

# NWG II

<b>1 Grundlagen der Physik.....</b>	<b>2</b>	<b>5.6 Leistung.....</b>	<b>8</b>
1.1 Physikalische Grösse.....	2	5.7 Der Wirkungsgrad.....	8
1.1.1 Basisgrössen.....	2	<b>6 Wärmelehre.....</b>	<b>8</b>
<b>2 Umrechnungen.....</b>	<b>2</b>	6.1 Ausdehnung.....	8
2.1 Potenzierte Einheiten.....	2	6.2 Aggregatzustände.....	8
2.1.1 Problem.....	2	6.3 Wärmekapazität und -Menge.....	9
2.1.2 Lösung.....	2	6.4 Wärmestrom und -Widerstand.....	9
2.2 Winkel.....	3	<b>7 Zahlensysteme.....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Umrechnung in Bogenmass.....	3	7.1 Umrechnung in kleineres System.....	9
2.3 Geschwindigkeit.....	3	<b>8 Wellenlehre.....</b>	<b>10</b>
2.4 Wärme.....	4	8.1 Scheitelwert.....	10
<b>3 Masse.....</b>	<b>4</b>	8.2 Formeln.....	10
<b>4 Mechanik fester Körper.....</b>	<b>4</b>	8.3 Reflexion und Brechung.....	10
4.1 Bewegung (Kinematik).....	4	8.3.1 Reflexion.....	10
4.1.1 Start- und Endgeschwindigkeit.....	5	8.3.2 Brechung.....	11
4.1.2 Fallbeschleunigung.....	5	8.3.3 Parallelversatz.....	11
4.1.3 Treffpunkt berechnen.....	5	<b>9 Wahrscheinlichkeitsrechnung.....</b>	<b>11</b>
<b>5 Kraft und Energie.....</b>	<b>5</b>	<b>10 Akustik.....</b>	<b>12</b>
5.1 Kraft und Steigung.....	6	10.1 Schalldruck.....	12
5.2 Hebelgesetz.....	6	10.2 Schallintensität.....	12
5.3 Hubarbeit.....	7	10.3 Schalldruckpegel.....	12
5.3.1 Neigung.....	7	<b>11 Anhang A – Masseinheiten.....</b>	<b>13</b>
5.4 Beschleunigungsarbeit.....	7	<b>12 Referenzen.....</b>	<b>14</b>
5.5 Der Energieerhaltungssatz.....	8		

# 1 Grundlagen der Physik

Physik ist eine Wissenschaft, die Naturgesetze formuliert. Mithilfe der Physik lassen sich so Naturerscheinungen beschreiben. Anfang des 20. Jahrhunderts hat der Mensch in der Physik enorme Fortschritte gemacht. So lässt sich die Physik in zwei Teile unterscheiden.

- Die **klassische Physik** basiert auf vorwissenschaftlichen Erfahrungen und Messungen. Die Gesetze der klassischen Physik sind auf atomarer sowie auf astronomischer Grössenordnung nicht mehr gültig.
- Die **moderne Physik** umfasst die Teilgebiete Atom- und Quantenphysik.

## 1.1 Physikalische Grösse

Eine physikalische Grösse ist eine messbare Eigenschaft eines Objekts und setzt sich aus dem Produkt eines Zahlenwertes und einer Einheit zusammen. Ein Zahlenwert kann vereinfacht auch mit speziellen Vorzeichen dargestellt werden, siehe Anhang A – Masseinheiten. Die notwendigen Einheiten dazu werden jeweils beim entsprechenden Themengebiet erläutert.

### 1.1.1 Basisgrössen

Alle physikalischen Grössen lassen sich auf sieben Basisgrössen zurückführen:

<i><b>Basisgrösse</b></i>	<i><b>Basiseinheit</b></i>	<i><b>Zeichen</b></i>
Länge	Meter	<i>m</i>
Masse	Kilogramm	<i>kg</i>
Zeit	Sekunde	<i>s</i>
Elektrische Stromstärke	Ampere	<i>A</i>
Thermodynamische Temperatur	Kelvin	<i>K</i> ( $0K = -273.15^{\circ}C$ ) $\Delta 1^{\circ}K = \Delta 1^{\circ}C$
Lichtstärke	Candela	<i>cd</i>
Stoffmenge	Mol	<i>mol</i>

## 2 Umrechnungen

In den folgenden Abschnitten wird beschrieben, wie eine Einheit in eine andere umgerechnet wird.

### 2.1 Potenzierte Einheiten

Für folgende Beispiele werden immer Längenmasse verwendet.

#### 2.1.1 Problem

Die Umrechnung von  $dm^2$  in  $cm^2$  bzw die Umrechnung von  $dm^3$  in  $cm^3$ .

#### 2.1.2 Lösung

Man muss sich immer folgendes vor Augen halten:

$$1dm = 1cm \times 10$$

Nun muss man nur noch jeden der obigen Faktoren mit dem entsprechenden Zahlenwert potenzieren.

$$1\text{dm}^2 = 1\text{cm}^2 \times 10^2$$

$$1\text{dm}^2 = 1\text{cm}^2 \times 100$$

Ein Quadrat-Dezimeter ist also einhundert mal grösser als ein Quadrat-Zentimeter.

Das Gleiche auf den Exponent drei übertragen:

$$1\text{dm}^3 = 1\text{cm}^3 \times 10^3 = 1'000\text{cm}^3$$

$$1\text{dm}^3 = 1\text{cm}^3 \times 1000 = 1'000\text{cm}^3$$

Ein Kubik-Dezimeter ist also eintausend mal grösser als ein Kubik-Zentimeter.

Der Vollständigkeit halber die gleiche Umrechnung von Zentimeter in Meter:

$$1\text{cm} = \frac{1\text{m}}{100} = 0.01\text{m}$$

$$1\text{cm}^2 = \frac{1\text{m}^2}{100^2} = 0.0001\text{m}^2$$

$$1\text{cm}^3 = \frac{1\text{m}^3}{100^3} = 0.000001\text{m}^3$$

## 2.2 Winkel

Gegeben ist ein Winkel in Winkelgrad, -Minuten und -Sekunden:  $37^\circ 18' 36''$

Damit wir mit diesem Winkelmass arbeiten können, muss diese Angabe zuerst in eine dezimale Zahl umgerechnet werden:

$$1' = \frac{1^\circ}{60} = 0.01\bar{6}^\circ \quad 1'' = \frac{1'}{60} = \frac{1^\circ}{3'600} = 0.0002\bar{7}^\circ$$

Für unser Beispiel ergibt das folgende Berechnung:

$$37^\circ + \frac{18'}{60} + \frac{36''}{3600} = 37.31^\circ$$

### 2.2.1 Umrechnung in Bogenmass

Ein Winkelmass in Grad wird folgendermassen in ein Winkelmass in Radiant umgerechnet:

$$Bogenmass = \frac{\varphi_{DEG} \times 2\pi}{360^\circ} \quad \begin{array}{l} \varphi_{DEG} = \text{Winkel in } ^\circ \\ Bogenmass = \text{Winkel in Einheit rad (Radiant)} \end{array}$$

Die Umrechnung von Radiant zurück ins Winkelmass funktioniert dementsprechend so:

$$\varphi_{DEG} = \frac{Bogenmass \times 360^\circ}{2\pi} \quad \begin{array}{l} \varphi_{DEG} = \text{Winkel in } ^\circ \\ Bogenmass = \text{Winkel in Einheit rad (Radiant)} \end{array}$$

## 2.3 Geschwindigkeit

Geschwindigkeiten werden in der Physik generell in Meter pro Sekunde angegeben. In der Praxis ist aber die Angabe Kilometer pro Stunde auch sehr gebräuchlich. Die Umrechnung funktioniert wie folgt:

$$15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1\text{km}}{1'000\text{m}} \times \frac{3'600\text{s}}{1\text{h}} = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

## 2.4 Wärme

Die Wärme wird neben Grad Celsius und Grad Kelvin auch in Fahrenheit angegeben. Die Umrechnung erfolgt folgendermassen:

$$Fahrenheit = \frac{Celsius \times 9}{5} + 32 \quad Celsius = \frac{(Fahrenheit - 32) \times 5}{9}$$

## 3 Masse

Um Masse in einer bestimmten Gewichtseinheit zu berechnen, werden zwei Angaben benötigt; Die Dichte  $\rho$ , welche in Masse über Volumen angegeben wird und das Volumen, das in einer Längeneinheit hoch 3 vorliegt.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad m = \text{Masse in kg} \\ V = \text{Volumen in Längeneinheit}^3$$

## 4 Mechanik fester Körper

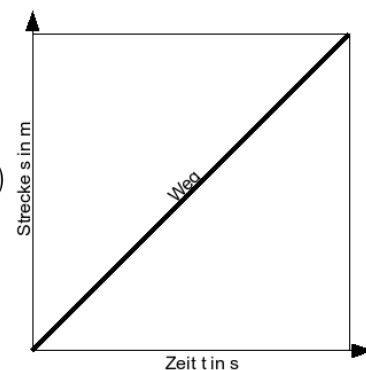
Ein Körper ist eine räumlich begrenzte Menge von Materie, diese kann in drei Aggregatzuständen (fest, flüssig und gasförmig) vorkommen. Die Mechanik lässt sich in folgende Teilgebiete gliedern:

- Die **Statik** ist die Lehre von Gleichgewicht der an einem ruhenden Körper angreifenden Kräfte.
- Die Lehre geometrischer Bewegungsverhältnisse fester Körper und Mechanismen wird mithilfe der **Kinematik** beschrieben, die bewegungsverursachenden Kräfte werden dabei nicht beachtet.
- Bei der **Kinetik** geht es um die Mechanik von Körpern, die unter Wirkung von Beschleunigungskräften stehen.
- Mithilfe der **Dynamik** lassen sich Beziehungen zwischen Beschleunigung und den verursachten Kräften aufstellen.

### 4.1 Bewegung (Kinematik)

Die gleichförmige, geradlinige Bewegung ist eine Möglichkeit der Bewegung. Diese lässt sich am besten mit dem s/t-Diagramm ausdrücken (siehe rechts).

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad v = \text{Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde } \left(\frac{m}{s}\right) \\ s = \text{Weg in Meter (m)} \\ t = \text{Zeit in Sekunden (s)}$$



Eine Beschleunigung ist eine ungleichförmige Bewegung, bei der sich die Geschwindigkeit des Körpers ändert.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad a = \text{Beschleunigung in Meter pro Sekunde im Quadrat } \left(\frac{m}{s^2}\right) \\ s = \text{Geschwindigkeitsänderung in Meter pro Sekunde } \left(\frac{m}{s}\right) \\ t = \text{Zeitänderung in Sekunden im Quadrat } (s^2)$$

### 4.1.1 Start- und Endgeschwindigkeit

Eine Beschleunigung beschreibt die Differenz zwischen einer Start- und einer Endgeschwindigkeit. Um die dazugehörige Strecke bzw. die Zeitdifferenz herauszufinden, kann man folgende Formeln verwenden:

$$t = \frac{v_E - v_S}{a} \quad \text{Diese Formeln gelten nur bei einer gradlinigen Beschleunigung!}$$

$$s = \frac{(v_S + t \times a)}{2} \times t \quad \begin{array}{l} v_S = \text{Startgeschwindigkeit} \\ v_E = \text{Endgeschwindigkeit} \end{array}$$

$$v_E = v_S + t \times a$$

### 4.1.2 Fallbeschleunigung

Die Fallbeschleunigung beträgt in unseren Breitengraden ungefähr  $9.81 \frac{m}{s^2}$ .

Fällt ein ruhender Körper von aus einer bestimmten Distanz zu Boden, so kann die Endgeschwindigkeit folgendermassen berechnet werden:

$$v_E = \sqrt{2 \times a \times s}$$

Um die Dauer des Falls berechnen zu können, muss die Durchschnittsgeschwindigkeit  $v_D$

verwendet werden:  $t = \frac{s}{v_D}$

### 4.1.3 Treffpunkt berechnen

Zwei Körper ( $K_A$  und  $K_B$ ), die sich an zwei Punkten (A und B) befinden, bewegen sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ( $V_A$  und  $V_B$ ) aufeinander zu. Es soll berechnet werden, wo sich diese beiden Körper treffen.

Werte:

$$v_A = 120 \frac{km}{h} \quad \underline{t} = \frac{\overrightarrow{AB}}{v_A + v_B} = \frac{400km}{120 \frac{km}{h} + 80 \frac{km}{h}} = \underline{2h} \quad \begin{array}{l} t = \text{Dauer bis Kollision} \\ \overrightarrow{AT} = \text{Strecke Punkt A bis Treffpunkt} \\ \overrightarrow{TB} = \text{Strecke Treffpunkt bis Punkt B} \end{array}$$

$$v_B = 80 \frac{km}{h}$$

$$\overrightarrow{AB} = 400km \quad \underline{\overrightarrow{AT}} = v_A \times t = 120 \frac{km}{h} \times 2h = \underline{240km}$$

$$s_A = t \times v_A \quad \underline{\overrightarrow{TB}} = v_B \times t = 80 \frac{km}{h} \times 2h = \underline{160km}$$

$$s_B = t \times v_B$$

## 5 Kraft und Energie

Mechanische und elektrische Arbeit kann physikalisch berechnet werden.

Die Kraft (F für englisch „Force“) wird in der Masseinheit Newton (N) angegeben. Ein Newton entspricht 0.1 kg, d.h. 100 g. Die Berechnung der Kraft erfolgt folgendermassen:

$$F = m \times a \quad F = \text{Kraft in Newton (N)}$$

Energie oder Arbeit (W für englisch „Work“) gibt man in Joule (J) an. Die Umrechnung dieser Masseinheiten funktioniert so:

$$1\text{J} = 1\text{Nm} = 1 \frac{\text{kg} \times \text{m}^2}{\text{s}^2} = 1\text{Ws} = 1\text{AVs}$$

$J = \text{Joule}$

$\text{Nm} = \text{Newtonmeter}$

$\text{Ws} = \text{Wattsekunden}$

$\text{AVs} = \text{Ampere} - \text{Voltsekunde}$

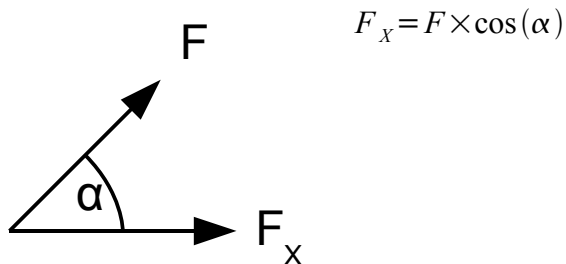
Die Energie (W) wird dann folgendermassen berechnet:

$$W_{\text{mechanisch}} = F \times s \quad U = \text{Spannung in Volt (V)}$$

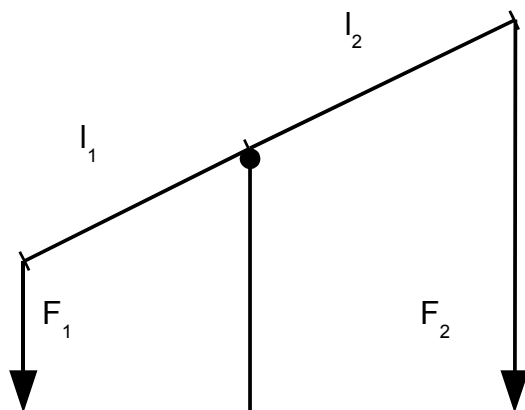
$$W_{\text{elektrisch}} = U \times I \times t \quad I = \text{Strom in Ampere (A)}$$

## 5.1 Kraft und Steigung

Angenommen, eine Kraft wirkt nicht genau waagrecht auf einen Körper, sondern in einem bestimmten Winkel, so muss dieser miteinberechnet werden.



## 5.2 Hebelgesetz



$$F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$$

$F_1, F_2 = \text{Kraft}$

$l_1, l_2 = \text{Länge der Hebel}$

### 5.3 Hubarbeit

Wird eine Masse vertikal bewegt, so ist die Rede von Hubarbeit.

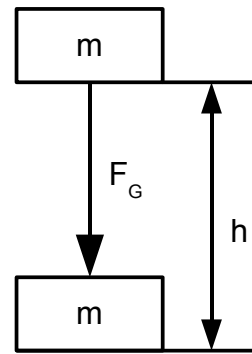
$$W_h = W_{pot} = F_G \times h = m \times g \times h$$

$$W_h = \text{Hubarbeit}$$

$$W_{pot} = \text{potentielle Energie}$$

$$g = \text{Erdbeschleunigung} \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right)$$

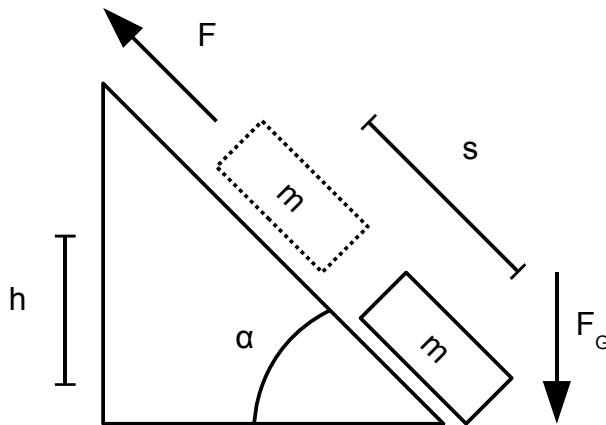
$$h = \text{Höhe}$$



#### 5.3.1 Neigung

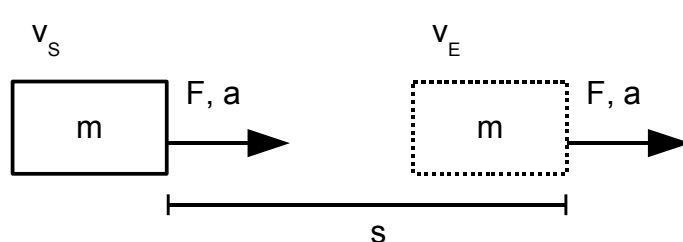
Hubarbeit beschreibt nicht nur die Arbeit bei einer Senkrechten (= 90°), es könne verschiedene Winkel verwendet werden.

$$W_{pot} = F_H \times s = F_G \times \sin(\alpha) \times s$$



### 5.4 Beschleunigungsarbeit

Für eine Beschleunigung ist auch immer eine Beschleunigungskraft notwendig



$$W_a = m \times a \times s = \frac{m \times v^2}{2}$$

$$W_a = \text{Beschleunigungsarbeit}$$

$$v_S = \text{Startgeschwindigkeit}$$

$$v_E = \text{Endgeschwindigkeit}$$

Dies entspricht auch gleich der Zunahme der Bewegungsenergie, also der kinetischen Energie:

$$W_{kin} = \frac{m \times v^2}{2} = \frac{m \times (v_E^2 - v_S^2)}{2}$$

## 5.5 Der Energieerhaltungssatz

Eine Energiezu- oder eine Energieabnahme kann einfach zur Anfangsenergie addiert bzw. subtrahiert werden und man erhält die Endenergie.

Formel:  $W_{\text{Ende}} = W_{\text{Anfang}} + W_{\text{Zunahme}} - W_{\text{Abnahme}}$

## 5.6 Leistung

Der Ausdruck Leistung beschreibt, wie viel Arbeit in einer bestimmten Zeitperiode verrichtet werden kann. Die Leistung wird wie folgt berechnet:

$$P = \frac{W}{t} \quad \begin{array}{l} P = \text{Leistung in Watt (W)} \\ W = \text{Arbeit/Energie in Joule (J)} \end{array}$$

Die Einheit Watt wird dabei wie folgt gebildet (Achtung: W steht hier für die Einheit Watt, sonst jedoch für die Arbeit (Work)).

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{Ws}}{\text{s}}$$

## 5.7 Der Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad beschreibt, zu welchem Teil eine zugeführte Energie auch wirklich genutzt wird. Ein Wirkungsgrad kann niemals grösser als eins sein, da Energie nicht erstellt sondern nur umgewandelt werden kann!

$$\eta = \frac{W_n}{W_a} = \frac{P_n}{P_a}$$

$W_n = \text{Nutzarbeit}$   
 $W_a = \text{aufgewandte Arbeit}$   
 $P_n = \text{Nutzleistung}$   
 $P_a = \text{aufgewandte Leistung}$

# 6 Wärmelehre

## 6.1 Ausdehnung

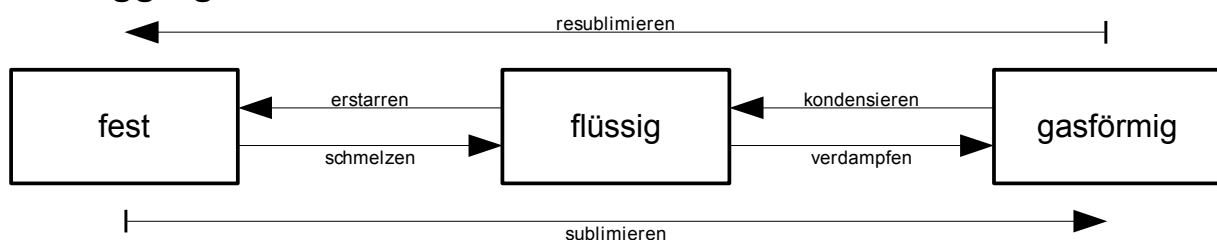
Ändert sich die Temperatur, so ändern sich auch Stoffe in ihrer Grösse:

$$\Delta l = \alpha \times \Delta \vartheta \times l_A$$

$$l_E = l_A \times (1 + \alpha \times \Delta \vartheta)$$

$\Delta l = \text{Längenänderung des Körpers in m (Meter)}$   
 $\alpha = \text{Längenausdehnungskoeffizient in } \frac{1}{\text{K}}$   
 $\Delta \vartheta = \text{Temperaturänderung in K (Kelvin)}$   
 $l_A = \text{Ausgangslänge des Körpers in m (Meter)}$   
 $l_E = \text{Endlänge des Körpers in m (Meter)}$

## 6.2 Aggregatzustände





### 6.3 Wärmekapazität und -Menge

Die Wärme(menge)  $Q$  ist die beim Erwärmen zugeführte/ beim Abkühlen abgegebene Energie; Einheit Joule.

$C$  = Wärmekapazität in  $\frac{J}{K}$

$C = m \times c$   $c$  = spezifische Wärmekapazität in  $\frac{J}{(K \times kg)}$   
 $Q = m \times c \times \Delta v$   $Q$  = Wärmemenge (Wärme) in J (Joule)  
 $\Delta v$  = Temperaturänderung in K (Kelvin)  
 $m$  = Masse in kg

### 6.4 Wärmestrom und -Widerstand

Die Wärmeleitfähigkeit eines Werkstoffes gibt die Wärme in Joule an, die bei einer Temperaturänderung von 1 K durch einen Querschnitt von  $1m^2$  bei 1m Schichtdicke in 1 Sekunde hindurchtritt.

$\phi$  = Wärmestrom in W  
 $Q$  = Wärme(energie) in J  
 $t$  = Zeit in s  
 $A$  = Querschnittsfläche in  $m^2$   
 $\Delta v$  = Temperaturänderung in K  
 $s$  = Schichtdicke in m  
 $P_v$  = Verlustleistung in W  
 $R_{th}$  = Wärmewiderstand  
 $R_{thG}$  = Wärmewiderstand zw. Sperrschicht und Gehäuse in  $\frac{K}{W}$   
 $R_{thÜ}$  = Wärmewiderstand zw. Gehäuse und Kühlkörper in  $\frac{K}{W}$   
 $R_{thK}$  = Wärmewiderstand zw. Kühlkörper und Umgebung in  $\frac{K}{W}$   
 $\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit in  $\frac{W}{(K \times m)}$

$\phi = \frac{Q}{t}$   
 $\phi = \frac{\lambda}{s} \times A \times \Delta v$   
 $R_{th} = \frac{\Delta v}{P_v}$   
 $R_{th} = R_{thG} + R_{thÜ} + R_{thK}$

## 7 Zahlensysteme

Will man eine Zahl von einem bestimmten Zahlensystem in eine Zahl in einem anderen Zahlensystem umrechnen, so gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Die Basis des Ausgangszahlensystem ist **kleiner** als die Basis des Zielzahlensystems
2. Die Basis des Ausgangszahlensystem ist **grösser** als die Basis des Zielzahlensystems

Die Umrechnungen erfolgen dann jeweils durch einen anderen Algorithmus.

### 7.1 Umrechnung in kleineres System

gegeben: Zahl<sub>BasisX</sub>

gesucht: Zahl<sub>BasisY</sub>

$X > Y$

Die Umrechnung erfolgt nun wie folgt:

$$Zahl_{BasisX} : BasisY = A, Rest : B$$

Ein praktisches Beispiel:

$$\begin{array}{rcl}
 & 4'530 : 8 = 566, & \text{Rest } 2 \\
 & 566 : 8 = 70, & \text{Rest } 6 \\
 \text{gegeben: } 406_{10} & 70 : 8 = 8, & \text{Rest } 6 \\
 \text{gesucht: } Zahl_8 & 8 : 8 = 1, & \text{Rest } 0 \\
 & 1 : 8 = 0, & \text{Rest } 1
 \end{array}$$

Die Reste werden nun von unten (1) nach oben (2) hintereinander aufgeführt:  $10'662_8$

## 8 Wellenlehre

### 8.1 Scheitelwert

In der Praxis rechnen wir mit dem Effektivwert der Amplitude. Theoretisch beträgt die Amplitude allerdings etwas anderes – den Scheitelwert. Der Scheitelwert wird wie folgt berechnet:

$$\text{Scheitelwert} = \text{Effektivwert} \times \sqrt{2}$$

### 8.2 Formeln

$f$  = Frequenz in Hz (Herz)

$T$  = Periodendauer in Sekunden

$$f = \frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda} \quad c = \text{Ausbreitungsgeschwindigkeit in } \frac{m}{s}$$

$$\omega = 2\pi \times f \quad \omega = \text{Kreisfrequenz in } \frac{1}{s}$$

$$c = \frac{\lambda}{t} \quad t = \text{Zeit in s}$$

$\lambda$  = Wellenlänge in m

$$c = \lambda \times f \quad c_0 = \text{Lichtgeschwindigkeit } (300'000 \frac{km}{h})$$

$$c_s = \text{Schallgeschwindigkeit } (340 \frac{m}{s})$$

### 8.3 Reflexion und Brechung

Trifft eine Welle gegen ein Hindernis, so wird diese Welle gebrochen oder reflektiert.

#### 8.3.1 Reflexion

Bei einer Reflexion gilt:

$\epsilon$  = Einfallswinkel

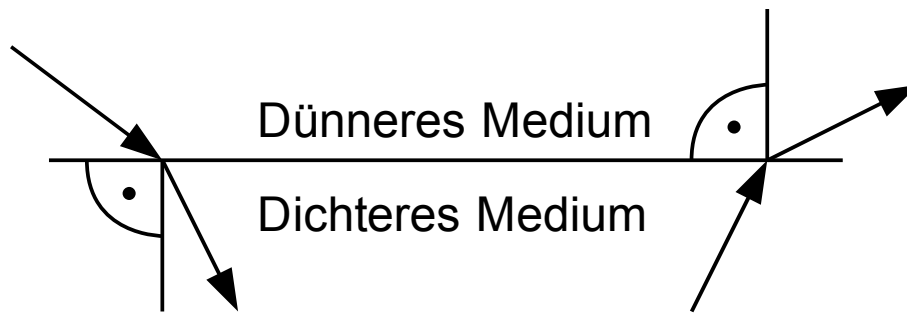
$\epsilon = \epsilon'$   $\epsilon'$  = Ausfallswinkel

$\rho = \frac{\phi_\rho}{\phi}$   $\rho$  = Reflexionsgrad ( $< 1$ )

$\phi$  = auftreffender Lichtstrom

$\phi_\rho$  = reflektierter Lichtstrom

### 8.3.2 Brechung

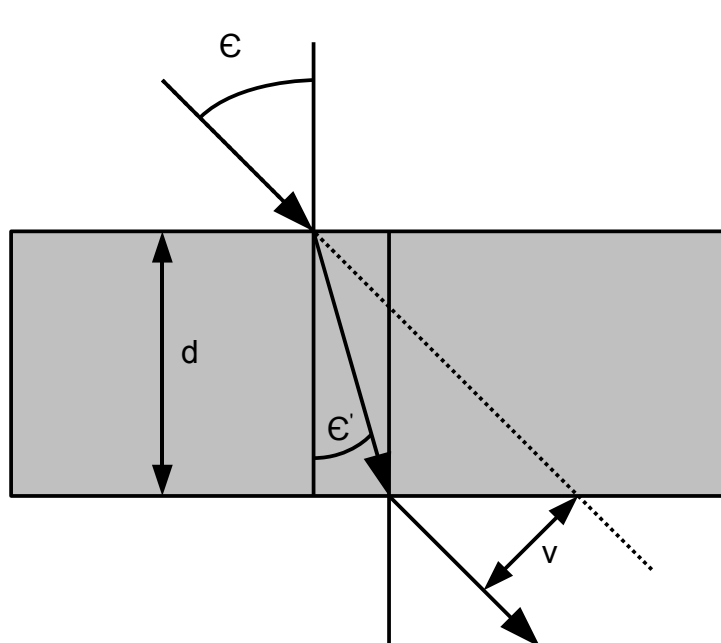


Bei einer Brechung gilt:

$$n = \frac{\sin(\epsilon)}{\sin(\epsilon')} = \frac{c_1}{c_2}$$

### 8.3.3 Parallelversatz

Tritt eine Welle in ein optisch dichteres Medium ein und gelangt dann wieder zum ursprünglichen Medium zurück, so entsteht ein Parallelversatz. Die Eintrittsfläche muss dabei parallel zur Austrittsfläche liegen.



$$v = \frac{d \times \sin(\epsilon - \epsilon')}{\cos(\epsilon')}$$

$v$  = Versatz in m  
 $d$  = Plattendicke in m  
 $\epsilon$  = Einfallswinkel  
 $\epsilon'$  = Ausfallwinkel

## 9 Wahrscheinlichkeitsrechnung

Die Wahrscheinlichkeit beschreibt mit welcher Gewissheit ein bestimmtes Ereignis eintritt.

$$\text{Wahrscheinlichkeit} = \frac{\text{bestimmtes Ereignis}}{\text{Anzahl Ereignisse}}$$

Beträgt die Wahrscheinlichkeit 0, so tritt das bestimmte Ereignis mit absoluter Sicherheit niemals auf. Beträgt die Wahrscheinlichkeit jedoch 1, so tritt das bestimmte Ereignis in jedem Fall ein.

## 10 Akustik

### 10.1 Schalldruck

$$p = \frac{F}{A}$$

$p$  = Schalldruck in Pa (Pascal)  
 $F$  = Kraft in N  
 $A$  = Fläche in m<sup>2</sup>

### 10.2 Schallintensität

$$J = \frac{P}{A}$$

$J$  = Schallintensität in  $\frac{W}{m^2}$   
 $P$  = Kraft in W (Watt)  
 $A$  = Fläche in m<sup>2</sup>

### 10.3 Schalldruckpegel

$$L_p = 20 \times \log\left(\frac{p}{p_o}\right)$$

$L_p$  = Schalldruckpegel in dB  
 $p$  = Schalldruck in Pa (Pascal)  
 $p_o$  = Bezugsschalldruck  $20 \frac{\mu N}{m^2}$

## 11 Anhang A – Masseinheiten

Die wichtigsten Masseinheiten auf einen Blick:

Zeichen	Name	Wert		
Y	Yotta	$10^{24}$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Quadrillion
Z	Zetta	$10^{21}$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Trilliarde
E	Exa	$10^{18}$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Trillion
P	Peta	$10^{15}$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Billiarde
T	Tera	$10^{12}$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Billion
G	Giga	$10^9$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Milliarde
M	Mega	$10^6$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Million
k	Kilo	$10^3$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Tausend
h	Hekto	$10^2$	100'000'000'000'000'000'000'000	Einhundert
-	-	$10^0$	1'000'000'000'000'000'000'000'000	Eins
d	Dezi	$10^{-1}$	0.1'000'000'000'000'000'000'000'000	Zehntel
c	Zenti	$10^{-2}$	0.01'000'000'000'000'000'000'000'000	Hundertstel
m	Milli	$10^{-3}$	0.001'000'000'000'000'000'000'000'000	Tausendstel
$\mu$	Mikro	$10^{-6}$	0.000'000'000'000'000'000'000'000'000	Millionstel
n	Nano	$10^{-9}$	0.000'000'000'000'000'000'000'000'000	Milliardstel
p	Pico	$10^{-12}$	0.000'000'000'000'000'000'000'000'000	Billionstel
f	Femto	$10^{-15}$	0.000'000'000'000'000'000'000'000'000	Billiardstel
a	Atto	$10^{-18}$	0.000'000'000'000'000'000'000'000'000	Trillionstel
z	Zepto	$10^{-21}$	0.000'000'000'000'000'000'000'000'000	Trilliardstel
y	Yocto	$10^{-24}$	0.000'000'000'000'000'000'000'000'000	Quadrillionstel

## 12 Referenzen

Für die Erstellung dieses Dokuments wurden vor allem die Schulunterlagen verwendet. Ergänzende Informationen wurden von Wikipedia ([www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)) bezogen.