Physik Methoden
Übungsaufgaben zu Kapitel 5 „Diagramme und Visualisierung von Daten“

Christian Hettich, Bernd Jödicke, Jürgen Sum

11. April 2024

In diesem Dokument finden Sie Aufgaben zum Kapitel 5 „Diagramme und Visualisierung von Daten“ aus unserem Buch Physik Methoden. Wenn Sie die PDF-Datei des Buchs ins gleiche Verzeichnis wie diese Datei hier legen und Sie die PDF-Datei des Buchs in „Physik-Methoden-2023.pdf“ umbenennen, können Sie mit den grünen Links in den meisten PDF-Programmen direkt an die passende Stelle im Buch springen.

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgaben

1.a Grafik Auswertung

Aufgabe 1: Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Wärmekapazität

Hinweis: Die folgende Aufgabe ist so gestellt, dass sie handschriftlich gelöst werden kann (und sollte).

Die spezifische Wärmekapazität c eines Materials soll bestimmt werden. Dazu werden unterschiedliche Mengen des Materials (unterschiedliche Massen m) mit einer konstanten Menge an Energie $E = 21\,\mathrm{kJ}$ aufgeheizt und anschließend die Temperaturänderung ΔT gemessen. Die für die Messung der Masse verwendete Waage hat vermutlich einen Offset.

Es gilt:

$$E = m\,c\,\Delta T$$

Die Messreihe ergab:

Größe	Einheit	Messwerte			
m	kg	0,8	1,3	2,3	4,3
ΔT	K	10,04	5,023	2,512	1,2565

a) Tragen Sie die Daten in ein sinnvolles Diagramm ein. Es soll Ihnen bei den anderen Fragen helfen! Achten Sie auch auf die Achsenbeschriftungen.

b) Zeichnen Sie eine sinnvolle Trendlinie ein.

c) Bestimmen Sie die Wärmekapazität c durch Auswerten der Trendlinie. Achten Sie insbesondere auf die Einheiten.

d) Welchen Offset hat die Waage? (Wieviel zeigt sie falsch an).

Zum Hinweis

Aufgabe 2: Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Feder-Masse-Schwinger

Hinweis: Die folgende Aufgabe ist so gestellt, dass sie handschriftlich gelöst werden kann (und sollte).

Für einen Feder-Masse-Schwinger gilt:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{D}{m}}.$$

In dem man verschiedene Gewichte der Masse m an eine sehr steifen Feder zum Schwingen bringt und die Frequenz f misst, kann man die Konstante D ermitteln. Dazu wurde eine Messreihe durchgeführt.

Größe	**Einheit**	**Messwerte**					
m	g	1	2	3	4	5	6
f	kHz	9,0	6,1	5,1	4,2	4,0	3,5

a) Tragen Sie die Daten in ein sinnvolles Diagramm ein. Es soll Ihnen bei den anderen Fragen helfen! Achten Sie auch auf die Achsenbeschriftungen

b) Zeichnen Sie eine sinnvolle Trendlinie ein

c) Bestimmen Sie D durch Auswerten der Trendlinie. Achten Sie insbesondere auf die Einheit von D!

Zum Hinweis

Aufgabe 3: Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Dichte eines Materials

Hinweis: Die folgende Aufgabe ist so gestellt, dass sie handschriftlich gelöst werden kann (und sollte).

Die Dichte ϱ eines Materials soll bestimmt werden. Zur Verfügung stehen ein Messschieber sowie eine Waage. Allerdings zeigt die Waage auch ohne Belastung einen Wert an. Daher wird folgender Messvorgang gewählt.

- Aus dem Material werden Kugeln mit unterschiedlichem Durchmesser geformt.
  Das Kugelvolumen berechnet sich aus $V = \frac{\pi}{6}d^3$.
- Der Durchmesser d und die Masse m werden bestimmt und in einer Tabelle aufgetragen.

Die Messreihe ergab:

Größe	**Einheit**	**Messwerte**			
m	g	100	140	240	390
d	cm	2	3	4	5

a) Tragen Sie die Daten in ein sinnvolles Diagramm ein. Es soll Ihnen bei den anderen Fragen helfen! Achten Sie auch auf die Achsenbeschriftungen.

b) Zeichnen Sie eine sinnvolle Trendlinie ein.

c) Bestimmen Sie die Dichte ϱ durch Auswerten der Trendlinie. Achten Sie insbesondere auf die Einheit von ϱ.

d) Welchen Offset hat die Waage? (Wieviel zeigt sie falsch an).

Das Kugelvolumen berechnet sich aus $V = \frac{\pi}{6} d^3$

Zum Hinweis

Aufgabe 4: Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - mit Cosinus

Hinweis: Die folgende Aufgabe ist so gestellt, dass sie handschriftlich gelöst werden kann (und sollte).

Der theoretische Zusammenhang zwischen einer Frequenz f und einem Winkel β lautet:

$$2\pi f = \sqrt{G \cos\beta}.$$

Um G zu bestimmen wurde f als Funktion von β gemessen. Die Messreihe ergab:

Größe	**Einheit**	**Messwerte**				
f	kHz	3,89	3,74	3,49	2,96	2,19
β	grad	0	20	40	60	80

a) Tragen Sie die Daten in ein sinnvolles Diagramm ein. Es soll Ihnen bei den anderen Fragen helfen! Achten Sie auch auf die Achsenbeschriftungen

b) Zeichnen Sie eine sinnvolle Trendlinie ein

c) Bestimmen Sie G durch Auswerten der Trendlinie. Achten Sie insbesondere auf die Einheit von G!

Zum Hinweis

2 Hinweise

2.a Grafik Auswertung

Hinweis[1] zu **Aufgabe 1 „Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Wärmekapazität“**

Schauen Sie Rezept 5.4.7 an. Wie erhält man aus den Daten der Aufgabe eine Gerade?

Zur Lösung

Hinweis[2] zu **Aufgabe 2 „Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Feder-Masse-Schwinger“**

Schauen Sie Rezept 5.4.7 an. Wie erhält man aus den Daten der Aufgabe eine Gerade? Wie können Sie die Messdaten sinnvoll aufbereiten und die Achsen anpassen?

Zur Lösung

Hinweis[3] zu **Aufgabe 3 „Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Dichte eines Materials“**

Schauen Sie Rezept 5.4.7 an. Wie erhält man aus den Daten der Aufgabe eine Gerade?

Zur Lösung

Hinweis[4] zu **Aufgabe 4 „Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - mit Cosinus“**

Schauen Sie Rezept 5.4.7 an. Wie erhält man aus den Daten der Aufgabe eine Gerade?

Zur Lösung

3 Lösungen

3.a Grafik Auswertung

Lösung zu **Aufgabe 1 „Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Wärmekapazität“**

Zuerst die Gleichung so umstellen, dass die beiden Messgrößen auf verschiedenen Seiten der Gleichung stehen:

$$m = \frac{E}{c\,\Delta T}$$

$$\Rightarrow \quad \underbrace{m}_{y} = \underbrace{\frac{E}{c}}_{\text{Steigung}} \cdot \underbrace{\frac{1}{\Delta T}}_{x}$$

Trägt man also m über $\frac{1}{\Delta T}$ auf, erwartet man eine Gerade $y = k\,x$ mit der Steigung $k = \frac{E}{c}$. Man berechnet erst die Zahlenwerte. Damit ergibt sich folgende Tabelle:

Größe	Einheit	Messwerte			
m	kg	0,8	1,3	2,3	4,3
$\frac{1}{\Delta T}$	K^{-1}	0,1	0,2	0,4	0,8

Tragen Sie dann diese Wertepaare in ein Diagramm ein:

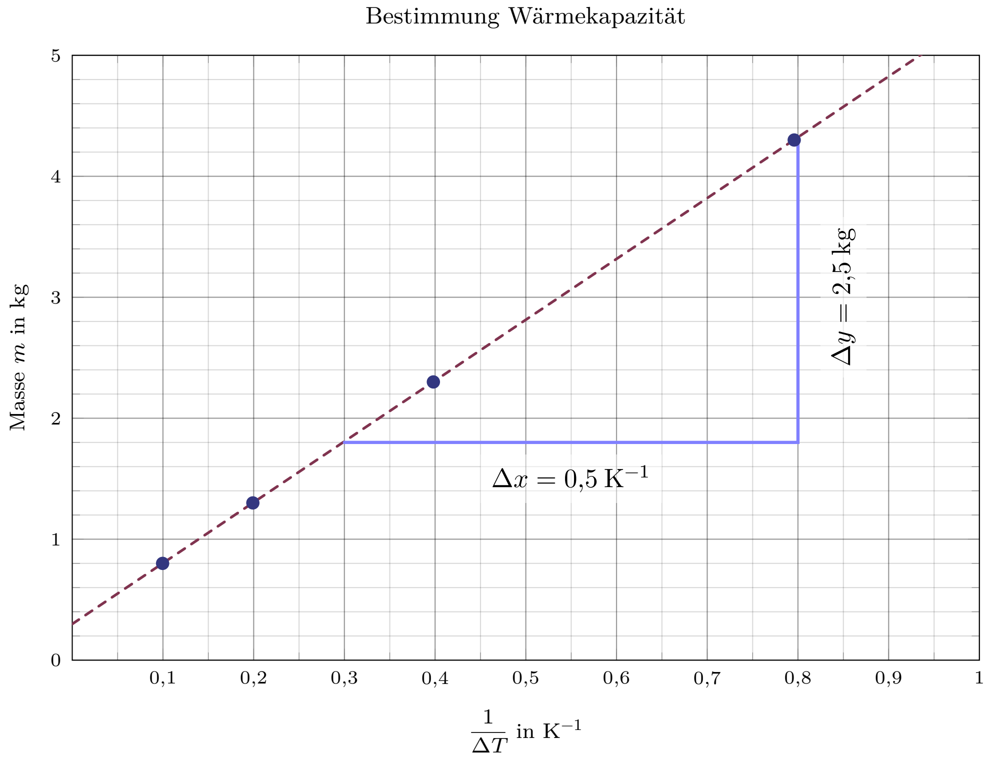

Abbildung 1: Masse des Materials in Abhängigkeit vom Kehrwert der absoluten Temperatur $1/T$ mit einer Ausgleichsgeraden.

Durch Einzeichnen eines Steigungsdreiecks können folgende Werte abgelesen werden:

$$\Delta y = 2{,}5\,\mathrm{kg} \quad \text{und} \quad \Delta x = 0{,}5\,\mathrm{K}^{-1}$$

Damit ergibt sich aus der Steigung der Geradengleichung:

$$\text{Steigung} = \frac{E}{c} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{und damit:}$$
$$\Rightarrow c = E\frac{\Delta x}{\Delta y} = 21\,\mathrm{kJ} \cdot \frac{0{,}5\,\mathrm{K}^{-1}}{2{,}5\,\mathrm{kg}}$$
$$\approx 4{,}2\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,K}}$$

Zur Lösung des Aufgabenteils d betrachtet man den Achsenabschnitt der Geraden. Dies ist genau der Offset der Waage. Die Waage zeigt also immer circa 0,3 kg zu viel an.

Lösung 2 zu Aufgabe 2 „Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Feder-Masse-Schwinger“

Zuerst die Gleichung umstellen:

$$f^2 = \frac{D}{4\pi^2} \cdot \frac{1}{m}.$$

Trägt man also f^2 über $1/m$ auf, erwartet man eine Gerade. Wir berechnen erst die Werte:

Größe	Einheit	umgerechnete Messwerte					
$1/m$	$1/\mathrm{g}$	1	0,5	0,33	0,25	0,2	0,17
f^2	kHz^2	81	36	25	17	16	12

und tragen Sie dann in ein Diagramm ein:

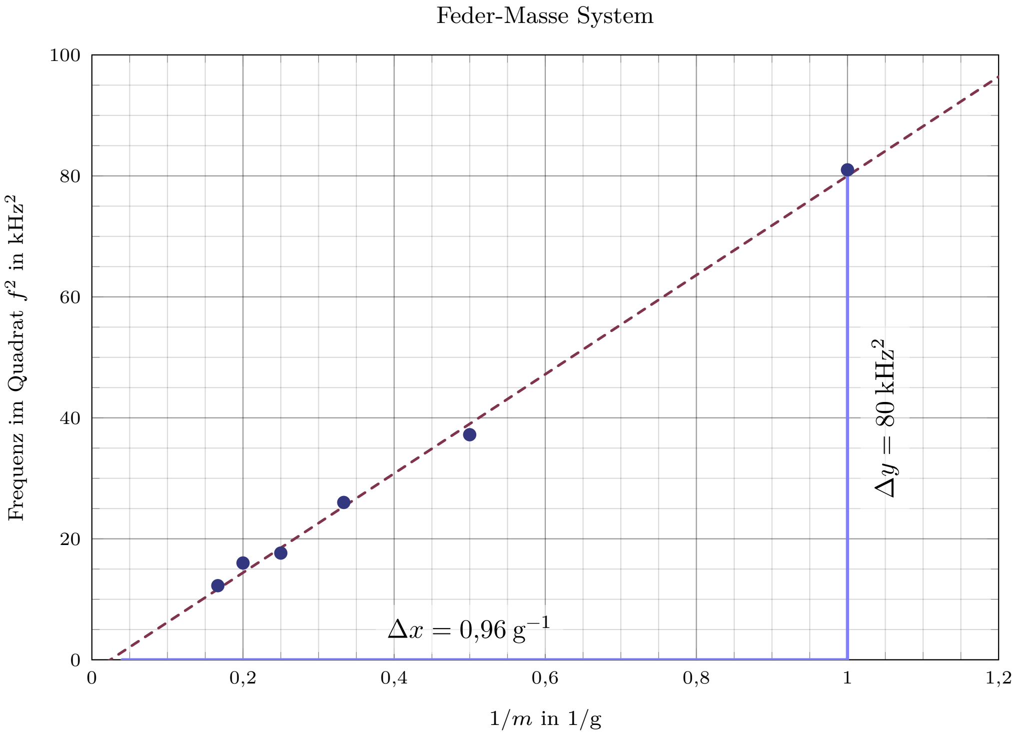

Abbildung 2: Frequenz im Quadrat über dem Kehrwert der Masse mit einer Ausgleichsgeraden.

Durch Einzeichnen eines Steigungsdreiecks können folgende Werte abgelesen werden:

$$\Delta y = 80\,\mathrm{kHz}^2 \quad \text{und} \quad \Delta x = 0{,}96\,\frac{1}{\mathrm{g}}.$$

Damit ergibt sich aus der Geradengleichung:

$$\begin{aligned}\text{Steigung} &= \frac{D}{4\pi^2} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{und damit:}\\ D &= 4\pi^2\,\frac{\Delta y}{\Delta x} = 4\pi^2\,\frac{80\cdot 10^6\cdot 10^{-3}\,\mathrm{kg}}{\mathrm{s}^2\cdot 0{,}96}\\ &\approx 3{,}2\cdot 10^6\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}.\end{aligned}$$

L3 Lösung zu Aufgabe 3 „Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - Dichte eines Materials“

Zuerst die Gleichung so umstellen, dass die beiden Messgrößen auf verschiedenen Seiten der Gleichung stehen:

$$\begin{aligned}m &= \varrho V\\ &= \frac{\varrho\,\pi}{6}\cdot d^3\end{aligned}$$

Trägt man also m über d^3 auf, erwartet man eine Gerade. Man berechnet erst die Zahlenwerte. Damit ergibt sich folgende Tabelle

Größe	**Einheit**	**Messwerte**			
m	g	100	140	240	390
d^3	cm^3	8	27	64	125

Tragen Sie dann diese Wertepaare in ein Diagramm ein:

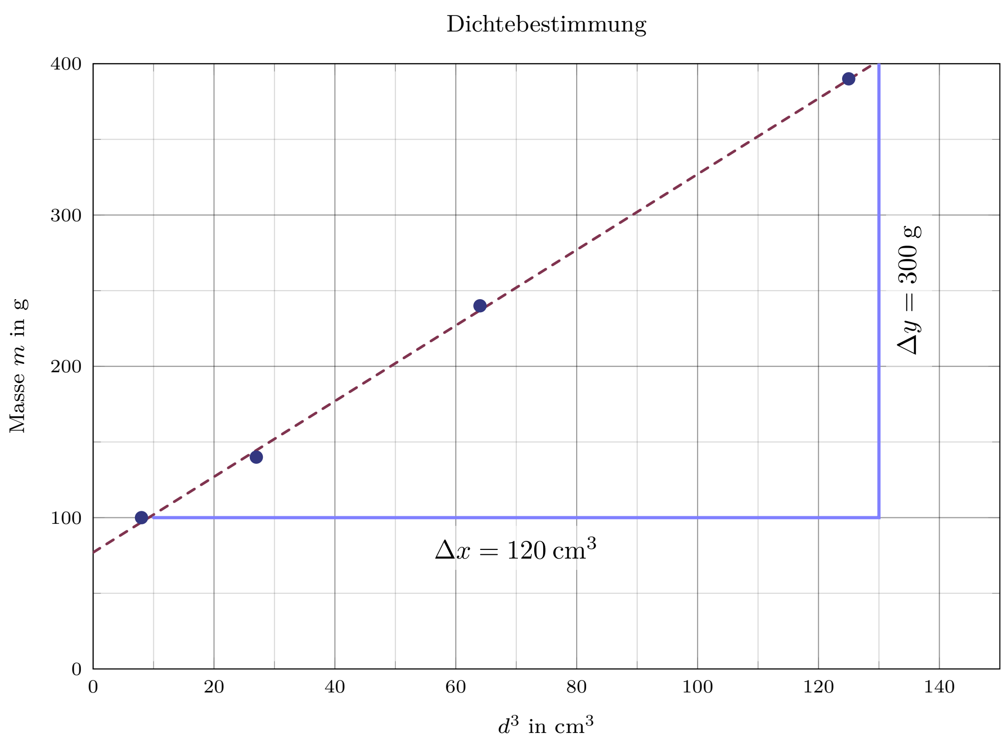

Abbildung 3: Masse der Kugel in Abhängigkeit vom Durchmesser hoch drei d^3 mit einer Ausgleichsgeraden.

Durch Einzeichnen eines Steigungsdreiecks können folgende Werte abgelesen werden:

$$\Delta y = 300\,\mathrm{g} \quad \text{und} \quad \Delta x = 120\,\mathrm{cm}^3$$

Damit ergibt sich aus der Steigung in der Geradengleichung:

$$\begin{aligned} \text{Steigung} &= \frac{\varrho\,\pi}{6} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{und damit:} \\ \varrho &= \frac{6}{\pi}\,\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{6}{\pi}\,\frac{300\,\mathrm{g}}{120\,\mathrm{cm}^3} \\ &\approx 5\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \end{aligned}$$

Zur Lösung des Aufgabenteils d betrachtet man den Achsenabschnitt der Geraden. Dies ist genau der Offset der Waage. Die Waage zeigt also immer 75 g zu viel an.

Lösung 4 zu Aufgabe 4 „Grafikauswertung: Anpassung der Achsen - mit Cosinus“

Zuerst die Gleichung umstellen:

$$f^2 = \frac{G}{4\pi^2} \cdot \cos\varphi.$$

Trägt man also f^2 über $\cos\varphi$ auf, erwartet man eine Gerade. Man berechnet erst die Zahlenwerte:

- Frequenzen
  - $3{,}89^2 \approx 3{,}9^2 \approx (3{,}9 - 0{,}1) \cdot (3{,}9 + 0{,}1) \approx 3{,}8 \cdot 4 \approx 15$
  - $3{,}75^2 \approx 3{,}5 \cdot 4 \approx 14$
  - $3{,}5^2 \approx 3 \cdot 4 = 12$
  - $2{,}96^2 \approx 9$
  - $2{,}19^2 \approx 2 \cdot 2{,}4 = 4{,}8$
- Cosinus der Winkel werden aus dem Einheitskreis abgelesen.

Damit ergibt sich folgende Tabelle

Größe	**Einheit**	**Messwerte**				
f^2	kHz^2	15	14	12	9	4,8
$\cos\beta$		1	0,94	0,77	0,5	0,17

Tragen Sie dann diese Wertepaare in ein Diagramm ein:

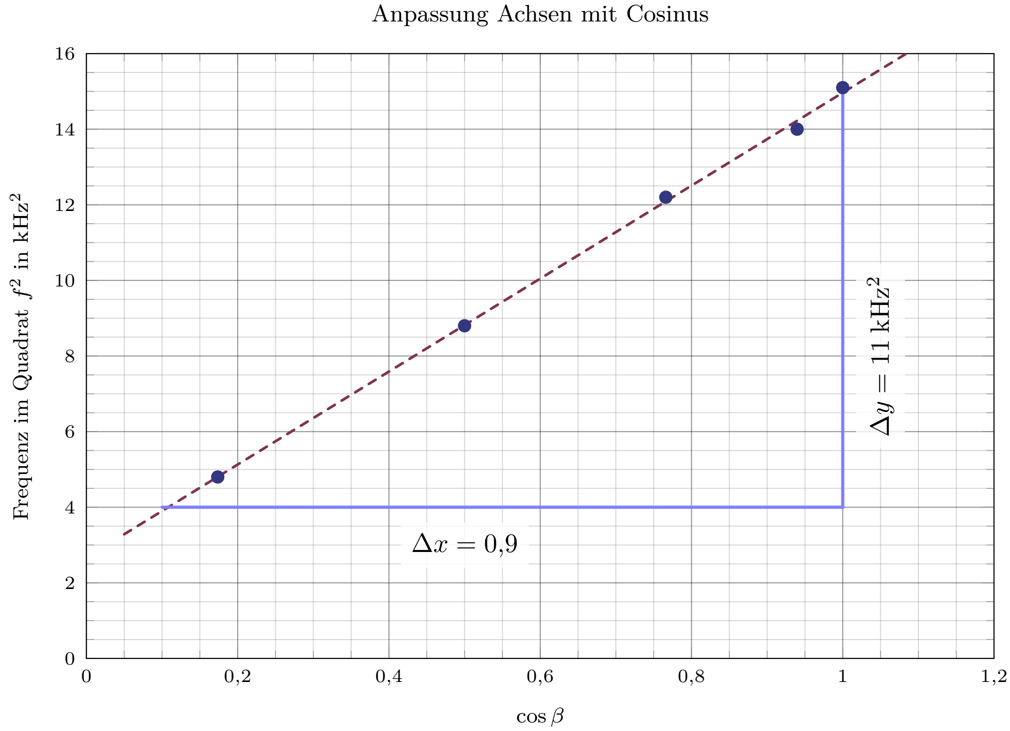

Abbildung 4: Frequenz im Quadrat über dem Cosinus des Winkels mit einer Ausgleichsgeraden.

Durch Einzeichnen eines Steigungsdreiecks können folgende Werte abgelesen werden:

$$\Delta y = 11\,\mathrm{kHz}^2 \quad \text{und} \quad \Delta x = 0{,}9$$

Damit ergibt sich aus der Geradengleichung:

$$\text{Steigung} = \frac{G}{4\pi^2} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{und damit:}$$

$$\begin{aligned} G &= 4\pi^2 \frac{\Delta y}{\Delta x} = 4\pi^2 \cdot \frac{11\,\mathrm{kHz}^2}{0{,}9} \\ &\approx 500\,\mathrm{kHz}^2 = 5{,}0 \cdot 10^8\,1/\mathrm{s}^2 \end{aligned}$$