

VERSUCHSBERICHT ZU

W2 - ADIABATENEXPONENT c_p/c_v VON
GASEN

Gruppe 14Mo

Alexander Neuwirth (E-Mail: a_neuw01@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 28.05.2018
betreut von
Pascal Grenz

3. Juni 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	3
2	Methoden	3
3	Ergebnisse und Diskussion	3
3.1	Beobachtungen und Datenanalyse	3
3.1.1	Unsicherheiten	3
3.1.2	Bestimmung von κ nach Rüchardt-Flammersfeld	3
3.1.3	Bestimmung von κ nach Clément-Desormes	5
3.2	Diskussion	5
4	Schlussfolgerung	5

1 Kurzfassung

2 Methoden

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Beobachtungen und Datenanalyse

3.1.1 Unsicherheiten

Die Unsicherheiten wurden gemäß GUM ermittelt. Außerdem wurde für Unsicherheitsrechnungen die Python Bibliothek „uncertainties“ verwendet.

Waage: Die Waage zeigt das Gewicht mit einer Nachkommastelle an, woraus eine Unsicherheit von 0,03 g folgt (rechteckige WDF).

Stoppuhr: Die Zeit wurde in Sekunden mit zwei Nachkommastellen gemessen. Folglich ist die Unsicherheit 0,003 s (rechteckige WDF), jedoch hat die Reaktionszeit einen größeren Einfluss, weshalb eine Unsicherheit von 0,1 s angenommen wird.

Messschieber: Die Unsicherheit des Messschiebers wurde auf 0,06 mm abgeschätzt (dreieckige WDF).

Maßstäbe: Ebenfalls eine analoge Messung, wobei die Unsicherheit 0,04 cm beträgt.

Schwingungszählung: Beim Zählen der 100 Schwingungen wird von maximal einer Schwingung zu viel bzw. zu wenig ausgegangen, sodass die Unsicherheit 0,6 beträgt (rechteckige WDF).

Luftdruck: Der Umgebungsdruck wurde mit einer Unsicherheit von 0,4 kPa ermittelt.

Glasflasche: Auf der Glasflasche war keine Unsicherheit angegeben. Außerdem war unklar, ob das Volumen des Stöpfels mit in die Angabe von 5450 cm³ eingeht oder nicht. Deshalb wurde die Unsicherheit des Volumens mit 30 cm³ abgeschätzt.

3.1.2 Bestimmung von κ nach Rüchardt-Flammersfeld

Es wurden wie in Abschnitt 2 beschrieben die Zeit für 100 Schwingungen bei unterschiedlichen Abständen der Schellen gemessen. In Abb. 1 sind die Schwingdauern von Luft, Argon und Kohlenstoffdioxid gegen den Abstand der Schellen gemessen. Es wurde ein linearer York-Fit verwendet, da dieser auch die X-Fehler berücksichtigt. Aus den Y-Achsenabschnitten der Fit-Funktionen lassen sich die Schwingdauern für einen auf Null extrapolierten Wert des Schellenabstands bestimmen. Diese sind in Tabelle 1 aufgeführt.

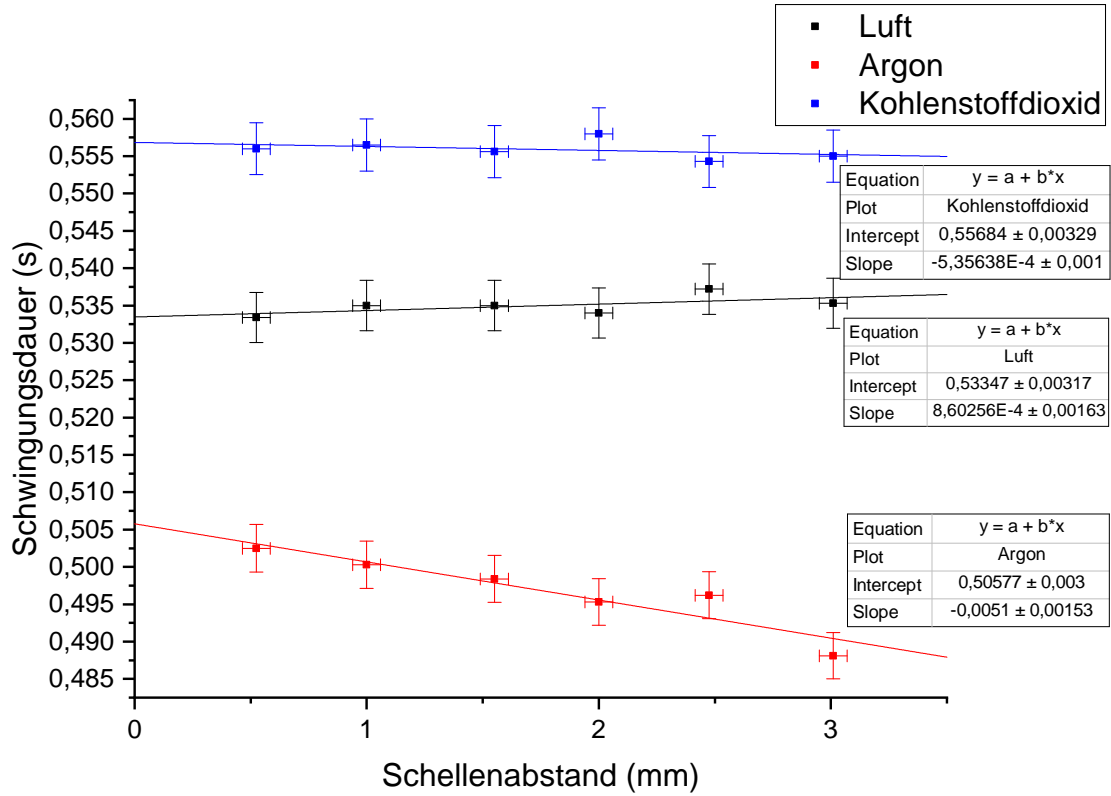


Abbildung 1: Gemessene Schwingdauern in Abhängigkeit von dem Abstand der Schellen.

In der Einführung wurde folgende Formel zur Bestimmung des Adiabatenexponenten hergeleitet:

$$\kappa = \frac{4\pi^2 m V_0}{p_0 A^2 T^2} \quad (1)$$

$$u(\kappa) = \kappa \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(V_0)}{V_0}\right)^2 + \left(\frac{u(p_0)}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{2u(T)}{T}\right)^2 + \left(\frac{2u(A)}{A}\right)^2} \quad (2)$$

Das Volumen V_0 setzt sich zusammen aus dem der Glasflasche $V_F = (5450 \pm 30) \text{ cm}^3$ und dem Glasrohr mit einem Radius $r = (0,798 \pm 0,003) \text{ cm}$ und einer Höhe zum Spalt $h = (10,05 \pm 0,06) \text{ cm}$.

$$V_0 = V_F + r^2 \pi h \quad (3)$$

Somit betragen:

- Volumen $V_0 = (5470 \pm 30) \text{ cm}^3$.
- Fläche $A = r^2 \pi = (1,998 \pm 0,015) \text{ cm}^2$
- Masse $m = (7,20 \pm 0,03) \text{ g}$ (Messung)
- Umgebungsdruck $p_L = (101,2 \pm 0,4) \text{ kPa}$ (Messung)

- Innendruck $p_0 = p_L + \frac{m \cdot g}{A} = (101,5 \pm 0,4) \text{ kPa}$

In Tabelle 1 sind die berechneten Adiabatenkoeffizienten zu den jeweiligen Schwingdauern aufgelistet.

Tabelle 1: Extrapolierte Schwingdauern sowie resultierende Adiabatenkoeffizienten.

	Luft	Argon	Kohlenstoffdioxid
Schwingungsdauer T in s	$0,533 \pm 0,003$	$0,506 \pm 0,003$	$0,557 \pm 0,003$
Adiabatenkoeffizient κ	$1,355 \pm 0,027$	$1,503 \pm 0,031$	$1,240 \pm 0,025$

3.1.3 Bestimmung von κ nach Clément-Desormes

In der Einführung wurde folgende Formel zur Bestimmung des Adiabatenexponenten hergeleitet:

$$\kappa = \frac{h_1}{h_1 - h_3} \quad (4)$$

$$u(\kappa) = \kappa^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{h_3}{h_1}\right)^2 + 1} \cdot \frac{u(h)}{h_1} \quad (5)$$

Dabei ist h_1 die Höhe der Flüssigkeitssäule im Manometer nach der Erhöhung des Drucks im Gefäß und dessen folgender Temperatúrausgleich mit der Umgebung. h_3 ist die Höhe, die sich ergibt, wenn man den Druck im Gefäß an den der Umgebung anpasst und sich, unter Druckänderung, ein (adiabatischer) Temperaturgleichgewicht einstellt.

In Tabelle 2 sind die Messwerte sowie folgende Adiabatenkoeffizienten aufgeführt. Es folgt ein Mittelwert für κ_{Luft} von $1,355 \pm 0,004$.

Tabelle 2: Gemessene Höhe der Flüssigkeitssäule im Manometer und nach Gleichung (4) berechnete Adiabatenexponenten κ_{Luft} von Luft.

h_1 in cm	h_3 in cm	κ_{Luft}
$16,64 \pm 0,06$	$4,35 \pm 0,06$	$1,354 \pm 0,007$
$20,63 \pm 0,06$	$5,52 \pm 0,06$	$1,365 \pm 0,006$
$25,34 \pm 0,06$	$6,72 \pm 0,06$	$1,361 \pm 0,005$
$36,70 \pm 0,06$	$9,41 \pm 0,06$	$1,345 \pm 0,003$
$10,98 \pm 0,06$	$2,84 \pm 0,06$	$1,349 \pm 0,010$

3.2 Diskussion

4 Schlussfolgerung