

6.8 Phasen & Gruppengeschwindigkeit

Wellen gl: $y = y_0 \sin(\omega t - kx)$ $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

Früher:

Bei Überlagerung zweier Wellen war λ identisch und ω identisch. (die k & ω der einzelnen Wellen)

Jetzt:

ω, k verschieden

$$y_1 + y_2 = \sin(\omega_1 t - k_1 x) + \sin(\omega_2 t + k_2 x)$$

$$\begin{aligned} \text{mit } \omega_1 + \omega_2 &= 2 \sin \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t \cdot \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \\ &= 2 \sin \left[\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t - \frac{k_1 + k_2}{2} x \right] \cdot \cos \left[\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t - \frac{k_1 - k_2}{2} x \right] \\ &= 2 \sin(\omega t - kx) \cdot \cos \left[\frac{1}{2} (\Delta \omega t - \Delta k x) \right] \end{aligned}$$

$\omega \rightarrow \Delta \omega$ (weil $\Delta \omega$ nur die Differenz ist)
hochfrequente, laufende Welle
niedrigfrequente, laufende Welle
 $c_{\text{Gruppe}} = \frac{\omega}{k} \rightarrow$ Einhüllende

c_{Gruppe}

Die Geschwindigkeit der Einhüllenden ist die Gruppengeschwindigkeit.

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (\Delta \omega t - \Delta k x) &= \text{const} \\ \frac{dx}{dt} &= c_{\text{Gruppe}} = \frac{\Delta \omega}{\Delta k} \end{aligned}$$

\Rightarrow bestimmen die Geschwindigkeit eines Maximums der Einhüllenden bzw. eines Teilchens im gleichen Schwingungszustand.
Dazu muss $\cos = \text{const.}$ sein.

Zshg c_{Phase} & c_{Gruppe}

$$c_{\text{Gruppe}} = \frac{d\omega}{dk} \quad c_{\text{Phase}} = \frac{\omega}{k} \rightarrow \omega = c_{\text{Phase}} \cdot k$$

$$c_{\text{Gruppe}} = \frac{d(c_{\text{Phase}} \cdot k)}{dk} = c_{\text{Phase}} \frac{dk}{dk} + k \frac{dc_{\text{Phase}}}{dk} =$$

$$\text{mit } k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \frac{dk}{d\lambda} = -\frac{2\pi}{\lambda^2}$$

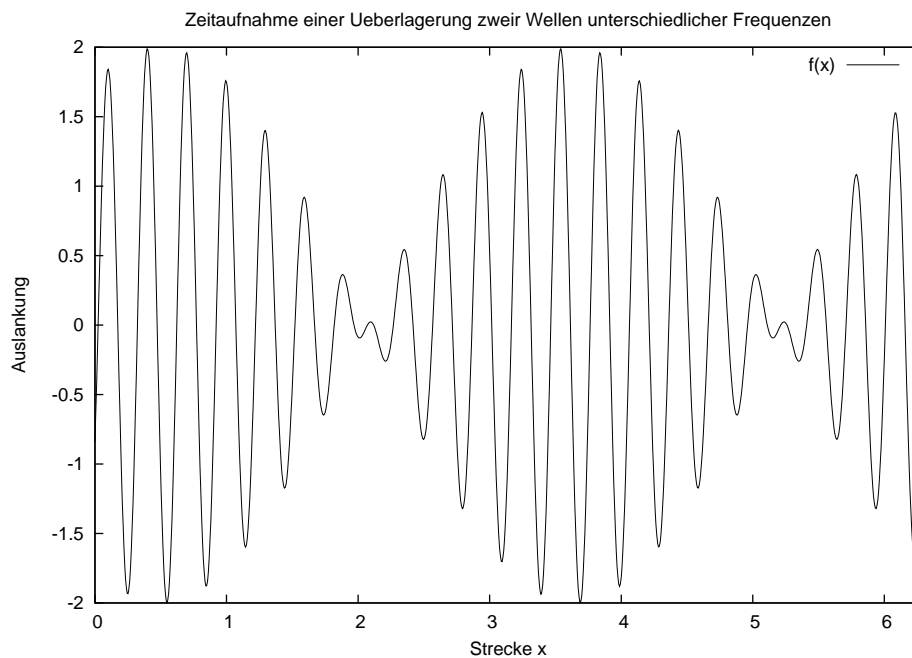
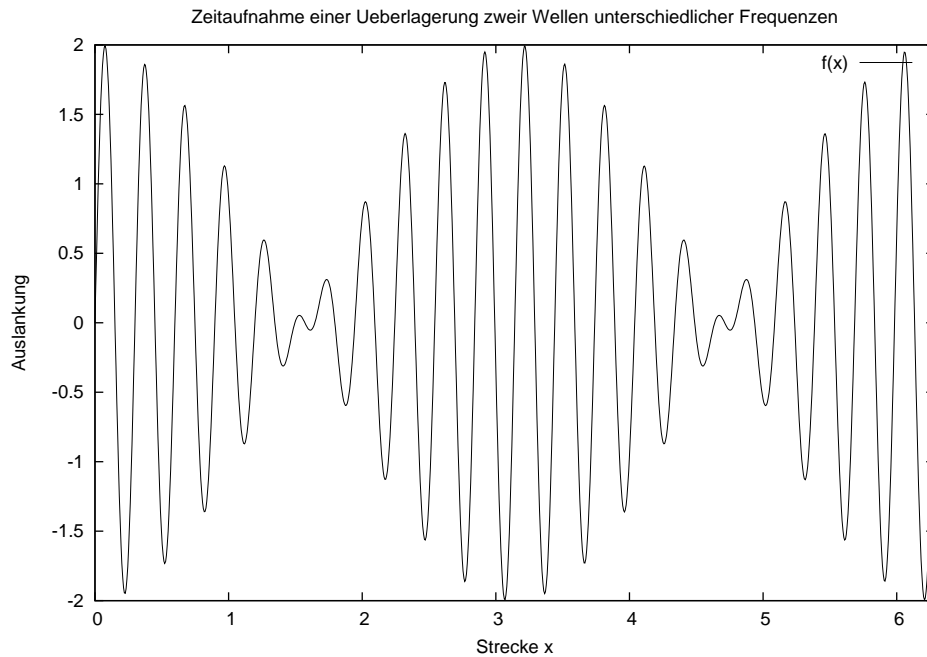
$$c_{\text{Gruppe}} = c_{\text{Phase}} - \lambda \cdot \frac{dc_{\text{Phase}}}{d\lambda}$$

Überlagerung von Wellen

Michael Kopp

Hier überlagern sich zwei Wellen. Die Eine hat eine leicht höhere Frequenz als die andere. Das Ergebnis ist eine Schwebung". Hier sind die Zwei Wellen zu zwei kurz nacheinander aufgenommenen Zeitpunkten abgebildet.

Möchte man nun die *Gruppengeschwindigkeit* bestimmen, so schaut man sich an, wie weit ein Maximum der Schwebung in dieser Zeit gekommen ist et voila...



VII 4 Thermodynamik & Statistische Physik

Die Thermodynamik geht nicht von isoliert abgeschlossenen Atomen aus. Sie verknüpft lediglich mit T (Temperatur) - 30.1.09
variablen wie Temperatur, Entropie

7.1 die absolute Temperaturskala

Es gibt verschiedene, alltägliche Skalen:

- Celsius: 0°C : gefrierendes H_2O , 100°C : kochendes H_2O
- Fahrenheit: 0°F : tiefste Temp. des Winters (1708/09) in Danzig, 100°F : Körpertemp.

(Umrechnung): $^\circ\text{C} = \frac{(^{\circ}\text{F} - 32)}{1,8}$

- Absolute Temperaturskala: OK: Dampfdruck $\approx 0\text{ Pa}$

(Umrechnung): $-273,15^\circ\text{C} = \text{OK}$

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ gilt: $p \sim T$



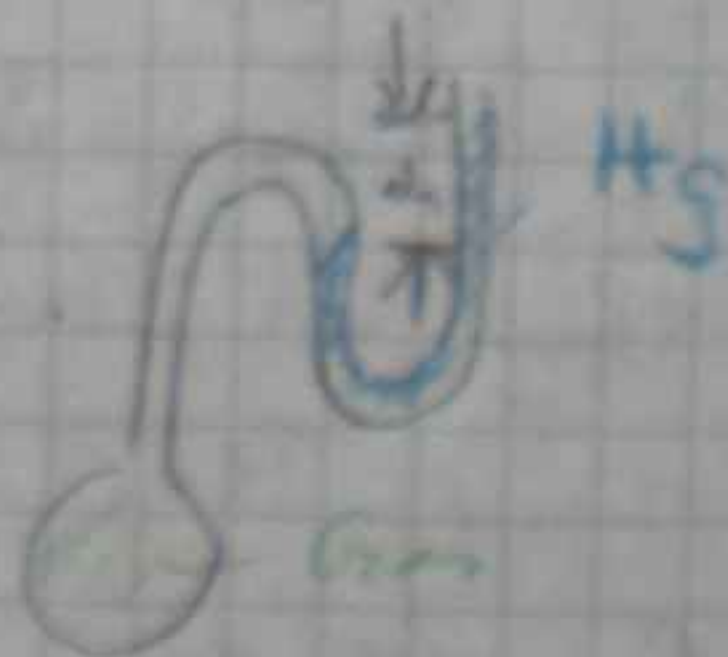
Temperaturische Messung:

a) Gas-thermometer

$$dp = \rho \cdot g \cdot dh$$

$$T = \frac{pV}{nR}$$

(Warme Luft dehnt sich aus und drückt Quecksilber weg.)



2) Flüssigkeitsthermometer

Bei Wärme dehnt sich eine Flüssigkeit aus und steigt nach oben.



3) Bimetall-Thermometer

2 Metallstreifen mit unterschiedlicher thermischer Ausdehnung werden kombiniert.

Sie dehnen sich verschieden stark aus und die gesamte Geometrie ~~des~~ ändert sich. (unter: Grün dehnt sich stärker aus als Blau)



4) Pyrometer

Farbe eines Körpers verändert sich bei Temp-erhöhung. Man vergleicht die Farbe mit einem Referenzwert, den man gerundet berechnen kann. Bei gleicher Farbe sind die Temperaturen vergleichbar.
→ recht einfache Technik

5) Widerstandsthermometer

Bei steigender Temp. schlagern die Atome mehr Widerstand schneller und viele Elektronen mehr Widerstand.

Bei Halbleitern entstehen bei höherer Temp. mehr freie bewegliche Elektronen → der Widerstand sinkt.

7.2 Brownsche Bewegung

30.1.09

Atome & Moleküle bewegen sich völlig ungerichtet
beschrieben von Robert Brown, schott. Botaniker

Die Zfallsbewegung war unabhängig
vom Objekt / Material. Sie resultiert
aus atomaren Kollisionen



Pille

Zufalls-
bewegung

Mikroskopische Ursache des Gasdrucks

Die ständig fliegenden Gasteilchen
stoßen gegen ihre Hüllwände
und üben so eine Kraft auf diese aus,
wenn sie ihren Impuls ändern.

Je wärmer, desto schneller fliegen die Teilchen und desto
mehr Impuls haben sie — die resultierende Kraft wird
damit der Druck steigt.



Nur v_x ist entscheidend,
weil wir sie für eine
Kraft in x-Richtung sorgen
kann.

