

Versuch 206

Die Wärmepumpe

Jonah Nitschke
lejonah@web.de

Sebastian Pape
sepa@gmx.de

Durchführung: 15.11.2016

Abgabe: 22.11.2016

1 Einführung

Im folgenden Versuch geht es um den transport von Wärmeenergie zwischen zwei Wärmereservoirien. Im Gegensatz zu der allgemein gültigen Regel wird hier nun mithilfe einer Wärmepumpe Wärmeenergie von einem Reservoir mit kaltem Wasser in ein Reservoir mit warmen Wasser transponiert. Während des Versuchs werden verschiedene Messwerte aufgenommen um hinterher das Verhältniss von Temperatur, Druck sowie aufgewandter Arbeit zu beurteilen.

2 Theorie

Um nun in dem folgenden Versuch einen Fluss der Wärmeenergie von dem kälteren Reservoir zu dem wärmeren Reservoir zu realisieren, muss zusätzliche Arbeit aufgewandt werden. Für diesen Prozess wird im folgenden eine Wärmepumpe benutzt, deren Aufbau später noch in Kapitel 3 erläutert wird und deren Bedingungen zur Vereinfachung der Berechnungen als idealisiert betrachtet werden.

Das Verhältniss von transponierter Wärmemenge zu aufgewandter Arbeit anzugeben, wird die Gütezahl ν eingeführt. Nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik (1) gilt für den Wärmenergietransport zwischen zwei Medien:

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W \quad (1)$$

$$Q_1 = Q_2 + A \quad (2)$$

Die in unserem Fall geltende 2. Formel (2) sagt, dass die vom Transportmedium an Reservoir 2 abgegebene Wärmeenergie Q_1 der Summe der aus Reservoir 1 entnommenen Wärmeenergie Q_2 und der aufgewandten Arbeit A entsprechen muss. Die Gütezahl der Wärmepumpe kann somit über folgende Formel errechnet werden:

$$\nu = \frac{Q_1}{A} \quad (3)$$

Nach dem 2.HS der Thermodynamik lässt sich zudem die Beziehung zwischen den Wärmemengen und Temperaturen der beiden Reservoirien durch folgende Formel ausdrücken:

$$\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0 \quad (4)$$

Für die Gültigkeit dieser Formel muss jedoch gelten, dass der stattfindende Übertragungsprozess reversibel sein. Somit müsste die aufgewandte mechanische Energie jederzeit

vollständig zurückgewonnen werden können. Da es sich dabei um eine idealisierte Annahme handelt, die in der Realität nie zutrifft, muss (4) etwas umformuliert werden:

$$\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} > 0 \quad (5)$$

Aus den Gleichungen (1) bis (4) folgt somit:

$$Q_1 = A + \frac{T_2}{T_1} Q_1 \quad (6)$$

$$\nu_{id} = \frac{Q_1}{A} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad (7)$$

$$\nu_{real} < \frac{Q_1}{A} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad (8)$$

Die Gleichungen (7) und (8) zeigen, dass eine Wärmepumpe umso effektiver eingestuft werden kann, je kleiner die Differenz zwischen T_1 und T_2 ist.

2.1 Bestimmung der realen Gütezahl ν