping of a thermoelectric power generator – PowerHEX V2

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien & -anwendungen
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

greenTEG AG
Technoparkstrasse 1
CH-8005 Zürich
www.greenteg.com

Autoren:

Florian Umbrecht, greenTEG AG, florian.umbrecht@greenteg.com
Wulf Glatz, greenTEG AG, wulf.glatz@greenteg.com

BFE-Bereichsleiter:	Dr. Michael Moser
BFE-Programmleiter:	Roland Brüniger
BFE-Vertragsnummer:	SI/500639-02

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Projektziele

Das Projekt stellt die Fortsetzung des PowerHEX-Projektes dar (*Prototyping of a thermoelectric power generator*, BFE SI/500639). Im Vorgängerprojekt wurde die Skalierbarkeit des Wärmetauscherkonzepts anhand eines 10 Lagen Prototypen demonstriert.

Für die kommerzielle Umsetzung des PowerHEX sind im Wesentlichen zwei Faktoren entscheidend: Die Reduzierung der Gestehungskosten durch die Minimierung der Produktionskosten (Skalierung der Produktion) sowie die Erhöhung der generierten Leistung (Gegenstand dieses Projektes).

Ziel dieses Projektes ist es nun, durch Design- und Materialoptimierung des zuvor entwickelten Systems die generierte Leistung von 1 Watt auf 4.5 Watt pro integriertem TEG/Lage zu steigern, um das angestrebte Ziel von generierten 200 Watt bei kompakter Bauweise und einem Temperaturbereich von 5°C bis 80°C zu erreichen. Abbildung 1 zeigt die geplante Steigerung der generierten Leistung pro integriertem TEG, d.h. Wärmetauscherlage.

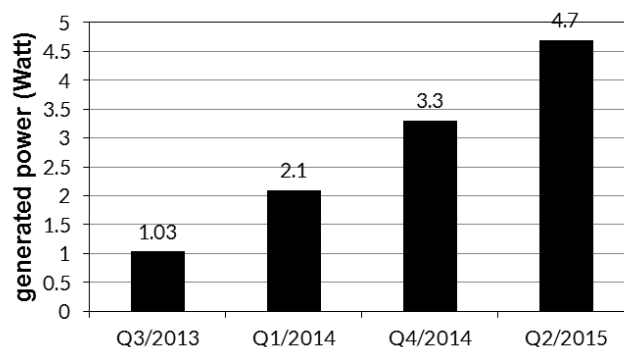


Abbildung 1: Geplante Steigerung der generierten Leistung pro TEG/Lage.

Um dieses Ziel zu erreichen, liegt der Fokus der Weiterentwicklung auf folgenden drei Optimierungsfeldern:

- Optimierung des Designs der TEGs
- Optimierung der thermischen Integration der TEGs
- Optimierung der Materialeigenschaften des Halbleitermaterials

Mit Abschluss des Projektes Mitte 2015 und vollzogener Produktionsskalierung der greenTEG AG wird der Grundstein zur kostengünstigen Umsetzung des PowerHEX gelegt sein, sowie die Möglichkeit gegeben sein Kunden und Partner für dessen Kommerzialisierung zu gewinnen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Optimierung des TEG Designs

Als erste Optimierungsmassnahme wurde das TEG Design auf die Anwendung im PowerHEX angepasst, das heisst die gesamte für den Herstellungsprozess zur Verfügung stehende Fläche (8cm x 8cm) ist mit Thermopaaren gefüllt. Dadurch konnte die Anzahl der Thermopaare von 2280 auf 3465 Thermopaare (Faktor 1.52) gesteigert werden. Erste thermoelektrische Generatoren mit diesem verbesserten Design konnten erfolgreich gefertigt werden ([Abbildung 2](#)) und in den PowerHEX integriert werden. Messungen ergaben bei einer Temperaturdifferenz von 69.8 °C eine generierte Spannung von 32.5 Volt. Bei einem Innenwiderstand des Generators von 160 Ohm entspricht dies einer generierten Leistung von 1.6 Watt (*matched load*).

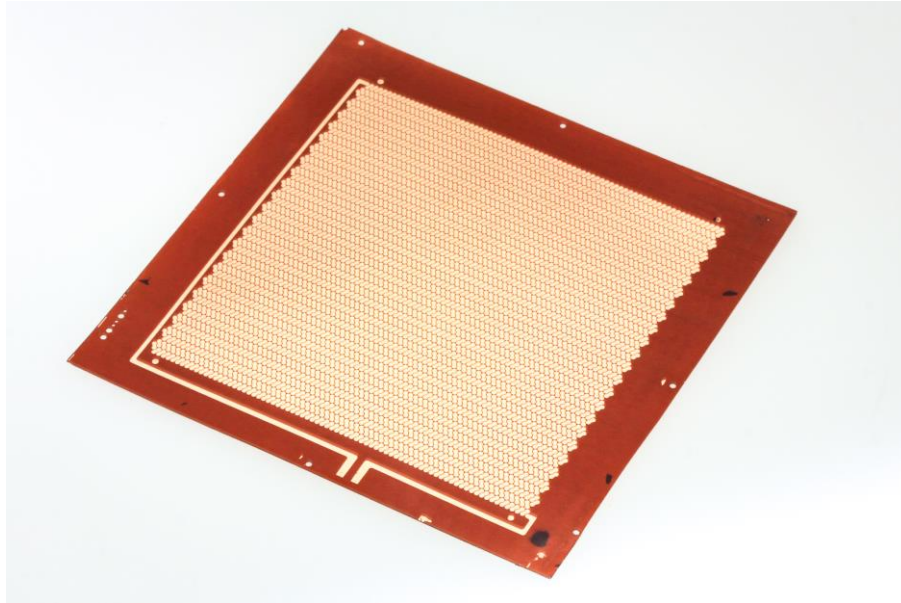


Abbildung 2: Gefertigter TEG mit angepasstem Design für die Anwendung im PowerHEX, bestehend aus 3465 Thermopaaren, die seriell verbunden sind. Die aktive Fläche beträgt 64 cm^2 (8 cm x 8 cm).

Nationale Zusammenarbeit

- Prof. Hierold, Micro- and Nanosystems, Department Maschinenbau und Verfahrenstechnik, ETH Zürich.

Bewertung 2013 und Ausblick 2014

Aufgrund der vorgenommenen Verbesserung des TEG Designs konnte die generierte Leistung bereits um 60% (von 1.03 auf 1.65 Watt) gesteigert werden.

2014 wird der Fokus zunächst auf der Optimierung der thermischen Integration liegen. Ziel ist es, durch Eliminierung bestehender thermischer Kurzschlüsse, durch Verbesserung der konvektiven thermischen Ankopplung [1,2] und durch die Optimierung des Packagings die generierte Leistung auf 2.1 Watt in zu steigern (Q1 2014).

Durch eine stetige Verbesserung des Herstellungsprozesses der TEGs wird die Möglichkeit einer weiteren Erhöhung der Anzahl der Thermopaare gegeben sein, so dass eine generierte Leistung von 3.3 Watt pro Lage angestrebt wird (Q4 2014).

Referenzen

- N. Wojtas, M. Grab, W. Glatz, and C. Hierold, "Stacked micro heat exchange system for optimized thermal coupling of microTEGs", Journal of Electronic Materials, vol. 42, no. 7, pp. 2103-2109, 2013.
- N. Wojtas, L. Rüthemann, W. Glatz, and C. Hierold, "Optimized thermal coupling of micro thermoelectric generators for improved output performance," Renewable Energy, vol. 60, pp. 746–753, 2013.