

# Thermodynamik- Adiabatenkoeffizient von Luft

Gruppe 2: Adelind Elshani, Olexiy Fedorets, Tobias Wild, **Mohammad Bilal Malik**

# Gliederung

- Grundlagen und Ziel des Versuchs
- Aufbau
- Durchführung
- Auswertung:
  - Rohdaten
  - Bestimmung der Frequenzen
  - Vernachlässigung der Dämpfung
  - Bestimmung der weiteren relevanten Größen
- Vergleich der Ergebnisse
- Fazit

# Grundlagen und Ziel

$\kappa = \omega^2 \frac{m}{PA^2} V$  bestimmen mittels Rüchardt – Methode

*Newtonsche Bewegungsgleichung :*

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = A dp - \alpha_{\text{Reibung}} \frac{dx}{dt}$$

*Adiabatisches System (mit  $dV = Ax$ )*

$$pV^\kappa = \text{const.} \Leftrightarrow dp = -\frac{p\kappa dV}{V}$$

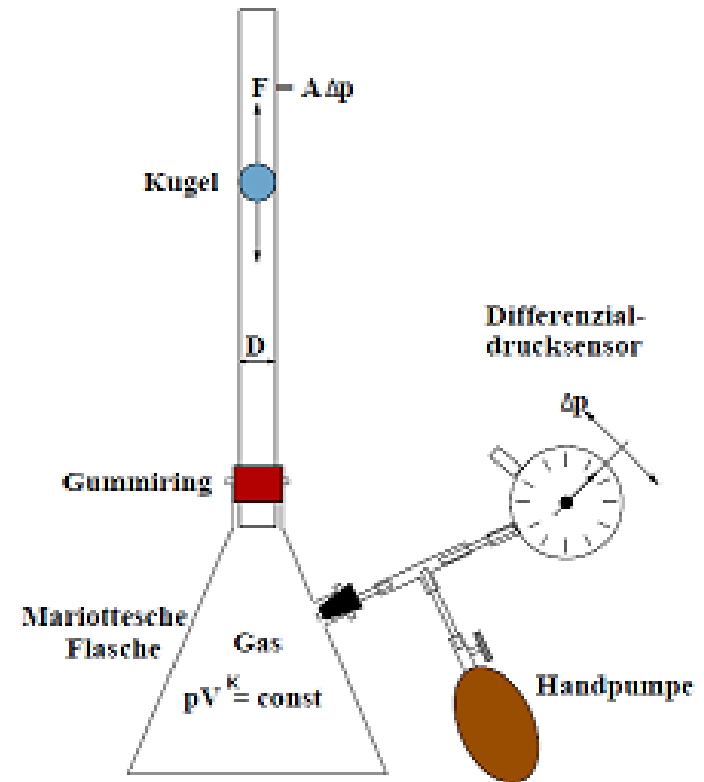
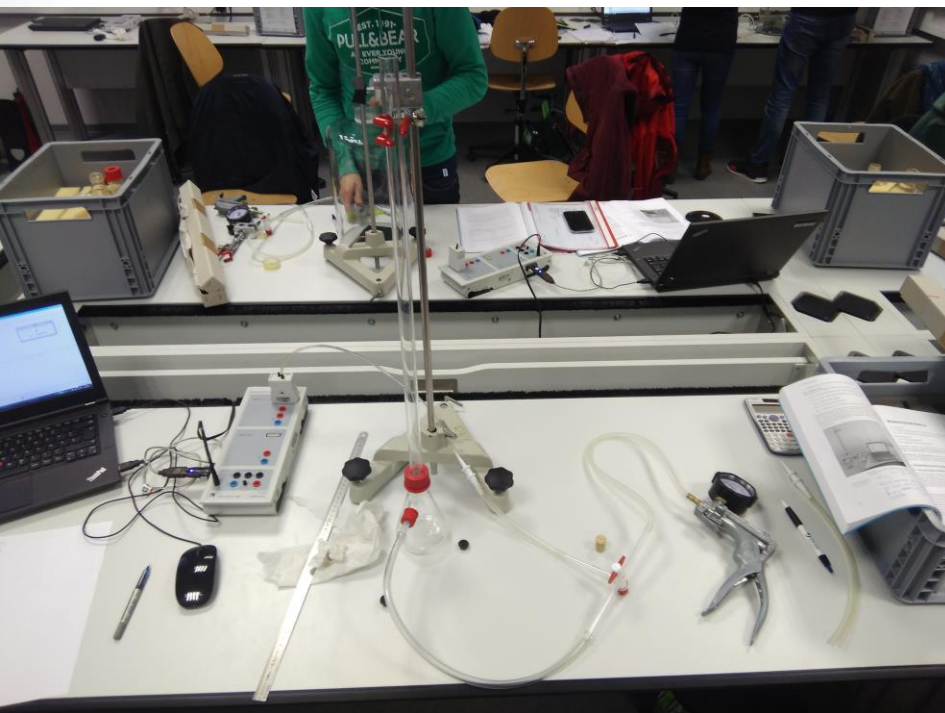
*(mit  $dV = Ax$ )*

$$\Rightarrow \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{\alpha_{\text{Reibung}}}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{p\kappa A^2}{mV} x = 0$$

$$\Rightarrow \omega_0^2 = \frac{p\kappa A^2}{mV}$$

*Auf die Dämpfung wird später eingegangen*

# Aufbau des Versuchs

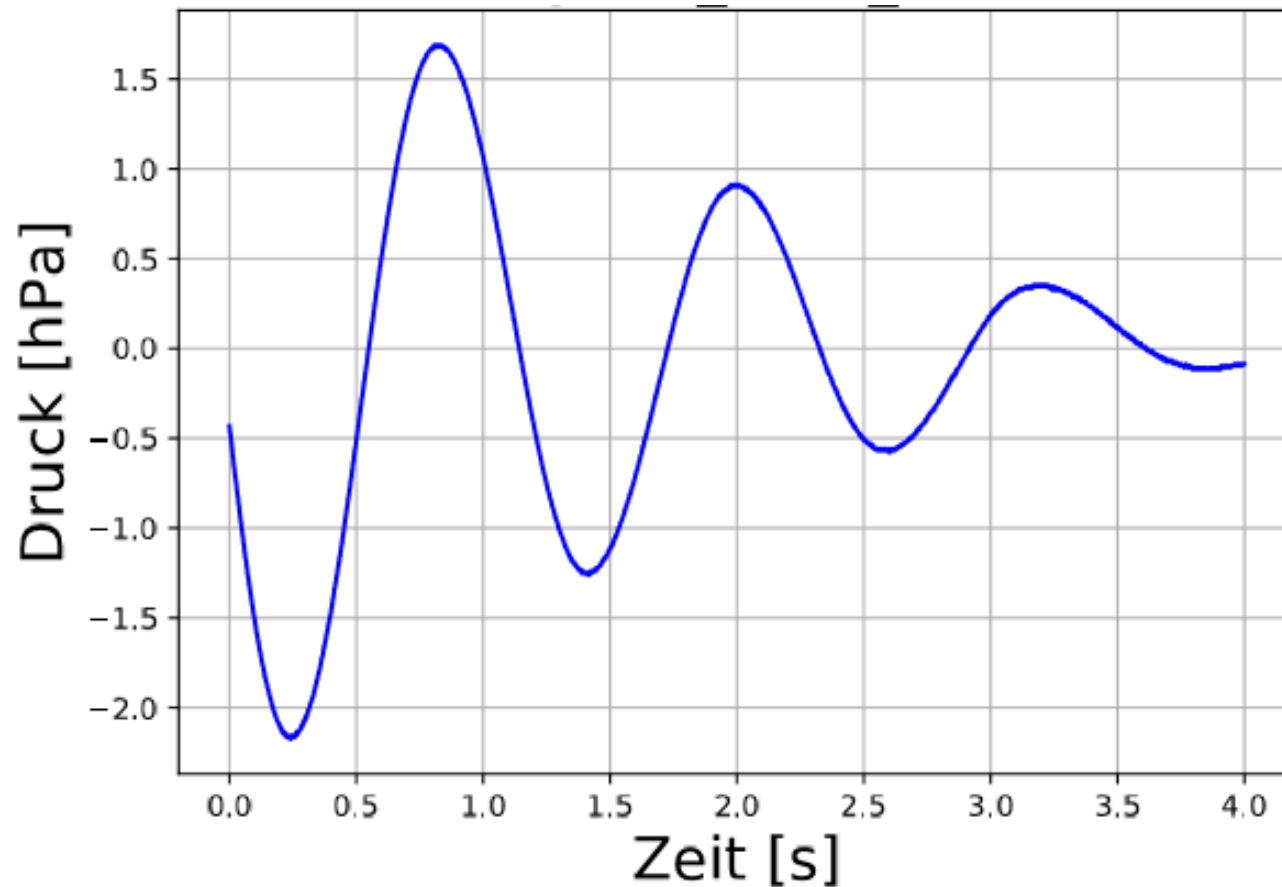


# Durchführung

- Messung von:
  - Durchmesser Rohr, ggf. vermessen der Schläuche
  - Masse der Kugel
  - Druck (atmosphärischer und Differenz dessen zum Innendruck der Flasche)
  - Messungen Frequenz
    - Druckaufbau in Flasche, vermessen der Gleichgewichtsposition
    - Auslenken der Kugel
    - Aufnahme des Druckverlaufs in der Flasche
  - Messung des Volumens der Flaschen

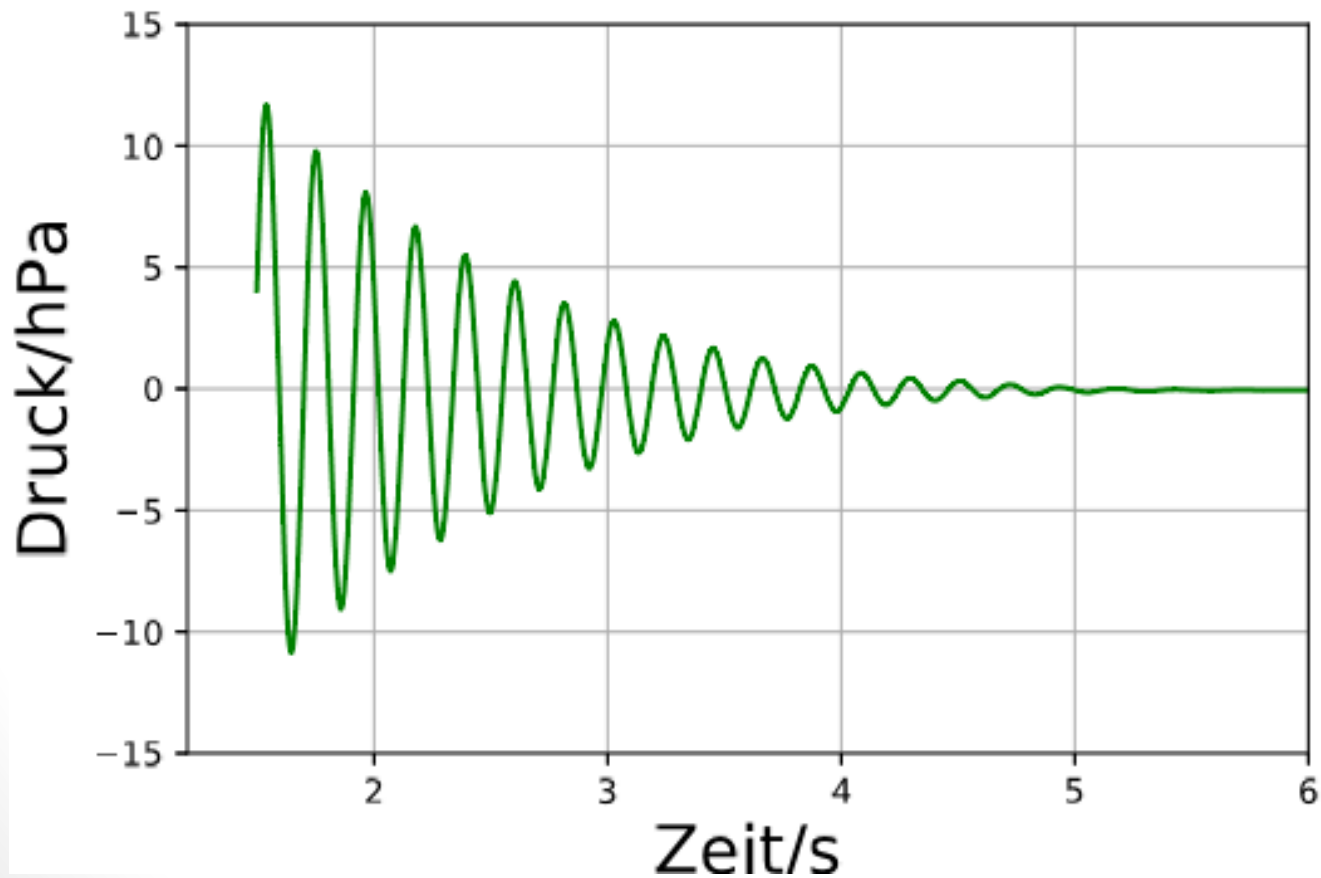
# Rohdatenplots

- Gruppe 1, große Flasche



# Rohdatenplots

- Gruppe 2, kleine Flasche



# Auswertung - Frequenzen

## Gruppe 1

- Bestimmung der Periodendauer  $T$  durch Nulldurchgänge
- Gewichtetes Mittel pro Position, da unterschiedliche Fehler

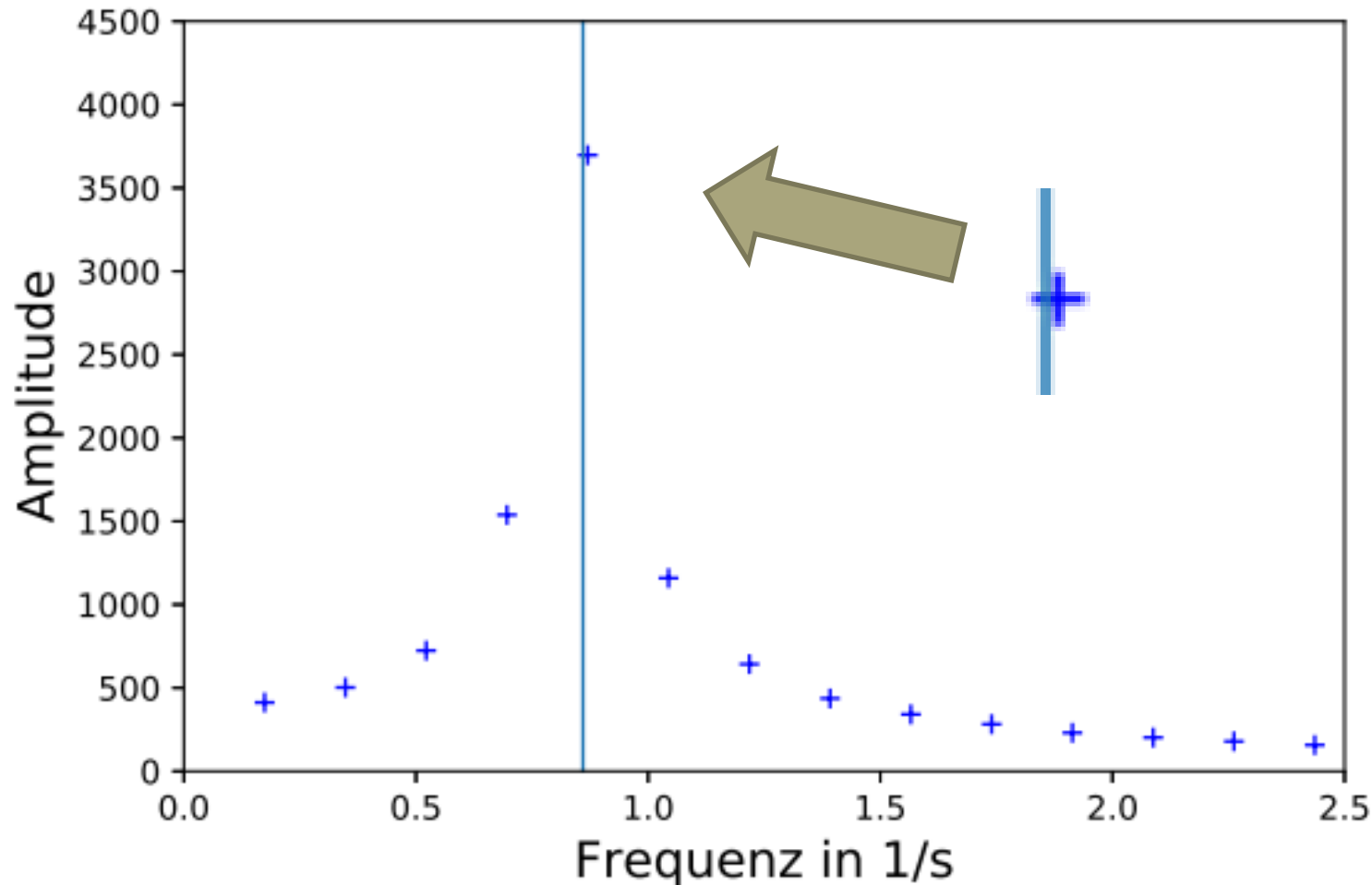
## Gruppe 2

- FFT zur Bestimmung der Frequenz
- Schwerpunkt des Peaks
- Pro Position gewichtet gemittelt



# Fourier-Transformation Beispiel

Gruppe 2, große Flasche



# Dämpfung

## Gruppe 1

- Einhüllende mit Cassy-Interface

Gefäß	$\omega$ in 1/s	$\delta$ in 1/s
Kleine Flasche	28,08	1,15
Mittlere Fl.	16,14	0,63
Große Flasche	5,25	0,55

$$\omega^2 = \omega_0^2 + \delta^2$$



$$\omega^2 \approx \omega_0^2$$

## Gruppe 2

$$\delta_i = \frac{\ln\left(\frac{A_i}{A_{i+1}}\right)}{T_i}$$

Gefäß	$\omega$ in 1/s	$\delta$ in 1/s
Kleine Flasche	26,57	0,39
Mittlere Fl.	15,95	0,14
Große Flasche	5,41	0,03

# Auswertung – weitere Größen

- Bestimmung des Drucks:
    - Atmosphärischer Druck, Rauschmessung
    - Alternativ:  $p = p_0 + \frac{mg}{A}$
  - Bestimmung der Querschnittfläche
    - Messung Durchmesser, Fehlerfortpflanzung
  - Bestimmung der Masse:
    - Analysewaage
  - Bestimmung des Volumen:
    - Flaschen (Auswiegen mit und ohne Wasser)
    - Rohr (Messschieber, Maßstab)
    - Ggf. Schläuche (Messschieber, Maßstab)
- Fehler auf die Volumina: Abschätzung, Fehlerfortpflanzung

# Messwerte

## Gruppe 1

$$m = 0,0164 \pm 10^{-4} kg$$

$$V_{kl} = 3,179 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$V_{mi} = 1,138 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$V_{gr} = 11,423 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$p = 977 hPa + 7,95 \pm 5 \cdot 10^{-4} hPa$$

$$A = 1,99 \cdot 10^{-4} \pm 1,25 \cdot 10^{-6} m^2$$

## Gruppe 2

$$m = 0,0165 \pm 10^{-4} kg$$

$$V_{kl} = 3,223 \cdot 10^{-4} m^3$$

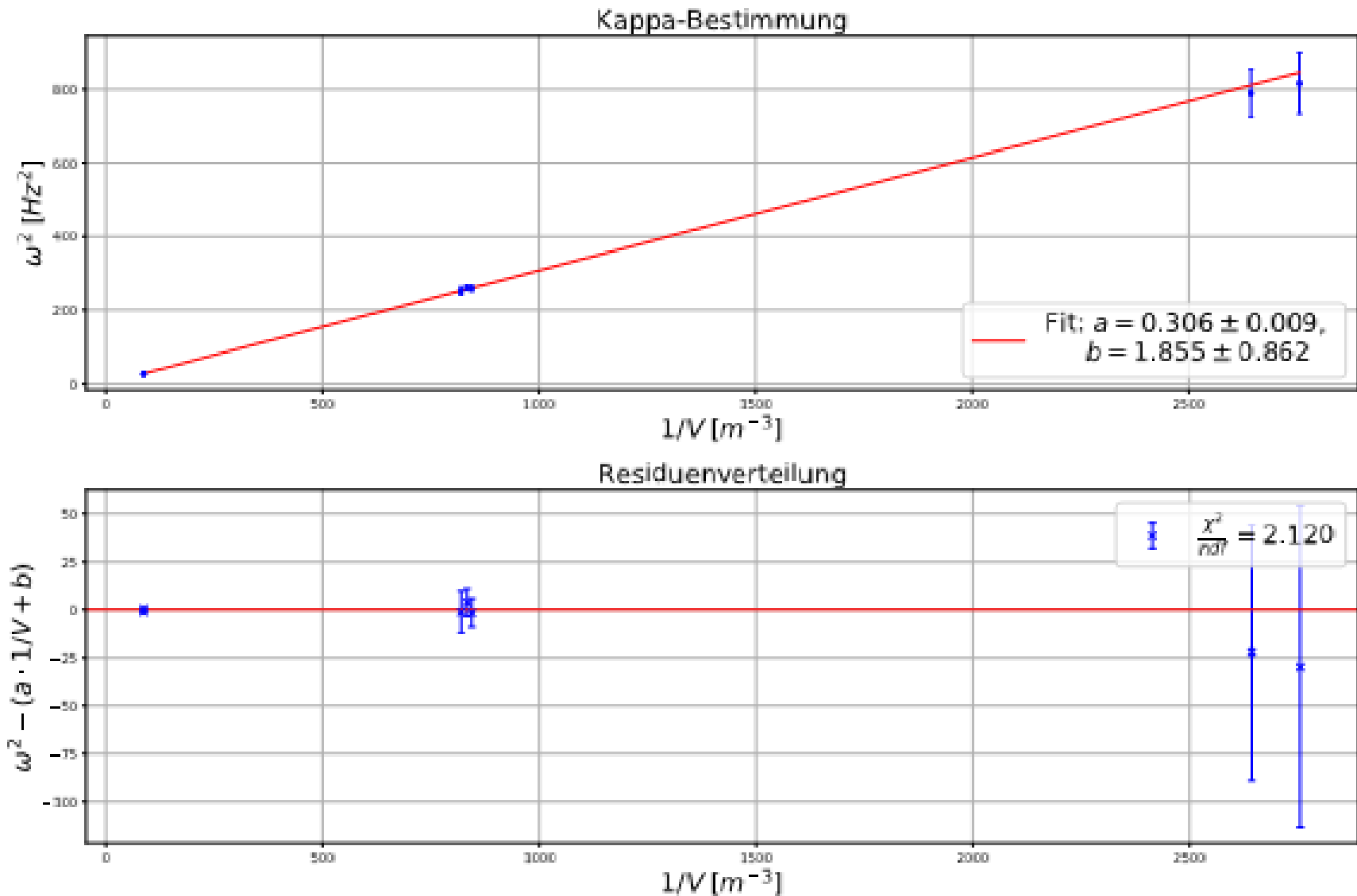
$$V_{mi} = 1,165 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$V_{gr} = 11,423 \cdot 10^{-3} m^3$$

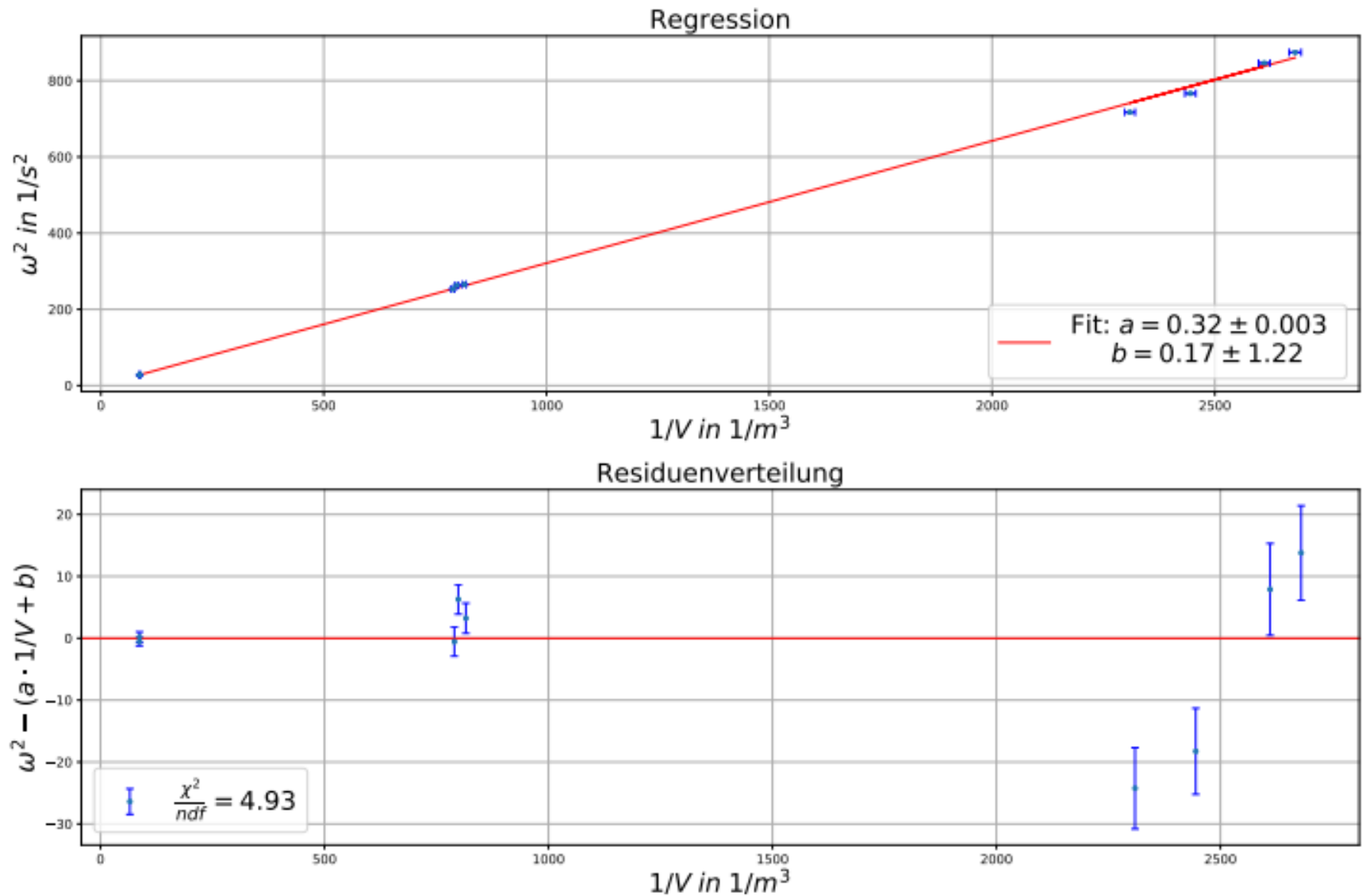
$$p = 977 hPa + \frac{mg}{A}$$

$$A = 1,99 \cdot 10^{-4} \pm 1,25 \cdot 10^{-6} m^2$$

# Regression und Residuen, Gruppe 1



# Regression und Residuen, Gruppe 2



# Ergebnisse


## Gruppe 1

- $\kappa = 1,287 \pm 0,042$
- $2,7\sigma$  - Umgebung

## Gruppe 2

- $\kappa = 1,35 \pm 0,03$
- $2,2\sigma$  - Umgebung

# Fazit

- Schwierigkeiten:
  - Große Flasche: Kugelposition, richtiger Druck
  - Abschätzung des Fehlers von  $V$   
     evt. besseres  $\chi^2$

Dennoch relativ gute Ergebnisse



Vielen Dank für eure  
Aufmerksamkeit!