

Versuch D206

Die Wärmepumpe

Jannis Vornholt
jannis.vornholt@tu-dortmund.de

Alfredo Manente
alfredo.manente@tu-dortmund.de

Abgabe: 24.11.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung	3
2	Theorie [1]	3
2.1	Funktionsweise einer Wärmepumpe	3
2.2	Güteziffer	4
2.3	Massedurchsatz	5
2.4	Bestimmung der mechanischen Kompressorleistung N_{mech}	5
3	Durchführung	6
4	Messwerte	7
5	Auswertung	8
5.1	Temperaturverläufe	8
5.2	Güteziffern	10
5.3	Massendurchsatz	10
5.4	Kompressorleistung	12
5.5	Gründe für schlechte Güteziffer	13
6	Diskussion	13
	Literatur	14
7	Anhang	15

1 Zielsetzung

Beim Versuch der Wärmepumpe wird Wärmeenergie aus einem kälteren Reservoir in ein wärmeres transportiert. Hierfür nutzen wir eine Wärmepumpe, um diese klassifizieren zu können bestimmen wir die Gütezahl der Wärmepumpe, den Massendurchsatz des Transportmediums und den Wirkungsgrad des Kompressors.

2 Theorie [1]

Um die Wärmeenergie vom kälteren ins wärmere Reservoir, also entgegen des üblichen Wärmeflusses, transportieren zu können, muss zusätzliche Energie aufgewendet werden. In diesem Fall durch die mechanische Arbeit des Kompressors.

2.1 Funktionsweise einer Wärmepumpe

In Abbildung 1 ist der schematische Aufbau einer Wärmepumpe dargestellt. In diesem Fall ist Reservoir 2 das Kältere, also jenes, welchem Wärmeenergie entzogen wird und Reservoir 1 das Wärmere, dem Wärmeenergie hinzugefügt wird.

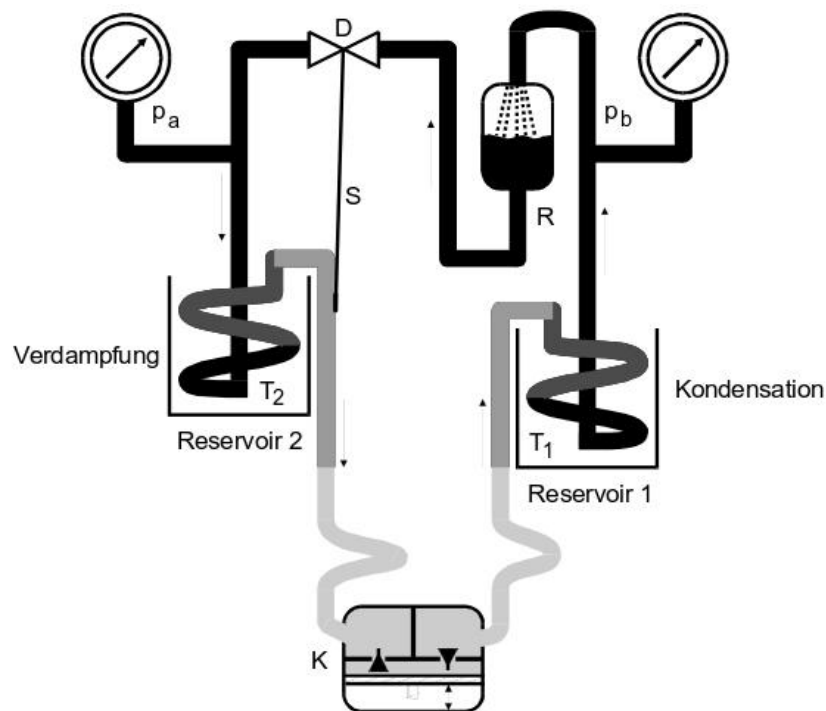


Abbildung 1: Schematischer Aufbau einer Wärmepumpe [S.3, 2].

Die beiden Reservoirs sind durch den Materialfluss eines realen Gases miteinander verbunden. Dieses Gas transportiert dabei die Wärmeenergie. Durch den Kompressor K

entsteht ein Mediumskreislauf. Er komprimiert das Gas, wodurch dieses sich erwärmt und der Druck p_b entsteht. p_b ist so gewählt, dass das Gas bei der Temperatur T_1 flüssig wird und so im Reservoir 1 kondensiert. Dabei gibt es Kondensationswärme ab. Anschließend passiert die Flüssigkeit das Drosselventil D, welches den Druckunterschied zwischen p_b und p_a aufrecht hält. Hinter D ist das Medium dem Druck p_a und der Temperatur T_2 ausgesetzt und verdampft. Hierbei entzieht es dem Reservoir 2 die Verdampfungswärme, die es bei weiterem durchlaufen der Wärmepumpe, als Kondensationswärme wieder an das Reservoir 1 abgibt.

Die Weiteren Apparaturen ermöglichen einen störungsfreien Kreislauf. R ist ein Reiniger, der die Flüssigkeit von Gasresten befreit und S eine Steuerungsvorrichtung für D, die verhindert, dass Flüssigkeit in den Kompressor gelangt.

2.2 Güteziffer

Die Güteziffer ν der Wärmepumpe gibt das Verhältnis der transportierten Wärmemenge und der dafür aufgewendeten Arbeit an

$$\nu = \frac{Q_{\text{transp}}}{A}. \quad (1)$$

Aus dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik ergibt sich

$$\nu_{\text{id}} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}, \quad (2)$$

allerdings für eine idealisierte Wärmepumpe. Also eine Wärmepumpe bei der die Wärmeübertragung reversibel verläuft, das heißt sowohl die gewonnene Wärmeenergie als auch die durch die mechanische Arbeit ins System gebrachte Energie, müsste durch die Umkehrung des Prozesses komplett zurückgewonnen werden können. Bei einer realisierbaren Wärmepumpe ist dies nicht möglich, daher gilt

$$\nu_{\text{real}} < \frac{T_1}{T_1 - T_2}. \quad (3)$$

Daraus folgt, je kleiner der Temperaturunterschied der Reservoirs ist, desto effektiver ist die Wärmepumpe.

Durch messen der Temperatur T_1 in Abhängigkeit von der Zeit t , errechnet man die gewonnene Wärmeenergie

$$\frac{\Delta Q_{\text{transp}}}{\Delta t} = (m_1 c_w + m_k c_k) \frac{\Delta T_1}{\Delta t} \quad (4)$$

mit der Wärmekapazität des Wassers im Reservoir 1 $m_1 c_w$ und der Wärmekapazität der Kupferschlange und des Eimers $m_k c_k$.

Daraus ergibt sich für die Güteziffer

$$\nu = \frac{\Delta Q_{\text{transp}}}{\Delta t N} \implies \nu = (m_1 c_w + m_k c_k) \frac{\Delta T_1}{\Delta t N} \quad (5)$$

mit N als Kompressorleistung gemittelt über den Zeitraum Δt .

2.3 Massedurchsatz

Als Massedurchsatz wird dm/dt des Transportmediums bezeichnet. Um diesen zu bestimmen wird T_2 in Abhängigkeit von t gemessen und die aus Reservoir 2 entnommene Wärmeenergie pro Zeit berechnet

$$\frac{\Delta Q_{\text{entn}}}{\Delta t} = (m_2 c_w + m_k c_k) \frac{\Delta T_2}{\Delta t} \quad (6)$$

mit $m_2 c_w$ als Wärmekapazität des Wassers im Reservoir 2. Diese Wärmeenergie wird durch das Verdampfen des Mediums entnommen. Die entnommene Energie pro Masseinheit des Mediums wird als L bezeichnet. Bei bekanntem L kann nun der Massedurchsatz berechnet werden

$$\frac{\Delta Q_{\text{entn}}}{\Delta t} = L \frac{\Delta m}{\Delta t}. \quad (7)$$

2.4 Bestimmung der mechanischen Kompressorleistung N_{mech}

Allgemein gilt für die Arbeit A_m des Kompressors, wenn dieser das Gasvolumen V_a auf V_b verringert

$$A_m = - \int_{V_a}^{V_b} p \, dV. \quad (8)$$

Für die Annahme, dass der Kompressor das Gas adiabatisch komprimiert, also das Gas komprimiert, ohne dass es Wärme an die Umgebung verliert, ergibt sich

$$A_m = \frac{1}{k-1} \left(p_b \sqrt[k]{\frac{p_a}{p_b}} - p_a \right) V_a \quad (9)$$

wobei k hier das Verhältnis der Molwärme von C_p und C_v ist.

Für die mechanische Kompressorleistung

$$N_{\text{mech}} = \frac{\Delta A_m}{\Delta t} \quad (10)$$

ergibt sich nun

$$N_{\text{mech}} = \frac{1}{k-1} \left(p_b \sqrt[k]{\frac{p_a}{p_b}} - p_a \right) \frac{1}{\rho} \frac{\Delta m}{\Delta t} \quad (11)$$

dabei ist ρ die Dichte des Transportmediums im gasförmigen Zustand also bei p_a .

3 Durchführung

Der Versuch besteht darin, die Kerngrößen einer Wärmepumpe zu bestimmen. Dafür werden minütlich die Temperaturen T_1 , T_2 , die Drücke p_a , p_b und die Kompressorleistung N gemessen. Abbildung 2 zeigt den hierfür verwendeten Versuchsaufbau.

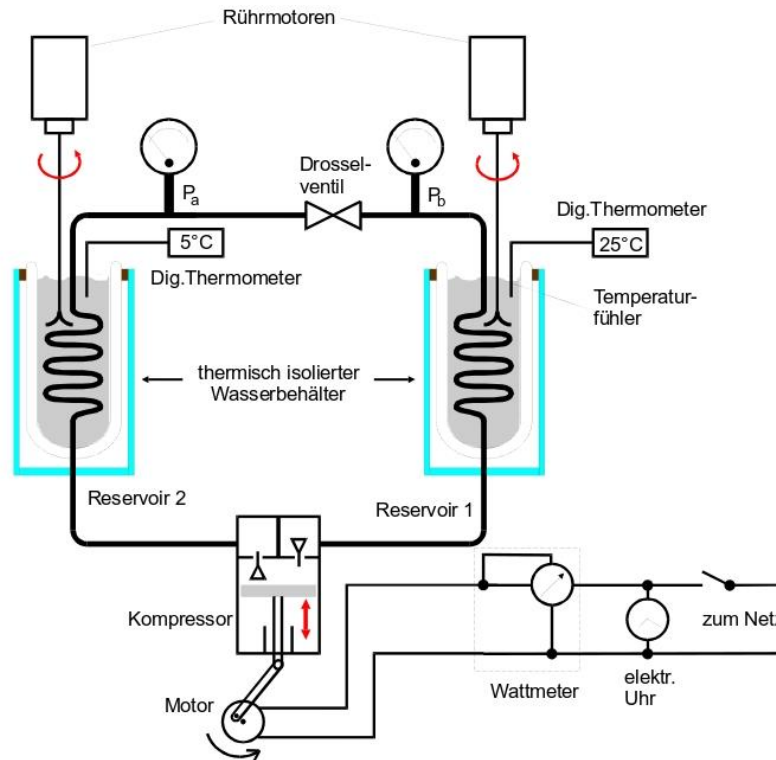


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Messapparatur [S.4, 2].

Die Wärmepumpe entnimmt einem thermisch isolierten Wasserbehälter Wärmeenergie und heizt damit einen zweiten thermisch isolierten Wasserbehälter. Am Anfang des Versuchs werden beide Behälter mit je 4 Liter gleich warmen Wasser gefüllt. Ebenso sind der Druck p_a und p_b am Anfang des Versuchs gleich. In den beiden Wasserbehältern befindet sich je ein Rührmotor, um die thermische Vermischung zu gewährleisten. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Kompressor eingeschaltet und die Temperaturen an den dafür vorgesehenen digitalen Thermometern abgelesen, ebenso die Drücke und die Kompressorleistung. Ab jetzt werden alle fünf Werte jede Minute, in der selben Reihenfolge, abgelesen.

4 Messwerte

Tabelle 1: Messwerte für den Versuch 206 Wärmepumpe.

$t[s]$	$T_1[K]$	$p_a \cdot 10^{-5}[\text{Pa}]$	$T_2[K]$	$p_b \cdot 10^{-5}[\text{Pa}]$	$N[W]$
0	294,85	5,0	294,85	5,1	120
60	296,15	6,0	294,85	4,2	120
120	297,45	6,5	294,75	4,4	120
180	298,45	7,0	294,65	4,5	120
240	299,55	7,0	293,95	4,5	120
300	300,65	7,0	293,25	4,4	120
360	301,95	7,5	292,35	4,3	120
420	302,85	7,5	291,65	4,2	120
480	304,05	8,0	290,85	4,2	120
540	305,05	8,0	290,05	4,0	120
600	306,05	8,0	289,35	4,0	120
660	307,05	8,5	288,65	3,9	120
720	307,95	8,5	288,05	3,8	120
780	308,85	9,0	287,35	3,8	120
840	309,85	9,0	286,75	3,7	120
900	310,75	9,0	286,15	3,6	120
960	311,55	9,5	285,55	3,6	120
1020	312,35	9,5	284,85	3,6	120
1080	313,15	10,0	284,45	3,5	120
1140	313,85	10,0	284,05	3,5	120
1200	314,55	10,0	283,55	3,4	120
1260	315,35	10,0	283,05	3,4	120
1320	316,05	10,5	282,65	3,4	120
1380	316,75	10,5	282,25	3,4	120
1440	317,45	11,0	281,85	3,4	120
1500	318,05	11,0	281,45	3,4	120
1560	318,65	11,0	281,15	3,3	120
1620	319,25	11,0	280,85	3,2	122
1680	319,85	11,5	280,55	3,2	122
1740	320,45	11,5	280,25	3,2	122
1800	320,95	11,75	279,95	3,2	122
1860	321,55	12,0	278,75	3,2	122
1920	322,05	12,0	277,45	3,2	122
1980	322,55	12,0	276,55	3,2	122
2040	323,05	12,0	276,15	3,2	122
2100	323,45	12,0	276,05	3,2	122

5 Auswertung

5.1 Temperaturverläufe

Die Graphen der Temperaturverläufe für das warme und das kalte Reservoir sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Hier wurden die Ausgleichskurven nach (12) modelliert.

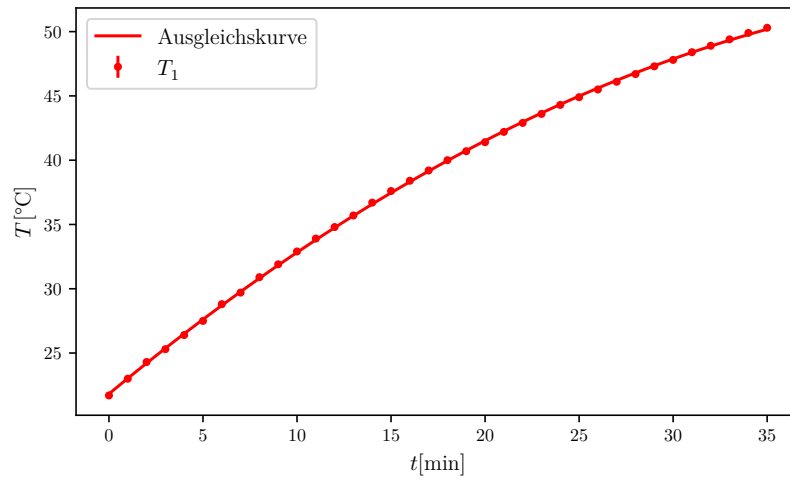


Abbildung 3: Temperaturverlauf des warmen Reservoirs mit Ausgleichskurve

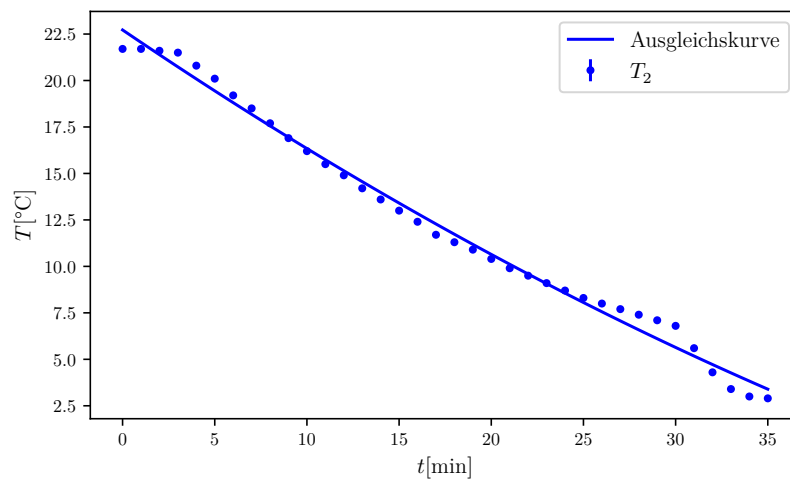


Abbildung 4: Temperaturverlauf des kalten Reservoirs mit Ausgleichskurve

Um eine Approximation der Temperaturverläufe darzustellen, wurde eine nicht-lineare Ausgleichsrechnung mit folgender Funktion

$$T(t) = At^2 + Bt + C \quad (12)$$

für je eine Messwertreihe ausgeführt. Die daraus resultierenden Parameter sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Parameter für die Ausgleichsfunktionen (12)

	T_1			T_2		
	$A_1[\text{K/s}^2]$	$B_1[\text{K/s}]$	$C_1[\text{K}]$	$A_2[\text{K/s}^2]$	$B_2[\text{K/s}]$	$C_2[\text{K}]$
Parameter:	$-3,22 \cdot 10^{-6}$	$2,02 \cdot 10^{-2}$	294,97	$9,55 \cdot 10^{-7}$	$-1,12 \cdot 10^{-2}$	295,87
Fehler:	$\pm 4,19 \cdot 10^{-8}$	$\pm 9,11 \cdot 10^{-5}$	$\pm 4,13 \cdot 10^{-2}$	$\pm 2,67 \cdot 10^{-7}$	$\pm 5,80 \cdot 10^{-4}$	$\pm 2,63 \cdot 10^{-1}$

Nun werden 4 spezielle Messwerte für jedes Reservoir gewählt. Diese können in Tabelle 3 ausgelesen werden.

Tabelle 3: Spezielle Messungen für das warme und kalte Reservoir.

	$T_{t=300}[\text{K}]$	$T_{t=600}[\text{K}]$	$T_{t=900}[\text{K}]$	$T_{t=1200}[\text{K}]$
Warmes Reservoir $[T_1]$	300,65	306,05	310,75	314,55
Kaltes Reservoir $[T_2]$	293,25	289,35	286,15	283,55

Daraus lassen sich nun die Differentialquotienten dT/dt gemäß

$$\frac{dT}{dt} = 2At + B \quad (13)$$

bestimmen, wobei die Gauß'sche Fehlerfortpflanzung gemäß

$$\Delta \dot{T} = \sqrt{\sum_{j=0}^K \left(\frac{df}{dy_j} \Delta y_j \right)^2} = \sqrt{4t^2(\Delta A)^2 + (\Delta B)^2} \quad (14)$$

mit berücksichtigt werden muss. Die Differentialquotienten an den ausgesuchten Stellen ergeben sich dann zu den Werten in Tabelle 4.

Tabelle 4: Differentialquotienten für dT/dt der beiden Reservoirs.

	$\dot{T}_{t=300} \cdot 10^{-3}[\text{K/s}]$	$\dot{T}_{t=600} \cdot 10^{-3}[\text{K/s}]$	$\dot{T}_{t=900} \cdot 10^{-3}[\text{K/s}]$	$\dot{T}_{t=1200} \cdot 10^{-3}[\text{K/s}]$
T_1	$18,3 \pm 0,945$	$16,4 \pm 1,041$	$14,5 \pm 1,183$	$12,5 \pm 1,357$
T_2	$-10,6 \pm 0,602$	$-10,0 \pm 0,663$	$-9,5 \pm 0,754$	$-8,9 \pm 0,865$

5.2 Güteziffern

Um die Güteziffern an den ausgewählten Messstellen zu berechnen, wird verwendet, dass die Wärmekapazität von Wasser $c_w = 4,184[\text{kJ}/(\text{g K})]$ [3] beträgt, die Behälter sind mit je 4 Litern Wasser gefüllt und die Wärmekapazität $c_k m_k$ der Behälter wird zu 750 J/K abgelesen. Die Güteziffern ν_{real} berechnen sich nach Formel (5) und die idealen Güteziffern ν_{ideal} ergeben sich nach Formel (2).

Für die Gauß'sche Fehlerfortpflanzung der realen Güteziffern ν_{real} ergibt sich die Formel

$$\Delta \nu_{\text{real}} = \sqrt{\frac{\nu_{\text{real}}^2}{d\dot{T}_1^2} \Delta \dot{T}_1^2} = \sqrt{\frac{c_k m_k^2}{N} \Delta \dot{T}_1^2}, \quad (15)$$

Mit dem $\Delta \dot{T}$ aus Formel 14. Die Güteziffern sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: ideale und reale Güteziffern an den Messstellen.

t [s]	ν_{ideal}	ν_{real}	$\Delta \nu_{\text{real}} \cdot 10^{-2}$
300	53,49	2,67	1,37
600	20,34	2,39	1,52
900	13,41	2,11	1,72
1200	10,53	1,83	1,98

Die großen Abweichungen der realen Güteziffern von den idealen Güteziffern sind sehr auffällig.

5.3 Massendurchsatz

Zuerst wird die Verdampfungswärme L des Transportgases Dichlordifluormethan Cl_2F_2 bestimmt. Dies geschieht über eine Ausgleichsrechnung wie in Versuch 203 beschrieben [2]. Dazu wird die Clausius-Clapeyronschen Gleichung unter vereinfachenden Annahmen integriert, was zu der Ausgleichsfunktion

$$p = p_0 \exp\left(-\frac{L_{\text{mol}}}{R} \frac{1}{T}\right) \quad (16)$$

führt, wobei R die universelle Gaskonstante mit $R = 8,314\,459\,8 \text{ J}/(\text{K mol})$ [4] bezeichnet.

Für die folgenden Rechnungen wird R wegen der sehr kleinen Unsicherheit der Größenordnung $1 \cdot 10^{-7}$ als exakt angenommen, da es keinen nennenswerten Anteil zum Fehler von L beisteuert. Die dazugehörige Abbildung, welche Messwerte für die Drucke p_a und p_b und die Werte der Ausgleichsfunktion darstellt, sind in Abbildungen 5 und 6 zu sehen.

Die Parameter der linearen Ausgleichsrechnung ergeben sich zu

$$L = (14\,937,88 \pm 791,62) \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

$$p_0 = 1,99 \cdot 10^8 \text{ Pa.}$$

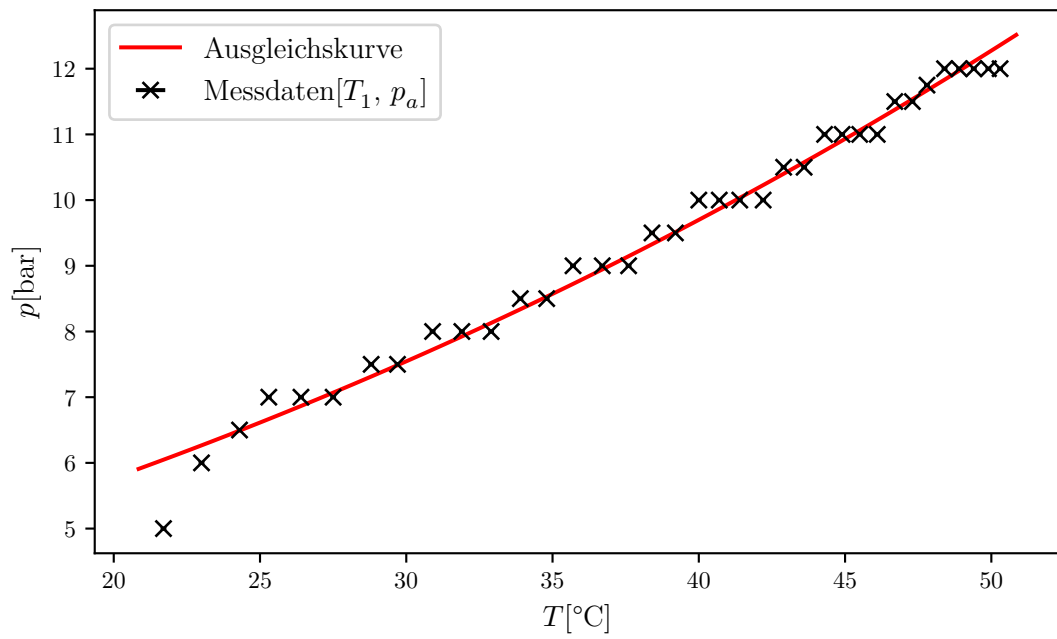


Abbildung 5: Druckverlauf im warmen Reservoir mit Ausgleichskurve

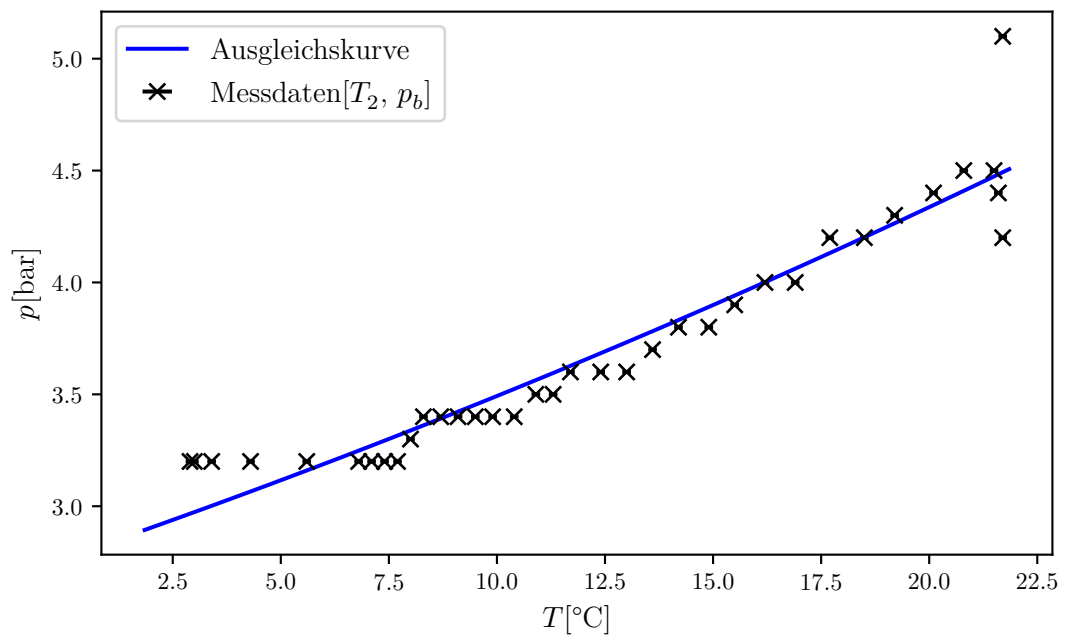


Abbildung 6: Druckverlauf im warmen Reservoir mit Ausgleichskurve

Mit dem so erhaltenen Wert für L wird nun der Massendurchsatz gemäß (6) bestimmt. Der Massendurchsatz dm/dt an den jeweiligen Messstellen ist in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: Massendurchsatz dm/dt an den verschiedenen Messstellen.

$t[\text{s}]$	$\dot{m} \cdot 10^{-3}[\text{g/s}]$	$\Delta\dot{m} \cdot 10^{-3}[\text{g/s}]$
300	-12.45	0.965
600	-11.78	0.996
900	-11.10	1.060
1200	-10.44	1.153

Die Unsicherheiten entstehen wieder nach Gaußfehler 17.

$$\Delta\dot{m} = \sqrt{\frac{\dot{Q}_2^2}{L^4} \Delta L^2 + \frac{1}{L^2} \Delta\dot{Q}_2^2}. \quad (17)$$

5.4 Kompressorleistung

Zuletzt wird die mechanische Kompressorleistung ermittelt. Dazu wird der Druck p_a des Gases bei einer spezifischen Temperatur T benötigt. Um die Dichte des Gases bei diesen Randbedingungen zu bestimmen, wird die thermische Zustandsgleichung für ideale Gase in folgender Form benutzt.

$$M = \frac{\rho_0 R T_0}{p_0} \quad (18)$$

Bei der Berechnung werden der Druck des Transportgases $\rho_0 = 5,51 \text{ g/l}$ bei $T_0 = 273,15 \text{ K}$ und $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$, und die universelle Gaskonstante R benötigt. Aus diesen Anfangsbedingungen kann zunächst die molare Masse M des Transportgases berechnet werden mithilfe von (18).

$$\rho = \frac{pM}{RT} \quad (19)$$

Danach werden $p = p_a$ und $T = T1$ der speziellen Messstellen in (19) eingesetzt, wodurch die Dichte des Transportgases zu den bestimmten Zeitpunkten ermittelt wird. Die Kompressorleistung wird nach Formel (11) berechnet. Die errechneten Zwischenergebnisse sind in Tabelle 7 dargelegt. Der Fehler für die Kompressorleistung ergibt sich dann aus

$$\Delta N_{\text{mech}} = \sqrt{\left(\frac{1}{\kappa - 1} \left(p_b \sqrt{\frac{p_a}{p_b}} - p_a \right) \frac{1}{\rho} \right)^2 \Delta\dot{m}^2} \quad (20)$$

Tabelle 7: Kompressorleistung an den 4 Messstellen und Dichte des Gases.

$t[\text{s}]$	$N_{\text{mech}} \cdot 10^2 [\text{W}]$	$\rho [\text{g/l}]$
300	113.02 ± 8.76	35.17
600	168.25 ± 14.22	39.47
900	204.25 ± 19.50	43.71
1200	223.38 ± 25.13	47.95

5.5 Gründe für schlechte Güteziffer

Bei der Auswertung der Güteziffern sind starke Unterschiede zwischen der realen Güteziffer ν_{real} und der idealen Güteziffer ν_{ideal} . Diese Unterschiede, die sich bei über einer Größenordnung belaufen, waren zu erwarten. Ideale Umstände, welche in der theoretischen Thermodynamik angenommen werden, sind real nicht umsetzbar. Zum einen fehlt eine perfekte Isolierung, die keinen Temperaturverlust an die Umgebung ermöglicht. Während sich das Transportgas durch die Leitung bewegt wird, je länger die Leitung und damit je größer die Oberfläche der Rohre nach außen, desto mehr Wärme entflieht außerhalb des Systems. Zudem entflieht ständig Wärme aus den Reservoirern, da diese auch nur zu einem gewissen Maße isoliert werden können. Daneben ist aber auch eine inhomogene Wärmeverteilung innerhalb der Reservoirern möglich. Auch wenn die Rührmotoren das Wasser vermischen wird das Wasser direkt an den Leitungen andere Temperaturen vorweisen, als das restliche Wasser.

6 Diskussion

Zusammenfassend kann die Messreihe als vernünftig genommen werden. Grundlegend war die verwendete reale Wärmepumpe wesentlich ineffizienter als die ideale Wärmepumpe aus der Theorie, wie zu erwarten war. Zwar sind die Temperaturunterschiede fast linear verlaufen, jedoch gab es einige kleine Inkonsistenzen, welche die Diskrepanz zur Theorie vermuten lässt.

Wie schon am Ende der Auswertung erwähnt, sind mögliche Fehlerquellen schon durch fehlende optimale Isolierung festzustellen oder durch inkonsistente Wärmeverteilung im Wasser trotz Rührmotor

Weitere Ungenauigkeiten stellt zudem das Messverfahren dar. Das ablesen von 5 Werten gleichzeitig bei sich ständig verändernden Werten kann schon zu groben Messfehlern führen. Außerdem ist das Ablesen nicht digitaler Messgeräte, wie der Manometer fehlerbehaftet, aufgrund der niedrigen Genauigkeit der Skalen oder des Ablesens selber. Dies könnte man zum Beispiel durch digitale und automatisierte Messungen verbessern.

Literatur

- [1] *Anleitung zu Versuch Nr. 206: Die Wärmepumpe.* Fakultät Physik, TU Dortmund. 2020.
- [2] *Anleitung zu Versuch Nr. 203: Verdampfungswärme und Dampfdruckkurve.* Fakultät Physik, TU Dortmund. 2020.
- [3] *Spezifische Wärmekapazität von Wasser.* URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Spezifische_W%C3%A4rmekapazit%C3%A4t (besucht am 18.11.2020).
- [4] *Gaskonstante.* URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gaskonstante> (besucht am 18.11.2020).
- [5] *Ideal Gas Law.* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ideal_gas_law (besucht am 18.11.2020).

7 Anhang

Tabelle 8: Kopie der aufgezeichneten Messwerte

$t[\text{min}]$	$T_1[^\circ\text{C}]$	$p_a^*[\text{bar}]$	$T_2[^\circ\text{C}]$	$p_b^*[\text{bar}]$	$N[\text{W}]$
0	21,7	4,0	21,7	4,1	120
1	23,0	5,0	21,7	3,2	120
2	24,3	5,5	21,6	3,4	120
3	25,3	6,0	21,5	3,5	120
4	26,4	6,0	20,8	3,5	120
5	27,5	6,0	20,1	3,4	120
6	28,8	6,5	19,2	3,3	120
7	29,7	6,5	18,5	3,2	120
8	30,9	7,0	17,7	3,2	120
9	31,9	7,0	16,9	3,0	120
10	32,9	7,0	16,2	3,0	120
11	33,9	7,5	15,5	2,9	120
12	34,8	7,5	14,9	2,8	120
13	35,7	8,0	14,2	2,8	120
14	36,7	8,0	13,6	2,7	120
15	37,6	8,0	13,0	2,6	120
16	38,4	8,5	12,4	2,6	120
17	39,2	8,5	11,7	2,6	120
18	40,0	9,0	11,3	2,5	120
19	40,7	9,0	10,9	2,5	120
20	41,4	9,0	10,4	2,4	120
21	42,2	9,0	9,9	2,4	120
22	42,9	9,5	9,5	2,4	120
23	43,6	9,5	9,1	2,4	120
24	44,3	10,0	8,7	2,4	120
25	44,9	10,0	8,3	2,4	120
26	45,5	10,0	8,0	2,3	120
27	46,1	10,0	7,7	2,2	122
28	46,7	10,5	7,4	2,2	122
29	47,3	10,5	7,1	2,2	122
30	47,8	10,75	6,8	2,2	122
31	48,4	11,0	5,6	2,2	122
32	48,9	11,0	4,3	2,2	122
33	49,4	11,0	3,4	2,2	122
34	49,9	11,0	3,0	2,2	122
35	50,3	11,0	2,9	2,2	122