

Physikalische Grundlagen und Gesetze

Im Folgenden finden Sie die gängigsten physikalischen Grundlagen und Gesetze, die für Ihren Einstellungstest von Bedeutung sein können.

Mechanik

Dichte	$d = \frac{m}{V}$	d Dichte ($\text{kg/dm}^3 = \text{kg/l} = \text{g/cm}^3$) m Masse (kg) V Volumen ($l = \text{dm}^3$ oder cm^3)
Kraft	$F = m \times a$	F Kraft ($\text{N} = \text{kg m/s}^2$) m Masse (kg) a Beschleunigung (m/s^2)
Gewicht	$F_g = m \times g$	F_g Kraft ($\text{N} = \text{kg m/s}^2$) m Masse (kg) g Erdbeschleunigung (m/s^2)
Impuls	$p = m \times v$	p Impuls (kg m/s) m Masse (kg) v Geschwindigkeit (m/s)
Kin. Energie	$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}m \times v^2$	E Energie ($\text{J} = \text{Nm} = \text{kg m}^2/\text{s}^2$) m Masse (kg) v Geschwindigkeit (m/s)
Lageenergie	$E_{\text{pot}} = m \times g \times h$	E Energie ($\text{J} = \text{Nm} = \text{kg m}^2/\text{s}^2$) m Masse (kg) g Erdbeschleunigung (m/s^2) h Höhe (m)
Arbeit	$W = F \times s$	W Arbeit ($\text{J} = \text{Nm} = \text{kg m}^2/\text{s}^2$) F Kraft ($\text{N} = \text{kg m/s}^2$) S Strecke (m)
Leistung	$P = \frac{W}{t}$	P Leistung ($\text{W} = \text{J/s} = \text{kg m}^2/\text{s}^3$) W Arbeit ($\text{J} = \text{Nm} = \text{kg m}^2/\text{s}^2$) t Zeit (s)

Druck	$p = \frac{F}{A}$	p Druck (1 bar = 10^5 pas = 10^5 N/m ²) F Kraft (N = kg m/s ²) A Arbeit (J = Nm = kg m ² /s ²)
Weg-Zeit-Gesetz bei konstanter Geschwindigkeit	$s = v \times t$	s Weg (m) v Geschwindigkeit (m/s) t Zeit (s)
Weg-Zeit-Gesetz bei konstanter Beschleunigung	$s = \frac{1}{2}a \times t^2$	s Weg (m) a Beschleunigung (m/s ²) t Zeit (s)

1 m/s entspricht genau 3,6 km/h. Um den Zahlenwert der Einheit m/s in km/h umzurechnen, muss dieser mit 3,6 multipliziert werden.

Kraft

- Die Kraft F ist die Ursache dafür, dass ein Körper seinen Bewegungszustand ändert. Die Einheit wird in **Newton** angegeben:

$$N = \text{kg} \times \text{m/s}^2$$

- Um die Geschwindigkeit eines Körpers mit der Masse m mit der Beschleunigung a zu erhöhen, bedarf es einer Kraft F, oder anders ausgedrückt: Wirkt auf einen Körper der Masse m eine Kraft F, so erfährt dieser Körper eine Beschleunigung. Es gilt dann die Grundregel der Mechanik:

$$F = m \times a \qquad F = \text{Kraft}, m = \text{Masse}, a = \text{Beschleunigung}$$

- Gemäß dem Trägheitsprinzip bleibt ein Körper in Ruhe oder bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit weiter, solange die Summe aller auf ihn einwirkenden Kräfte gleich null ist.
- Jeder Körper, der auf einen anderen Körper eine Kraft ausübt, erfährt auch von diesem Körper eine eigene Kraft, sodass auf jeden der beiden Körper eine Kraft wirkt. Die beiden Kräfte sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet. Dies wird auch als Wechselwirkungsprinzip bezeichnet, und es gilt:

$$F_1 = F_2$$

- Ein Körper übt mit seinem Gewicht immer eine Kraft, die sogenannte Gewichtskraft, Richtung Erde aus (F_G). Diese lässt sich wie folgt berechnen:

$$F_G = m \times g$$

m = Masse, g = Ortsfaktor, Erde: $\approx 9,81 \text{ N/kg} = 9,81 \text{ m/s}^2$ (Erdbeschleunigung)

Aufgrund von der Erdrotation verursachten Zentrifugalkraft sind g und damit sämtliche Massen in großer Höhe bzw. am Äquator geringfügig geringer als in Meereshöhe bzw. an den Polen

- Die Gesamtsumme aller Kräfte ergibt sich gemäß:

$$F_{\text{Ges}} = F_1 + F_2$$

Man spricht hierbei auch von der sogenannten Kraftaddition. Beispiel: Es ist unerheblich, ob ein Gegenstand von einer Quelle oder von mehreren bewegt wird. Die Kraft, die hierzu notwendig ist, bleibt immer gleich, auch wenn sich bei mehreren Quellen die Einzellast verringert.

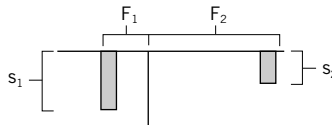
Drehmoment

- Das Drehmoment M ist das Produkt aus Kraftbetrag F und Hebelarm s :

$$M = F \times s \text{ (Einheit: Newtonmeter Nm)}$$

- An einem Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn die Summe aller rechtsdrehenden Drehmomente gleich der Summe aller linksdrehenden Drehmomente ist

$$F_1 \times s_1 = F_2 \times s_2$$



- Jeder Körper verhält sich so, als würde die ganze Gewichtskraft in einem Punkt angreifen. Dieser Punkt wird als Schwerpunkt bezeichnet.

Impuls

- Jeder Körper trägt einen Impuls, den er beim Auftreffen/durch Wechselwirkungen auf einen anderen Körper ganz oder teilweise überträgt. Ein Impuls p ist das Produkt aus Masse m und Geschwindigkeit v :

$$p = m \times v \text{ (Einheit: kg} \times \text{m/s)}$$

- Die Summe der Impulse vor einem Stoß ist gleich der Summe der Impulse nach dem Stoß. Dies wird Impulserhaltung genannt:

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$$

- Ein Stoß bezeichnet allgemein das Zusammenprallen zweier Körper. Ist ein Stoß *elastisch*, so stoßen sich die Körper aufgrund ihrer Elastizität wieder voneinander ab und bewegen sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeitsbeträgen. Sind die an einem Stoßvorgang beteiligten Körper *unelastisch*, so deformieren sich ihre Berührungstellen. Sie verbinden sich dadurch zu einem Körper und bewegen sich dann mit gemeinsamer Geschwindigkeit weiter. Der Impulserhaltungssatz gilt beim elastischen und beim unelastischen Stoß.

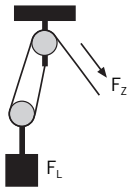
Beispiel: Welchen Impuls p hat ein Körper der Masse $m = 2 \text{ kg}$ bei einer Geschwindigkeit von 36 km/h ?

$$p = 2 \text{ kg} \times 36 \text{ km/h} = 2 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s} = 20 \text{ kg} \times \text{m/s}$$

- Stößt eine Kugel der Masse m_1 mit der Geschwindigkeit v_1 auf eine zweite Kugel mit der Masse m_2 , übernimmt diese den Impuls der ersten. Der Impuls bleibt in seiner Größe erhalten, denn $p_1 = p_2$. Die erste Kugel bleibt stehen, die zweite bewegt sich nun aber mit veränderter Geschwindigkeit aufgrund ihrer Masse weiter ($p_2 = m_2 \times v_2$).

Flaschenzug

- Der Betrag einer Kraft bleibt erhalten, auch wenn deren Angriffspunkt durch Rollen verändert wird. Mithilfe eines Flaschenzuges wird die Zugkraft auf die Anzahl der tragenden Seile aufgeteilt:



F_Z = Erforderliche Zugkraft am Seilende F_L = Gewichtskraft der angehängten Masse n = Anzahl der Verbindungen zwischen den unteren und den oberen Rollen. Die Einheit wird in Newton N angegeben. Beim abgebildeten Flaschenzug gibt es zwei tragende Seile, sodass die erforderliche Zugkraft F_Z halb so groß ist wie die Gewichtskraft F_L der Masse.

- Die goldene Regel der Mechanik besagt, dass man mit Maschinen Kräfte einsparen kann. Dafür ist der Weg, den man zurücklegen muss, länger. Das Produkt aus Kraft und Weg (Arbeit) bleibt jedoch konstant. Für das abgebildete Flaschenzugbeispiel bedeutet dies, dass am Seilende doppelt so lange gezogen werden muss, wie das Gewicht angehoben wird.
- Die Strecke für die Höhenänderung beim Flaschenzug berechnet sich nach der Formel:

$$s = n \times h$$

s = Strecke, die das Seil zurücklegt, n = Anzahl der Verbindungen zwischen den unteren und den oberen Rollen, h = Höhenänderung der angehängten Masse

Arbeit

- Mechanische Arbeit W ist das Produkt aus einer Kraft F und einem Weg s , in dessen Richtung die Kraft wirkt:

$$W = F \times s \text{ (Einheit: Joule J = Nm)}$$

- Arbeit ist eine Größe, durch die Energieänderungen von Systemen erfasst werden. Sie kann zu Ortsveränderungen von Körpern führen (Hubarbeit) oder die Beschleunigung von Körpern bewirken (Beschleunigungsarbeit).

Hubarbeit

$$W_{\text{Hub}} = G \times h = m \times g \times h$$

Beschleunigungsarbeit

$$W_B = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2)$$

G = Gewichtskraft, g = Erdbeschleunigung (9,81 m/s), h = Hubhöhe, m = Masse, v = Endgeschwindigkeit, v_0 = Anfangsgeschwindigkeit

Beispiel: Welche mechanische Arbeit ist notwendig, um ein Fahrrad ($m = 10 \text{ kg}$) aus dem Stand auf 10 km/h zu beschleunigen?

$$W_B = \frac{1}{2} \times 10 \text{ kg} \times [(10 \text{ km/h})^2 - (0 \text{ km/h})^2] = \frac{1}{2} \times 10 \text{ kg} \times (2,78 \text{ m/s})^2$$

$$W_B = 38,6 \text{ J}$$

Leistung

- Diese Größe drückt aus, wie schnell eine mechanische Arbeit in einer bestimmten Zeit verrichtet werden kann:

$$P = \frac{\text{Arbeit } W}{\text{Zeit } t} \quad (\text{Einheit: Watt } W)$$

- Die Leistung eines punktförmigen Körpers bei einer Bewegung wird durch folgende Formel ermittelt:

$$P = F \times v$$

F = Kraft, v = Geschwindigkeit, mit der die Bewegung stattfindet

- Der Wirkungsgrad bezeichnet das Verhältnis zwischen abgegebener und aufgenommener Leistung. Er berechnet sich nach

$$\eta = \frac{P \text{ (abgegeben)}}{P \text{ (aufgenommen)}}$$

Energie

- Unter Energie wird die Fähigkeit verstanden, Arbeit zu verrichten. Energie kann immer nur umgewandelt, nicht aber erzeugt oder vernichtet werden. Der Energieerhaltungssatz besagt, dass die Gesamtenergie in einem energetisch geschlossenen System immer konstant ist.
- Energie wird in Bewegungsenergie, Lageenergie, Spannungsenergie und thermische Energie unterteilt.
- Bewegungsenergie bezeichnet eine Masse m, die sich mit der Geschwindigkeit v bewegt. Die kinetische Energie berechnet sich wie folgt:

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

E_k = Kinetische Energie, m = Masse, v = Geschwindigkeit

- Die Lageenergie berechnet sich nach der Formel

$$E_p = m \times g \times h$$

E_p = Potentielle Energie, m = Masse, g = Ortsfaktor (9,81), h = Höhe

Ein Körper hat somit durch die Anziehungskraft der Erde, bezeichnet durch den Ortsfaktor g , bei einer Masse m und Höhe h eine bestimmte, berechenbare potentielle Energie.

- Die Spannungsenergie bezeichnet die Energie, die eine Feder mit der Federkonstante D über die Strecke s in einem gespannten Zustand besitzt. Sie berechnet sich durch

$$E_s = \frac{1}{2} \times D \times s^2$$

E_s = Spannungsenergie, D = Federkonstante, s = Strecke

- Die thermische Energie bezeichnet den in einem Medium gebundenen Energiebetrag. Sie wird oftmals auch fälschlich als Wärmeenergie ausgedrückt. Die thermische Energie beruht auf der Bewegungsenergie der Atome in einem Medium. Masse und Energie sind äquivalent:

$$E = m \times c^2$$

E = Energie, m = Masse, c = Lichtgeschwindigkeit (ca. $0,3 \times 10^9$ m/s)

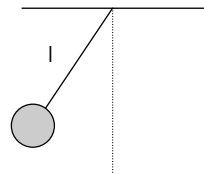
Diese Formel wurde von Albert Einstein aufgestellt.

Fadenpendel

- Bei einem Pendel wechseln sich Bewegungsenergie und die Lageenergie ab.
- Die Schwingungsdauer T und die Elongation (Auslenkung des Körpers) eines Fadenpendels sind vom Gewicht des angehängten Körpers unabhängig. T wächst aber mit der Länge l des Fadens nach dem Gesetz:

$$T = 2 \pi \times \sqrt{\left(\frac{l}{g}\right)}$$

Hieraus folgt grob: $T \sim \sqrt{l}$



Hydraulik, Pneumatik, Thermodynamik

- Übt man auf eine eingeschlossene Flüssigkeit eine Kraft aus, entsteht ein Druck p (Einheiten bar und Pascal). Der Druck wirkt in alle Richtungen auf das die Flüssigkeit einschließende Gefäß sowie auf die in der Flüssigkeit befindlichen Objekte. Die Druckgröße p ergibt sich aus dem Quotienten der Druck erzeugenden Kraft F und ihrer Wirkungsfläche A :

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

- Flüssigkeiten lassen sich nicht komprimieren, übertragen aber Kräfte mittels Druck.
- Da der untere Teil eines eingetauchten Körpers einem größeren Schweredruck ausgesetzt ist als der obere Teil, entsteht ein Auftrieb.
- Die Auftriebskraft, die ein eingetauchter Körper erfährt, ist so groß wie die Gewichtskraft auf die vom Körper verdrängte Flüssigkeit (Archimedisches Prinzip).
- Ein Körper sinkt, wenn die Auftriebskraft kleiner ist als seine Gewichtskraft.
- Ein Körper schwebt, wenn die Auftriebskraft gleich seiner Gewichtskraft ist.
- Ein Körper steigt, wenn die Auftriebskraft größer ist als seine Gewichtskraft.
- Alle drei Fälle lassen sich vorhersagen, wenn man die Flüssigkeitsdichte und die mittlere Dichte des Körpers kennt.
- Satz von Bernoulli: Die Summe von statischem Druck und dynamischem Druck (Staudruck) ist konstant. Wichtig: Der statische Druck wirkt in alle Richtungen, der dynamische Druck nur in Richtung der Strömung.
- Anders als Flüssigkeiten kann man Gase komprimieren. Dabei erhöht sich der Druck.
- Spezifische Gewichte (Dichten) in der Reihenfolge:
Aluminium, Titan, Eisen (Stahl), Kupfer, Silber, Blei, Quecksilber, Gold
Öl, Wasser, Schwefelsäure, Quecksilber

Elektrik

Ohmsches Gesetz $U = R \times I$

U elektr. Spannung (V)
R Ohmscher Widerstand (Ω)
I elektr. Strom (A)

Elektr. Leistung $P = U \times I$

P elektr. Leistung ($W = V \times A$)
U elektr. Spannung (V)
I elektr. Strom (A)

Elektr. Arbeit $W = U \times I \times t$

W Elektrische Arbeit (Einheit: Wattsekunde)
U elektr. Spannung (V)
I elektr. Strom (A)
t Zeit

seriell geschaltete Widerstände

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots$$

R_{ges} Gesamtwiderstand (Ω)
 R_1, R_2 Einzelwiderstände (Ω)

parallel geschaltete Widerstände

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

R_{ges} Gesamtwiderstand (Ω)
 R_1, R_2 Einzelwiderstände (Ω)

Wellenlänge $f = c / \lambda$

f Frequenz ($\text{Hz} = 1/\text{s}$)
c Ausbreitungsgeschwindigkeit (m/s)
 λ Wellenlänge (m)

Transformator $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$

U_p Primärspannung (V)
 U_s Sekundärspannung (V)
 N_p Anzahl der Wicklungen Primärseite
 N_s Anzahl der Wicklungen Sekundärseite

$$U_p \times I_p = U_s \times I_s$$

I_p Stromstärke (A) Primärseite
 I_s Stromstärke (A) Sekundärseite

- Die Stromstärke I bezeichnet die Ladung Q , die in einer Zeit t durch einen elektrischen Leiter fließt:

$$I = \frac{Q}{t} \text{ (Einheit: Ampere)}$$

- Die Spannung U ist die Potentialdifferenz zwischen den beiden Polen eines Stromkreises. Sie gibt an, welche Arbeit nötig ist, um die Ladung Q von dem einen Kontaktpunkt zu dem anderen Kontaktpunkt zu transportieren. Sie ist die Ursache des elektrischen Stroms. U definiert sich als Quotient aus der Leistung P der Quelle, die zum Antreiben der Elektrizität nötig ist, und der Stromstärke I :

$$U = \frac{P}{I} = \frac{W}{q} \text{ (Einheit: Volt V)}$$

- Die Leistung wird als Produkt von Spannung und Stromstärke definiert:

$$P = U \times I$$

- Eine Diode ist ein Schaltelement, das einen Stromfluss in nur eine Richtung ermöglicht. In die andere Richtung wird der Strom bis zur sogenannten Durchbruchspannung blockiert.

Widerstände

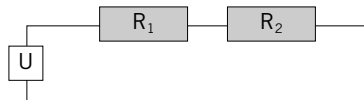
- Die Eigenschaft eines Stromleiters, die einen Stromfluss hemmt, wird als Widerstand bezeichnet.
- Der Widerstand R gibt an, welche Spannung man beispielsweise an ein elektrisches Gerät legen muss, um einen Strom I durch das Gerät zu erhalten. R ist also der Quotient aus Spannung U und Stromstärke I :

$$R = \frac{U}{I} \text{ (Einheit: Ohm } \Omega \text{)}$$

- Das Ohmsche Gesetz besagt, dass in einem Leiter die Stromstärke zur Spannung direkt und zum Widerstand umgekehrt proportional ist.

$$I \sim U$$

- Verhältnis zwischen R , U und I bei der Reihenschaltung:



- Da bei der Reihenschaltung alle Widerstände zusammen zu einem unverzweigten Stromkreis gehören, fließt durch alle der gleiche Strom. Man misst überall die gleiche Stromstärke:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 \text{ usw.}$$

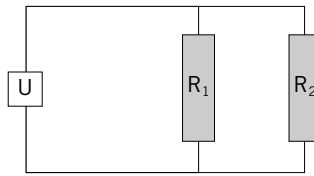
- Die Spannung der Quelle verteilt sich auf die einzelnen Widerstände. Die Summe der Teilspannungen ist genauso groß wie die Spannung der Quelle:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \text{ usw.}$$

- In Reihe geschaltete Widerstände hemmen die Bewegung der Elektronen wie ein einziger Ersatzwiderstand, der genauso groß ist wie die Summe der Teilwiderstände:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \text{ usw.}$$

- Verhältnis zwischen R , U und I bei Parallelschaltung:



- Bei der Parallelschaltung ist der Gesamtstrom durch die Spannungsquelle genauso groß wie die Summe der Teilströme durch die einzelnen Widerstände, da der Stromfluss auf die einzelnen Widerstände aufgeteilt wird:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \text{ usw.}$$

- Weil jeder Widerstand unmittelbar mit der Spannungsquelle verbunden ist, misst man an jedem Widerstand die gleiche Spannung wie an der Quelle:

$$U = U_1 = U_2 = U_3 \text{ usw.}$$

- Ein einzelner Widerstand, der mehrere parallel geschaltete Widerstände ersetzt, muss kleiner sein als jeder der Teilwiderstände. Für den Ersatzwiderstand gilt:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ usw.}$$

Elektrische Leistung, Kondensatoren, Transformatoren, Schwingkreise

- Die elektrische Leistung P eines elektrischen Verbrauchers ergibt sich aus der verrichteten elektrischen Arbeit pro Zeiteinheit. Nach den obigen Definitionen kann man Leistung als Produkt von Stromstärke und Spannung ausdrücken.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Q \times U}{t} = \frac{I \times t \times U}{t} = U \times I \text{ (Einheit Watt W)}$$

- Ein Kondensator speichert elektrische Energie. Die gespeicherte Ladung Q ist dabei proportional zur Spannung. Mittels Ladung Q und Spannung U lässt sich die Kapazität C berechnen. Die Einheit wird in Farad (F) angegeben.

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{I \times t}{U}$$

C = Kapazität, Q = Ladung, U = Spannung, I = Stromstärke, t = Zeit

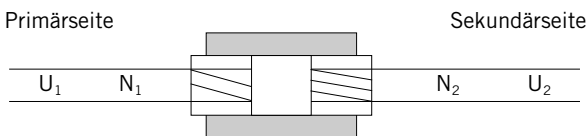
- Werden Kondensatoren hintereinander in Reihe geschaltet, so wird die Gesamtkapazität durch folgende Formel berechnet:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \text{ usw.}$$

- Bei der Parallelschaltung von Kondensatoren werden die Einzelkapazitäten zur Gesamtkapazität aufsummiert:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \text{ usw.}$$

- Mit einem Transformator können ohne Energieverlust Spannung und Stromstärke verändert werden. Er funktioniert nach dem Prinzip der Induktion und muss daher mit Wechselstrom betrieben werden. Er besteht aus zwei Spulen, die durch einen geschlossenen Eisenkern miteinander verbunden sind:



Zwischen den Anschlüssen der Induktionsspule wird die Sekundärspannung U_2 erzeugt. Sie hängt von U_1 an der Primärspule und den Windungszahlen der Spulen ab. Ist an die Induktionsspule kein Verbraucher angeschlossen, gilt:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Ist am Trafo ein Gerät/Verbraucher angeschlossen, so wird Energie verbraucht und der Primärstrom I_1 nimmt zu. Um wie viel, hängt von I_2 und den Windungszahlen ab. Der Sekundärstrom bestimmt den Primärstrom. Bei belastetem Trafo gilt:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Weiter gilt:

$$U_1 \times I_1 = U_2 \times I_2$$

- Im Kraftwerk wird mit Generatoren Wechselstrom erzeugt. Mittels Trafos wird dieser für den Haushaltsgebrauch auf 220 Volt gesenkt. Der Wechselstrom hat eine Frequenz von 50 Hertz.
- Ein elektrischer Schwingkreis besteht aus einer Parallelschaltung von Spule und Kondensator. Dabei wird periodisch Energie ausgetauscht. Ist der Kondensator vollständig geladen, so wird die Energie im elektrischen Feld gespeichert. Die Entladung findet über die Spule statt, wobei der Strom maximal anliegt und die Energie ins Magnetfeld geleitet wird. Die Induktion sorgt durch die Trägheit der Spule dafür, dass die Energie anschließend aus dem Magnetfeld entnommen wird und den Kondensator in umgekehrter Polung wieder auflädt. Es ist somit wieder der Ausgangszustand erreicht, diesmal jedoch in umgekehrter Polung. Anschließend wiederholt sich der Vorgang. Die Frequenz eines elektrischen Schwingkreises berechnet sich nach

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

f = Frequenz, L = Induktivität der Spule, C = Kondensatorkapazität

Die Einheit der Frequenz wird in Hertz (Hz) angegeben. $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$. Beim o. a. Vorgang entweicht i. d. R. etwas Energie, z. B. durch Wärme. Dies verursacht eine Dämpfung des Schwingkreises.

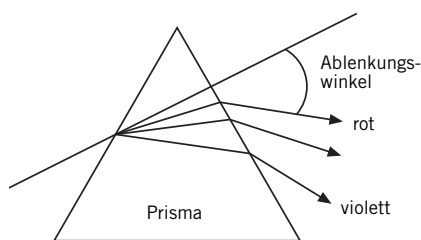
Optik

- Von einer Reflexion wird gesprochen, wenn ein Lichtstrahl von der Oberfläche einer Masse abgelenkt und/oder zurückgeworfen wird. Dabei gilt das Reflexionsgesetz

Einfallswinkel = Ausfallwinkel

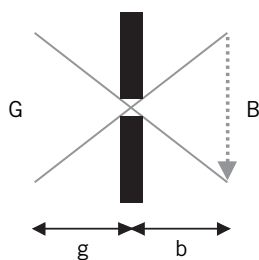
- Licht wird gebrochen, wenn es auf die Grenzfläche zwischen zwei lichtdurchlässigen Stoffen trifft. Dabei bricht der Lichtstrahl in Richtung des Einfalllots bei einem Übergang von einem optisch dünneren in einen optisch dichteren Stoff. Vom Einfalllot weggebogen wird der Lichtstrahl bei einem Übergang von einem optisch dichteren in einen optisch dünneren Stoff.

- Die Größe der Ablenkung eines Lichtstrahls ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts. Höhere Frequenzen, z. B. von violetterem Licht, werden stärker gebrochen als niedrigere, wie z. B. von rotem Licht. Mit einem Prisma lassen sich Lichtstrahlen in seine Bestandteile zerlegen:



- Bei einem Regenbogen brechen sich die Lichtstrahlen an den Wassertropfen und rufen die gleiche Sichtbarkeit wie bei einem Prisma hervor. Der Farbverlauf eines Regenbogens ist rot – orange – gelb – grün – blau – indigo – violett.

- Man stellt sich vor, dass ein Gegenstand aus unzähligen Punkten besteht. Im Idealfall erhält man bei einer optischen Abbildung zu jedem Gegenstandspunkt einen Bildpunkt. Daraus folgt, dass man sich auch das Bild eines Gegenstandes aus einzelnen Punkten zusammengesetzt vorstellen muss:



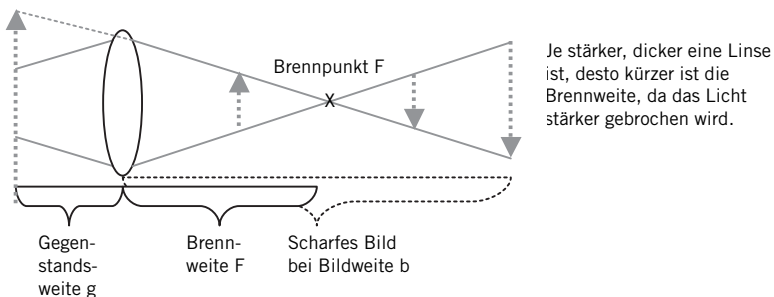
- Das Verhältnis der Bildgröße B zur Gegenstandsgröße G ist genauso groß wie das der Bildweite b zur Gegenstandsweite g. Dieses Verhältnis heißt Abbildungsmaßstab A.

$$A = \frac{B}{G} = \frac{b}{g}$$

Konvexe und konkave Linsen

- Konvexe Krümmungen vergrößern Gegenstände oder ziehen sie in die Länge, wenn sich diese vom Abstand näher an der Linse befinden, als die Brennweite groß ist ($g < f$). Sie stellen Gegenstände auf den Kopf, wenn die Brennweite größer als die Gegenstandsweite ist ($f > g$).

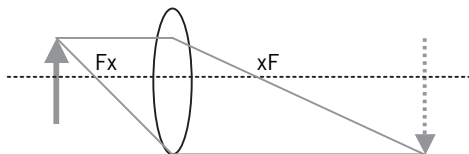
Bei einer Konvexlinse/Sammellinse wird ein einfallender Lichtstrahl zweimal gebrochen:



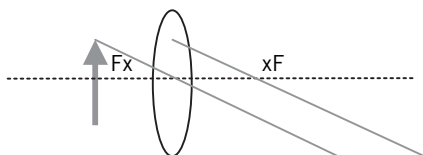
- Bei bekannter Gegenstands- und Brennweite errechnet sich die Bildweite, bei der das Bild scharf abgebildet wird, über folgende Formel:

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

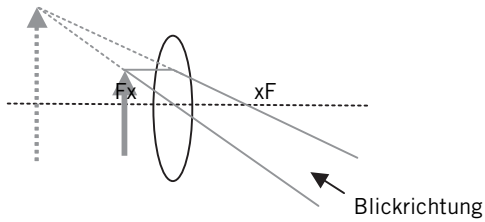
- Ein Bild kann man sich aus einzelnen Punkten zusammengesetzt vorstellen. Von jedem Punkt des Objektes gehen gestreute Lichtreflexionen aus, die von der Linse zu einem Punkt auf der anderen Seite zusammengelenkt werden. Blickt man im Abstand b durch die Linse, sieht man das Objekt vergrößert auf dem Kopf stehen.



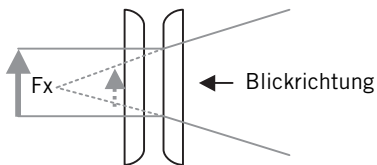
- Liegt das Bild genau im Abstand f zur Linse, entsteht kein Bild:



- Liegt das Objekt zwischen F und Linse, entsteht ein vergrößertes, virtuelles Bild:



- Konkave Krümmungen verkleinern das Spiegelbild oder drücken es zusammen. Dies gilt aber nur für den Bereich zwischen Spiegel und Brennpunkt F . Dahinter wird das Bild wieder größer, steht aber auf dem Kopf. Ein einfallender Lichtstrahl wird zweimal gebrochen:



- Ein normales Fernrohr besitzt im Okular und im Objektiv Sammellinsen. Das Bild steht auf dem Kopf:



- Kurzsichtige haben ein zu langes Auge. Das virtuelle Bild liegt vor der Netzhaut und ist unscharf. Die Korrektur erfolgt mit einer Streulinse.
- Weitsichtige haben ein zu kurzes Auge. Das virtuelle Bild läge hinter der Netzhaut. Das Bild ist damit ebenfalls unscharf. Die Korrektur erfolgt mit einer Sammellinse.

Wellenlehre

- Eine Welle ist eine Schwingung, die sich mit endlicher Geschwindigkeit in einem Raum ausbreitet. Es wird zwischen Transversalwellen und Longitudinalwellen unterschieden. Bei Transversalwellen stehen Ausbreitungsrichtung und -Auslenkung senkrecht aufeinander. Ein Beispiel hierfür sind Seilwellen. Bei Longitudinalwellen verlaufen Ausbreitungsrichtung und -Auslenkung parallel. Ein Beispiel hierfür sind Schallwellen.
- Die Wellenlänge λ bezeichnet den Abstand zwischen zwei phasengleichen Schwingungen. Die Wellenlänge λ wird wie folgt berechnet:

$$\lambda = \frac{2\pi}{k}$$

λ = Wellenlänge, π = Kreiszahl, k = Wellenzahl

- Als Phasengeschwindigkeit u wird die Geschwindigkeit bezeichnet, mit der sich die Welle ausbreitet. Die Schwingungsdauer T ist dabei indirekt proportional zur Frequenz der Welle. Sie ist die Zeit, in der sich die Welle um λ fortbewegt.

$$u = \lambda \times f$$

u = Phasengeschwindigkeit, λ = Wellenlänge, f = Frequenz

- Interferenzen treten auf, wenn sich mehrere Wellen überlagern. Dabei werden die Auslenkungen an den Überlagerungspunkten addiert. Zwei Wellenberge verschmelzen somit zu einem noch höheren Berg, ein Berg und ein Tal bedeuten eine Verringerung des Berges bzw. dessen Auslöschung.
- Mit einem Polarisationsfilter können Wellen so gefiltert werden, dass sich nur noch bestimmte Schwingungen einer Achse fortsetzen können. Eine Welle, die nur in eine Richtung auf- und abschwingt wird als linear polarisiert bezeichnet.
- Verändert ein Beobachter seine Position zum Wellenträger, so nimmt er eine veränderte Wellenlänge wahr. Nähert er sich, so erscheint ihm die Frequenz höher. Entfernt er sich, so erscheint sie niedriger. Dieser Effekt wird als Doppler-Effekt bezeichnet und wird im Alltag oft bei Sonderfahrzeugen wahrgenommen, die sich mit Blaulicht/Martinhorn annähern und anschließend wieder entfernen.
- An einem Hindernis werden Wellen »gebeugt«. Sie breiten sich dann im Schattenraum des Hindernisses (z. B. einem Spalt) aus.

Wärmelehre

- Körper erwärmen sich bzw. erkühlen abhängig von ihrem Material in unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Diese Eigenschaft wird als Wärmekapazität c bezeichnet:

$$c = \frac{W}{m \times T}$$

c = Wärmekapazität, W = Wärmearbeit, m = Masse, T = Temperaturdifferenz
Die Einheit der Wärmekapazität wird in Meter (m) angegeben.

- Wärme wird von einem Körper abgestrahlt, wenn dieser eine höhere Temperatur besitzt als seine Umgebung.
- Der absolute Nullpunkt liegt bei $-273\text{ °C} = 0\text{ K}$
- Die Siedetemperatur einer Flüssigkeit hängt vom Druck ab, der über der Flüssigkeit herrscht. Bei Wasser liegt diese bei 100 °C . Wird der Druck, z. B. durch einen Schnellkochtopf, erhöht, so steigt die Siedetemperatur des Wassers auf 120 °C .

Radioaktivität

- Radioaktivität besteht aus ionisierender Strahlung. Grundlage sind instabile Atomkerne, die sich unter Energieabgabe spontan umwandeln.
- Alphastrahlung ist die ungefährlichste Strahlung. Sie besteht aus positiver Ladung und einer relativ großen Masse. Alphateilchen besitzen nur eine sehr geringe Eindringtiefe in Materie. Ein dickeres Blatt Papier reicht z. B. für eine Abschirmung bereits aus.
- Betastrahlen bestehen aus Elektronen oder Positronen, die mit hoher Energie den Zellkern verlassen. Auch sie lassen sich relativ leicht abschirmen.
- Gammastrahlen sind die für Mensch und Umwelt gefährlichsten Strahlen. Sie besitzen eine sehr kurze Wellenlänge und bestehen aus energiereichen Photonen. Da es sich um eine elektromagnetische Strahlung handelt, lassen sich die Gammastrahlen nicht einfach ablenken. Zur Abschirmung werden massive Materialien mit einer hohen Dichte, z. B. Bleiplatten, benötigt.
- Kosmische Strahlung gelangt aus dem Weltraum zur Erde und wird durch die Atmosphäre stark abgeschwächt. Sie besteht aus hoher Energie und größtenteils aus Protonen. Nur ein kleiner Teil von ihr gelangt an die Erdoberfläche.
- Terrestrische Strahlung geht von der Erde selbst aus. Es handelt sich hierbei u. a. um geringe Spuren von Radium oder Uran.
- Die Halbwertszeit bezeichnet die Zeit, in der sich die Menge eines strahlenden Stoffes halbiert hat.

Aerodynamik

Der Luftwiderstand kann durch Stromlinienförmigkeit eines Körpers minimiert werden. Bei nicht vorhandener Stromlinienförmigkeit wächst der Widerstand mit dem Quadrat der Geschwindigkeit. Im Reiseflug dient z. B. der Triebwerksschub eines Flugzeuges lediglich der Überwindung des Luftwiderstands.