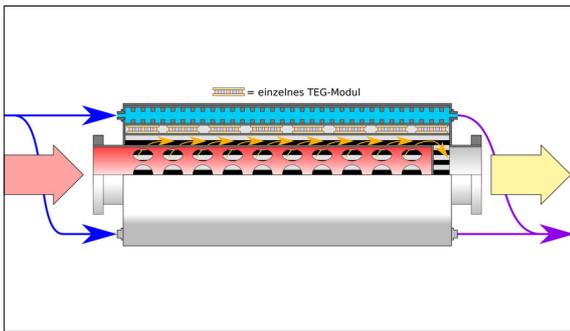
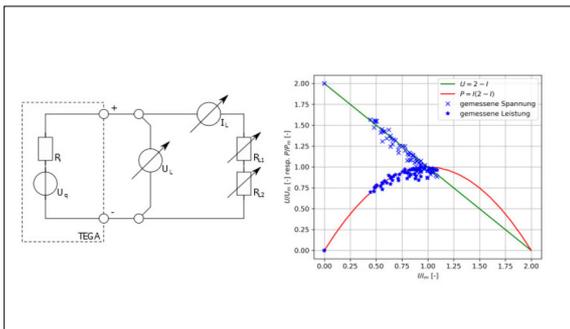


Student	Bruno Hengartner
Examinator	Prof. Dr. Jasmin Smajic
Themengebiet	Energy and Environment

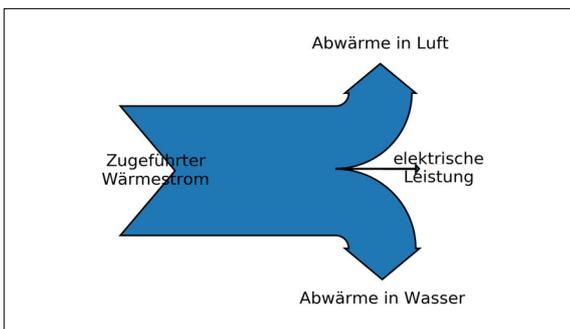
Modellierung und Simulation von thermoelektrischen Generatoren



Die TEGA im Schnitt mit Flussrichtung von Luft (rot-orange-gelb) und Wasser (blau-violett).
Eigene Darstellung



Das verwendete Ersatzschaltbild sowie die normalisierten Messresultate im Vergleich zum Modell.
Eigene Darstellung



Ein vergleichsweise kleiner Teil des Wärmestromes wird in elektrische Leistung gewandelt.
Eigene Darstellung

Einleitung: Im Zuge der Umstellung unserer elektrischen Energieversorgung von fossilen hin zu erneuerbaren Primärquellen (Energiewende) besteht ein grosses Interesse an der Erschliessung bisher ungenutzter Energieträger wie Abwärme. Ebenso steigt seit dem Ende des letzten Jahrhunderts der Druck, die Treibstoffeffizienz von Strassenfahrzeugen zu erhöhen, trotz einer laufend zunehmenden Zahl an elektrischen Verbrauchern an Bord jedes Personenwagens. Beide Bestrebungen können umformuliert werden in die Suche nach einer Technologie, die es erlaubt, einem heissen Luftstrom (z.B. heissem Abgas) Wärme zu entziehen und in elektrische Energie zu wandeln. Thermoelektrische Generatoren (TEGs) versprechen, genau dies zu ermöglichen ohne mit den Nachteilen einer Wärme-Kraft-Maschine behaftet zu sein. TEGs bestehen durch einen simplen und robusten Aufbau ohne bewegliche Teile, Schmierung, Leckagen, Vibrationen und Wartungsintervallen. Sie sind mit hochautomatisierten Prozessen in grossen Stückzahlen kostengünstig herstellbar und können vergleichsweise einfach nahezu unbegrenzt zusammengeschaltet und zu Kraftwerken skaliert werden. In dieser Arbeit ging es darum, ein für die Abgasnutzung konzipiertes Gerät, das mithilfe von TEGs elektrische Energie für das Bordnetz bereitstellt, zu charakterisieren und Grundlagen zu schaffen für eine optimale Nutzung sowie eine allfällige Verbesserung des Gerätes.

Ergebnis: Das Verhalten der thermoelektrischen Generatoranlage (TEGA) kann gut durch eine reale Spannungsquelle mit $R_i=7$ Ohm nachgebildet werden. U_0 ist stark abhängig vom thermischen Betriebszustand, der sich definiert durch Temperaturen und Durchflussraten von Luft und Kühlwasser und ist als Leerlaufspannung messbar. Im Betrieb unter Last ist der Peltier-Effekt, also der Wärmetransport durch die sich bewegenden Ladungsträger, für eine leichte Spannungsreduktion verantwortlich, die einen Teil der Abweichungen in der Grafik erklärt. In einer Folgearbeit könnten einerseits der Peltier-Effekt in das Modell einbezogen und andererseits Strömungseffekte im Luftstrom eingehender untersucht werden.

Fazit: In einem Teillastbereich der TEGA konnte das verwendete elektrische Ersatzschaltbild bestätigt und der innere elektrische Widerstand gegenüber der im Datenblatt angegebenen Funktion auf eine Konstante vereinfacht werden. Daneben fiel jedoch insbesondere auf, dass im untersuchten Teillastbereich elektrische Leistungsfähigkeit und Wirkungsgrad sehr tief sind. Dies wird einerseits auf einen optimierbaren Aufbau des Gerätes zurückgeführt und andererseits auf die physikalischen Limiten der thermoelektrischen Effekte in realen Materialien.

Auf den Einsatz in der Stromversorgung bezogen bedeutet das: Vorausgesetzt heisses Gas steht gleichmässig sehr kostengünstig zur Verfügung und der Wirkungsgrad der Nutzung spielt eine untergeordnete Rolle, kann der thermoelektrische Generator seine Vorteile ausspielen: Ein robuster, langlebiger und wartungsarmer Aufbau, der emissionsfrei seine Aufgabe erfüllt.