Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur

Bachelor-Diplomarbeit Maschinentechnik

Untersuchung des Betriebsverhaltens eines Thermosiphons

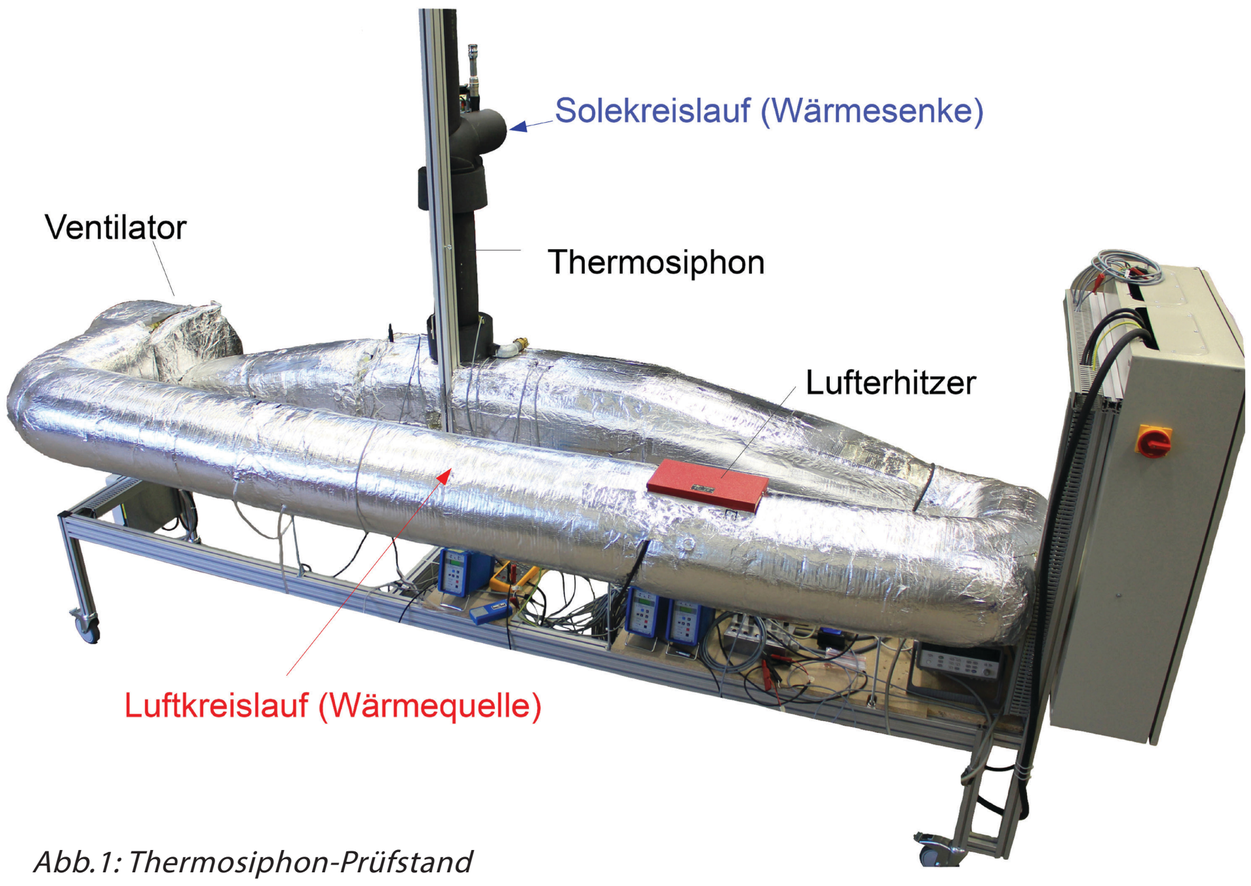

Abb.1: Thermosiphon-Prüfstand

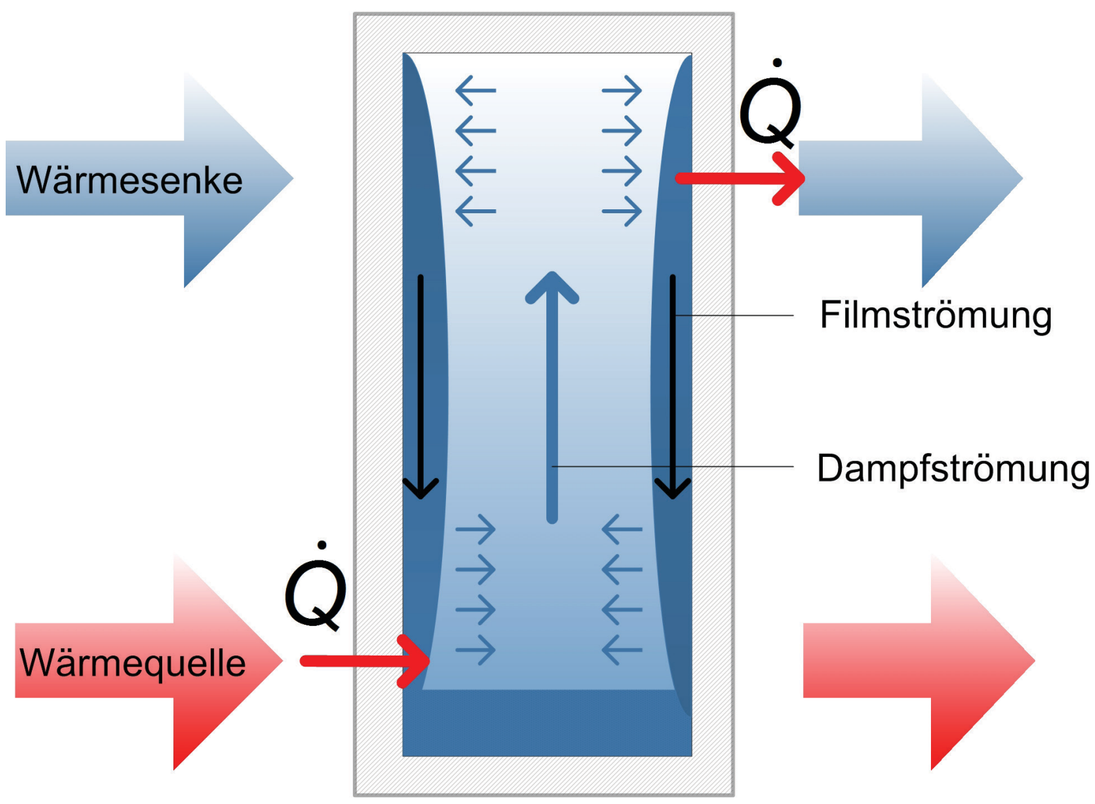

Abb. 2: Funktionsweise eines Thermosiphons

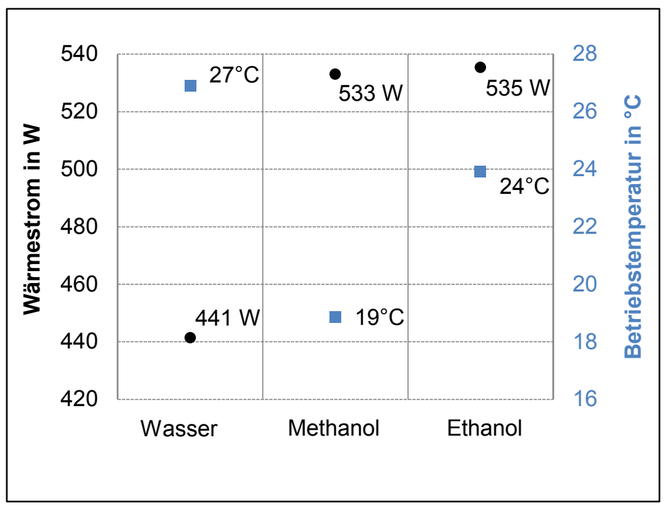

Abb. 3: Wärmestrom und Betriebstemperatur für verschiedene Arbeitsfluide

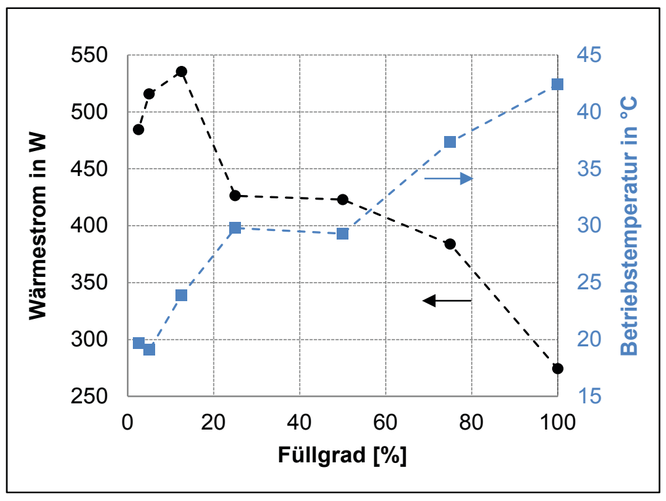

Abb. 4: Wärmestrom und Betriebstemperatur in Abhängigkeit des Füllgrades

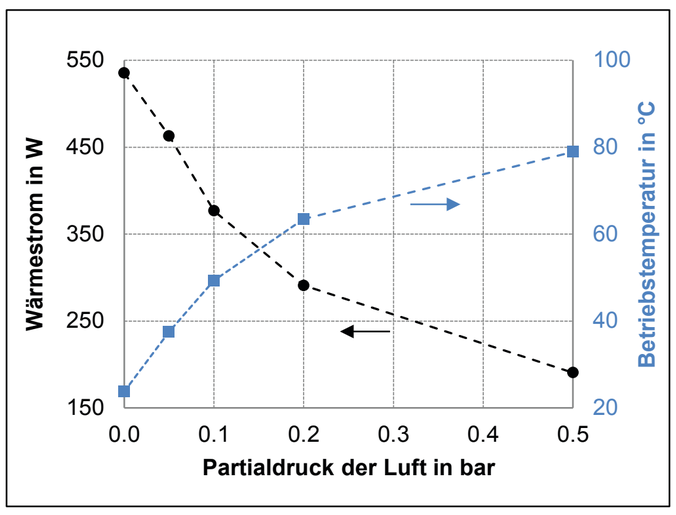

Abb. 5: Wärmestrom und Betriebstemperatur in Abhängigkeit des Partialdruckes der Luft

Problemstellung

In verschiedenen industriellen Prozessen, wie zum Beispiel bei der Stahlherstellung oder bei der Holztrocknung entstehen energiereiche Abgasströme. Eine technische und wirtschaftliche Lösung zur Wärmerückgewinnung konnte bisher nicht umgesetzt werden, da vor allem die Schmutzpartikel der Abgasströme zu Fouling und Korrosion der Wärmeübertrager führen.

Die Hochschule Luzern – Technik & Architektur möchte in Zusammenarbeit mit der Swiss Energy Engineering GmbH einen Thermosiphon-Wärmeübertrager entwickeln, mit welchem eine Wärmerückgewinnung aus solchen Abgasströmen realisiert werden soll. Dazu wurde ein Thermosiphon-Prüfstand im Labor des CC Thermische Energiesysteme & Verfahrenstechnik (CC TEVT) entwickelt. Ein Thermosiphon ist ein geschlossenes Rohr, das mit einem Arbeitsfluid befüllt ist. Durch die stetige Zirkulation des Arbeitsfluides kann mit dem Thermosiphon Wärme von einer Wärmequelle zu einer Wärmesenke transportiert werden.

Das Ziel dieser Diplomarbeit war die Kenntnis des Betriebsverhaltens eines einzelnen Thermosiphons unter annähernd realen Bedingungen.

Lösungskonzept

Zur Ermittlung der Abhängigkeit der thermischen Leistung und der Betriebstemperatur des Thermosiphons von Parametern wie zum Beispiel der Füllmenge oder des Luftanteils im Thermosiphon, wurde eine experimentelle Studie durchgeführt.

Als Wärmequelle wurde dabei Luft bei 120°C und als Wärmesenke eine Wasser/Glykol-Mischung bei -14°C verwendet. Es wurden die Arbeitsfluide Wasser, Ethanol und Methanol untersucht. Das untersuchte Thermosiphon hat eine Länge von etwa 1 m und einen Innendurchmesser von 0.05 m. Für die Arbeitsfluide Ethanol und Methanol wurde eine thermische Leistung von etwa 535 W gemessen und für das Arbeitsfluid Wasser eine thermische Leistung im Bereich von 440 W. Die maximale Leistung des Thermosiphons wurde bei dem Arbeitsfluid Ethanol bei einem Füllgrad von 12.5 % ermittelt.

Die Parameterstudie hat gezeigt, dass die thermische Leistung des Thermosiphons stark vom Wärmeübergangswiderstand von der Wärmequelle zur Aussenwand des Thermosiphons abhängig ist. Ebenfalls wurde erkenntlich, dass selbst eine geringe Menge von nichtkondensierbaren Gasen im Thermosiphon dessen thermische Leistung stark herabsetzt.

Simon Maranda

Betreuer:
Prof. Dr. Beat Wellig
Dr. Mirko Kleingries
Tobias Käch

Experte:
Dr. Ulrich Meier

Industriepartner:
Swiss Energy Engineering GmbH

FH Zentralschweiz