

1. Einführung

- 1.1. Was ist Physik?
- 1.2. Physikalische Größen und Einheiten
- 1.3. Messungen, Datenauswertung, Fehler

2. Klassische Mechanik

- 2.1. Kinematik der Massenpunkte
- 2.2. Dynamik der Massenpunkte
- 2.3. Systeme von Massenpunkten
- 2.4. Rotation

3. Gravitation

- 3.1. Gravitationsgesetz
- 3.2. Feld und Potential

3.3. Planetenbahnen: Kepler

3.4. Massenverteilungen

3.5. Dunkle Materie

4. Relativistische Mechanik

4.1. Bezugssysteme und Transformationen

4.2. Spezielle Relativitätstheorie

4.3. Relativistische Dynamik

5. Feste Körper und Flüssigkeiten

5.1. Feste Körper

5.2. Hydrostatik und Hydrodynamik

6. Schwingungen und Wellen

6.1. Schwingungen

6.2. Wellen

Zusammenfassung von v27 vom 31. Januar 2013

Gekoppelte Schwingungen: Ansatz nicht zu eng fassen

Schwebungen: Überlagerung von Schwingungen mit sehr ähnlichen Frequenzen

Ansatz $x(t) = x_0 [\sin(\omega_1 t) + \sin(\omega_2 t)]$

führt auf Amplitudenmodulation: $x(t) = 2x_0 \cdot \sin(\omega_m t) \cdot \sin\left(\frac{1}{2}\Delta\omega t\right)$
$$\omega_m = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}; \Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$$

Wellenausbreitung:

Elongation, Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit

Versuche: gekoppelte Pendel, Federoszillatoren

angeregte Schwingungen

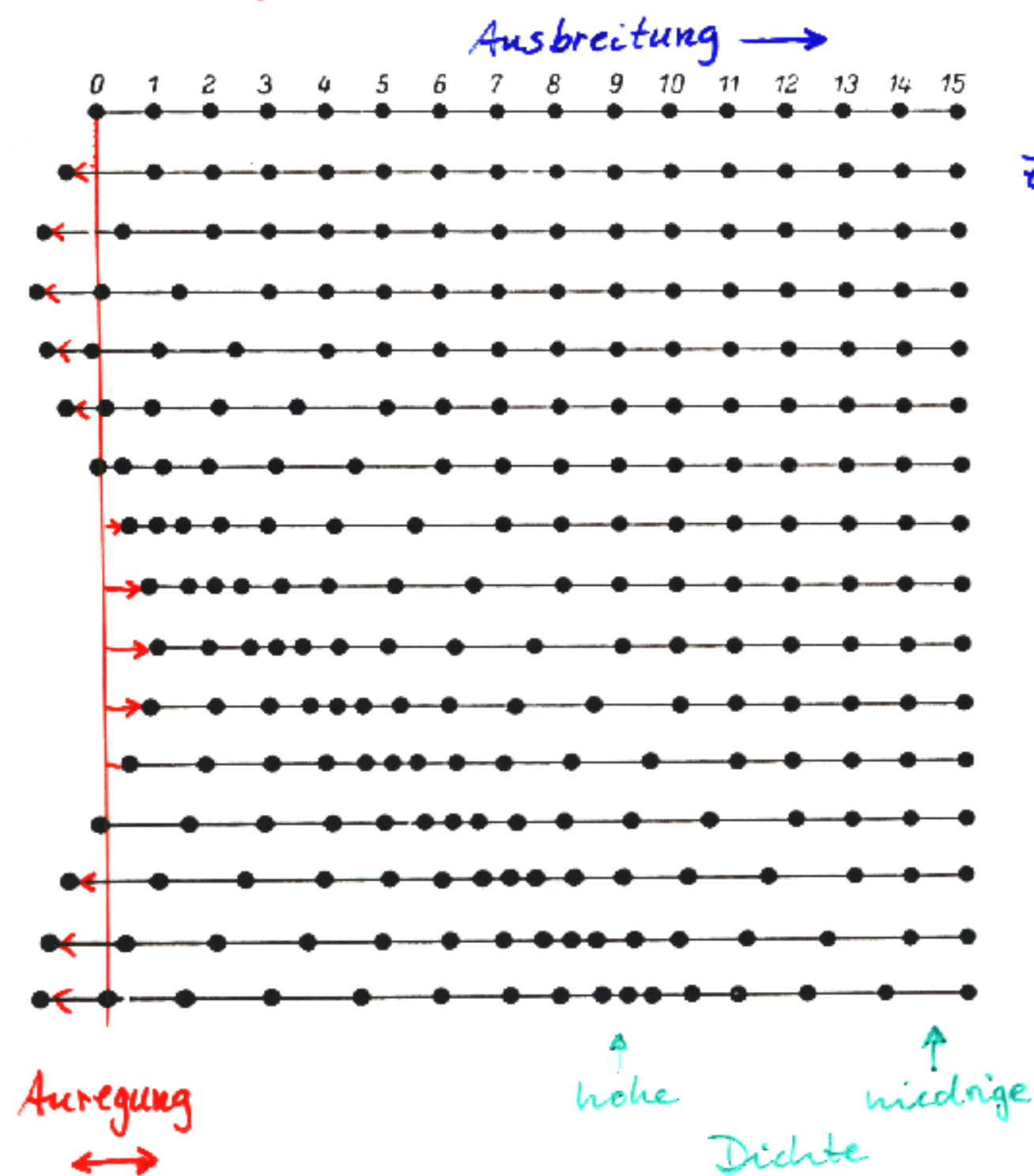
Schwebungen mit Stimmgabeln, Frequenzgeneratoren

longitudinale, transversale Schwingungen

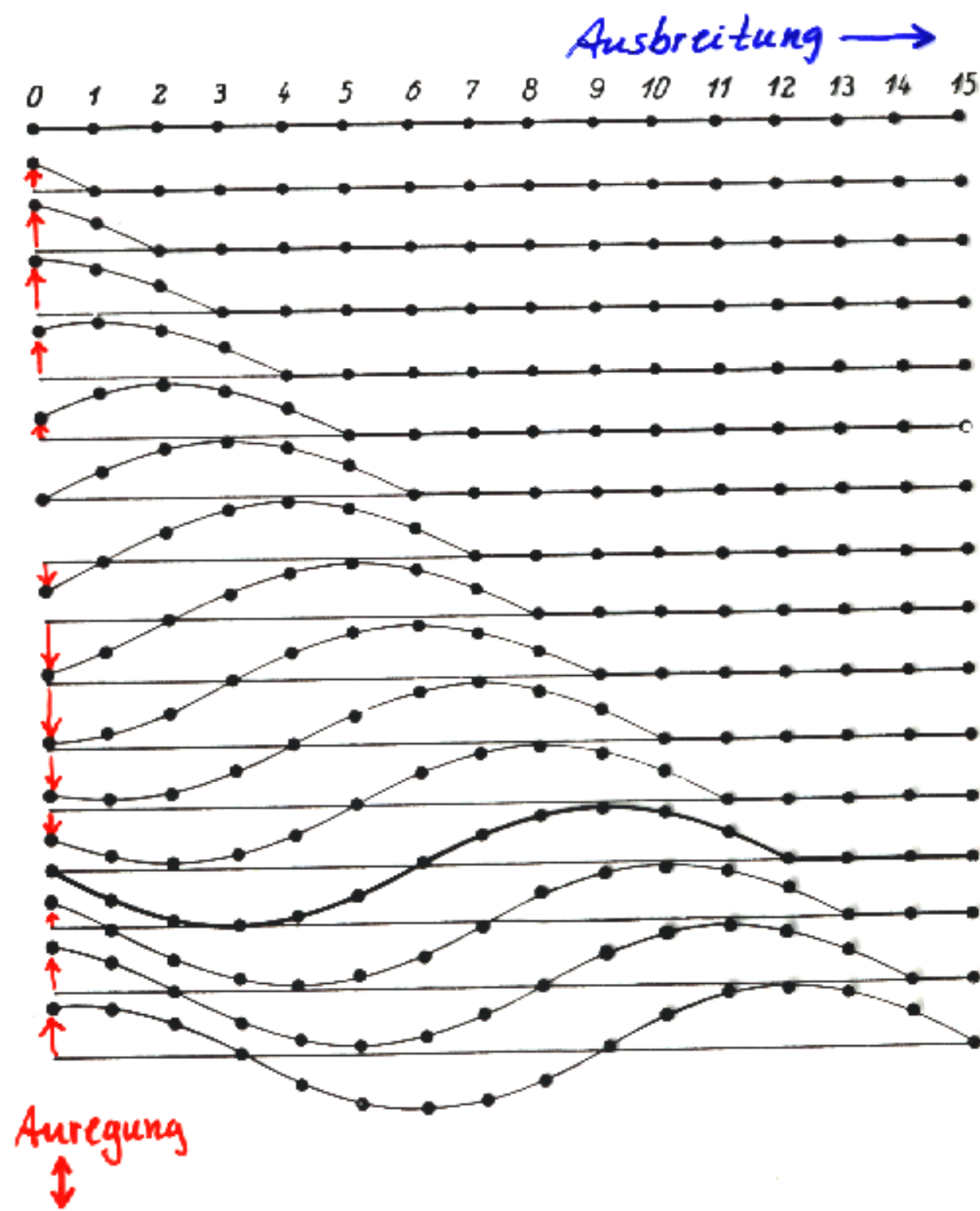
Schallgeschwindigkeit

2-dim Wasserwellen

Longitudinalwelle

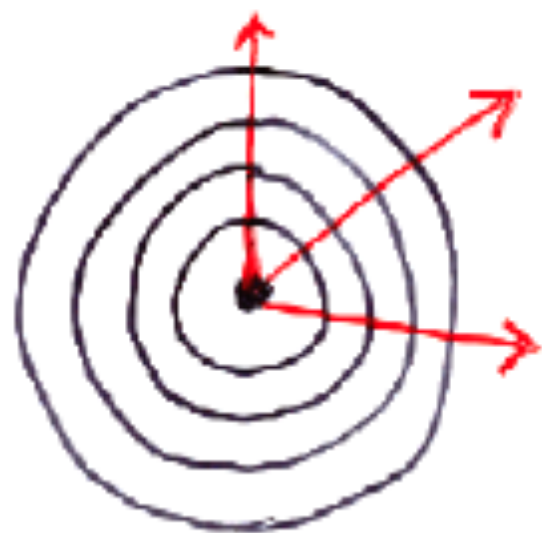


Transversalwelle

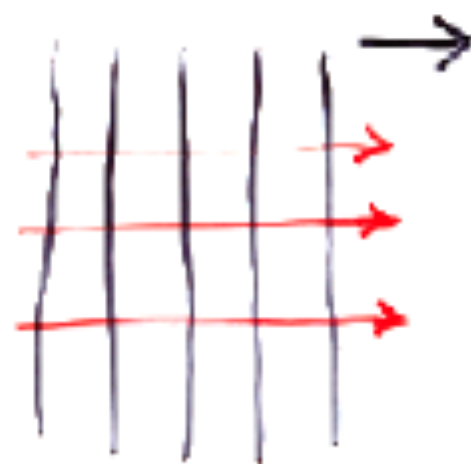


Wellenfront: geom. Ort aller Punkte, die die gleiche Phase haben

Wellenstrahlen: Linien v. Wellenursprung durch die Wellenfront; stets $\perp$ W.front



Kreiswellen
radiale W. Strahlen

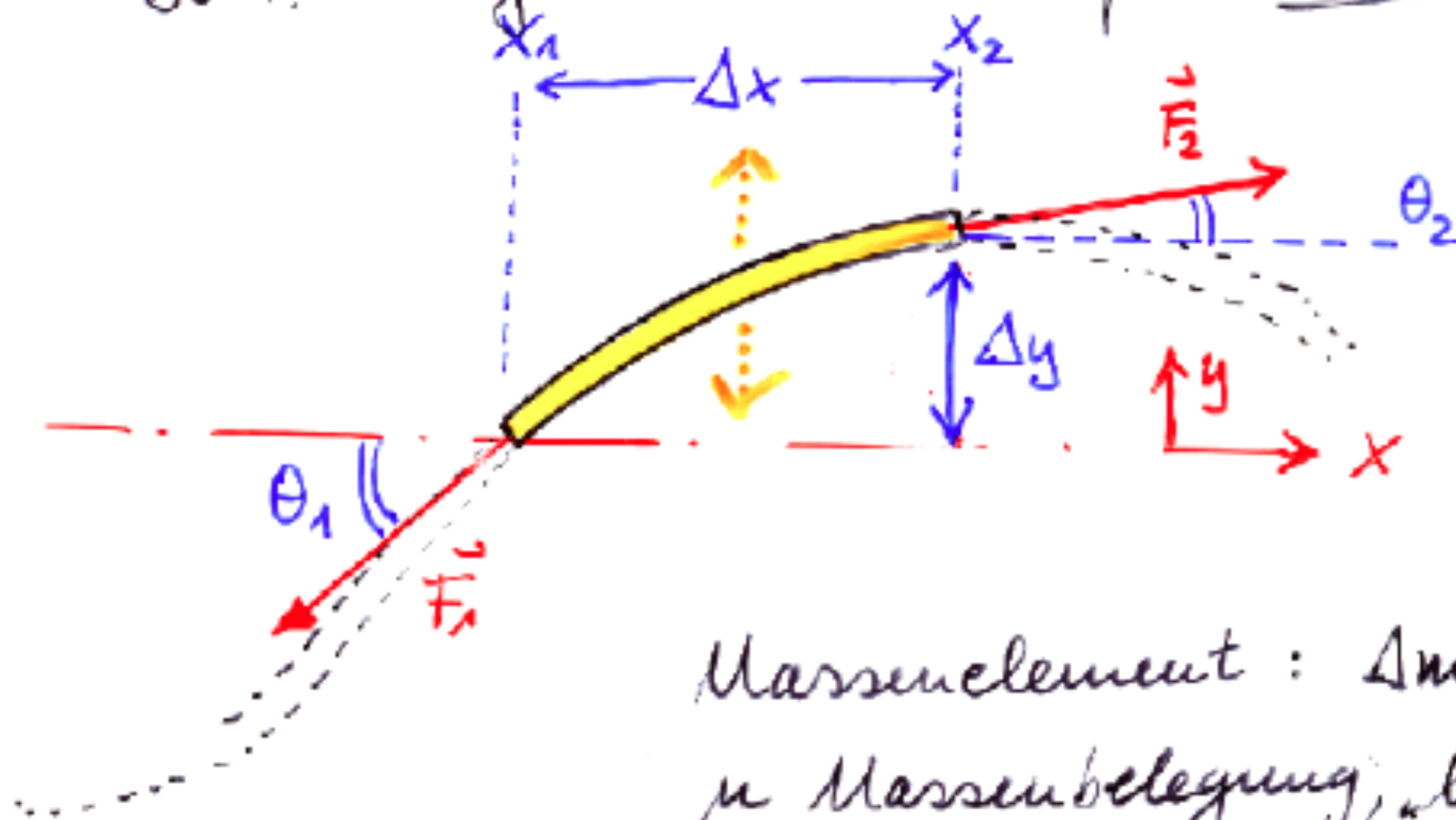


ebene Welle
parallele W. Strahlen

Beisp. Tropfen in
Wasserwanne

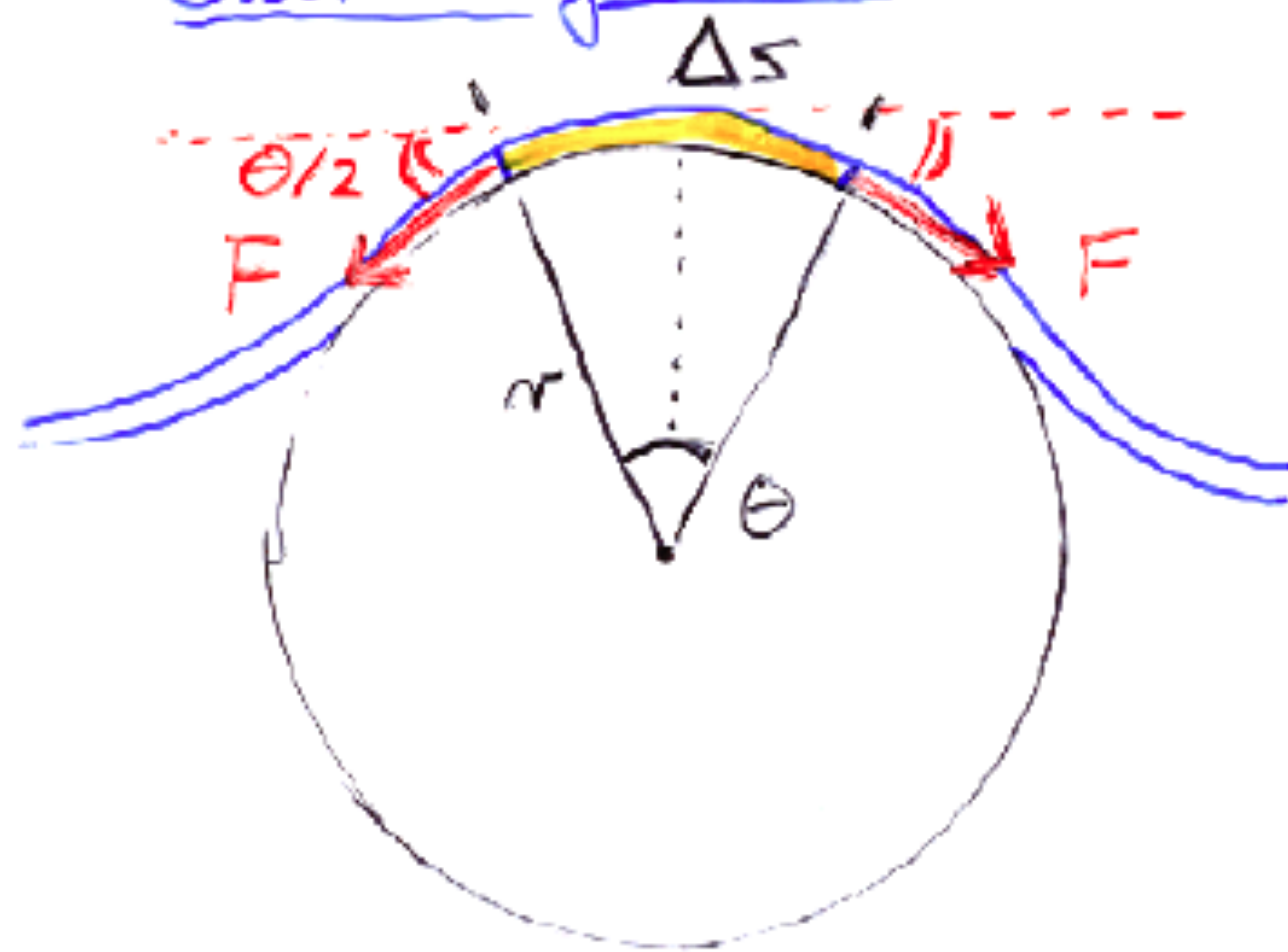
Brett in
Wasserwanne

Betr. ausgelenkte Saite für kleine Auslenkung.



Massenelement: $\Delta m = \mu \cdot \Delta x$
 μ Massenbelegung, "lineare Dichte"
 befindet sich "bei x, y "

alternative Herleitung mit Dynamik eines
Saitensegments der Länge $\Delta s = \theta \cdot r$



↑
Krümmungsradius
Radius eines lokal ein-
gepassten Kreises

$\vec{F}$ tangential ... $\Rightarrow \frac{\theta}{2}$ zur
Horizontalen

Math. Einschub: Additionstheoreme

Erinnerung komplexe Zahlen:

$$e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$$

$$e^{-i\alpha} = \cos(-\alpha) + i \sin(-\alpha) \quad \text{Argument-VZW}$$

$$= \cos \alpha - i \sin \alpha$$

$$\rightarrow e^{i\alpha} + e^{-i\alpha} = 2 \cos \alpha \quad \text{durch Addition}$$

$$\hookrightarrow \cos \alpha = \frac{e^{i\alpha} + e^{-i\alpha}}{2}$$

← Symmetrie
 $\cos \alpha = \cos(-\alpha)$!

$$\rightarrow e^{i\alpha} - e^{-i\alpha} = 2i \sin \alpha \quad \text{durch Subtraktion}$$

$$\hookrightarrow \sin \alpha = \frac{e^{i\alpha} - e^{-i\alpha}}{2i}$$

← Antisymmetrie!
 $\sin \alpha = -\sin(-\alpha)$

Additionstheoreme für $\sin \alpha + \sin \beta$ gesucht!

Versuche Ausdrücke als Funktion von $\alpha + \beta$ und $\alpha - \beta$ zu finden... was sonst?

$$\sin \alpha + \sin \beta =$$

$$\frac{e^{i\alpha} - e^{-i\alpha}}{2i} + \frac{e^{i\beta} - e^{-i\beta}}{2i} = \frac{e^{i\alpha} + e^{i\beta} - e^{-i\alpha} - e^{-i\beta}}{2i}$$

$$= \frac{1}{2i} \left[e^{\frac{i}{2}(\alpha - \beta + \alpha + \beta)} + e^{\frac{i}{2}(\alpha + \beta + \beta - \alpha)} - \right.$$

$$\left. - e^{-\frac{i}{2}(\alpha - \beta + \alpha + \beta)} - e^{-\frac{i}{2}(\alpha + \beta + \beta - \alpha)} \right]$$

$$= \frac{1}{2i} \left[\underbrace{e^{\frac{i}{2}(\alpha - \beta)}}_1 \underbrace{e^{\frac{i}{2}(\alpha + \beta)}}_1 + \underbrace{e^{\frac{i}{2}(\alpha + \beta)}}_2 \underbrace{e^{-\frac{i}{2}(\alpha - \beta)}}_2 \right.$$

$$\left. - \underbrace{e^{-\frac{i}{2}(\alpha - \beta)}}_3 \underbrace{e^{-\frac{i}{2}(\alpha + \beta)}}_3 - \underbrace{e^{-\frac{i}{2}(\alpha + \beta)}}_4 \underbrace{e^{-\frac{i}{2}(\alpha - \beta)}}_4 \right]$$

$$= \frac{1}{2i} \left[\underbrace{e^{\frac{i}{2}(\alpha - \beta)}}_1 + \underbrace{e^{-\frac{i}{2}(\alpha - \beta)}}_2 \right] \cdot \left[\underbrace{e^{\frac{i}{2}(\alpha + \beta)}}_1 - \underbrace{e^{-\frac{i}{2}(\alpha + \beta)}}_2 \right]$$

$$= 2 \cdot \frac{e^{i\frac{\alpha - \beta}{2}} + e^{-i\frac{\alpha - \beta}{2}}}{2} \cdot \frac{e^{i\frac{\alpha + \beta}{2}} - e^{-i\frac{\alpha + \beta}{2}}}{2i}$$

$$= 2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha + \beta}{2}\right) \quad \checkmark \text{ g.e.d.}$$

$$= \sin \alpha + \sin \beta$$