



Protokoll zum Versuch

Temperaturmessung

(Versuch 41)

Autor: Finn Zeumer (hz334)
Versuchspatnerin: Annika Künstle
Versuchsbegleiter: Leonie Frederike Müller
Datum der Ausführung: 02.09.2025
Abgabedatum: 09.09.2025

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	3
1.1. Motivation	3
1.2. Physikalische Grundlagen	3
1.3. Versuchsaufbau	4
II. Messdaten	5
III. Durchführung	6
3.1. Versuchsaufbau	6
3.2. Messverfahren	6
IV. Auswertung	7
V. Diskussion	8
5.1. Zusammenfassung	8
5.2. Diskussion	8
5.3. Kritik	8

I. Einleitung

1.1. Motivation

In diesem Versuch beschäftigen wir uns mit verschiedenen Methoden der Temperaturmessung. Zunächst werden ein Gas- und ein Platin-Widerstandsthermometer im Bereich zwischen dem Siedepunkt von Wasser und dem Siedepunkt von flüssigem Stickstoff eingesetzt. Anschließend erfolgen Messungen im Bereich von 0 °C bis 100 °C mit einem Infrarot-Thermometer. Zuletzt wird mithilfe eines Thermoelements die Temperaturverteilung einer Bunsenbrennerflamme untersucht. Ziel des Versuchs ist es, die Ergebnisse der vier Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in verschiedenen Temperaturbereichen sowie ihrer Genauigkeit zu überprüfen.

Effekte sind jedoch klein gegenüber der Temperaturabhängigkeit des Drucks. Luft kann oberhalb des Verflüssigungspunktes und bei niedrigem Druck als ideales Gas angenähert werden.

Zur Korrektur realer Gase könnte die van-der-Waals-Gleichung verwendet werden:

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT, \quad (3)$$

mit den Stoffmengen n , der Gaskonstante R sowie den stoffabhängigen Konstanten a und b .

Thermoelement Die Funktionsweise beruht auf dem Seebeck-Effekt: An der Kontaktstelle zweier unterschiedlicher Metalle entsteht eine Thermospannung

$$U_{\text{th}} = K (T_1 - T_2), \quad (4)$$

wobei T_1 die Temperatur an der Kontaktstelle, T_2 die Referenztemperatur und K eine materialabhängige Konstante ist. Vorteile: kleiner Messfühler, große Temperaturbereiche, robuste Bauweise, geringe Kosten. Nachteil: Nur relative Messungen möglich, die Referenztemperatur T_2 muss bekannt oder konstant sein. Für präzise Messungen wird eine definierte Vergleichsstelle benötigt.

1.2. Physikalische Grundlagen

Gasthermometer Die Grundlage bildet die ideale Gasgleichung

$$pV = Nk_{\text{B}}T, \quad (1)$$

wobei p der Druck, V das Volumen, T die absolute Temperatur, N die Teilchenzahl und k_{B} die Boltzmann-Konstante ist. Bei konstantem Volumen folgt das Gesetz von Amontons:

$$T \propto p \quad (V = \text{konstant}). \quad (2)$$

Das im Praktikum verwendete Gasthermometer besteht aus einem Glasballon, der über eine Kapillare mit einem Manometer verbunden ist. Systematische Fehler entstehen durch die thermische Ausdehnung des Ballons und durch das „schädliche Volumen“ der Luftsäule in der Kapillare, die bei Raumtemperatur bleibt. Diese

Platin-Widerstandsthermometer Die Temperaturabhängigkeit des Widerstands eines Pt100-Sensors lässt sich durch ein quadratisches Polynom annähern:

$$R(T) = R_0 (1 + AT + BT^2), \quad (5)$$

mit $R_0 = 100 \, \Omega$ bei 0°C, $A = 3,9083 \times 10^{-3} \, ^\circ\text{C}^{-1}$, $B = -5,775 \times 10^{-7} \, ^\circ\text{C}^{-2}$. Umge-

stellt nach T ergibt sich:

$$T(R) = \frac{-R_0 A + \sqrt{R_0^2 A^2 - 4R_0 B(R_0 - R)}}{2R_0 B}. \quad (6)$$

Der Temperaturfehler für ein Pt100 der Klasse B beträgt

$$\Delta T = 0,30^\circ\text{C} + 0,005 \cdot |T|. \quad (7)$$

Die Widerstandsmessung erfolgt im Praktikum mit einer Konstantstromquelle von 1 mA. Um Leitungseinflüsse zu vermeiden, wird eine Vierleiterschaltung verwendet.

Pyrometer Jeder Körper mit $T > 0\text{ K}$ emittiert Wärmestrahlung. Das Plancksche Strahlungsgesetz beschreibt die spektrale Strahlungsleistung:

$$M_\lambda(\lambda, T) dA d\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/(\lambda k_B T)} - 1} dA d\lambda, \quad (8)$$

wobei h das Plancksche Wirkungsquantum und c die Lichtgeschwindigkeit ist.

Die gesamte abgestrahlte Leistung eines Körpers folgt aus dem Stefan-Boltzmann-Gesetz:

$$P = \epsilon(T) \sigma A T^4, \quad (9)$$

mit σ als Stefan-Boltzmann-Konstante und dem Emissionsfaktor $\epsilon(T) \leq 1$. Das eingesetzte IR-Pyrometer misst im Bereich von 8 bis $14\text{ }\mu\text{m}$. Bei Raumtemperatur ($T \approx 300\text{ K}$) liegt das Strahlungsmaximum bei $\lambda \approx 10\text{ }\mu\text{m}$.

1.3. Versuchsaufbau

II. Messdaten

III. Durchführung

3.1. Versuchsaufbau

lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

3.2. Messverfahren

lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

IV. Auswertung

V. Diskussion

5.1. Zusammenfassung

5.2. Diskussion

5.3. Kritik

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Literaturverzeichnis