

# Formelsammlung Physik

<http://www.fersch.de>

©Klemens Fersch

16. August 2016

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Mechanik</b>	<b>4</b>
1.1	Grundlagen Mechanik	4
1.1.1	Gewichtskraft	4
1.1.2	Kräfte	4
1.1.3	Dichte	4
1.1.4	Wichte	5
1.1.5	Reibung	5
1.1.6	Schiefe Ebene	5
1.1.7	Hookesches Gesetz	6
1.1.8	Drehmoment	6
1.1.9	Hebelgesetz	6
1.1.10	Druck	6
1.1.11	Auftrieb in Flüssigkeiten	6
1.1.12	Schweredruck	6
1.2	Kinematik	7
1.2.1	Geradlinige Bewegung $v=\text{konst.}$	7
1.2.2	Beschleunigte Bewegung	7
1.2.3	Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit	7
1.2.4	Durchschnittsgeschwindigkeit	7
1.2.5	Durchschnittsbeschleunigung	8
1.2.6	Freier Fall	8
1.2.7	Senkrechter Wurf nach oben	8
1.2.8	Waagrechter Wurf	8
1.2.9	Schiefer Wurf	9
1.2.10	Frequenz-Periodendauer	9
1.2.11	Winkelgeschwindigkeit	9
1.2.12	Bahngeschwindigkeit	10
1.2.13	Zentralbeschleunigung	10
1.3	Dynamik	11
1.3.1	Kraft	11
1.3.2	Schiefe Ebene	11
1.3.3	Zentralkraft	11
1.3.4	Gravitationsgesetz	11
1.3.5	Impuls	12
1.3.6	Mechanische Arbeit	12
1.3.7	Hubarbeit - Potentielle Energie	12
1.3.8	Spannarbeit-Spannenergie	12
1.3.9	Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie	12
1.3.10	Mechanische Leistung	12
1.3.11	Wirkungsgrad	13
1.4	Schwingungen/Wellen	14
1.4.1	Lineares Kraftgesetz	14
1.4.2	Periodendauer (harmonische Schwingung)	14
1.4.3	Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung)	14

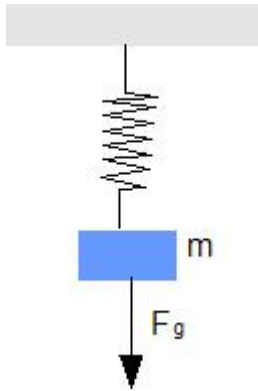
<b>2</b>	<b>Elektrotechnik</b>	<b>15</b>
2.1	Elektrizitätslehre . . . . .	15
2.1.1	Stromstärke . . . . .	15
2.1.2	Ohmsches Gesetz . . . . .	15
2.1.3	Reihenschaltung von Widerständen . . . . .	15
2.1.4	Parallelschaltung von Widerständen . . . . .	16
2.1.5	Widerstandsänderung - Temperatur . . . . .	16
2.1.6	Spezifischer Widerstand . . . . .	16
2.1.7	Spezifischer Leitwert . . . . .	16
2.1.8	Elektrische Leistung . . . . .	17
2.1.9	Elektrische Arbeit . . . . .	17
2.2	Elektrisches Feld . . . . .	18
2.2.1	Elektrische Feldstärke . . . . .	18
2.2.2	Gesetz von Coulomb . . . . .	18
2.2.3	Kapazität eines Kondensators . . . . .	18
2.2.4	Reihenschaltung von Kondensatoren . . . . .	18
2.2.5	Parallelschaltung von Kondensatoren . . . . .	19
2.2.6	Elektrische Energie des Kondensators . . . . .	19
2.3	Magnetisches Feld . . . . .	20
2.3.1	Flußdichte . . . . .	20
2.3.2	Feldstärke einer langgestreckten Spule . . . . .	20
2.3.3	Flußdichte - Feldstärke . . . . .	20
2.3.4	Magnetischer Fluß . . . . .	20
2.3.5	Induktivität einer langgestreckten Spule . . . . .	20
2.3.6	Reihenschaltung (Induktivität) . . . . .	21
2.3.7	Parallelschaltung (Induktivität) . . . . .	21
2.4	Wechselstrom . . . . .	22
2.4.1	Wechselspannung - Wechselstrom . . . . .	22
2.4.2	Scheitel - Effektiv . . . . .	22
2.4.3	Induktiver Widerstand . . . . .	22
2.4.4	Kapazitiver Widerstand . . . . .	22
2.4.5	Wirkleistung . . . . .	22
2.5	Elektrischer Schwingkreis . . . . .	23
2.5.1	Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung) . . . . .	23
2.5.2	Eigenkreisfrequenz . . . . .	23
2.6	Allgemeine Elektrotechnik . . . . .	24
2.6.1	Spannungsteiler . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Wärmelehre</b>	<b>25</b>
3.1	Temperatur . . . . .	25
3.1.1	Temperatur - Umrechnungen . . . . .	25
3.1.2	Temperaturdifferenz . . . . .	25
3.2	Ausdehnung der Körper . . . . .	26
3.2.1	Längenausdehnung . . . . .	26
3.2.2	Flächenausdehnung . . . . .	26
3.2.3	Volumenausdehnung . . . . .	26
3.3	Energie . . . . .	27
3.3.1	Wärmeenergie . . . . .	27
3.3.2	Verbrennungsenergie . . . . .	27
3.3.3	Schmelzen und Erstarren . . . . .	27
3.3.4	Verdampfen und Kondensieren . . . . .	27
3.4	Zustandsänderungen der Gase . . . . .	28
3.4.1	Allgemeine Gasgleichung . . . . .	28
3.4.2	Thermische Zustandsgleichung . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Astronomie</b>	<b>29</b>
4.1	Gravitation . . . . .	29
4.1.1	Gravitationsgesetz . . . . .	29
4.1.2	Gravitationsfeldstärke . . . . .	29

<b>5</b>	<b>Atomphysik</b>	<b>30</b>
5.1	Atombau . . . . .	30
5.1.1	Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl) . . . . .	30
5.1.2	Atommasse . . . . .	30
5.1.3	Masse des Atomkerns . . . . .	30
5.1.4	Stoffmenge und Anzahl der Teilchen . . . . .	30
5.1.5	Molare Masse . . . . .	30
5.1.6	Masse - Energie . . . . .	30
5.2	Kernumwandlungen . . . . .	31
5.2.1	Zerfallsgesetz . . . . .	31
5.2.2	Halbwertszeit . . . . .	31
5.2.3	Aktivität . . . . .	31
5.2.4	Photon . . . . .	31
<b>6</b>	<b>Physikalische Konstanten</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Tabellen</b>	<b>33</b>
7.1	Umrechnungen . . . . .	33
7.1.1	Längen . . . . .	33
7.1.2	Flächen . . . . .	33
7.1.3	Volumen . . . . .	33
7.1.4	Zeit . . . . .	34
7.1.5	Vorsilben . . . . .	34
7.1.6	Masse . . . . .	35
7.1.7	Kraft . . . . .	35
7.1.8	Energie-Arbeit . . . . .	35
7.1.9	Leistung . . . . .	36
7.1.10	Geschwindigkeit . . . . .	36
7.1.11	Druck . . . . .	36
7.1.12	Frequenz . . . . .	37
7.1.13	Spannung . . . . .	37
7.1.14	Strom . . . . .	37
7.1.15	Widerstand . . . . .	37

# 1 Mechanik

## 1.1 Grundlagen Mechanik

### 1.1.1 Gewichtskraft

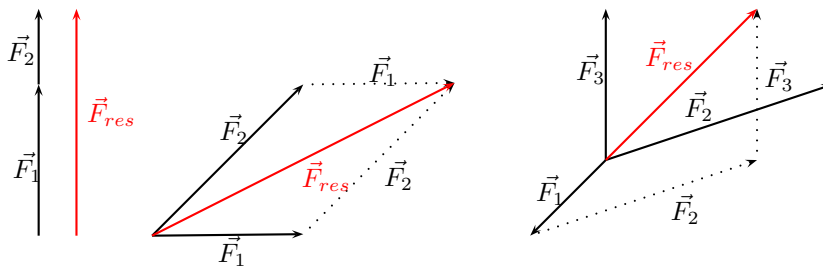


$$F_G = m \cdot g$$

Masse	$m$	$kg$	Kilogramm	
Fallbeschleunigung	$g$	$\frac{m}{s^2}$		$9,81 \frac{m}{s^2}$
Gewichtskraft	$F_G$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
$m = \frac{F_G}{g}$		$g = \frac{F_G}{m}$		

Interaktive Inhalte:  $F_G = m \cdot g$  -  $m = \frac{F_G}{g}$  -  $g = \frac{F_G}{m}$  -

### 1.1.2 Kräfte



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

Einzelkraft	$F_2$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
Einzelkraft	$F_1$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
Resultierende Kraft	$F_{res}$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$

Interaktive Inhalte:  $\vec{F}_{res} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$  -

### 1.1.3 Dichte

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Volumen	$V$	$m^3$	Kubikmeter
Masse	$m$	$kg$	Kilogramm
Dichte	$\rho$	$\frac{kg}{m^3}$	Kilogramm/Kubikmeter
$m = \rho \cdot V$		$V = \frac{m}{\rho}$	

Interaktive Inhalte:  $\rho = \frac{m}{V}$  -  $m = \rho \cdot V$  -  $V = \frac{m}{\rho}$  -

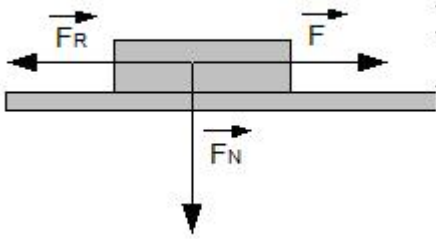
### 1.1.4 Wichte

$$\gamma = \frac{F_G}{V}$$

Volumen	$V$	$m^3$	Kubikmeter
Gewichtskraft	$F_G$	$N$	Newton
Wichte	$\gamma$	$\frac{N}{m^3}$	$\frac{kgm}{s^2}$
$F_G = V \cdot \gamma \quad V = \frac{F_G}{\gamma}$			

Interaktive Inhalte:  $\gamma = \frac{F_G}{V}$  -  $F_G = V \cdot \gamma$  -  $V = \frac{F_G}{\gamma}$  -

### 1.1.5 Reibung

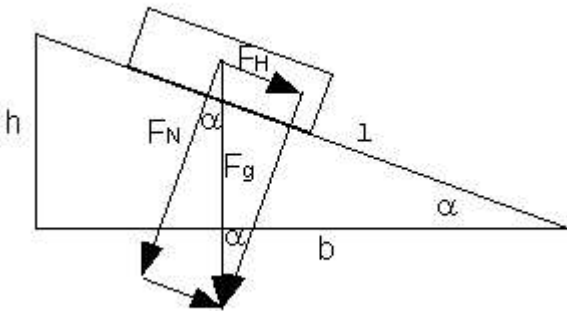


$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Reibungszahl	$\mu$		
Normalkraft	$F_N$	$N$	Newton
Reibungskraft	$F_R$	$N$	Newton
$F_N = \frac{F_R}{\mu} \quad \mu = \frac{F_R}{F_N}$			

Interaktive Inhalte:  $F_R = \mu \cdot F_N$  -  $F_N = \frac{F_R}{\mu}$  -  $\mu = \frac{F_R}{F_N}$  -

### 1.1.6 Schiefe Ebene



$$F_H = \frac{F_G \cdot h}{l}$$

Höhe	$h$	$m$	Meter
Länge	$l$	$m$	Meter
Gewichtskraft	$F_G$	$N$	Newton
Hangabtriebskraft	$F_H$	$N$	Newton
$F_G = \frac{F_H \cdot l}{h} \quad h = \frac{F_H \cdot l}{F_G} \quad l = \frac{F_G \cdot h}{F_H}$			

$$F_N = \frac{F_G \cdot b}{l}$$

Länge	$l$	$m$	Meter
Breite	$b$	$m$	Meter
Gewichtskraft	$F_G$	$N$	Newton
Normalkraft	$F_N$	$N$	Newton
$F_G = \frac{F_N \cdot l}{b} \quad b = \frac{F_N \cdot l}{F_G} \quad l = \frac{F_G \cdot b}{F_N}$			

Interaktive Inhalte:  $F_H = \frac{F_G \cdot h}{l}$  -  $F_G = \frac{F_H \cdot l}{h}$  -  $h = \frac{F_H \cdot l}{F_G}$  -  $l = \frac{F_G \cdot h}{F_H}$  -  $F_N = \frac{F_G \cdot b}{l}$  -  $F_G = \frac{F_N \cdot l}{b}$  -  $b = \frac{F_N \cdot l}{F_G}$  -  $l = \frac{F_G \cdot b}{F_N}$  -

### 1.1.7 Hookesches Gesetz

$F = D \cdot s$	Weg, Auslenkung	$s$	$m$	Meter	
	Federkonstante, Richtgröße	$D$	$\frac{N}{m}$	Newton	$\frac{kg}{s^2}$
	Kraft	$F$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	$D = \frac{F}{s} \quad s = \frac{F}{D}$				

Interaktive Inhalte:  $F = D \cdot s$  -  $D = \frac{F}{s}$  -  $s = \frac{F}{D}$  -

### 1.1.8 Drehmoment

$M = F \cdot l$	Hebelarm	$l$	$m$	Meter	
	Kraft	$F$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	Drehmoment	$M$	$Nm$		$\frac{kgm^2}{s^2}$
	$F = \frac{M}{l} \quad l = \frac{M}{F}$				

Interaktive Inhalte:  $M = F \cdot l$  -  $F = \frac{M}{l}$  -  $l = \frac{M}{F}$  -

### 1.1.9 Hebelgesetz

$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$	Hebelarm	$l_2$	$m$	Meter	
	Hebelarm	$l_1$	$m$	Meter	
	Einzelkraft	$F_2$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	Einzelkraft	$F_1$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	$F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1} \quad l_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{F_1}$				

Interaktive Inhalte:  $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$  -  $F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1}$  -  $l_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{F_1}$  -

### 1.1.10 Druck

$p = \frac{F}{A}$	Fläche	$A$	$m^2$	Quadratmeter	
	Kraft	$F$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	Druck	$p$	$Pa$	Pascal	$\frac{N}{m^2}$
	$F = p \cdot A \quad A = \frac{F}{p}$				

Interaktive Inhalte:  $p = \frac{F}{A}$  -  $F = p \cdot A$  -  $A = \frac{F}{p}$  -

### 1.1.11 Auftrieb in Flüssigkeiten

$F_A = \rho \cdot g \cdot V$	Volumen	$V$	$m^3$	Kubikmeter	
	Fallbeschleunigung	$g$	$\frac{m}{s^2}$		$9,81 \frac{m}{s^2}$
	Dichte	$\rho$	$\frac{kg}{m^3}$	Kilogramm/Kubikmeter	
	Auftriebskraft	$F_A$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	$\rho = \frac{F_A}{g \cdot V} \quad V = \frac{F_A}{g \rho}$				

Interaktive Inhalte:  $F_A = \rho \cdot g \cdot V$  -  $\rho = \frac{F_A}{g \cdot V}$  -  $V = \frac{F_A}{g \rho}$  -

### 1.1.12 Schweredruck

$p = \rho \cdot g \cdot h$	Höhe der Flüssigkeitssäule	$h$	$m$	Meter	
	Fallbeschleunigung	$g$	$\frac{m}{s^2}$		$9,81 \frac{m}{s^2}$
	Dichte	$\rho$	$\frac{kg}{m^3}$	Kilogramm/Kubikmeter	
	Druck	$p$	$Pa$	Pascal	$\frac{N}{m^2}$
	$\rho = \frac{p}{g \cdot h} \quad h = \frac{p}{g \rho}$				

Interaktive Inhalte:  $p = \rho \cdot g \cdot h$  -  $\rho = \frac{p}{g \cdot h}$  -  $h = \frac{p}{g \rho}$  -

## 1.2 Kinematik

### 1.2.1 Geradlinige Bewegung $v=\text{konst.}$

$s = v \cdot t$	Zeit	$t$	$s$	Sekunden
	Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Weg,Auslenkung	$s$	$m$	Meter
	$v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v}$			

Interaktive Inhalte:  $s = v \cdot t$  -  $v = \frac{s}{t}$  -  $t = \frac{s}{v}$  -

### 1.2.2 Beschleunigte Bewegung

$v = a \cdot t$	Zeit	$t$	$s$	Sekunden
	Beschleunigung	$a$	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde <sup>2</sup>
	Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	$a = \frac{v}{t} \quad t = \frac{v}{a}$			

$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	Zeit	$t$	$s$	Sekunden
	Beschleunigung	$a$	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde <sup>2</sup>
	Weg,Auslenkung	$s$	$m$	Meter
	$a = \frac{2 \cdot s}{t^2} \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$			

Interaktive Inhalte:  $v = a \cdot t$  -  $a = \frac{v}{t}$  -  $t = \frac{v}{a}$  -  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$  -  $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$  -  $t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$  -

### 1.2.3 Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit

$v = v_0 + a \cdot t$	Anfangsgeschwindigkeit	$v_0$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Zeit	$t$	$s$	Sekunden
	Beschleunigung	$a$	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde <sup>2</sup>
	Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	$v_0 = v - a \cdot t \quad t = \frac{v-v_0}{a} \quad a = \frac{v-v_0}{t}$			

$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	Anfangsweg	$s_0$	$m$	Meter
	Anfangsgeschwindigkeit	$v_0$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Zeit	$t$	$s$	Sekunden
	Beschleunigung	$a$	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde <sup>2</sup>
	Weg,Auslenkung	$s$	$m$	Meter
	$a = \frac{2 \cdot (s-s_0-v_0 \cdot t)}{t^2} \quad t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot 0,5 \cdot a \cdot (s_0 - s)}}{a} \quad s_0 = s - v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $v_0 = \frac{s-s_0-0,5 \cdot a \cdot t^2}{t}$			

$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s$	Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Anfangsgeschwindigkeit	$v_0$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Beschleunigung	$a$	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde <sup>2</sup>
	Weg,Auslenkung	$s$	$m$	Meter
	$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_0^2} \quad v_0 = \sqrt{v^2 - 2 \cdot a \cdot s}$			

Interaktive Inhalte:  $v = v_0 + a \cdot t$  -  $v_0 = v - a \cdot t$  -  $t = \frac{v-v_0}{a}$  -  $a = \frac{v-v_0}{t}$  -  $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$  -  $a = \frac{2 \cdot (s-s_0-v_0 \cdot t)}{t^2}$  -  $t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot 0,5 \cdot a \cdot (s_0 - s)}}{a}$  -  $s_0 = s - v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$  -  $v_0 = \frac{s-s_0-0,5 \cdot a \cdot t^2}{t}$  -  $v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s$  -  $v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_0^2}$  -  $v_0 = \sqrt{v^2 - 2 \cdot a \cdot s}$  -

### 1.2.4 Durchschnittsgeschwindigkeit

$v = \frac{x_1-x_2}{t_1-t_2}$	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	$t_2$	$s$	Sekunde
	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	$t_1$	$s$	Sekunde
	zurückgelegter Weg	$x_2$	$m$	Meter
	zurückgelegter Weg	$x_1$	$m$	Meter
	Bahngeschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde

Interaktive Inhalte:  $v = \frac{x_1-x_2}{t_1-t_2}$  -

### 1.2.5 Durchschnittsbeschleunigung

$$a = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2}$$

aufeinanderfolgende Zeitpunkte	$t_2$	$s$	Sekunde
aufeinanderfolgende Zeitpunkte	$t_1$	$s$	Sekunde
Geschwindigkeit	$v_2$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
Geschwindigkeit	$v_1$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
Durchschnittsbeschleunigung	$a$	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde im Quadrat

Interaktive Inhalte:  $a = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2}$  -

### 1.2.6 Freier Fall

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Zeit	$t$	$s$	Sekunden
Fallbeschleunigung	$g$	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
Fallhöhe	$h$	$m$	Meter
$g = \frac{2 \cdot h}{t^2} \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$			

$$v = \sqrt{2 \cdot h \cdot g}$$

Höhe	$h$	$m$	Meter
Fallbeschleunigung	$g$	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
$h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$			

Interaktive Inhalte:  $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  -  $g = \frac{2 \cdot h}{t^2}$  -  $t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$  -  $v = \sqrt{2 \cdot h \cdot g}$  -  $h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$  -

### 1.2.7 Senkrechter Wurf nach oben

$$h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Abwurfhöhe	$h_0$	$m$	Meter
Anfangsgeschwindigkeit	$v_0$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
Zeit	$t$	$s$	Sekunden
Fallbeschleunigung	$g$	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
Höhe	$h$	$m$	Meter
$g = -\frac{2 \cdot (h - h_0 - v_0 \cdot t)}{t^2} \quad t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 4 \cdot 0,5 \cdot g \cdot (h_0 - h)}}{-g} \quad h_0 = h - v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$			

$$v = v_0 - g \cdot t$$

Anfangsgeschwindigkeit	$v_0$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
Zeit	$t$	$s$	Sekunden
Fallbeschleunigung	$g$	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
$v_0 = v + g \cdot t \quad t = \frac{v_0 - v}{g} \quad g = \frac{v_0 - v}{t}$			

Interaktive Inhalte:  $h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  -  $g = -\frac{2 \cdot (h - h_0 - v_0 \cdot t)}{t^2}$  -  $t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 4 \cdot 0,5 \cdot g \cdot (h_0 - h)}}{-g}$  -  $h_0 = h - v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  -  $v = v_0 - g \cdot t$  -  $v_0 = v + g \cdot t$  -  $t = \frac{v_0 - v}{g}$  -  $g = \frac{v_0 - v}{t}$  -

### 1.2.8 Waagrechter Wurf

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Zeit	$t$	$s$	Sekunden
Fallbeschleunigung	$g$	$\frac{m}{s^2}$	$9,81 \frac{m}{s^2}$
Höhe	$h$	$m$	Meter
$g = \frac{2 \cdot h}{t^2} \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$			

$$s = v \cdot t$$

Zeit	$t$	$s$	Sekunden
Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
Wurfweite	$s$	$m$	Meter
$v = \frac{s}{t}$			

Interaktive Inhalte:  $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  -  $g = \frac{2 \cdot h}{t^2}$  -  $t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$  -  $s = v \cdot t$  -  $v = \frac{s}{t}$  -



### 1.2.9 Schiefer Wurf

$x_w = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{g}$	Fallbeschleunigung $g$ $\frac{m}{s^2}$ $9,81 \frac{m}{s^2}$ Abwurfwinkel $\alpha$ Grad Anfangsgeschwindigkeit $v_0$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde Wurfweite $x_w$ $m$ Meter $t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$
$v_y = v \cdot \sin \alpha - g \cdot t$	Fallbeschleunigung $g$ $\frac{m}{s^2}$ $9,81 \frac{m}{s^2}$ Zeit $t$ $s$ Sekunden Winkel Geschwindigkeitsvektor v - x-Achse $\alpha$ Grad Betrag der Geschwindigkeit $v$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde Komponente in y-Richtung $v_y$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde $v = \frac{v_y + g \cdot t}{\sin \alpha}$
$v_x = v \cdot \cos \alpha$	Winkel Geschwindigkeitsvektor v - x-Achse $\alpha$ Grad Betrag der Geschwindigkeit $v$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde Komponente in x-Richtung $v_x$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde $v = \frac{v_x}{\cos \alpha}$
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	Komponente in x-Richtung $v_x$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde Komponente in y-Richtung $v_y$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde Betrag der Geschwindigkeit $v$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde $v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2}$
$v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2}$	Betrag der Geschwindigkeit $v$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde Komponente in x-Richtung $v_x$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde Komponente in y-Richtung $v_y$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde $v_y = \tan \alpha \cdot v_x$ $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$ $v_x = \frac{v_y}{\tan \alpha}$
$y = x \cdot \tan \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$	Anfangsgeschwindigkeit $v_0$ $\frac{m}{s}$ Meter/Sekunde $9,81 \frac{m}{s^2}$ Fallbeschleunigung $g$ $\frac{m}{s^2}$ Abwurfwinkel $\alpha$ Grad in x-Richtung (Bahnkurve) $x$ $m$ Meter in y-Richtung (Bahnkurve) $y$ $m$ Meter $t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$

Interaktive Inhalte:  $x_w = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{g}$  -  $t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$  -  $v_y = v \cdot \sin \alpha - g \cdot t$  -  $v = \frac{v_y + g \cdot t}{\sin \alpha}$  -  $v_x = v \cdot \cos \alpha$  -  $v = \frac{v_x}{\cos \alpha}$  -  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$  -  $v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2}$  -  $v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2}$  -  $v_y = \tan \alpha \cdot v_x$  -  $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$  -  $v_x = \frac{v_y}{\tan \alpha}$  -  $y = x \cdot \tan \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$  -  $t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$  -

### 1.2.10 Frequenz-Periodendauer

$f = \frac{1}{T}$	Periodendauer $T$ $s$ Sekunden Frequenz $f$ $Hz = \frac{1}{s}$ Hertz $T = \frac{1}{f}$
$f = \frac{n}{t}$	Zeit $t$ $s$ Sekunden Perioden-Umdrehungen $n$ Frequenz $f$ $Hz = \frac{1}{s}$ Hertz $t = \frac{n}{f}$ $n = f \cdot t$

Interaktive Inhalte:  $f = \frac{1}{T}$  -  $T = \frac{1}{f}$  -  $f = \frac{n}{t}$  -  $t = \frac{n}{f}$  -  $n = f \cdot t$  -

### 1.2.11 Winkelgeschwindigkeit

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$	Kreiszahl $\pi$ $3,1415927$ Frequenz $f$ $Hz = \frac{1}{s}$ Hertz Winkelgeschwindigkeit $\omega$ $\frac{1}{s}$ 1/Sekunde $f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$ $T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$
--------------------------------	--

Interaktive Inhalte:  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$  -  $f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}$  -  $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$  -  $T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$  -

### 1.2.12 Bahngeschwindigkeit

$$v = \omega \cdot r$$

Radius	$r$	$m$	Meter
Winkelgeschwindigkeit	$\omega$	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde
Bahngeschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde

$$\omega = \frac{v}{r} \quad r = \frac{v}{\omega}$$

Interaktive Inhalte:  $v = \omega \cdot r$  -  $\omega = \frac{v}{r}$  -  $r = \frac{v}{\omega}$  -

### 1.2.13 Zentralbeschleunigung

$$a_z = \omega^2 \cdot r$$

Radius	$r$	$m$	Meter
Winkelgeschwindigkeit	$\omega$	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde
Zentralbeschleunigung	$a_z$	$\frac{m}{s^2}$	

$$\omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}} \quad r = \frac{a_z}{\omega^2}$$

Interaktive Inhalte:  $a_z = \omega^2 \cdot r$  -  $\omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}}$  -  $r = \frac{a_z}{\omega^2}$  -

### 1.3 Dynamik

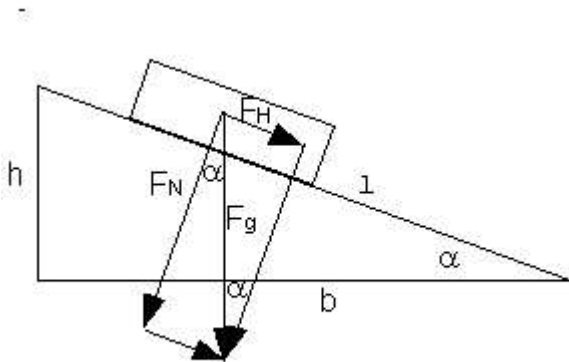
#### 1.3.1 Kraft

$$F = m \cdot a$$

Masse	$m$	$kg$	Kilogramm	
Beschleunigung	$a$	$\frac{m}{s^2}$	Meter/Sekunde <sup>2</sup>	
Kraft	$F$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
$m = \frac{F}{a} \quad a = \frac{F}{m}$				

Interaktive Inhalte:  $F = m \cdot a$  -  $m = \frac{F}{a}$  -  $a = \frac{F}{m}$  -

#### 1.3.2 Schiefe Ebene



$$F_H = F_G \cdot \sin\alpha$$

Neigungswinkel	$\alpha$	$^\circ$	Grad	
Gewichtskraft	$F_G$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
Hangabtriebskraft	$F_H$	$N$	Newton	
$F_G = \frac{F_H}{\sin\alpha} \quad \sin\alpha = \frac{F_H}{F_G}$				

$$F_N = F_G \cdot \cos\alpha$$

Neigungswinkel	$\alpha$	$^\circ$	Grad	
Gewichtskraft	$F_G$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
Normalkraft	$F_N$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
$F_G = \frac{F_N}{\cos\alpha} \quad \cos\alpha = \frac{F_N}{F_G}$				

Interaktive Inhalte:  $F_H = F_G \cdot \sin\alpha$  -  $F_G = \frac{F_H}{\sin\alpha}$  -  $\sin\alpha = \frac{F_H}{F_G}$  -  $F_N = F_G \cdot \cos\alpha$  -  $F_G = \frac{F_N}{\cos\alpha}$  -  $\cos\alpha = \frac{F_N}{F_G}$  -

#### 1.3.3 Zentralkraft

$$F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

Radius	$r$	$m$	Meter	
Winkelgeschwindigkeit	$\omega$	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde	
Masse	$m$	$kg$	Kilogramm	
Zentralkraft	$F_z$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
$m = \frac{F_z}{\omega^2 \cdot r} \quad \omega = \sqrt{\frac{F_z}{m \cdot r}} \quad r = \frac{F_z}{m \cdot \omega^2}$				

Interaktive Inhalte:  $F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r$  -  $m = \frac{F_z}{\omega^2 \cdot r}$  -  $\omega = \sqrt{\frac{F_z}{m \cdot r}}$  -  $r = \frac{F_z}{m \cdot \omega^2}$  -

#### 1.3.4 Gravitationsgesetz

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Gravitationskonstante	$G$	$\frac{Nm^2}{kg^2}$		6,672041E - 11
Abstand der Massen	$r$	$m$		
Massen	$m_2$	$kg$	Kilogramm	
Massen	$m_1$	$kg$	Kilogramm	
Kraft	$F$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
$r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}} \quad m_1 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_2} \quad m_2 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_1}$				

Interaktive Inhalte:  $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$  -  $r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}}$  -  $m_1 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_2}$  -  $m_2 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_1}$  -

### 1.3.5 Impuls

$p = m \cdot v$	Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Masse	$m$	kg	Kilogramm
	Impuls	$p$	Ns	Newton Sekunden $kg \frac{m}{s}$
		$m = \frac{p}{v}$	$v = \frac{p}{m}$	

Interaktive Inhalte:  $p = m \cdot v$  -  $m = \frac{p}{v}$  -  $v = \frac{p}{m}$  -

### 1.3.6 Mechanische Arbeit

$W = F \cdot s$	Weg, Auslenkung	$s$	$m$	Meter
	Kraft	$F$	N	Newton $\frac{kgm}{s^2}$
	Arbeit	$W$	J	Joule $Nm = Ws$
		$F = \frac{W}{s}$	$s = \frac{W}{F}$	

Interaktive Inhalte:  $W = F \cdot s$  -  $F = \frac{W}{s}$  -  $s = \frac{W}{F}$  -

### 1.3.7 Hubarbeit - Potentielle Energie

$W = F_G \cdot h$	Hubhöhe	$h$	$m$	Meter
	Kraft	$F$	N	Newton $\frac{kgm}{s^2}$
	Arbeit	$W$	J	Joule $Nm = Ws$
		$F_G = \frac{W}{h}$	$h = \frac{W}{F_G}$	

Interaktive Inhalte:  $W = F_G \cdot h$  -  $F_G = \frac{W}{h}$  -  $h = \frac{W}{F_G}$  -

### 1.3.8 Spannarbeit-Spannenergie

$W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$	Weg, Auslenkung	$s$	$m$	Meter
	Federkonstante, Richtgröße	$D$	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
	Arbeit	$W$	J	Joule $Nm = Ws$
		$s = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{D}}$	$D = \frac{2 \cdot W}{s^2}$	

Interaktive Inhalte:  $W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$  -  $s = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{D}}$  -  $D = \frac{2 \cdot W}{s^2}$  -

### 1.3.9 Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie

$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$	Geschwindigkeit	$v$	$\frac{m}{s}$	Meter/Sekunde
	Masse	$m$	kg	Kilogramm
	Arbeit	$W$	J	Joule $Nm = Ws$
		$m = \frac{2 \cdot W}{v^2}$	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{m}}$	

Interaktive Inhalte:  $W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$  -  $m = \frac{2 \cdot W}{v^2}$  -  $v = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{m}}$  -

### 1.3.10 Mechanische Leistung

$P = \frac{W}{t}$	Arbeit	$W$	J	Joule	$Nm = Ws$
	Zeit	$t$	s	Sekunden	
	Leistung	$P$	$\frac{J}{s}$	$\frac{Joule}{Sekunde}$	$\frac{Nm}{s} = W$
		$W = P \cdot t$	$t = \frac{W}{P}$		

Interaktive Inhalte:  $P = \frac{W}{t}$  -  $W = P \cdot t$  -  $t = \frac{W}{P}$  -

### 1.3.11 Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

abgegebene Leistung	$P_2$	$W$	Watt	$VA = \frac{J}{s}$
zugeführte Leistung	$P_1$	$W$	Watt	$VA = \frac{J}{s}$
Wirkungsgrad	$\eta$			

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} \quad P_2 = \eta \cdot P_1$$

Interaktive Inhalte:  $\eta = \frac{P_2}{P_1}$  -  $P_1 = \frac{P_2}{\eta}$  -  $P_2 = \eta \cdot P_1$  -

## 1.4 Schwingungen/Wellen

### 1.4.1 Lineares Kraftgesetz

$F = -D \cdot y$	Auslenkung, Elongation	$y$	$m$	Meter
	Federkonstante, Richtgröße	$D$	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
	Kraft	$F$	$N$	Newton
		$D = \frac{-F}{y}$	$y = \frac{-F}{D}$	

Interaktive Inhalte:  $F = -D \cdot y$  -  $D = \frac{-F}{y}$  -  $y = \frac{-F}{D}$  -

### 1.4.2 Periodendauer (harmonische Schwingung)

$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$	Kreiszahl	$\pi$		3,1415927
	Federkonstante, Richtgröße	$D$	$\frac{N}{m}$	$\frac{kg}{s^2}$
	Masse	$m$	$kg$	Kilogramm
	Periodendauer	$T$	$s$	Sekunden
		$D = m \cdot \frac{(2 \cdot \pi)^2}{T^2}$	$m = D \cdot \frac{T^2}{(2 \cdot \pi)^2}$	

Interaktive Inhalte:  $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$  -  $D = m \cdot \frac{(2 \cdot \pi)^2}{T^2}$  -  $m = D \cdot \frac{T^2}{(2 \cdot \pi)^2}$  -

### 1.4.3 Bewegungsgleichung (harmonische Schwingung)

$y = y_s \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$	Zeit	$t$	$s$	Sekunden
	Phase für t=0	$\phi_0$	$rad$	
	Winkelgeschwindigkeit	$\omega$	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde
	max. Auslenkung, Scheitelwert	$y_s$	$m$	Meter
	Auslenkung, Elongation	$y$	$m$	Meter
		$y_s = \frac{y}{\sin(\omega \cdot t + \phi_0)}$	$t = \frac{\arcsin(y/y_s) - \phi_0}{\omega}$	

Interaktive Inhalte:  $y = y_s \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$  -  $y_s = \frac{y}{\sin(\omega \cdot t + \phi_0)}$  -  $t = \frac{\arcsin(y/y_s) - \phi_0}{\omega}$  -

## 2 Elektrotechnik

### 2.1 Elektrizitätslehre

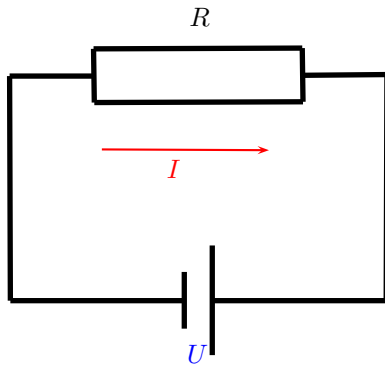
#### 2.1.1 Stromstärke

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Zeitänderung	$\Delta t$	s	Sekunden	
Ladungsänderung	$\Delta Q$	C		As
Stromstärke	$I$	A	Ampere	
$\Delta Q = I \cdot \Delta t \quad \Delta t = \frac{\Delta Q}{I}$				

Interaktive Inhalte:  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$  -  $\Delta Q = I \cdot \Delta t$  -  $\Delta t = \frac{\Delta Q}{I}$  -

#### 2.1.2 Ohmsches Gesetz

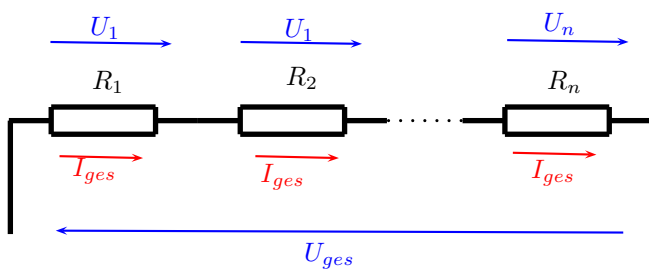


$$R = \frac{U}{I}$$

Stromstärke	$I$	A	Ampere	
Spannung	$U$	V	Volt	
Widerstand	$R$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
$U = R \cdot I \quad I = \frac{U}{R}$				

Interaktive Inhalte:  $R = \frac{U}{I}$  -  $U = R \cdot I$  -  $I = \frac{U}{R}$  -

#### 2.1.3 Reihenschaltung von Widerständen



$$R_g = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$I = \text{konstant}$$

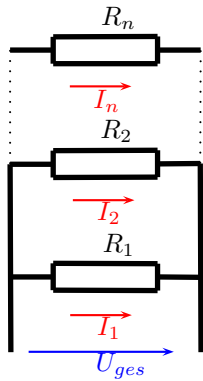
Einzelwiderstand	$R_2$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
Einzelwiderstand	$R_1$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
Gesamtwiderstand	$R_g$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
$R_g = R_1 + R_2 \quad R_1 = R_g - R_2 \quad R_2 = R_g - R_1$				

$$U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

Einzelspannung	$U_2$	V	Volt	
Einzelspannung	$U_1$	V	Volt	
Gesamtspannung	$U_g$	V	Volt	
$U_g = U_1 + U_2 \quad U_1 = U_g - U_2 \quad U_2 = U_g - U_1$				

Interaktive Inhalte:  $R_g = R_1 + R_2 + \dots + R_n$  -  $R_g = R_1 + R_2$  -  $R_1 = R_g - R_2$  -  $R_2 = R_g - R_1$  -  $U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$  -  $U_g = U_1 + U_2$  -  $U_1 = U_g - U_2$  -  $U_2 = U_g - U_1$  -

### 2.1.4 Parallelschaltung von Widerständen



$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_n}$$

$U = \text{konstant}$

Einzelwiderstand	$R_2$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
Einzelwiderstand	$R_1$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
Gesamtwiderstand	$R_g$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad R_1 = \frac{R_2 \cdot R_g}{R_2 - R_g} \quad R_2 = \frac{R_1 \cdot R_g}{R_1 - R_g}$				

$$I_g = I_1 + I_2 \dots + I_n$$

Einzelstrom	$I_2$	A	Ampere
Einzelstrom	$I_1$	A	Ampere
Gesamtstrom	$I_g$	A	Ampere
$I_g = I_1 + I_2 \quad I_1 = I_g - I_2 \quad I_2 = I_g - I_1$			

Interaktive Inhalte:  $\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_n}$  -  $R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$  -  $R_1 = \frac{R_2 \cdot R_g}{R_2 - R_g}$  -  $R_2 = \frac{R_1 \cdot R_g}{R_1 - R_g}$  -  $I_g = I_1 + I_2 \dots + I_n$  -  $I_g = I_1 + I_2$  -  $I_1 = I_g - I_2$  -  $I_2 = I_g - I_1$  -

### 2.1.5 Widerstandsänderung - Temperatur

$$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Temperaturbeiwert	$\alpha$	$\frac{1}{K}$	
Temperaturänderung	$\Delta T$	K	
Widerstand	$R$	$\Omega$	Ohm $\frac{V}{A}$
Widerstandsänderung	$\Delta R$	$\Omega$	Ohm $\frac{V}{A}$
$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \alpha = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta T} \quad \Delta T = \frac{R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T}$			

Interaktive Inhalte:  $\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T$  -  $\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T$  -  $\alpha = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta T}$  -  $\Delta T = \frac{R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T}$  -

### 2.1.6 Spezifischer Widerstand

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

Fläche	$A$	$mm^2$	Quadratmillimeter
Länge	$l$	m	Meter
Spezifischer Widerstand	$\rho$	$\frac{\Omega mm^2}{m}$	
Widerstand	$R$	$\Omega$	Ohm $\frac{V}{A}$
$l = \frac{R \cdot A}{\rho} \quad \rho = \frac{R \cdot A}{l} \quad A = \frac{R \cdot \rho}{A}$			

Interaktive Inhalte:  $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$  -  $l = \frac{R \cdot A}{\rho}$  -  $\rho = \frac{R \cdot A}{l}$  -  $A = \frac{R \cdot \rho}{A}$  -

### 2.1.7 Spezifischer Leitwert

$$R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$$

Fläche	$A$	$mm^2$	Quadratmillimeter
Länge	$l$	m	Meter
Spezifischer Leitwert	$\kappa$	$\frac{m}{\Omega mm^2}$	
Widerstand	$R$	$\Omega$	Ohm $\frac{V}{A}$
$l = R \cdot \kappa \cdot A \quad A = \frac{l}{\kappa \cdot R} \quad \kappa = \frac{l}{R \cdot A}$			

Interaktive Inhalte:  $R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$  -  $l = R \cdot \kappa \cdot A$  -  $A = \frac{l}{\kappa \cdot R}$  -  $\kappa = \frac{l}{R \cdot A}$  -



### 2.1.8 Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$

Stromstärke	$I$	$A$	Ampere	
Spannung	$U$	$V$	Volt	
Leistung	$P$	$W$	Watt	$VA = \frac{J}{s}$
$U = \frac{P}{I}$		$I = \frac{P}{U}$		

Interaktive Inhalte:  $P = U \cdot I$  -  $U = \frac{P}{I}$  -  $I = \frac{P}{U}$  -

### 2.1.9 Elektrische Arbeit

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Zeit	$t$	$s$	Sekunden	
Stromstärke	$I$	$A$	Ampere	
Spannung	$U$	$V$	Volt	
Arbeit	$W$	$Ws$	Wattsekunde	$VA_s = J$
$U = \frac{W}{I \cdot t}$		$I = \frac{W}{U \cdot t}$		$t = \frac{W}{U \cdot I}$

Interaktive Inhalte:  $W = U \cdot I \cdot t$  -  $U = \frac{W}{I \cdot t}$  -  $I = \frac{W}{U \cdot t}$  -  $t = \frac{W}{U \cdot I}$  -

## 2.2 Elektrisches Feld

### 2.2.1 Elektrische Feldstärke

$E = \frac{F}{Q}$	Kraft	$F$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	Ladung	$Q$	$C$	Coulomb	$As$
	Elektrische Feldstärke	$E$	$\frac{N}{C}$	Volt/Meter	$\frac{V}{m}$
	$F = E \cdot Q \quad Q = \frac{F}{E}$				
$E = \frac{U}{d}$	Spannung	$U$	$V$	Volt	
	Plattenabstand	$d$	$m$	Meter	
	Elektrische Feldstärke	$E$	$\frac{N}{C}$	Volt/Meter	$\frac{V}{m}$
	$U = E \cdot d \quad d = \frac{U}{E}$				

Interaktive Inhalte:  $E = \frac{F}{Q}$  -  $F = E \cdot Q$  -  $Q = \frac{F}{E}$  -  $E = \frac{U}{d}$  -  $U = E \cdot d$  -  $d = \frac{U}{E}$  -

### 2.2.2 Gesetz von Coulomb

$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$	Ladung 2	$Q_2$	$C$	Coulomb	$As$
	Ladung 1	$Q_1$	$C$	Coulomb	$As$
	Entfernung	$r$	$m$	Meter	
	Kreiszahl	$\pi$			3,1415927
	Elekt. Feldkonstante	$\epsilon_0$	$\frac{As}{Vm}$		
	Kraft	$F$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
	$r = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}} \quad Q_1 = 4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{F \cdot r^2}{Q_2}$				

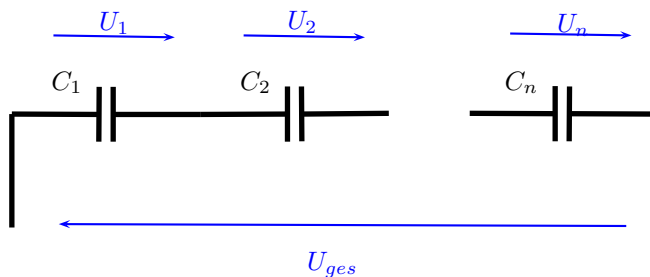
Interaktive Inhalte:  $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$  -  $r = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}}$  -  $Q_1 = 4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{F \cdot r^2}{Q_2}$  -

### 2.2.3 Kapazität eines Kondensators

$C = \frac{Q}{U}$	Spannung	$U$	$V$	Volt	
	Ladung	$Q$	$C$	Coulomb	$As$
	Kapazität	$C$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
	$Q = C \cdot U \quad U = \frac{Q}{C}$				
$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$	Plattenabstand	$d$	$m$	Meter	
	Fläche	$A$	$m^2$	Quadratmeter	
	Elekt. Feldkonstante	$\epsilon_0$	$\frac{As}{Vm}$		
	Dielektrizitätszahl	$\epsilon_r$			
	Kapazität	$C$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
	$A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon_r} \quad d = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{C}$				

Interaktive Inhalte:  $C = \frac{Q}{U}$  -  $Q = C \cdot U$  -  $U = \frac{Q}{C}$  -  $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$  -  $A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon_r}$  -  $d = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{C}$  -

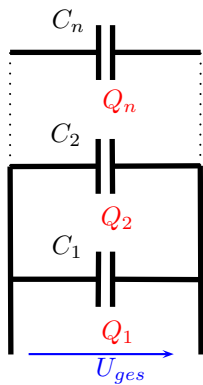
### 2.2.4 Reihenschaltung von Kondensatoren



$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \dots + \frac{1}{C_n}$	Kapazität 1	$C_2$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
	Kapazität 1	$C_1$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
	Gesamtkapazität	$C_g$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
		$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$	$C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g}$	$C_2 = \frac{C_1 \cdot C_g}{C_1 - C_g}$	
$U_g = U_1 + U_2 \dots + U_n$	Einzelspannung	$U_2$	$V$	Volt	
	Einzelspannung	$U_1$	$V$	Volt	
	Gesamtspannung	$U_g$	$V$	Volt	
		$U_g = U_1 + U_2$	$U_1 = U_g - U_2$	$U_2 = U_g - U_1$	

Interaktive Inhalte:  $\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \dots + \frac{1}{C_n}$  -  $C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$  -  $C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g}$  -  $C_2 = \frac{C_1 \cdot C_g}{C_1 - C_g}$  -  $U_g = U_1 + U_2 \dots + U_n$  -  $U_g = U_1 + U_2$  -  $U_1 = U_g - U_2$  -  $U_2 = U_g - U_1$  -

### 2.2.5 Parallelschaltung von Kondensatoren



$C_g = C_1 + C_2 \dots + C_n$	Kapazität 1	$C_2$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
	Kapazität 1	$C_1$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
	Gesamtkapazität	$C_g$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
		$C_g = C_1 + C_2$	$C_1 = C_g - C_2$	$C_2 = C_g - C_1$	
$Q_g = Q_1 + Q_2 \dots + Q_n$	Ladung 2	$Q_2$	$C$	Coulomb	$As$
	Ladung 1	$Q_1$	$C$	Coulomb	$As$
	Gesamtladung	$Q_g$	$C$		$As$
		$Q_g = Q_1 + Q_2$	$Q_1 = Q_g - Q_2$	$Q_2 = Q_g - Q_1$	

Interaktive Inhalte:  $C_g = C_1 + C_2 \dots + C_n$  -  $C_g = C_1 + C_2$  -  $C_1 = C_g - C_2$  -  $C_2 = C_g - C_1$  -  $Q_g = Q_1 + Q_2 \dots + Q_n$  -  $Q_g = Q_1 + Q_2$  -  $Q_1 = Q_g - Q_2$  -  $Q_2 = Q_g - Q_1$  -

### 2.2.6 Elektrische Energie des Kondensators

$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$	Kapazität	$C$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
	Spannung	$U$	$V$	Volt	
	Arbeit	$W$	$Ws$	Wattsekunde	$VAs = J$
		$U = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{C}}$	$C = \frac{2 \cdot W}{U^2}$		

Interaktive Inhalte:  $W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$  -  $U = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{C}}$  -  $C = \frac{2 \cdot W}{U^2}$  -

## 2.3 Magnetisches Feld

### 2.3.1 Flußdichte

$B = \frac{F}{I \cdot l}$	Stromstärke	$I$	$A$	Ampere
	Länge	$l$	$m$	Meter
	Kraft	$F$	$N$	Newton $\frac{kgm}{s^2}$
	Magnetische Flußdichte	$B$	$T$	Tesla $\frac{N}{Am}$
	$F = B \cdot I \cdot l \quad I = \frac{F}{B \cdot l} \quad l = \frac{F}{I \cdot B}$			

Interaktive Inhalte:  $B = \frac{F}{I \cdot l}$  -  $F = B \cdot I \cdot l$  -  $I = \frac{F}{B \cdot l}$  -  $l = \frac{F}{I \cdot B}$  -

### 2.3.2 Feldstärke einer langgestreckten Spule

$H = \frac{I \cdot N}{l}$	Länge der Spule	$l$	$m$	Meter
	Anzahl der Windungen	$N$		
	Stromstärke	$I$	$A$	Ampere
	Magnetische Feldstärke	$H$	$\frac{A}{m}$	Ampere/Meter
	$I = \frac{H \cdot l}{N} \quad N = \frac{H \cdot l}{I} \quad l = \frac{I \cdot N}{H}$			

Interaktive Inhalte:  $H = \frac{I \cdot N}{l}$  -  $I = \frac{H \cdot l}{N}$  -  $N = \frac{H \cdot l}{I}$  -  $l = \frac{I \cdot N}{H}$  -

### 2.3.3 Flußdichte - Feldstärke

$B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H$	Permeabilitätszahl	$\mu_r$		
	Magn. Feldkonstante	$\mu_0$	$\frac{Vs}{Am}$	
	Magnetische Feldstärke	$H$	$\frac{A}{m}$	Ampere/Meter
	Magnetische Flußdichte	$B$	$T$	Tesla $\frac{N}{Am}$
	$H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0} \quad \mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} \quad \mu_0 = \frac{B}{\mu_r \cdot H}$			

Interaktive Inhalte:  $B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H$  -  $H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0}$  -  $\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H}$  -  $\mu_0 = \frac{B}{\mu_r \cdot H}$  -

### 2.3.4 Magnetischer Fluß

$\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\delta)$	Winkel Flächennormale-Flußdichte	$\delta$	$rad$	Radian (Bogenmaß)
	Fläche	$A$	$m^2$	Quadratmeter
	Magnetische Flußdichte	$B$	$T$	Tesla $\frac{N}{Am}$
	Magnetischer Fluß	$\Phi$	$Vs$	Weber $\frac{N}{Am}$
	$A = \frac{\Phi}{B \cdot \cos(\delta)} \quad B = \frac{\Phi}{A \cdot \cos(\delta)} \quad \delta = \arccos(\frac{\Phi}{B \cdot A})$			

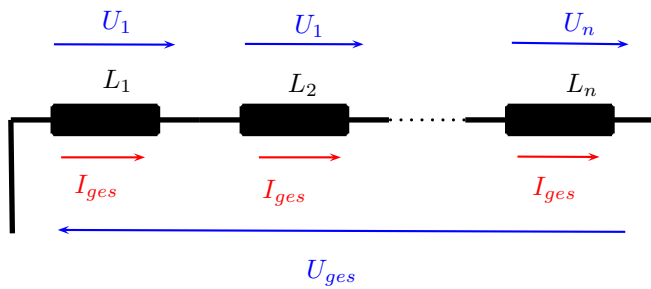
Interaktive Inhalte:  $\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\delta)$  -  $A = \frac{\Phi}{B \cdot \cos(\delta)}$  -  $B = \frac{\Phi}{A \cdot \cos(\delta)}$  -  $\delta = \arccos(\frac{\Phi}{B \cdot A})$  -

### 2.3.5 Induktivität einer langgestreckten Spule

$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{l_{SP}}$	Fläche	$A$	$m^2$	Quadratmeter
	Länge der Spule	$l_{SP}$	$m$	Meter
	Anzahl der Windungen	$N$		
	Permeabilitätszahl	$\mu_r$		
	Magn. Feldkonstante	$\mu_0$	$\frac{Vs}{Am}$	
	Induktivität	$L$	$H$	Henry $\frac{Vs}{A}$
	$l_{SP} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{L} \quad A = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2} \quad N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}}$			

Interaktive Inhalte:  $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{l_{SP}}$  -  $l_{SP} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{L}$  -  $A = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2}$  -  $N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}}$  -

### 2.3.6 Reihenschaltung (Induktivität)



$$L_g = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

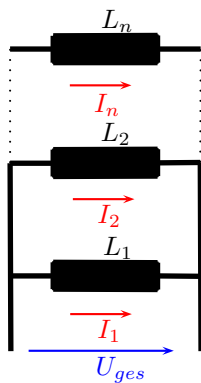
Induktivität 2	$L_2$	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Induktivität 1	$L_1$	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Gesamtinduktivität	$L_g$	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
$L_g = L_1 + L_2 \quad L_1 = L_g - L_2 \quad L_2 = L_g - L_1$				

$$U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

Einzelspannung	$U_2$	V	Volt	
Einzelspannung	$U_1$	V	Volt	
Gesamtspannung	$U_g$	V	Volt	
$U_g = U_1 + U_2 \quad U_1 = U_g - U_2 \quad U_2 = U_g - U_1$				

Interaktive Inhalte:  $L_g = L_1 + L_2 + \dots + L_n$  -  $L_g = L_1 + L_2$  -  $L_1 = L_g - L_2$  -  $L_2 = L_g - L_1$  -  $U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$  -  $U_g = U_1 + U_2$  -  $U_1 = U_g - U_2$  -  $U_2 = U_g - U_1$  -

### 2.3.7 Parallelschaltung (Induktivität)



$$\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

Induktivität 2	$L_2$	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Induktivität 1	$L_1$	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Gesamtinduktivität	$L_g$	H	Henry	$\frac{Vs}{A}$
$L_1 = \frac{L_2 \cdot L_g}{L_2 - L_g} \quad L_2 = \frac{L_1 \cdot L_g}{L_1 - L_g}$				

$$I_g = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Einzelstrom	$I_2$	A	Ampere	
Einzelstrom	$I_1$	A	Ampere	
Gesamtstrom	$I_g$	A	Ampere	
$I_g = I_1 + I_2 \quad I_1 = I_g - I_2 \quad I_2 = I_g - I_1$				

Interaktive Inhalte:  $\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$  - hier klicken  $L_1 = \frac{L_2 \cdot L_g}{L_2 - L_g}$  -  $L_2 = \frac{L_1 \cdot L_g}{L_1 - L_g}$  -  $I_g = I_1 + I_2 + \dots + I_n$  -  $I_g = I_1 + I_2$  -  $I_1 = I_g - I_2$  -  $I_2 = I_g - I_1$  -

## 2.4 Wechselstrom

### 2.4.1 Wechselspannung - Wechselstrom

$$U_t = U_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

Zeit	$t$	$s$	Sekunden
Scheitel-, Spitzenspannung	$U_{max}$	$V$	Volt
Kreisfrequenz	$\omega$	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde
Momentanspannung zum Zeitpunkt $t$	$U_t$	$V$	Volt

$$I_t = I_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

Interaktive Inhalte:  $U_t = U_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$  -  $I_t = I_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$  -

### 2.4.2 Scheitel - Effektiv

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

Scheitel-, Spitzenspannung	$U_{max}$	$V$	Volt
Effektivspannung	$U_{eff}$	$V$	Volt

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{eff} \quad I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

Interaktive Inhalte: [hier klicken](#)  $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$  -  $I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{eff}$  -  $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$  -

### 2.4.3 Induktiver Widerstand

$$X_L = \omega \cdot L$$

Induktivität	$L$	$H$	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Eigenkreisfrequenz	$\omega$	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde	
Induktiver Widerstand	$X_L$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$

$$L = \frac{X_L}{\omega} \quad \omega = \frac{X_L}{L}$$

Interaktive Inhalte:  $X_L = \omega \cdot L$  -  $L = \frac{X_L}{\omega}$  -  $\omega = \frac{X_L}{L}$  -

### 2.4.4 Kapazitiver Widerstand

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Kapazität	$C$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
Eigenkreisfrequenz	$\omega$	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde	
Kapazitiver Widerstand	$X_C$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$

$$C = \frac{1}{X_C \cdot \omega} \quad \omega = \frac{1}{X_C \cdot C}$$

Interaktive Inhalte:  $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$  -  $C = \frac{1}{X_C \cdot \omega}$  -  $\omega = \frac{1}{X_C \cdot C}$  -

### 2.4.5 Wirkleistung

$$P = U \cdot I \cdot \cos(\phi)$$

Winkel phi	$\phi$	$rad$	Radian (Bogenmaß)	
Effektivstromstärke	$I_{eff}$	$A$	Ampere	
Effektivspannung	$U_{eff}$	$V$	Volt	
Wirkleistung	$P$	$W$	Watt	$VA = \frac{J}{s}$

Interaktive Inhalte:  $P = U \cdot I \cdot \cos(\phi)$  -

## 2.5 Elektrischer Schwingkreis

### 2.5.1 Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\cdot C}}$$

Kapazität	$C$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
Induktivität	$L$	$H$	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Eigenfrequenz	$f$	$hz = \frac{1}{s}$	Hertz	
$L = \frac{1}{(2\pi\cdot f)^2\cdot C}$		$C = \frac{1}{(2\pi\cdot f)^2\cdot L}$		

Interaktive Inhalte:  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\cdot C}}$  -  $L = \frac{1}{(2\pi\cdot f)^2\cdot C}$  -  $C = \frac{1}{(2\pi\cdot f)^2\cdot L}$  -

### 2.5.2 Eigenkreisfrequenz

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L\cdot C}}$$

Kapazität	$C$	$F$	Farad	$\frac{As}{V}$
Induktivität	$L$	$H$	Henry	$\frac{Vs}{A}$
Eigenkreisfrequenz	$\omega$	$\frac{1}{s}$	1/Sekunde	
$L = \frac{1}{\omega^2\cdot C}$		$C = \frac{1}{\omega^2\cdot L}$		

Interaktive Inhalte:  $\omega = \frac{1}{\sqrt{L\cdot C}}$  -  $L = \frac{1}{\omega^2\cdot C}$  -  $C = \frac{1}{\omega^2\cdot L}$  -

## 2.6 Allgemeine Elektrotechnik

### 2.6.1 Spannungsteiler

$$U_1 = U_g \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Teilwiderstand	$R_2$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
Teilwiderstand	$R_1$	$\Omega$	Ohm	$\frac{V}{A}$
Gesamtspannung	$U_g$	V	Volt	
Teilspannung	$U_1$	V	Volt	

Interaktive Inhalte:  $U_1 = U_g \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$  -



### 3 Wärmelehre

#### 3.1 Temperatur

##### 3.1.1 Temperatur - Umrechnungen

$T = 273,15 + \tau$	Temperatur $\tau$ °C Grad Celsius = <i>GadCelsius</i> absolute Temperatur $T$ K Kelvin $\tau = T - 273,15$
$T_F = \frac{9}{5} \cdot \tau + 32$	Temperatur $\tau$ °C Grad Celsius = <i>GadCelsius</i> $\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32)$
$T_R = \frac{9}{5} \cdot \tau + 491,67$	Temperatur $\tau$ °C Grad Celsius = <i>GadCelsius</i> Temperatur $T_R$ °R Grad Rankine <i>Rankine</i> $\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_R - 491,67)$

Interaktive Inhalte:  $T = 273,15 + \tau$  -  $\tau = T - 273,15$  -  $T_F = \frac{9}{5} \cdot \tau + 32$  -  $\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32)$  -  $T_R = \frac{9}{5} \cdot \tau + 491,67$  -  $\tau = \frac{5}{9} \cdot (T_R - 491,67)$  -

##### 3.1.2 Temperaturdifferenz

$\Delta T = T_2 - T_1$	absolute Temperatur $T_2$ K Kelvin absolute Temperatur $T_1$ K Kelvin Temperaturdifferenz $\Delta T$ K Kelvin $T_1 = T_2 - \Delta T$ $T_2 = \Delta T + T_1$
------------------------	--

Interaktive Inhalte:  $\Delta T = T_2 - T_1$  -  $T_1 = T_2 - \Delta T$  -  $T_2 = \Delta T + T_1$  -

### 3.2 Ausdehnung der Körper

#### 3.2.1 Längenausdehnung

$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$	Längenausdehnungskoeffizient	$\alpha$	$\frac{1}{K}$	1/Kelvin
	Temperaturdifferenz	$\Delta T$	$K$	Kelvin
	Anfangslänge	$l_0$	$m$	Meter
	Längenänderung	$\Delta l$	$m$	Meter
$l_0 = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta T}$	Längenausdehnungskoeffizient	$\alpha$	$\frac{1}{K}$	1/Kelvin
	Temperaturdifferenz	$\Delta T$	$K$	Kelvin
	Längenänderung	$\Delta l$	$m$	Meter
	Anfangslänge	$l_0$	$m$	Meter
	$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T} \quad \Delta T = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha}$			

Interaktive Inhalte:  $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$  -  $l_0 = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta T}$  -  $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T}$  -  $\Delta T = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha}$  -

#### 3.2.2 Flächenausdehnung

$\Delta A = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$	Längenausdehnungskoeffizient	$\alpha$	$\frac{1}{K}$	1/Kelvin
	Temperaturdifferenz	$\Delta T$	$K$	Kelvin
	Anfangsfläche	$A_0$	$m^2$	Quadratmeter
	Flächenänderung	$\Delta A$	$m^2$	Quadratmeter
	$A_0 = \frac{\Delta A}{2 \cdot \alpha \cdot \Delta T} \quad \alpha = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T \cdot 2} \quad \Delta T = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot 2 \cdot \alpha}$			

Interaktive Inhalte:  $\Delta A = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$  -  $A_0 = \frac{\Delta A}{2 \cdot \alpha \cdot \Delta T}$  -  $\alpha = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T \cdot 2}$  -  $\Delta T = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot 2 \cdot \alpha}$  -

#### 3.2.3 Volumenausdehnung

$\Delta V = V_0 \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$	Längenausdehnungskoeffizient	$\alpha$	$\frac{1}{K}$	1/Kelvin
	Temperaturdifferenz	$\Delta T$	$K$	Kelvin
	Anfangsvolumen	$V_0$	$m^3$	Kubikmeter
	Volumenänderung	$\Delta V$	$m^3$	Kubikmeter
	$V_0 = \frac{\Delta V}{3 \cdot \alpha \cdot \Delta T} \quad \alpha = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T \cdot 3} \quad \Delta T = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot 3 \cdot \alpha}$			

Interaktive Inhalte:  $\Delta V = V_0 \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$  -  $V_0 = \frac{\Delta V}{3 \cdot \alpha \cdot \Delta T}$  -  $\alpha = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T \cdot 3}$  -  $\Delta T = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot 3 \cdot \alpha}$  -

### 3.3 Energie

#### 3.3.1 Wärmeenergie

$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$	Temperaturdifferenz	$\Delta T$	$K$	Kelvin	
	Spezifische Wärmekapazität	$c$	$\frac{J}{kgK}$	$\frac{Joule}{Kilogramm \cdot Kelvin}$	
	Masse	$m$	$kg$	Kilogramm	
	Wärmeenergie	$Q$	$J$	Joule	$Nm = Ws$
	$m = \frac{\Delta Q}{c \cdot \Delta T} \quad c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T} \quad \Delta T = \frac{\Delta Q}{c \cdot m}$				

Interaktive Inhalte:  $\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$  -  $m = \frac{\Delta Q}{c \cdot \Delta T}$  -  $c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$  -  $\Delta T = \frac{\Delta Q}{c \cdot m}$  -

#### 3.3.2 Verbrennungsenergie

$Q = H_u \cdot m$	Masse	$m$	$kg$	Kilogramm	
	Heizwert	$H_u$	$\frac{J}{kg}$		
	Verbrennungsenergie	$Q$	$J$	Joule	$Nm = Ws$
	$H_u = \frac{Q}{m} \quad m = \frac{Q}{H_u}$				

Interaktive Inhalte:  $Q = H_u \cdot m$  -  $H_u = \frac{Q}{m}$  -  $m = \frac{Q}{H_u}$  -

#### 3.3.3 Schmelzen und Erstarren

$Q = q_s \cdot m$	Masse	$m$	$kg$	Kilogramm	
	Spezifische Schmelz-/Erstarrungswärme	$q_s$	$\frac{J}{kg}$	$\frac{Joule}{Kilogramm}$	
	Energie zum Schmelzen/Erstarren	$Q$	$J$	Joule	$Nm = Ws$
	$m = \frac{Q}{q_s} \quad q_s = \frac{Q}{m}$				

Interaktive Inhalte:  $Q = q_s \cdot m$  -  $m = \frac{Q}{q_s}$  -  $q_s = \frac{Q}{m}$  -

#### 3.3.4 Verdampfen und Kondensieren

$Q = q_v \cdot m$	Masse	$m$	$kg$	Kilogramm	
	Spezifische Verdampfungs-/Kondensationswärme	$q_v$	$\frac{J}{kg}$	$\frac{Joule}{Kilogramm}$	
	Energie zum Verdampfen/Kondensieren	$Q$	$J$	Joule	$Nm = Ws$
	$m = \frac{Q}{q_v} \quad q_v = \frac{Q}{m}$				

Interaktive Inhalte:  $Q = q_v \cdot m$  -  $m = \frac{Q}{q_v}$  -  $q_v = \frac{Q}{m}$  -

### 3.4 Zustandsänderungen der Gase

#### 3.4.1 Allgemeine Gasgleichung

$$\frac{V_1 \cdot p_1}{T_1} = \frac{V_2 \cdot p_2}{T_2}$$

Druck 1	$p_1$	$Pa$	Pascal	$\frac{N}{m^2}$
absolute Temperatur	$T_1$	$K$	Kelvin	
absolute Temperatur	$T_2$	$K$	Kelvin	
Druck 2	$p_2$	$Pa$	Pascal	$\frac{N}{m^2}$
Volumen 2	$V_2$	$m^3$	Kubikmeter	
Volumen 1	$V_1$	$m^3$	Kubikmeter	
$V_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot p_1} \quad p_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot V_1} \quad T_1 = \frac{V_1 \cdot p_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot p_2}$				

Interaktive Inhalte:  $\frac{V_1 \cdot p_1}{T_1} = \frac{V_2 \cdot p_2}{T_2}$  -  $V_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot p_1}$  -  $p_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot V_1}$  -  $T_1 = \frac{V_1 \cdot p_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot p_2}$  -

#### 3.4.2 Thermische Zustandsgleichung

$$p \cdot V = \nu \cdot R_m \cdot T$$

Stoffmenge	$\nu$	$mol$	Mol	
Druck	$p$	$Pa$	Pascal	$\frac{N}{m^2}$
Temperatur	$T$	$K$		
Volumen	$V$	$m^3$	Kubikmeter	
Allgemeine Gaskonstante	$R_m$	$8,314 \frac{Ws}{mol \cdot K}$		
$p = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{V} \quad V = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{p} \quad T = \frac{p \cdot V}{\nu \cdot R_m}$				

Interaktive Inhalte:  $p \cdot V = \nu \cdot R_m \cdot T$  -  $p = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{V}$  -  $V = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{p}$  -  $T = \frac{p \cdot V}{\nu \cdot R_m}$  -

## 4 Astronomie

### 4.1 Gravitation

#### 4.1.1 Gravitationsgesetz

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Gravitationskonstante	$G$	$\frac{Nm^2}{kg^2}$		$6,672041E - 11$
Abstand der Massen	$r$	$m$		
Massen	$m_2$	$kg$	Kilogramm	
Massen	$m_1$	$kg$	Kilogramm	
Kraft	$F$	$N$	Newton	$\frac{kgm}{s^2}$
$r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}} \quad m_1 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_2} \quad m_2 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_1}$				

Interaktive Inhalte:  $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$  -  $r = \sqrt{\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{F}}$  -  $m_1 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_2}$  -  $m_2 = \frac{F \cdot r^2}{G \cdot m_1}$  -

#### 4.1.2 Gravitationsfeldstärke

$$gr = \frac{G \cdot m}{r^2}$$

Gravitationskonstante	$G$	$\frac{Nm^2}{kg^2}$		$6,672041E - 11$
Abstand der Massen	$r$	$m$		
Masse	$m$	$kg$	Kilogramm	
Gravitationsfeldstärke	$gr$	$\frac{N}{kg}$		
$m = \frac{gr \cdot r^2}{G} \quad r = \sqrt{\frac{G \cdot m}{gr}}$				

Interaktive Inhalte:  $gr = \frac{G \cdot m}{r^2}$  -  $m = \frac{gr \cdot r^2}{G}$  -  $r = \sqrt{\frac{G \cdot m}{gr}}$  -

## 5 Atomphysik

### 5.1 Atombau

#### 5.1.1 Kernbausteine(Protonen,Neutronen,Massenzahl)

$Z = A - N$	Neutronenzahl	$N$		
	Nukleonen-,Massenzahl	$A$		
	Ordnung-,Protonenzahl	$Z$		
	$A = Z + N \quad N = A - Z$			

Interaktive Inhalte:  $Z = A - N$  -  $A = Z + N$  -  $N = A - Z$  -

#### 5.1.2 Atommasse

$m_a = A_r \cdot u$	atomare Masseneinheit	$u$	$kg$	Kilogramm
	relative Atommasse	$A_r$		
	Atommasse	$m_a$	$kg$	Kilogramm
	$m_a = A_r \cdot u \quad m_a = A_r \cdot u$			

Interaktive Inhalte:  $m_a = A_r \cdot u$  -  $m_a = A_r \cdot u$  -  $m_a = A_r \cdot u$  -

#### 5.1.3 Masse des Atomkerns

$m_k = m_a - Z \cdot m_e$	Masse des Elektrons	$m_e$	$kg$	Kilogramm
	Ordnung-,Protonenzahl	$Z$		
	Atommasse	$m_a$	$kg$	Kilogramm
	Masse des Atomkerns	$m_k$	$kg$	Kilogramm
	$m_a = m_k + Z \cdot m_e \quad Z = \frac{m_a - m_k}{m_e} \quad m_e = \frac{m_a - m_k}{Z}$			

Interaktive Inhalte:  $m_k = m_a - Z \cdot m_e$  -  $m_a = m_k + Z \cdot m_e$  -  $Z = \frac{m_a - m_k}{m_e}$  -  $m_e = \frac{m_a - m_k}{Z}$  -

#### 5.1.4 Stoffmenge und Anzahl der Teilchen

$\nu = \frac{N}{N_a}$	Avogadro-Konstante	$N_A$		$6,022045E23 \frac{1}{mol}$
	Anzahl der Teilchen	$N$		
	Stoffmenge	$\nu$	$mol$	Mol
	$N = N_a \cdot \nu$			

Interaktive Inhalte:  $\nu = \frac{N}{N_a}$  -  $N = N_a \cdot \nu$  -

#### 5.1.5 Molare Masse

$M = \frac{m}{\nu}$	Stoffmenge	$\nu$	$mol$	Mol
	Masse	$m$	$kg$	Kilogramm
	Molare Masse	$M$	$\frac{kg}{mol}$	
	$\nu = \frac{m}{M} \quad m = M \cdot \nu$			

Interaktive Inhalte:  $M = \frac{m}{\nu}$  -  $\nu = \frac{m}{M}$  -  $m = M \cdot \nu$  -

#### 5.1.6 Masse - Energie

$E = m \cdot c^2$	Lichtgeschwindigkeit	$c$	$\frac{m}{s}$	
	Masse	$m$	$kg$	Kilogramm
	Energie	$E$	$J$	Joule
	$Nm = Ws$			
	$m = \frac{E}{c^2}$			

Interaktive Inhalte:  $E = m \cdot c^2$  -  $m = \frac{E}{c^2}$  -

## 5.2 Kernumwandlungen

### 5.2.1 Zerfallsgesetz

$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$	Zeit	$t$	$s$	Sekunden
	Zerfallskonstante	$\lambda$	$\frac{1}{s}$	
	zerfallfähige Atome vor der Zeit $t$	$N_0$		
	zerfallfähige Atome nach der Zeit $t$	$N(t)$		
	$N_0 = \frac{N(t)}{e^{-\lambda t}} \quad \lambda = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{t} \quad t = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{\lambda}$			

Interaktive Inhalte:  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  -  $N_0 = \frac{N(t)}{e^{-\lambda t}}$  -  $\lambda = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{t}$  -  $t = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{1}{\lambda}$  -

### 5.2.2 Halbwertszeit

$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$	Zerfallskonstante	$\lambda$	$\frac{1}{s}$	
	Halbwertszeit	$T$	$s$	Sekunden
	$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$			

Interaktive Inhalte:  $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$  -  $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$  -

### 5.2.3 Aktivität

$A = \lambda \cdot N(t)$	zerfallfähige Atome nach der Zeit $t$	$N(t)$		
	Zerfallskonstante	$\lambda$	$\frac{1}{s}$	
	Aktivität	$A$	$Bq$	Becquerel $Bq = \frac{1}{s}$
	$N(t) = \frac{A}{\lambda}$			

Interaktive Inhalte:  $A = \lambda \cdot N(t)$  -  $N(t) = \frac{A}{\lambda}$  - [hier klicken](#)

### 5.2.4 Photon

$E = f \cdot h$	Planksches Wirkungsquantum	$h$	$Js$	$\frac{Joule}{Sekunde}$
	Eigenfrequenz	$f$	$hz = \frac{1}{s}$	Hertz
	Energie	$E$	$J$	Joule $Nm = Ws$
	$f = \frac{E}{h}$			

Interaktive Inhalte:  $E = f \cdot h$  -  $f = \frac{E}{h}$  -

## 6 Physikalische Konstanten

Name	Symbol	Zahlenwert	Einheit
Kreiszahl	$\pi$	3.14159265358979323846	
Eulersche Zahl	$e$	2.71828182845904523536	
Elektronenladung	$e$	$1.60217733 \cdot 10^{-19}$	C
Gravitationskonstante	$G, \kappa$	$6.67259 \cdot 10^{-11}$	$\text{m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$
Lichtgeschwindigkeit	$c$	$2.99792458 \cdot 10^8$	m/s (def)
Dielektrizitätskonstante	$\varepsilon_0$	$8.854187 \cdot 10^{-12}$	F/m
Permeabilitätskonstante ( $4\pi\varepsilon_0$ ) <sup>-1</sup>	$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	H/m
Planksches Wirkungsquantum	$h$	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$	Js
Molare Gaskonstante	$R$	8.31441	$\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
Avogadro-Konstante	$N_A$	$6.0221367 \cdot 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
Boltzmann-Konstante	$k = R/N_A$	$1.380658 \cdot 10^{-23}$	J/K
Ruhemasse des Elektrons	$m_e$	$9.1093897 \cdot 10^{-31}$	kg
Ruhemasse des Protons	$m_p$	$1.6726231 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des Neutrons	$m_n$	$1.674954 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse $\alpha$ -Teilchens	$m_\alpha$	$6,6447 \cdot 10^{-27}$	kg
Atomare Masseneinheit	$m_u = \frac{1}{12}m(^{12}_6\text{C})$	$1.6605656 \cdot 10^{-27}$	kg
Masse der Sonne	$M_\odot$	$1.989 \cdot 10^{30}$	kg
Radius der Erde	$R_A$	$6.378 \cdot 10^6$	m
Masse der Erde	$M_A$	$5.976 \cdot 10^{24}$	kg
Umlaufdauer Erde-Sonne	Tropical year	365.24219879	Tage
Astronomische Einheit	AU	$1.4959787066 \cdot 10^{11}$	m
Lichtjahr	lj	$9.4605 \cdot 10^{15}$	m
Parsec	pc	$3.0857 \cdot 10^{16}$	m
Hubble Konstante	$H$	$\approx (75 \pm 25)$	$\text{km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mpc}^{-1}$

### Basiseinheiten

Name	Einheit	Symbol
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunden	s
Temperatur	Kelvin	K
Stromstärke	Ampere	A
Lichtstärke	Candela	cd
Stoffmenge	mol	mol

### Abgeleitete Einheiten

Kraft $F$	Newton $\text{N} = \frac{\text{mkg}}{\text{s}^2} = \frac{\text{VAs}}{\text{m}}$
Energie $E$	Joule $\text{J} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2} = \text{VAs}$
Leistung $P$	Watt $\text{W} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3} = \text{VA}$
Ladung $Q$	Coulomb $\text{C} = \text{As}$
Spannung $V$	Volt $\text{V} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3\text{A}} = \frac{\text{W}}{\text{A}}$
Widerstand $R$	Ohm $\Omega = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3\text{A}^2} = \frac{\text{V}}{\text{A}}$
Leitwert $Y$	Siemens $\text{S} = \frac{\text{s}^3\text{A}^2}{\text{m}^2\text{kg}} = \frac{\text{A}}{\text{V}}$
Kapazität $C$	Farad $\text{F} = \frac{\text{s}^4\text{A}^2}{\text{m}^2\text{kg}} = \frac{\text{C}}{\text{V}}$
Induktivität $L$	Henry $\text{H} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}^2} = \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$
magn. Fluß $\Phi$	Weber $\text{Wb} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}} = \text{Vs}$
Induktion $B$	Tesla $\text{T} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2\text{A}} = \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$
Magnetfeld $H$	$\frac{\text{A}}{\text{m}}$



## 7 Tabellen

### 7.1 Umrechnungen

#### 7.1.1 Längen

	<i>m</i>	<i>dm</i>	<i>cm</i>	<i>mm</i>	$\mu m$	<i>nm</i>	<i>pm</i>	<i>km</i>
<i>m</i>	1	10	100	1000	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	0,001
<i>dm</i>	0,1	1	10	100	$10^5$	$10^8$	$10^{11}$	0,0001
<i>cm</i>	0,01	0,1	1	10	$10^4$	$10^7$	$10^{10}$	$10^{-5}$
<i>mm</i>	0,001	0,01	0,1	1	1000	$10^6$	$10^9$	$10^{-6}$
$\mu m$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	0,0001	0,001	1	1000	$10^6$	$10^{-9}$
<i>nm</i>	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	0,001	1	1000	$10^{-12}$
<i>pm</i>	$10^{-12}$	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-9}$	$10^{-6}$	0,001	1	$10^{-15}$
<i>km</i>	1000	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	1

<i>m</i>	<b>Meter</b>
<i>dm</i>	<b>Dezimeter</b>
<i>cm</i>	<b>Zentimeter</b>
<i>mm</i>	<b>Millimeter</b>
$\mu m$	<b>Mikrometer</b>
<i>nm</i>	<b>Nanometer</b>
<i>pm</i>	<b>Pikometer</b>
<i>km</i>	<b>Kilometer</b>

#### 7.1.2 Flächen

	$m^2$	$dm^2$	$cm^2$	$mm^2$	<i>a</i>	<i>ha</i>	$km^2$
$m^2$	1	100	$10^4$	$10^6$	0,01	0,0001	$10^{-6}$
$dm^2$	0,01	1	100	$10^4$	0,0001	$10^{-6}$	$10^{-8}$
$cm^2$	0,0001	0,01	1	100	$10^{-6}$	$10^{-8}$	$10^{-10}$
$mm^2$	$10^{-6}$	0,0001	0,01	1	$10^{-8}$	$10^{-10}$	$10^{-12}$
<i>a</i>	100	$10^4$	$10^6$	$10^8$	1	0,01	0,0001
<i>ha</i>	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	100	1	0,01
$km^2$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	$10^4$	100	1

$m^2$	<b>Quadratmeter</b>
$dm^2$	<b>Quadratdezimeter</b>
$cm^2$	<b>Quadratzentimeter</b>
$mm^2$	<b>Quadratmillimeter</b>
<i>a</i>	<b>Ar</b>
<i>ha</i>	<b>Hektar</b>
$km^2$	<b>Quadratkilometer</b>

#### 7.1.3 Volumen

	$m^3$	$dm^3$	$cm^3$	$mm^3$	<i>l</i>	<i>hl</i>	<i>ml</i>
$m^3$	1	1000	$10^6$	$10^9$	1000	10	$10^6$
$dm^3$	0,001	1	1000	$10^6$	1	0,01	1000
$cm^3$	$10^{-6}$	0,001	1	1000	0,001	$10^{-5}$	1
$mm^3$	$10^{-9}$	$10^{-6}$	0,001	1	$10^{-6}$	$10^{-8}$	0,001
<i>l</i>	0,001	1	1000	$10^6$	1	0,01	1000
<i>hl</i>	0,1	100	$10^5$	$10^8$	100	1	$10^5$
<i>ml</i>	$10^{-6}$	0,001	1	1000	0,001	$10^{-5}$	1

$m^3$	<b>Kubikmeter</b>
$dm^3$	<b>Kubikdezimeter</b>
$cm^3$	<b>Kubikzentimeter</b>
$mm^3$	<b>Kubikmillimeter</b>
<i>l</i>	<b>Liter</b>
<i>hl</i>	<b>Hektoliter</b>
<i>ml</i>	<b>Milliliter</b>

### 7.1.4 Zeit

	<i>s</i>	<i>min</i>	<i>h</i>	<i>ms</i>	<i>μs</i>	<i>ns</i>	<i>ps</i>
<i>s</i>	1	0,01667	0,0002778	1000	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>12</sup>
<i>min</i>	60	1	0,01667	6 · 10 <sup>4</sup>	6 · 10 <sup>7</sup>	6 · 10 <sup>10</sup>	6 · 10 <sup>13</sup>
<i>h</i>	3600	60	1	3,6 · 10 <sup>6</sup>	3,6 · 10 <sup>9</sup>	3,6 · 10 <sup>12</sup>	3,6 · 10 <sup>15</sup>
<i>ms</i>	0,001	1,667 · 10 <sup>-5</sup>	2,778 · 10 <sup>-7</sup>	1	1000	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>
<i>μs</i>	10 <sup>-6</sup>	1,667 · 10 <sup>-8</sup>	2,778 · 10 <sup>-10</sup>	0,001	1	1000	10 <sup>6</sup>
<i>ns</i>	10 <sup>-9</sup>	1,667 · 10 <sup>-11</sup>	2,778 · 10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-6</sup>	0,001	1	1000
<i>ps</i>	10 <sup>-12</sup>	1,667 · 10 <sup>-14</sup>	2,778 · 10 <sup>-16</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>	0,001	1

<i>s</i>	<b>Sekunden</b>
<i>min</i>	<b>Minuten</b>
<i>h</i>	<b>Stunden</b>
<i>ms</i>	<b>Millisekunden</b>
<i>μs</i>	<b>Mikrosekunden</b>
<i>ns</i>	<b>Nanosekunden</b>
<i>ps</i>	<b>Pikosekunden</b>

### 7.1.5 Vorsilben

	1	<i>d</i>	<i>c</i>	<i>m</i>	<i>μ</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>f</i>	<i>a</i>	<i>da</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>M</i>	<i>G</i>	<i>T</i>	<i>P</i>	<i>E</i>
<i>d</i>	0,1	1	10	100	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>18</sup>	0,1	0,01	0,001	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-15</sup>	10 <sup>-18</sup>
<i>c</i>	0,01	0,1	1	10	10 <sup>4</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>16</sup>	0,001	0,0001	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>-17</sup>	10 <sup>-20</sup>
<i>m</i>	0,001	0,01	0,1	1	1000	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>15</sup>	0,0001	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>-17</sup>	10 <sup>-20</sup>	10 <sup>-23</sup>
<i>μ</i>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	0,0001	0,001	1	1000	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-15</sup>	10 <sup>-18</sup>	10 <sup>-21</sup>	10 <sup>-24</sup>
<i>n</i>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-6</sup>	0,001	1	1000	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-15</sup>	10 <sup>-18</sup>	10 <sup>-21</sup>	10 <sup>-24</sup>	10 <sup>-27</sup>
<i>p</i>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>	0,001	1	1000	10 <sup>6</sup>	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>-15</sup>	10 <sup>-18</sup>	10 <sup>-21</sup>	10 <sup>-24</sup>	10 <sup>-27</sup>	10 <sup>-30</sup>
<i>f</i>	10 <sup>-15</sup>	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>	0,001	1	1000	10 <sup>-16</sup>	10 <sup>-17</sup>	10 <sup>-18</sup>	10 <sup>-21</sup>	10 <sup>-24</sup>	10 <sup>-27</sup>	10 <sup>-30</sup>	10 <sup>-33</sup>
<i>a</i>	10 <sup>-18</sup>	10 <sup>-17</sup>	10 <sup>-16</sup>	10 <sup>-15</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>	0,001	1	10 <sup>-19</sup>	10 <sup>-20</sup>	10 <sup>-21</sup>	10 <sup>-24</sup>	10 <sup>-27</sup>	10 <sup>-30</sup>	10 <sup>-33</sup>	10 <sup>-36</sup>
<i>da</i>	10	100	1000	10 <sup>4</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>16</sup>	10 <sup>19</sup>	1	0,1	0,01	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>-17</sup>
<i>h</i>	100	1000	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>17</sup>	10 <sup>20</sup>	10	1	0,1	0,0001	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-16</sup>
<i>k</i>	1000	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>21</sup>	100	10	1	0,001	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-15</sup>
<i>M</i>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>21</sup>	10 <sup>24</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	1000	1	0,001	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-12</sup>
<i>G</i>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>21</sup>	10 <sup>24</sup>	10 <sup>27</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	1000	1	0,001	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-9</sup>
<i>T</i>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>21</sup>	10 <sup>24</sup>	10 <sup>27</sup>	10 <sup>30</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>6</sup>	1000	1	0,001	10 <sup>-6</sup>
<i>P</i>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>16</sup>	10 <sup>17</sup>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>21</sup>	10 <sup>24</sup>	10 <sup>27</sup>	10 <sup>30</sup>	10 <sup>33</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>6</sup>	1000	1	0,001
<i>E</i>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>19</sup>	10 <sup>20</sup>	10 <sup>21</sup>	10 <sup>24</sup>	10 <sup>27</sup>	10 <sup>30</sup>	10 <sup>33</sup>	10 <sup>36</sup>	10 <sup>17</sup>	10 <sup>16</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>6</sup>	1000	1

	<b>Bezugsgröße</b>
<i>d</i>	<b>Dezi</b>
<i>c</i>	<b>Zenti</b>
<i>m</i>	<b>Milli</b>
<i>μ</i>	<b>Mikro</b>
<i>n</i>	<b>Nano</b>
<i>p</i>	<b>Pico</b>
<i>f</i>	<b>Femto</b>
<i>a</i>	<b>Atto</b>
<i>da</i>	<b>Deka</b>
<i>h</i>	<b>Hekto</b>
<i>k</i>	<b>Kilo</b>
<i>M</i>	<b>Mega</b>
<i>G</i>	<b>Giga</b>
<i>T</i>	<b>Tera</b>
<i>P</i>	<b>Peta</b>
<i>E</i>	<b>Exa</b>

### 7.1.6 Masse

	<i>kg</i>	<i>g</i>	<i>mg</i>	<i>t</i>	<i>oz</i>	<i>lb</i>	<i>t</i>
<i>kg</i>	1	1000	10 <sup>6</sup>	0,001	35,28	2,205	0,0009843
<i>g</i>	0,001	1	1000	10 <sup>-6</sup>	0,03528	0,002205	9,843 · 10 <sup>-7</sup>
<i>mg</i>	10 <sup>-6</sup>	0,001	1	10 <sup>-9</sup>	3,528 · 10 <sup>-5</sup>	2,205 · 10 <sup>-6</sup>	9,843 · 10 <sup>-10</sup>
<i>t</i>	1000	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	1	3,528 · 10 <sup>4</sup>	2205	0,9843
<i>oz</i>	0,02835	28,35	2,835 · 10 <sup>4</sup>	2,835 · 10 <sup>-5</sup>	1	0,06249	2,79 · 10 <sup>-5</sup>
<i>lb</i>	0,4536	453,6	4,536 · 10 <sup>5</sup>	0,0004536	16	1	0,0004464
<i>t</i>	1016	1,016 · 10 <sup>6</sup>	1,016 · 10 <sup>9</sup>	1,016	3,584 · 10 <sup>4</sup>	2240	1

<i>kg</i>	<b>Kilogramm</b>
<i>g</i>	<b>Gramm</b>
<i>mg</i>	<b>Milligramm</b>
<i>t</i>	<b>Tonne</b>
<i>oz</i>	<b>ounce</b>
<i>lb</i>	<b>pound</b>
<i>t</i>	<b>ton(UK)</b>

### 7.1.7 Kraft

	<i>N</i>	<i>cN</i>	<i>mN</i>	<i>kN</i>	<i>MN</i>	<i>kp</i>	<i>p</i>	<i>dyn</i>	<i>pdl</i>	<i>lbf</i>
<i>N</i>	1	100	1000	0,001	10 <sup>-6</sup>	0,102	102	10 <sup>5</sup>	7,231	0,2248
<i>cN</i>	0,01	1	10	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-8</sup>	0,00102	1,02	1000	0,07231	0,002248
<i>mN</i>	0,001	0,1	1	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-9</sup>	0,000102	0,102	100	0,007231	0,0002248
<i>kN</i>	1000	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	1	0,001	102	1,02 · 10 <sup>5</sup>	10 <sup>8</sup>	7231	224,8
<i>MN</i>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	1000	1	1,02 · 10 <sup>5</sup>	1,02 · 10 <sup>8</sup>	10 <sup>11</sup>	7,231 · 10 <sup>6</sup>	2,248 · 10 <sup>5</sup>
<i>kp</i>	9,807	980,7	9807	0,009807	9,807 · 10 <sup>-6</sup>	1	1000	9,807 · 10 <sup>5</sup>	70,91	2,205
<i>p</i>	0,009807	0,9807	9,807	9,807 · 10 <sup>-6</sup>	9,807 · 10 <sup>-9</sup>	0,001	1	980,7	0,07091	0,002205
<i>dyn</i>	10 <sup>-5</sup>	0,001	0,01	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-11</sup>	1,02 · 10 <sup>-6</sup>	0,00102	1	7,231 · 10 <sup>-5</sup>	2,248 · 10 <sup>-6</sup>
<i>pdl</i>	0,1383	13,83	138,3	0,0001383	1,383 · 10 <sup>-7</sup>	0,0141	14,1	1,383 · 10 <sup>4</sup>	1	0,03109
<i>lbf</i>	4,448	444,8	4448	0,004448	4,448 · 10 <sup>-6</sup>	0,4536	453,6	4,448 · 10 <sup>5</sup>	32,16	1

<i>N</i>	<b>Newton</b>
<i>cN</i>	<b>Zentineuton</b>
<i>mN</i>	<b>Millineuton</b>
<i>kN</i>	<b>Kiloneuton</b>
<i>MN</i>	<b>Meganewton</b>
<i>kp</i>	<b>Kilopond</b>
<i>p</i>	<b>Pond</b>
<i>dyn</i>	<b>Dyn</b>
<i>pdl</i>	<b>poundal</b>
<i>lbf</i>	<b>pound-force</b>

### 7.1.8 Energie-Arbeit

	<i>J</i>	<i>Nm</i>	<i>Ws</i>	<i>kWh</i>	<i>cal</i>	<i>Kcal</i>	<i>eV</i>	<i>BTU</i>
<i>J</i>	1	1	1	2,778 · 10 <sup>-7</sup>	0,2388	0,0002388	6,242 · 10 <sup>18</sup>	0,0009478
<i>Nm</i>	1	1	1	2,778 · 10 <sup>-7</sup>	0,2388	0,0002388	6,242 · 10 <sup>18</sup>	0,0009478
<i>Ws</i>	1	1	1	2,778 · 10 <sup>-7</sup>	0,2388	0,0002388	6,242 · 10 <sup>18</sup>	0,0009478
<i>kWh</i>	3,6 · 10 <sup>6</sup>	3,6 · 10 <sup>6</sup>	3,6 · 10 <sup>6</sup>	1	8,598 · 10 <sup>5</sup>	859,8	2,247 · 10 <sup>25</sup>	3412
<i>cal</i>	4,187	4,187	4,187	1,163 · 10 <sup>-6</sup>	1	0,001	2,613 · 10 <sup>19</sup>	0,003968
<i>Kcal</i>	4187	4187	4187	0,001163	1000	1	2,613 · 10 <sup>22</sup>	3,968
<i>eV</i>	1,602 · 10 <sup>-19</sup>	1,602 · 10 <sup>-19</sup>	1,602 · 10 <sup>-19</sup>	4,45 · 10 <sup>-26</sup>	3,827 · 10 <sup>-20</sup>	3,827 · 10 <sup>-23</sup>	1	1,518 · 10 <sup>-22</sup>
<i>BTU</i>	1055	1055	1055	0,0002931	252	0,252	6,585 · 10 <sup>21</sup>	1

<i>J</i>	<b>Joule</b>
<i>Nm</i>	<b>Newtonmeter</b>
<i>Ws</i>	<b>Wattsekunde</b>
<i>kWh</i>	<b>Kilowattstunde</b>
<i>cal</i>	<b>Kalorie</b>
<i>Kcal</i>	<b>Kilokalorie</b>
<i>eV</i>	<b>Elektronenvolt</b>
<i>BTU</i>	<b>British thermal unit</b>

### 7.1.9 Leistung

	<i>W</i>	$\frac{J}{s}$	$\frac{Nm}{s}$	<i>PS</i>	<i>KW</i>	<i>hp</i>	<i>BTU/s</i>	<i>BTU/h</i>
<i>W</i>	1	1	1	0,00136	0,001	0,001341	0,0009478	3,412
$\frac{J}{s}$	1	1	1	0,00136	0,001	0,001341	0,0009478	3,412
$\frac{Nm}{s}$	1	1	1	0,00136	0,001	0,001341	0,0009478	3,412
<i>PS</i>	735,5	735,5	735,5	1	0,7355	0,9863	0,6971	2510
<i>KW</i>	1000	1000	1000	1,36	1	1,341	0,9478	3412
<i>hp</i>	745,7	745,7	745,7	1,014	0,7457	1	0,7068	2544
<i>BTU/s</i>	1055	1055	1055	1,434	1,055	1,415	1	3600
<i>BTU/h</i>	0,2931	0,2931	0,2931	0,0003985	0,0002931	0,000393	0,0002778	1

<i>W</i>	<b>Watt</b>
$\frac{J}{s}$	<b>Joule pro Sekunde</b>
$\frac{Nm}{s}$	<b>Newtonmeter/Sekunde</b>
<i>PS</i>	<b>Pferdestärke</b>
<i>KW</i>	<b>Kilowatt</b>
<i>hp</i>	<b>horsepower</b>
<i>BTU/s</i>	<b>BTU/Sekunde</b>
<i>BTU/h</i>	<b>BTU/Stunde</b>

### 7.1.10 Geschwindigkeit

	$\frac{m}{s}$	$\frac{km}{h}$	$\frac{ft}{s}$	$\frac{mi}{hr}$	$kn = \frac{sm}{h}$
$\frac{m}{s}$	1	3,6	3,281	2,237	1,944
$\frac{km}{h}$	0,2778	1	0,9113	0,6214	0,54
$\frac{ft}{s}$	0,3048	1,097	1	0,6818	0,5925
$\frac{mi}{hr}$	0,447	1,609	1,467	1	0,869
$kn = \frac{sm}{h}$	0,5144	1,852	1,688	1,151	1

$\frac{m}{s}$	<b>Meter/Sekunde</b>
$\frac{km}{h}$	<b>Kilometer/Stunde</b>
$\frac{ft}{s}$	<b>Feet per sec</b>
$\frac{mi}{hr}$	<b>Miles per hour</b>
$kn = \frac{sm}{h}$	<b>Knoten</b>

### 7.1.11 Druck

	<i>Pa</i>	$\frac{N}{m^2}$	<i>bar</i>	<i>at</i>	<i>atm</i>	<i>Torr</i>	<i>mmHg</i>	<i>psf</i>	<i>psi</i>	<i>mbar</i>
<i>Pa</i>	1	1	10 <sup>-5</sup>	1,02 · 10 <sup>-5</sup>	9,869 · 10 <sup>-6</sup>	0,007501	0,007501	0,02089	0,000145	0,01
$\frac{N}{m^2}$	1	1	10 <sup>-5</sup>	1,02 · 10 <sup>-5</sup>	9,869 · 10 <sup>-6</sup>	0,007501	0,007501	0,02089	0,000145	0,01
<i>bar</i>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>5</sup>	1	1,02	0,9869	750,1	750,1	2089	14,5	1000
<i>at</i>	9,807 · 10 <sup>4</sup>	9,807 · 10 <sup>4</sup>	0,9807	1	0,9678	735,6	735,6	2048	14,22	980,7
<i>atm</i>	1,013 · 10 <sup>5</sup>	1,013 · 10 <sup>5</sup>	1,013	1,033	1	760	760	2116	14,7	1013
<i>Torr</i>	133,3	133,3	0,001333	0,00136	0,001316	1	1	2,785	0,01934	1,333
<i>mmHg</i>	133,3	133,3	0,001333	0,00136	0,001316	1	1	2,785	0,01934	1,333
<i>psf</i>	47,88	47,88	0,0004788	0,0004882	0,0004725	0,3591	0,3591	1	0,006944	0,4788
<i>psi</i>	6895	6895	0,06895	0,07031	0,06805	51,72	51,72	144	1	68,95
<i>mbar</i>	100	100	0,001	0,00102	0,0009869	0,7501	0,7501	2,089	0,0145	1

<i>Pa</i>	<b>Pascal</b>
$\frac{N}{m^2}$	<b>Newton/Quadratmeter</b>
<i>bar</i>	<b>Bar</b>
<i>at</i>	<b>Tech. Atmosphäre</b>
<i>atm</i>	<b>Physikalische. Atmosphäre</b>
<i>Torr</i>	<b>Torr</b>
<i>mmHg</i>	<b>Millimeter Quecksilber</b>
<i>psf</i>	<b>pound per square foot</b>
<i>psi</i>	<b>pound per square inch</b>
<i>mbar</i>	<b>Millibar</b>

## 7.1.12 Frequenz

	$Hz = \frac{1}{s}$	$kHz$	$MHz$	$GHz$
$Hz = \frac{1}{s}$	1	0,001	$10^{-6}$	$10^{-12}$
$kHz$	1000	1	0,001	$10^{-9}$
$MHz$	$10^6$	1000	1	$10^{-6}$
$GHz$	$10^{12}$	$10^9$	$10^6$	1

$Hz = \frac{1}{s}$	<b>Hertz</b>
$kHz$	<b>Kilohertz</b>
$MHz$	<b>Megahertz</b>
$GHz$	<b>Gigahertz</b>

## 7.1.13 Spannung

	$V$	$mV$	$\mu V$	$kV$	$MV$
$V$	1	1000	$10^6$	0,001	$10^{-6}$
$mV$	0,001	1	1000	$10^{-6}$	$10^{-9}$
$\mu V$	$10^{-6}$	0,001	1	$10^{-9}$	$10^{-12}$
$kV$	1000	$10^6$	$10^9$	1	0,001
$MV$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	1000	1

$V$	<b>Volt</b>
$mV$	<b>Millivolt</b>
$\mu V$	<b>Mikrovolt</b>
$kV$	<b>Kilovolt</b>
$MV$	<b>Megavolt</b>

## 7.1.14 Strom

	$A$	$mA$	$\mu A$	$kA$	$MA$
$A$	1	1000	$10^6$	0,001	$10^{-6}$
$mA$	0,001	1	1000	$10^{-6}$	$10^{-9}$
$\mu A$	$10^{-6}$	0,001	1	$10^{-9}$	$10^{-12}$
$kA$	1000	$10^6$	$10^9$	1	0,001
$MA$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	1000	1

$A$	<b>Ampere</b>
$mA$	<b>Milliampere</b>
$\mu A$	<b>Mikroampere</b>
$kA$	<b>Kiloampere</b>
$MA$	<b>Megaampere</b>

## 7.1.15 Widerstand

<i>Omega</i>	$\Omega$	$m\Omega$	$\mu\Omega$	$k\Omega$	$M$
$\Omega$	1	1000	$10^6$	0,001	$10^{-6}$
$m\Omega$	0,001	1	1000	$10^{-6}$	$10^{-9}$
$\mu\Omega$	$10^{-6}$	0,001	1	$10^{-9}$	$10^{-12}$
$k\Omega$	1000	$10^6$	$10^9$	1	0,001
$M\Omega$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	1000	1

$\Omega$	<b>Ohm</b>
$m\Omega$	<b>Milliohm</b>
$\mu\Omega$	<b>Mikroohm</b>
$k\Omega$	<b>Kiloohm</b>
$M\Omega$	<b>Megaohm</b>

	$H$	$mH$	$\mu H$	$nH$	$kH$
$H$	1	1000	$10^6$	$10^9$	0,001
$mH$	0,001	1	1000	$10^6$	$10^{-6}$
$\mu H$	$10^{-6}$	0,001	1	1000	$10^{-9}$
$nH$	$10^{-9}$	$10^{-6}$	0,001	1	$10^{-12}$
$kH$	1000	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	1

$H$	<b>Henry</b>
$mH$	<b>Millihenry</b>
$\mu H$	<b>Mikrohenry</b>
$nH$	<b>Nanohenry</b>
$kH$	<b>Kilohenry</b>

	$F$	$mF$	$\mu F$	$nF$	$pF$	$kF$
$F$	1	1000	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	0,001
$mF$	0,001	1	1000	$10^6$	$10^9$	$10^{-6}$
$\mu F$	$10^{-6}$	0,001	1	1000	$10^6$	$10^{-9}$
$nF$	$10^{-9}$	$10^{-6}$	0,001	1	1000	$10^{-12}$
$pF$	$10^{-12}$	$10^{-9}$	$10^{-6}$	0,001	1	$10^{-15}$
$kF$	1000	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	1

$F$	<b>Farad</b>
$mF$	<b>Millifarad</b>
$\mu F$	<b>Mikrofarad</b>
$nF$	<b>Nanofarad</b>
$pF$	<b>Pikofarad</b>
$kF$	<b>Kilofarad</b>