

Kritische Daten

Praktikumsversuch am 27.10.2010

Gruppe: 3

Thomas Himmelbauer
Daniel Weiss

Abgegeben am: 03.11.2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Versuchsapparatur	3
3	Messung der Isothermen	4
3.1	Vorgehensweise	4
3.2	Messdaten	4
4	Messung der Isochoren	5
4.1	Vorgehensweise	5
4.2	Messdaten	5
5	Fehlerbetrachtung	6
A	Messungen entlang von Isothermen	7
B	Messungen entlang von Isochoren	10

1 Einleitung

Durch die Versuche soll das Verhalten des Versuchsgases Schwefelhexafluorid SF₆ unter Veränderung einer der Parameter (Volumen, Druck, Temperatur) festgehalten werden. Durch verschiedene Konfigurationen ergeben sich so Isotherme und Isochore Verläufe.

2 Versuchsapparatur

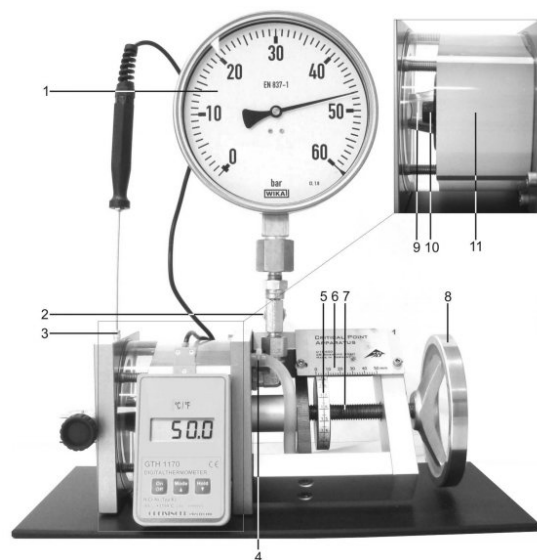


Abbildung 1: Versuchsaufbau. Bild entnommen aus der Versuchsanleitung[[HS10](#)].

Als Versuchsgerät dient der Critical Point Apparat. Durch justieren des Handrades (8), und gleichzeitiger Kontrolle des Abstandes durch die statische (6) und variable Skala (5), kann das Volumen in der Messzelle (9) verändert werden. Der Druck in der Zelle wird über das Manometer (1) abgelesen, wobei bei Überschreitung des Drucks von 50 bar das Drucksicherheitsventil (2) öffnet. Die Temperatur in der Messzelle wird indirekt über eine Messsonde (3) gemessen. Um die Temperatur zu verändern, wird Wasser aus einem separaten, temperaturregulierbaren Becken zur Messzelle geleitet. Vor Beginn der Messungen ist der Überhitzungsschutz der Beckenheizung laut Anleitung zu überprüfen[[HS10](#)].

3 Messung der Isothermen

3.1 Vorgehensweise

Es wird die für die Isothermen gewünschte Temperatur eingestellt und die Gleichgewichtslage abgewartet, bevor der Druck abgelesen wird. Das Volumen wird schrittweise über das Handrad reduziert und über die Skalen abgelesen, wobei die Temperatur nicht verändert wird. Der gesamte Vorgang wird mit verschiedenen Temperaturen wiederholt, um unterschiedliche Isotherme zu erhalten.

3.2 Messdaten

Aus den Messergebnissen (Tab. 1,2,3,4) ergeben sich folgende in Abbildung 2 dargestellte Verläufe der Isothermen.

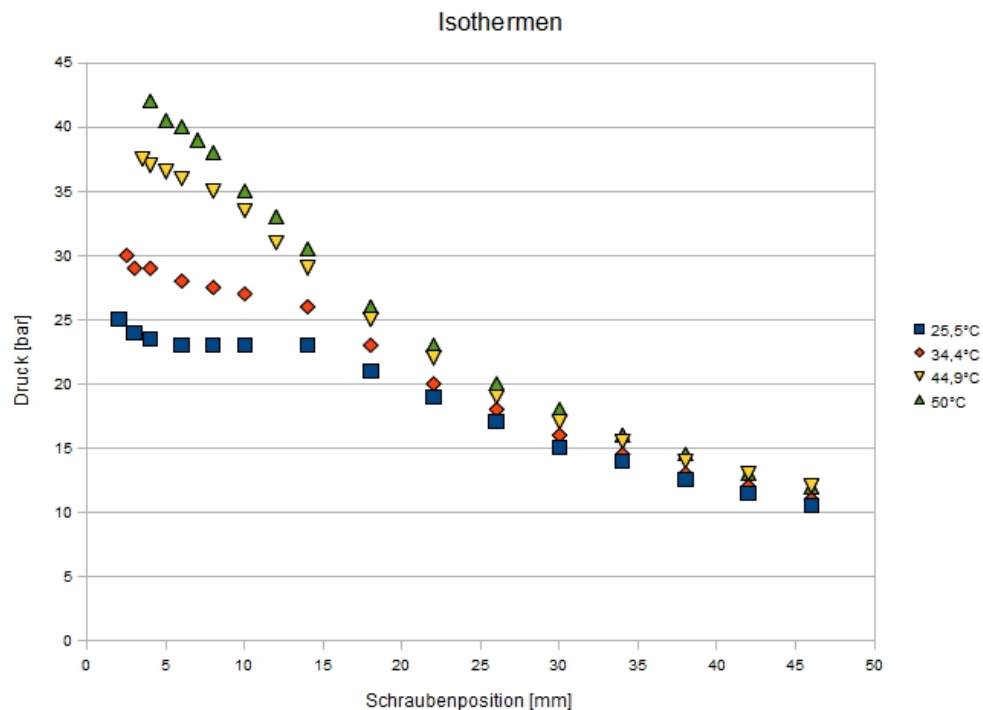


Abbildung 2: Diagramm der Isothermen. Dargestellt sind die Messergebnisse der 4 verschiedenen Isothermen. Die Temperaturwerte sind Mittelwerte und unterlagen während den Messungen einer Schwankung von weniger als $\pm 0,3^\circ\text{C}$. Aufgetragen ist der Überdruck.

Deutlich erkennbar ist die Abflachung der Kurve bei 25°C im Bereich von 8mm (Schraubenposition). Diese ist ansatzweise bei den anderen Kurven ebenfalls zu sehen, mit Ausnahme der 50°C-Kurve. In diesem Bereich befindet sich der *kritische Punkt*, an dem ein Phasenübergang zwischen flüssig und gasförmig stattfindet.

4 Messung der Isochoren

4.1 Vorgehensweise

Es wird das gewünschte Volumen eingestellt, bevor die Temperatur über das Wasserbecken verändert wird. Die Temperatur wird schrittweise verringert, und jeweils nach Erreichen der Gleichgewichtslage wird der sich einstellende Druck abgelesen. Die Prozedur wird mit verschiedenen Volumina wiederholt.

4.2 Messdaten

Aus den Messergebnissen (Tab. 5,6,7) ergeben sich die in Abbildung 3 dargestellten Isochoren.

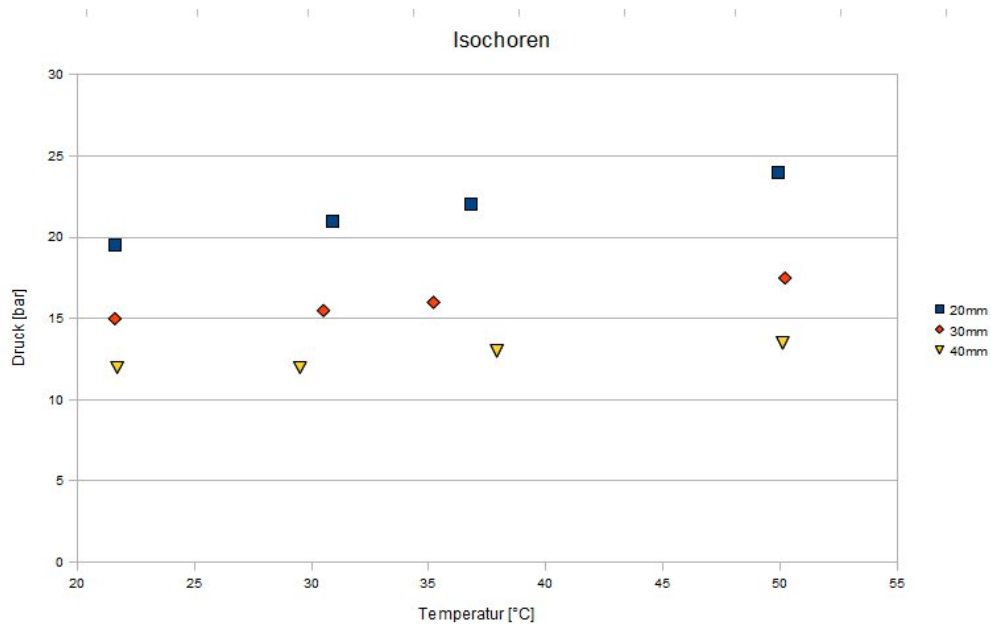


Abbildung 3: Diagramm der Isochoren. Dargestellt sind die Messergebnisse der 3 verschiedenen Isochoren. Aufgetragen ist der Überdruck.

Die Messergebnisse beschreiben schwach steigende Geraden im p-T-Diagramm.

5 Fehlerbetrachtung

Da sämtliche Messungen jeweils nur einmal vorgenommen werden, kann kein statistischer Fehler bestimmt werden. Der systematische Fehler ist unbekannt. Laut Anleitung ist die Bestimmung des Überdrucks mit einem Fehler von 1% behaftet. Dieser Fehler ist größer als der, der bei der Annahme eines Umgebungsdruckes von 1bar entsteht, da er selbst bei den kleinsten Messwerten immer noch in der Größenordnung von $\pm 0,1\text{bar}$ liegt. Das Volumen im Diagramm bezieht sich auf die Kolbenposition in mm, da sich das Feinstellrad in Bezug auf das Handrad verdrehen lässt und somit die genaue Zuordnung zu einem Volumen nicht mehr als korrekt angenommen werden kann. Die Kolbenposition ist daher mit einem unbekanntem, systematischem Fehler behaftet.

A Messungen entlang von Isothermen

Temperatur [°C]	Schraubenposition [mm]	Überdruck [bar]	Volumen [mm ³]
25,3	46	10,5	14444
25,3	42	11,5	13188
25,4	38	12,5	11932
25,4	34	14,0	10676
25,4	30	15,0	9420
25,4	26	17,0	8164
25,5	22	19,0	6908
25,5	18	21,0	5652
25,6	14	23,0	4396
25,8	10	23,0	3140
25,8	8	23,0	2512
25,8	6	23,0	1884
25,7	4	23,5	1256
25,7	3	24,0	942
25,7	2	25,0	628

Tabelle 1: Messung der Drücke bei verschiedenen Volumina und konstanter Temperatur von ca. 25°C.

Temperatur [°C]	Schraubenposition [mm]	Überdruck [bar]	Volumen [mm ³]
34,5	46	11,0	14444
34,5	42	12,0	13188
34,4	38	13,0	11932
34,4	34	14,5	10676
34,4	30	16,0	9420
34,4	26	18,0	8164
34,4	22	20,0	6908
34,4	18	23,0	5652
34,4	14	26,0	4396
34,4	10	27,0	3140
34,4	8	27,5	2512
34,4	6	28,0	1884
34,4	4	29,0	1256
34,6	3	29,0	942
34,5	2,5	30,0	785

Tabelle 2: Messung der Drücke bei verschiedenen Volumina und konstanter Temperatur von ca. 35°C.

Temperatur [°C]	Schraubenposition [mm]	Überdruck [bar]	Volumen [mm ³]
44,9	46	12,0	14444
45,0	42	13,0	13188
44,9	38	14,0	11932
44,9	34	15,5	10676
44,9	30	17,0	9420
44,8	26	19,0	8164
44,9	22	22,0	6908
44,9	18	25,0	5652
44,9	14	29,0	4396
44,9	12	31,0	3768
44,9	10	33,5	3140
44,9	8	35,0	2512
44,9	6	36,0	1884
44,9	5	36,5	1570
44,9	4	37,0	1256
44,9	3,5	37,5	1099

Tabelle 3: Messung der Drücke bei verschiedenen Volumina und konstanter Temperatur von ca. 45°C.

Temperatur [°C]	Schraubenposition [mm]	Überdruck [bar]	Volumen [mm ³]
50,1	46	12,0	14444
50,0	42	13,0	13188
50,0	38	14,5	11932
50,0	34	16,0	10676
49,9	30	18,0	9420
50,0	26	20,0	8164
49,9	22	23,0	6908
49,9	18	26,0	5652
49,9	14	30,5	4396
49,9	12	33,0	3768
49,9	10	35,0	3140
49,9	8	38,0	2512
49,9	7	39,0	2198
49,9	6	40,0	1884
50,0	5	40,5	1570
50,0	4	42,0	1256

Tabelle 4: Messung der Drücke bei verschiedenen Volumina und konstanter Temperatur von ca. 50°C.

B Messungen entlang von Isochoren

Temperatur [°C]	Überdruck [bar]
21,6	19,5
30,9	21,0
36,8	22,0
49,9	24,0

Tabelle 5: Messung der Drücke bei verschiedenen Temperaturen und konstantem Volumen von 6280mm³ (Schraubenposition: 20mm)

Temperatur [°C]	Überdruck [bar]
21,6	15,0
30,5	15,5
35,2	16,0
50,2	17,5

Tabelle 6: Messung der Drücke bei verschiedenen Temperaturen und konstantem Volumen von 9420mm³ (Schraubenposition: 30mm)

Temperatur [°C]	Überdruck [bar]
21,7	12,0
29,5	12,0
37,9	13,0
50,1	13,5

Tabelle 7: Messung der Drücke bei verschiedenen Temperaturen und konstantem Volumen von 12560mm³ (Schraubenposition: 40mm)

Abbildungsverzeichnis

1	Versuchsaufbau. Bild entnommen aus der Versuchsanleitung[HS10].	3
2	Diagramm der Isothermen. Dargestellt sind die Messergebnisse der 4 verschiedenen Isothermen. Die Temperaturwerte sind Mittelwerte und unterlagen während den Messungen einer Schwankung von weniger als $\pm 0,3^\circ\text{C}$. Aufgetragen ist der Überdruck.	4
3	Diagramm der Isochoren. Dargestellt sind die Messergebnisse der 3 verschiedenen Isochoren. Aufgetragen ist der Überdruck.	5

Tabellenverzeichnis

1	Messung der Drücke bei verschiedenen Volumina und konstanter Temperatur von ca. 25°C.	7
2	Messung der Drücke bei verschiedenen Volumina und konstanter Temperatur von ca. 35°C.	8
3	Messung der Drücke bei verschiedenen Volumina und konstanter Temperatur von ca. 45°C.	8
4	Messung der Drücke bei verschiedenen Volumina und konstanter Temperatur von ca. 50°C.	9
5	Messung der Drücke bei verschiedenen Temperaturen und konstantem Volumen von 6280mm ³ (Schraubenposition: 20mm)	10
6	Messung der Drücke bei verschiedenen Temperaturen und konstantem Volumen von 9420mm ³ (Schraubenposition: 30mm)	10
7	Messung der Drücke bei verschiedenen Temperaturen und konstantem Volumen von 12560mm ³ (Schraubenposition: 40mm)	10

Literatur

[HS10] H. SASSIK, G. K. u.: *Kritische Daten*, 2010