

V206

# Die Wärmepumpe

Niko Salewski  
niko.salewski@tu-dortmund.de

Julian Hochhaus  
julian.hochhaus@tu-dortmund

Durchführung: 08.11.16

Abgabe: 15.11.16

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Das Prinzip der Wärmepumpe . . . . .	3
2.2	Kenngößen der Wärmepumpe . . . . .	3
2.2.1	Güteziffer . . . . .	3
2.2.2	Massendurchsatz . . . . .	4
2.2.3	Berechnung der Kompressionsleistung . . . . .	4
2.3	Prinzipieller Aufbau einer Wärmepumpe . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Durchführung</b>	<b>5</b>
3.1	Versuchsbeschreibung . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Auswertung</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>6</b>
	<b>Literatur</b>	<b>6</b>

# 1 Zielsetzung

In dem vorliegenden Versuch soll der Transport von Wärmeenergie entgegen des Wärmeflusses, realisiert durch eine Wärmepumpe, untersucht werden. Hierbei sollen die Güteziffer, der Massendurchsatz des Transportmediums und der Wirkungsgrad des Kompressors untersucht werden, um Aussagen über die Qualität der Wärmepumpe zu treffen.

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Das Prinzip der Wärmepumpe

Betrachtet man zwei Flüssigkeitsreservoirs mit den Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$ , wobei  $T_1 > T_2$  gilt, dann wird solange Wärmeenergie vom Reservoir 1 zum Reservoir 2 übertragen, bis die Temperaturdifferenz  $\Delta T := T_1 - T_2$  gleich Null ist, also die Temperaturen gleich sind. Dieser Wärmetransport lässt sich allerdings mit Hilfe einer Wärmepumpe umkehren. Unter Aufwendung von mechanischer Arbeit kann einem kälteren Reservoir Wärmeenergie entzogen werden und dem wärmeren Reservoir hinzugefügt werden. Eine Kenngröße für die Effizienz einer Wärmepumpe ist die Güteziffer  $\nu$  (auch effektive Leistungszahl [2]). Im Folgenden soll nun ein Ausdruck für die effektive Leistungszahl hergeleitet werden.

Die Wärmepumpe wird idealisierend als abgeschlossenes System aufgefasst. Demnach gilt nach dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik, dass die von einem Transportmedium an das Reservoir 1 übertragene Wärmemenge  $Q_1$  gleich der Summe der vom Reservoir 2 entzogenen Wärmemenge  $Q_2$  und der verrichteten Arbeit  $A$  ist. Also gilt:

$$Q_1 = Q_2 + A \quad (1)$$

Offensichtlich ist eine Wärmepumpe umso effizienter, wenn eine möglichst kleine mechanische Arbeit für eine möglichst große übertragene Wärmemenge  $Q_1$  benötigt wird. Daher wird die Güteziffer  $\nu$  wie folgt definiert:

$$\nu := \frac{Q_1}{A} \quad (2)$$

Aus der Annahme, dass die Wärmepumpe als abgeschlossenes, isoliertes System angenommen wird, ergibt sich für die Entropieänderung  $dS$  des Systems

$$dS = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} \quad (3)$$

### 2.2 Kenngrößen der Wärmepumpe

#### 2.2.1 Güteziffer

Die Güteziffer  $\nu$  gibt das Verhältnis zwischen transportierter Wärmemenge und der dafür benötigten Arbeit an. Nach dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik muss die dem Reservoir 1 hinzugefügte Wärmemenge  $Q_1$  der Summe der aus Reservoir 2 entzogenen

Wärmemenge  $Q_2$  und der mechanischen Arbeit  $A$ , im vorliegenden Versuch durch die Kompressionsarbeit realisiert, sein. Daraus ergibt sich dann für

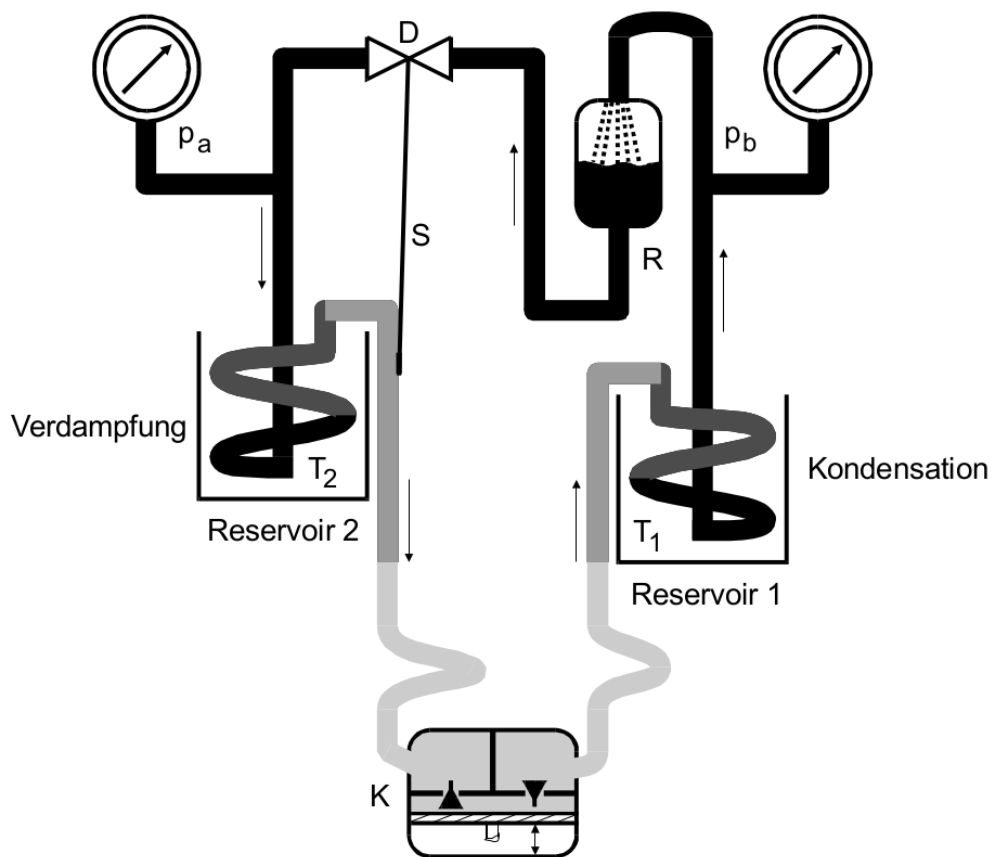
$$\nu = \frac{Q_1}{A} \stackrel{(2)}{\Rightarrow} \nu_{id} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad (4)$$

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

### 2.2.2 Massendurchsatz

### 2.2.3 Berechnung der Kompressionsleistung

## 2.3 Prinzipieller Aufbau einer Wärmepumpe



**Abbildung 1:** Prinzipieller Aufbau einer Wärmepumpe [1]

In Abbildung 1 ist  $T_2$  das wärmeabgebende und  $T_1$  das wärmeaufnehmende Reservoir. Der Wärmetransport erfolgt dabei über ein reales Gas, welches beim Fluss durch  $T_2$

verdampft wird, also Wärme aufnimmt und in  $T_1$  wieder verflüssigt wird und dabei seine aufgenommene Wärme wieder abgibt. (4)

[1]

### 3 Durchführung

#### 3.1 Versuchsbeschreibung

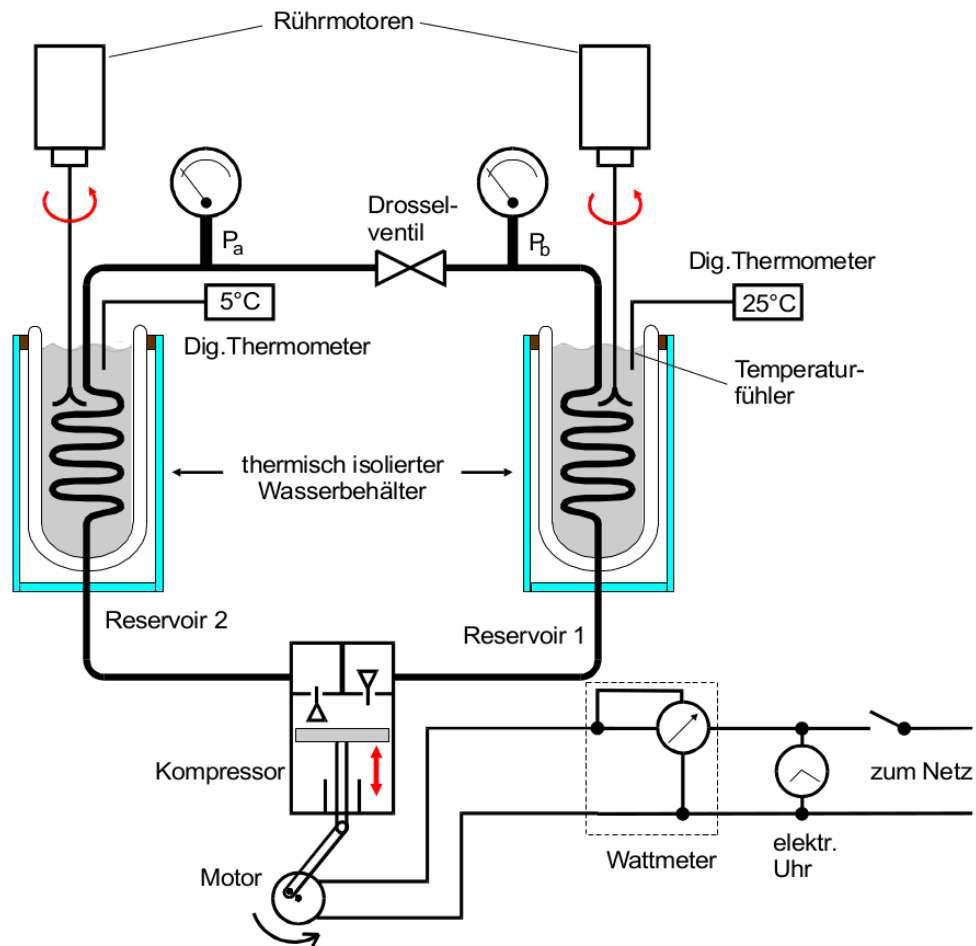


Abbildung 2: Schematischer Aufbau der Messapparatur [1]

### 4 Auswertung

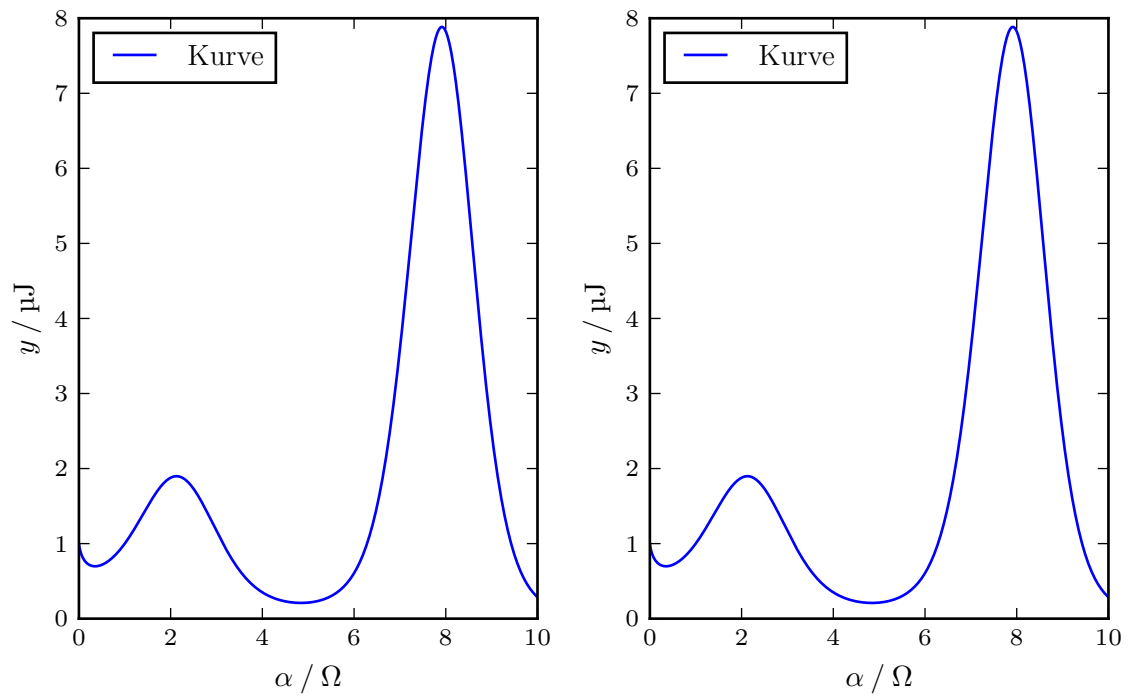


Abbildung 3: Plot.

## 5 Diskussion

### Literatur

- [1] TU Dortmund. *Versuch 206: Die Wärmepumpe*. 2016.
- [2] Dieter Geschke. *Physikalisches Praktikum*. 12. Auflage. B.G. Teubner GmbH.