

7 Basisgroessen

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. Laenge | 1m (Meter) |
| 2. Masse | 1kg (Kilogramm) |
| 3. Zeit | 1s (Sekunde) |
| 4. Temperatur | 1K (Kelvin) |
| 5. Stromstaerke | 1A (Ampere) |
| 6. Lichtstaerke | 1cd (Candela) |
| 7. Stoffmenge | 1mol (Mol) |

Optik

Licht ist eine Form von Energie!

Lichtquellen:

- Selbstleuchtend – primaer
 - Sterne
 - erhitzte Koerper
 - chemische Prozesse
- angestrahlt – sekundaer
 - beleuchtete Gegenstaende

Licht breitet sich geradlinig aus.

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum: $C = 300\,000 \frac{km}{s}$

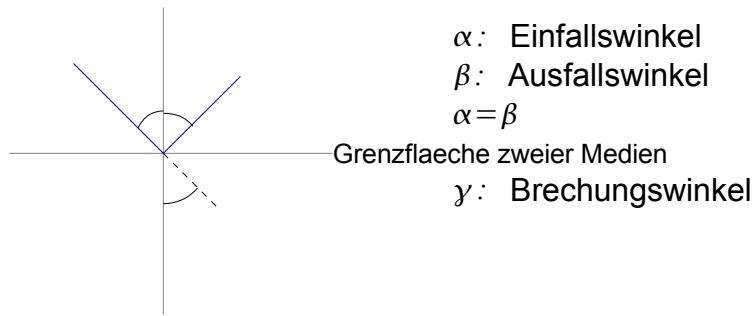
Lichtgeschwindigkeit in Wasser: $C_{H_2O} = 225\,000 \frac{km}{s}$

Lichtgeschwindigkeit in Glas: $C_{Glas} = 200\,000 \frac{km}{s}$

Lichtablenkung durch:

- a) Reflexion
- b) Brechung

Licht verschluckt: Absorption
Aufspaltung in verschiedene Farben: Dispersion



α : Einfallswinkel

β : Ausfallswinkel

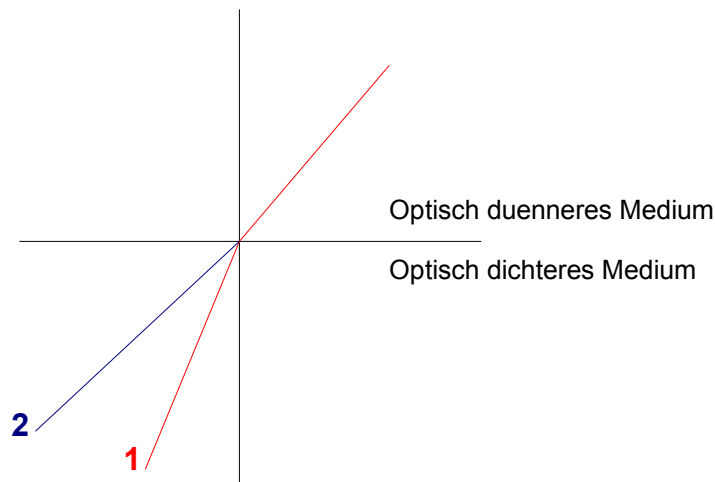
$\alpha = \beta$

Grenzflaeche zweier Medien

γ : Brechungswinkel

- Lichtstrahl vom optisch duenneren in optisch dichteres Medium wird zum Lot hin gebrochen.
- Lichtstrahl vom optisch dichteren in optisch duenneres Medium wird zum Lot weg gebrochen.

Brechungsgesetz



Brechungsgesetz nach Snellius

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

n : Brechzahl; Brechungsindex

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{C_{\text{Medium}}}{C_{\text{Medium}}}$$

$$n = \frac{C_0 \leftarrow \text{Lichtgeschwindigkeit im Vakuum (Luft)}}{C_{\text{Medium}}}$$

$$\frac{\sin(\alpha_1)}{\sin(\alpha_2)} = \frac{n_2}{n_1}$$

z.B.

$$n_{H_2O} = 1,33$$

$$n_{\text{Luft}} = 1$$

$$\alpha_1 = 22$$

$$\frac{\sin 22}{\sin(\alpha_2)} = \frac{1}{1,33}$$

$$\sin 22 \cdot 1,33 = \sin(\alpha_2)$$

$$0,498 = \sin(\alpha_2)$$

$$29,89 = \alpha_2 \text{ im Gradmass}$$

$$29,89 = \alpha_2 \text{ im Gradmass}$$

Umrechnung in Bogenmass:

a) entweder ETR auf rad: $\alpha_2 = 0,52 \text{ (rad)}$

b) oder umrechnen:

$$2\pi = 360$$

$$x = 29,88 = \frac{2\pi \cdot 29,88}{360}$$

$$x = 0,52$$

$$2. \frac{\sin 52}{\sin(\alpha_2)} = \frac{1}{1,33} \Rightarrow \sin \alpha_2 = \underbrace{1,33 \cdot \sin 52}_{>1}$$

- **ab einem bestimmten Auftreffwinkel wird der Lichtstrahl nicht mehr gebrochen, sondern totalreflektiert.**
- **Grenzwinkel der Totalreflektiert**

$$\frac{\sin \alpha_{Gr}}{\sin 90} = \frac{1}{1,33} \Rightarrow \sin \alpha_{Gr} = \frac{\sin 90}{1,33}$$
$$\alpha_{Gr} = 48,75 \text{ (fuer Wasser)}$$

Aufgabe:

Berechnen Sie den Grenzwinkel fuer Totalreflektion fuer den Uebergang
Glas / Luft ($n_{\text{Glas}} = 1,5$)?

$$\sin \alpha_{Gr} = \frac{\sin 90}{1,5}$$
$$\alpha_{Gr} = 41,81$$

Kraft

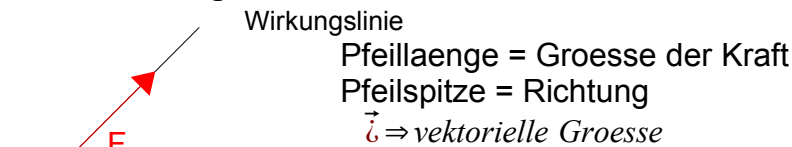
1. Wirkung einer Kraft

- statische Wirkung: Deformation
- dynamische Wirkung: Bewegung

2. Bestimmungsgroesse einer Kraft

- Groesse der Kraft (Betrag)
- Richtung
- Lage der Kraft (Wirkungslinie)

3. Darstellung der Kraft



$$\text{z.B. } \vec{F} = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$\text{zwei Kraefte } \vec{F}_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix}; \vec{F}_2 = \begin{pmatrix} -1 \\ 5 \\ -4 \end{pmatrix}$$

Winkel zwischen \vec{F}_1 und \vec{F}_2

$$\cos \alpha = \frac{\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2}{|\vec{F}_1| \cdot |\vec{F}_2|}$$
$$\cos \alpha = \frac{\begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 \\ 5 \\ -4 \end{pmatrix}}{\sqrt{3^2 + 4^2 + 2^2} \cdot \sqrt{1^2 + 5^2 + 4^2}}$$
$$\Rightarrow \alpha = 75,01$$

Die Einheit der Kraft ist ein Newton $[\vec{F}] = 1 N$.

4. Lehrsätze der Statik

- Reaktionssatz:

Jede Kraft \vec{F} bewirkt eine Gegenkraft $-\vec{F}$ mit dem selben Betrag aber entgegengesetzter Richtung.

$$\text{actio} = \text{reactio} \Rightarrow |\vec{F}| = |-\vec{F}|$$

- Traegheitsatz:

Jeder Koerper ist bestrebt, seinen momentanen Bewegungszustand beizubehalten.

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{\alpha} = \vec{0}$$

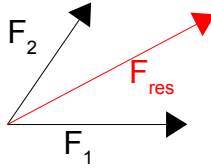
Summe aller Kraefte gleich Null

=> Koerper erfahrt **keine** Beschleunigung.

5. Rechnen mit Kraefften

Das Rechnen mit Kraefften bedeutet Rechnen mit Vektoren.

a) Addition von Kraefften



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_{res}$$

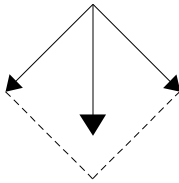
ACHTUNG: $|\vec{F}_1| + |\vec{F}_2| \neq |\vec{F}_{res}|$

b) Zerlegung von Kraefften



Kraeffte lassen sich auf verschiedene Weise in Komponenten zerlegen. Bei konkreten Anwendungen ist die Zerlegung oft vorgegeben z.B. Durch Gestaenge, Seile, usw.

Kraefftedreieck



=> **Sinunssatz**

$$\frac{F_1}{\sin \beta} = \frac{F_G}{\sin 180 - \alpha - \beta}$$

$$F_1 = \frac{F_G \cdot \sin \beta}{\sin(180 - \alpha - \beta)}$$

$$F_1 = \frac{200 \text{ N} \cdot \sin 76,5}{\sin 29,6}$$

$$F_1 = 388,2 \text{ N}$$

Kraftezerlegung auf der schiefen Ebene (ohne Beachtung der Reibung)

F_G wird aufgeteilt in F_N (Normalkraft) senkrecht zum „Hang“ und F_H (Hangabtriebskraft) parallel zum „Hang“.

gegeben: F_G, α

gesucht: F_N, F_H

Es gilt:

$$\cos \alpha = \frac{F_N}{F_G} \Rightarrow F_N = F_G \cdot \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{F_H}{F_G} \Rightarrow F_H = F_G \cdot \sin \alpha$$

Arbeitserleichterung: Kräfte und Wege

1) Hebel

- einseitiger Hebel
- zweiseitiger Hebel

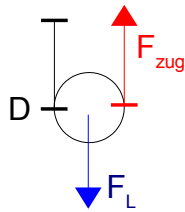
2) Rollen

a) feste Rollen

Umlenkung der Krafrichtung

b) lose Rollen

Kraftaufwand wird halbiert



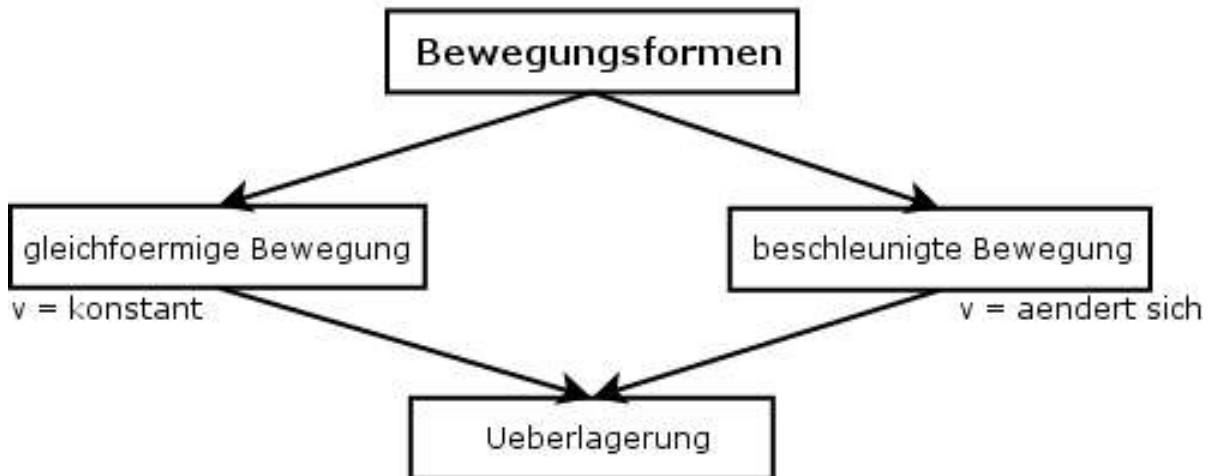
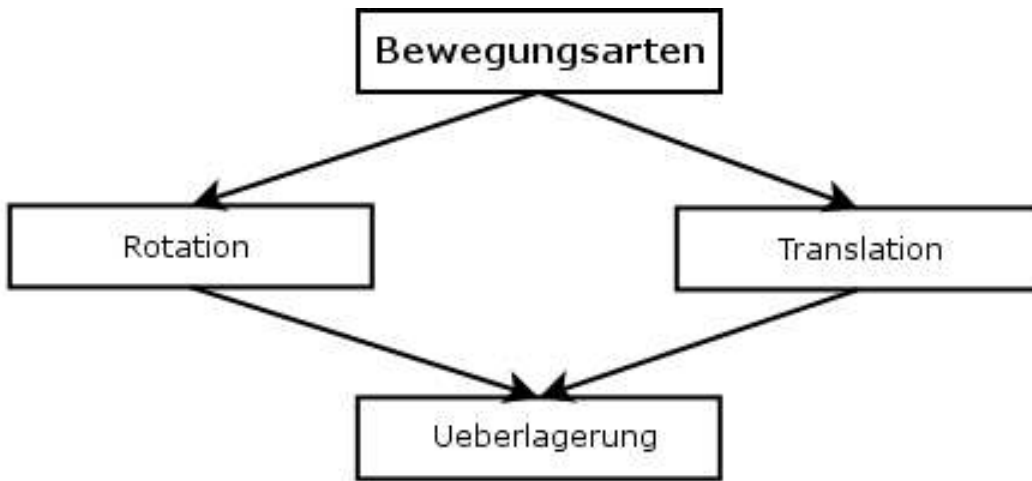
$$M_L = F_L \cdot r$$
$$M_{zug} = F_z \cdot 2r$$

$$M_L = M_{zug}$$
$$F_L \cdot r = F_{zug} \cdot 2r$$
$$F_{zug} = \frac{F_L \cdot r}{2}$$
$$F_{zug} = \frac{F_L}{2}$$

3) Flaschenzug

mehrere lose und feste Rollen in einer Anordnung:

- Veränderung des Kraftaufwandes
- Veränderung der Krafrichtung



Translation

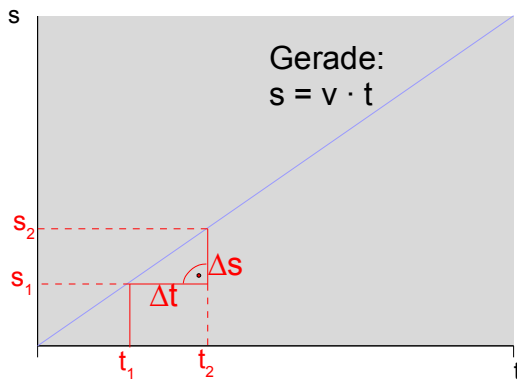
a) gleichförmig

$$|\vec{v}| = \text{konstant}$$

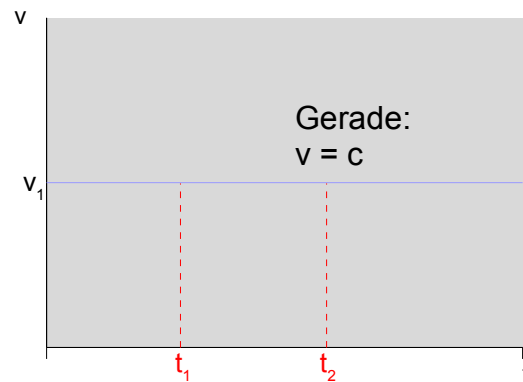
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

$$\text{Einheit: } [v] = \frac{m}{s}$$

Weg-Zeit-Diagramm



Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm



Die Fläche innerhalb der v-t-Linie stellt den zurückgelegten Weg dar.

$s = v \cdot t$ entspricht der Roten Fläche.

$$f(x) = 5 \xrightarrow{\text{Stufenfunktion}} F(x) = 5x + c$$

aufleiten

b) gleichmäßig beschleunigte Bewegung

$$|\vec{v}| = \text{ändert sich}$$

$$\text{Beschleunigung } a = \text{konstant}$$

Definition der Beschleunigung

$$a = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \text{ (Geschwindigkeitsveränderung pro Zeiteinheit)}$$

$$\text{Einheit: } [a] = \frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{m}{s^2}$$

Wichtige Formeln

Index 1 fuer den Eingang (Antrieb)

Index 2 fuer den Ausgang (getriebenes Rad)

a) Riemenantrieb:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{w_2}{w_1}$$

Uebersetzung:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

b) Zahnantrieb:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{w_2}{w_1}$$

Uebersetzung:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$