



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Jahresbericht 3. Dezember 2009

Realisierung eines thermoelektrischen Generators für die Stromerzeugung aus Niedertemperatur

Auftraggeber:

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

Auftragnehmer:

ETH Zürich
EEH - High Voltage Laboratory
ETH Zentrum
Physikstrasse 3
8092 Zurich, Switzerland
www.eeh.ee.ethz.ch/de/power/hochspannungstechnik.html

Autoren:

Andreas Bitschi, ETH Zürich, abitschi@ethz.ch

BFE-Bereichsleiter: Dr. Michael Moser

BFE-Programmleiter: Roland Brüniger

BFE-Vertrags- und Projektnummer:103346/154309

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Die Stromerzeugung aus Wärmequellen mittels Thermoelektrizität wurde in mehreren, theoretischen Arbeiten untersucht und diskutiert (z.B. BFE-Projekt: „Das thermoelektrische Kraftwerk“). Prototypen und Demonstratoren von thermoelektrischen Energiewandlungssystemen wurden hauptsächlich auf Materialebene für die Validierung von Modellen entwickelt und aufgebaut. Aktuell werden international neben anderem, primär Systeme für die Abgasnutzung von Kraftfahrzeugen untersucht. Im vorliegenden Projekt soll ein thermoelektrisches System als Systemdemonstrator gebaut und realisiert werden, mit dem die Vorteile der Thermoelektrizität hervorgehoben, die grundsätzliche Realisierung der Stromerzeugung aus Niedertemperatur aufgezeigt, auf zukünftige effizientere und billigere Materialien und Module vorbereitet ist und somit auch als Demonstrationsobjekt eingesetzt werden kann. Die Zielsetzung besteht dabei darin, einen ersten Demonstrator zu bauen, um zu zeigen, dass die Abwärmenutzung von Rechenzentren und die Nutzung der Wärme von Geothermieranlagen möglich ist.

Projektziele

Generell soll die reale Umsetzung eines thermoelektrischen Energiekonversionssystems für die Nutzung von Niedertemperaturquellen gezeigt werden. Das System umfasst alle notwendigen Komponenten für die Erzeugung von elektrischer Energie aus verschiedenen thermischen Quellen inkl. Einspeisung ins elektrische Netz. Mit diesem Demonstrator können verschiedene Messungen bezüglich Wirkungsgrad durchgeführt werden, und zwar ausgehend von der verfügbaren Temperatur, resp. Temperaturunterschied bis zur Einspeisung ins elektrische 230V-Netz.

Teilziele:

- Entwicklung und Aufbau eines thermoelektrischen Energiekonversionssystems im Bereich von mehreren hundert Watt bis einzelnen kW.
- Validierung der entwickelten theoretischen Modelle (Projekt „Das thermoelektrische Kraftwerk“) anhand experimenteller Untersuchungen
- Messungen und Untersuchungen von verschiedenen Einsatzarten und Betriebsweisen

Es soll die technische Realisierung der Stromerzeugung aus Niedertemperaturenergie nachgewiesen werden. Die Flexibilität des TEG für verschiedene Wärmequellen soll gezeigt werden und optimierte Betriebsweisen für den Einzelbetrieb, Co-Generation und KWK-Betrieb gefunden werden. Weiters soll das System auch als Demonstrationsobjekt für etwaige Veranstaltungen genutzt werden können.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Gesamtsystem:

Basierend auf der im Vorfeld entwickelten Systemkonfiguration (Fig.1) wurde das detaillierte Design des thermoelektrischen Generators (TEG) entwickelt.

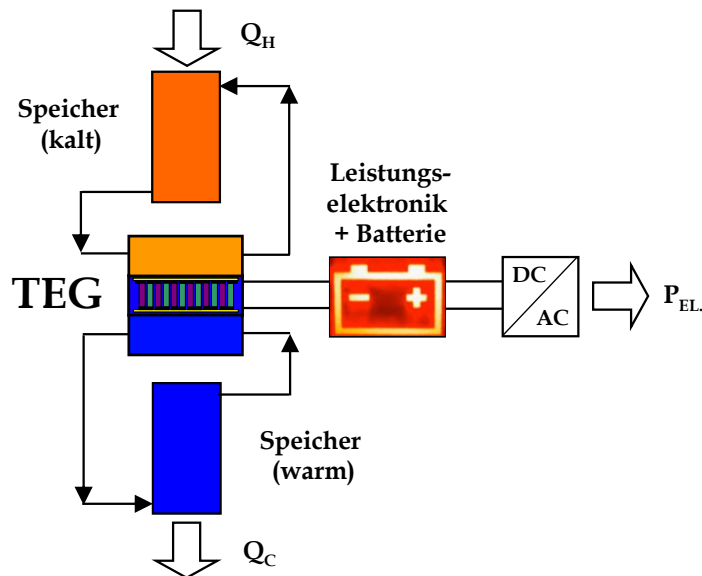


Fig. 1 Systemkonfiguration thermoelektrisches Energieerzeugungssystem (Quelle: ETH Zürich)

Der gesamte thermoelektrische Generator soll als so genannter „stack“ aufgebaut werden, was bedeutet, dass mehrere Lagen von thermoelektrischen Modulen zwischen Strömungskanälen eingebettet werden (siehe Fig. 2). Die Wärmezufuhr bzw. Wärmeabfuhr erfolgt über geschlossene Kreise nach dem Gegenstromprinzip. Die Temperatur des Arbeitsmediums wird in den jeweiligen thermischen Speichern (warm und kalt) geregelt bzw. können die Speicher mit thermischen Quellen oder Senken verbunden werden. Die erzeugte elektrische Energie wird mit Leistungselektronik für die Speicherung in einer Batterie konditioniert. Für die Versorgung von Wechselstromlasten bzw. die Einspeisung ins elektrische Netz ist zusätzlich ein DC/AC Wandler vorgesehen.

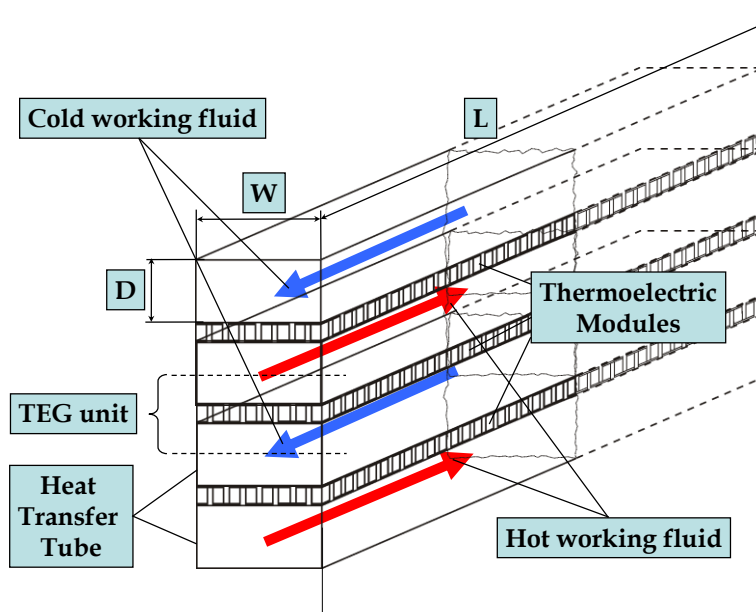


Fig. 2 Prinzip des „stack“ Aufbaus des TEG (Quelle: ETH Zürich)

Thermoelektrische Generator Einheit (TEGU)

In einem ersten Schritt wird eine sogenannte thermoelektrische Einheit (TEGU-TEG unit in Fig. 2) entwickelt und aufgebaut. Sie besteht aus einer kleineren Anzahl (3-15) von Modulen und je einem halben Strömungskanal der warmen Seite bzw. der kalten Seite. Aus solchen Einheiten soll dann der gesamte Generator aufgebaut werden. Die notwendige Mess- und Regeltechnik muss in den Aufbau integriert werden ohne die Performance des Systems zu beeinflussen.

Nationale Zusammenarbeit

EMPA Dübendorf: Dr. Anke Weidenkaff, Festkörperchemie und Analytik (Projekte GeoTEP und SolarTEP)

Bewertung 2009 und Ausblick 2010

Erste Prototypen einer TEGU wurden aufgebaut und getestet. Momentan liegt das Problem noch bei der Dichtheit des Systems. Dies sollte aber mit kleinen Veränderungen am Design und Verwendung ausgewählter Werkstoffe zufriedenstellend gelöst werden können. Für das kommende Jahr sind die Optimierung und Validierung der TEGU sowie der Aufbau des Gesamtsystems vorgesehen.