

- Formeln
 - Elektronik
 - Themische Strahlungen
 - Noch zu lernen
- Chügeli Füsik
 - Kraft
 - Beschleunigung und co.
 - Energie
- Elektrotechnik
 - Strom, Spannung und Leistung
 - Schaltung
 - Knotenregel
 - Maschenregel
 - Batterien
 - Widerstand
 - Kondensator
 - Spulen
 - Ungedämpfte Schwingkreise
 - Gedämpfte Schwingungskreise
 - Low-Pass und High-Pass-Filter
 - Draht
 - Karnaugh-Veitsch Diagramme
 - Transformer
 - Stromnetz
 - Wechsel- vs. Gleichstrom
 - Drehstrom
 - Gefahr durch Strom
- Termische Strahlung
 - Formeln
 - Sichtbares Licht
 - Lichtbrechung
 - Totalreflexion
 - Photonen
 - Elektromagnetische Strahlung
 - Emission
 - Schwarzer Strahler
 - Grauer Strahler
 - Wien'sches Verschiebungsgesetz
 - Stefan-Boltzmann Gesetz (Gesamtleistung)
 - Energetische Bilanz eines Strahlers
 - Sonneneinstrahlung
 - Wärmeleitung
- Signale
 - Signalarten
 - Fourierzerlegung

- Töne und Klangfarbe
- Nyquist - Shannon Theorem
- Blip
 - Schnelle Orgeln
- Signal-to-Noise Ratio

Formeln

In dieser Datei werden alle Formeln und Konstanten zusammen gefasst.

Prefix	Exponent
peta	10^{15}
tera	10^{12}
giga	10^9
mega	10^6
kilo	10^3
hecto	10^2
deca	10^1
-	10^0
dezi	10^{-1}
cento	10^{-2}
milli	10^{-3}
micro	10^{-6}
nano	10^{-9}
pico	10^{-12}
femto	10^{-15}

Elektronik

Thema	Formeln	Erklärung
	$I[A]$	Strom
	$U[V]$	Spannung
Wiederstände	$U = R \cdot I$	Formel für Ohm'sche Wiederstände
Wiederstände	$R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$	Formel zum zwei parallele Wiederstände zusammen zu fassen

Thema	Formeln	Erklärung
Kondensator	$CU_c = Q$	Der Zusammenhang zwischen der Spannung U und der Ladung Q
Kondensator	$Q(t) = CU_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$	Wie sich die Ladung Q beim Laden
Kondensator	$U_C(t) = \frac{Q(t)}{C} = U_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$	Wie sich die Spannung U beim Laden verhält
Kondensator	$I(t) = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$	Wie sich der Strom I beim Laden verhält
Kondensator	$\tau = R \cdot C$	Der Kondensator fällt/steigt auf ca $\frac{1}{e} \approx 0.37$ auf/ab in der Zeit τ

Themische Strahlungen

Konstante	Erklärung
$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	Lichtgeschwindigkeit im Vakuum
$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$	Planck'sche Konstante

Formel	Erklärung
$c = \lambda \cdot v$	Dies ist der Zusammenhang zwischen der Wellenlänge λ und der Frequenz v . c ist die Lichtgeschwindigkeit
$E = hv$	Die Energie einer Strahlung mit der Frequenz v . h ist die Plank'sche Konstante
$\rho(v) = 1 - \alpha(v)$	Umrechnungs Formel zwischen Reflektionskoeffizienten (ρ) und Absorptionskoeffizienten (α)

Noch zu lernen

- B-Felder induziert E-Felder
 - In welche Richtung positive E-Felder anziehen oder abstoßen
- Signal-To-Noise-Ratio
- Low und High-Pass-Filter

Chügeli Füsik

Kraft

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Diese Formel nimmt einiges an:

- Bewegung in einer Dimension (keine Vektoren)
- Konstante Beschleunigung ($a = \text{const.}$)

- Start bei $s(0) = 0$
- Anfangsgeschwindigkeit bei

Beschleunigung und co.

Hier sind einige gängige Formeln aufgelistet, welche hilfreich bei Beschleunigung sind. In der obersten Reihe steht, was die Formel ergeben soll. In der ersten Spalte, was sich nicht ändert und somit nicht in der Formel erwähnt wird.

t	s	v	a
t	-	$s = \frac{v^2}{2a}$	$v = \sqrt{2as}$
s	$t = \frac{v}{a}$	-	$a = \frac{v}{t}$
v	$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$	$s = \frac{at^2}{2}$	-
a	$t = \frac{2s}{v}$	$s = \frac{vt}{2}$	$v = \frac{2s}{t}$

Energie

Elektrotechnik

Strom, Spannung und Leistung

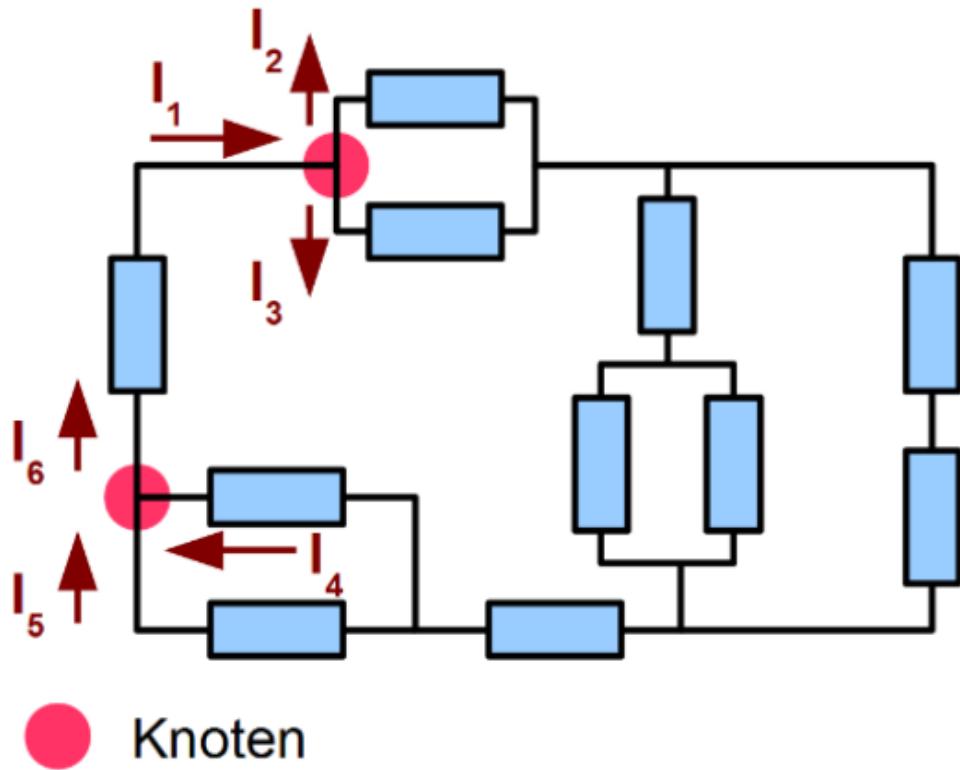
Ampere ist die Einheit des Stromes I und ist Coulomb pro Sekunde [Cs^{-1}].

Die Höhe zwischen zwei Energiepotentialen nennt sich die Spannung U ($U(\vec{r}_A, \vec{r}_B) = \varphi(\vec{r}_A) - \varphi(\vec{r}_B)$).

Spannung kann aber auch über Arbeit definiert werden. Die Spannung zwischen zwei Punkten A und B ist die Energie pro Ladung, welche frei wird, wenn die Ladung von A nach B bewegt wird: $U = \int_{\vec{r}_A}^{\vec{r}_B} \vec{E} d\vec{r}$. Die kinetische Energie, welche eine Ladung q gewinnt, wenn sie eine Spannung U "herunterfällt" beträgt: $\Delta E_{kin} = \int_{\vec{r}_A}^{\vec{r}_B} \vec{q} \cdot \vec{E} d\vec{r} = q \cdot U$

Schaltung

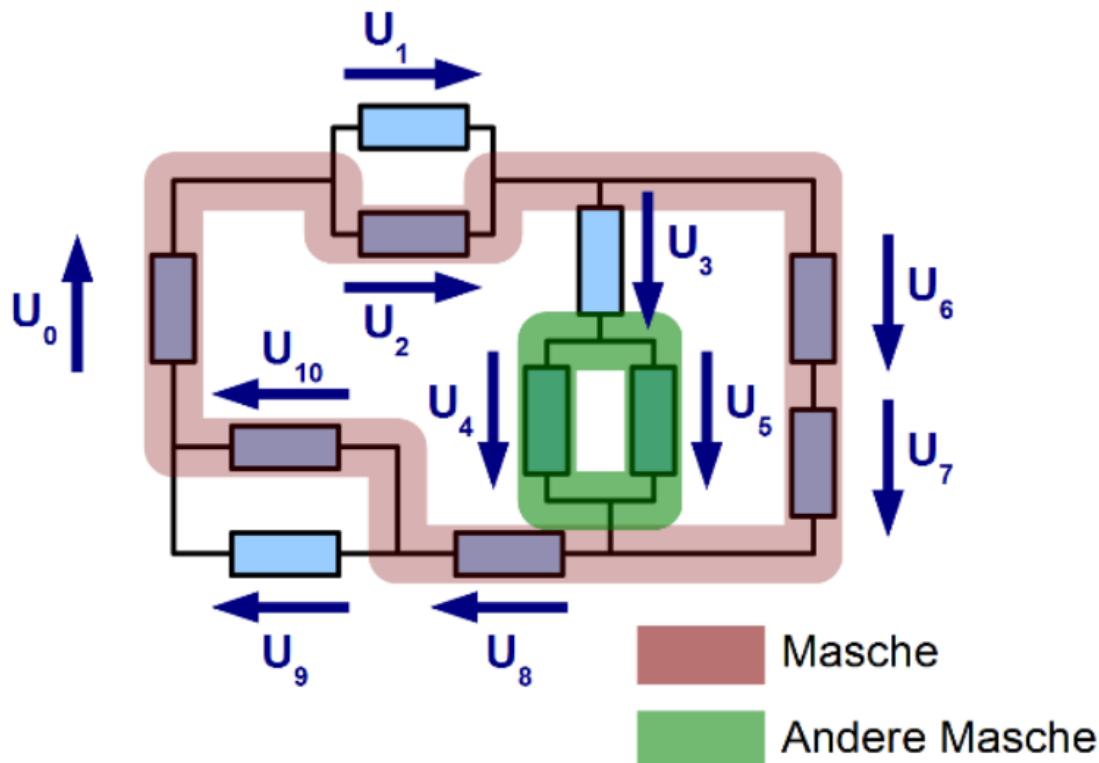
Knotenregel



Die Knotenregel besagt, dass was in einen Knoten hinein geht, muss auch wieder aus dem Knoten hinaus.

$$\text{Oder } I_1 = I_2 + I_3 \text{ bzw. } I_6 = I_5 + I_4$$

Maschenregel

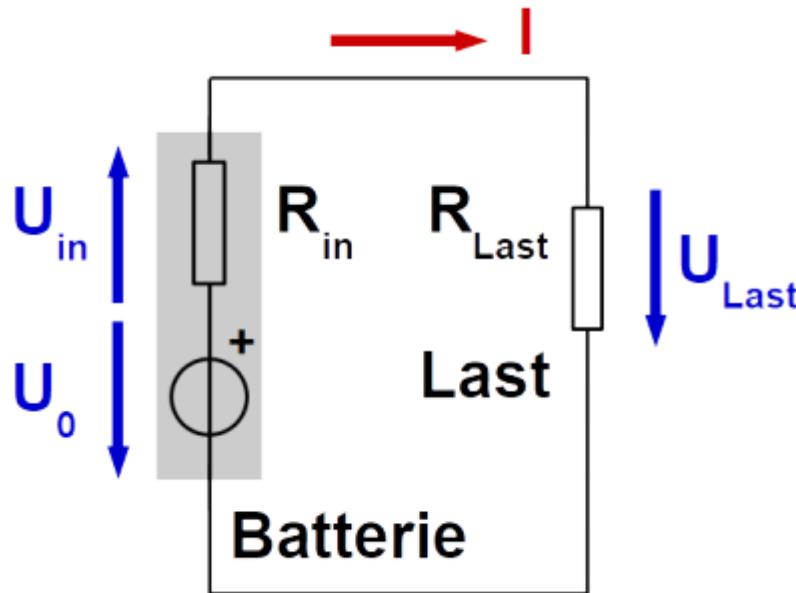


Die Maschenregel besagt, dass alle Spannungen in einer Masche zusammen 0 ergeben müssen.
Man rechnet **plus** wenn es in die Referenzrichtung eines Bauteils geht und **minus**, wenn es gegen die Referenzrichtung geht.

Ebenfalls wichtig zu erwähnt ist, dass eine Batterie in die andere Richtung zeigt, als die anderen Bauteile (Dies ist einwenig komisch im Beispiel oben).

In der grünen Maschen sieht man, wie dies aussehen kann, für eine Masche, welche nicht über die Batterie geht: $U_4 - U_5 = 0$

Batterien



Reale Batterien haben einen Innenwiderstand, welcher in Serie mit der Batterie geschalten ist. Dass heisst, dass die realte Spanung einer Batterie kleiner als U_0 ist, da U_{in} abgezogen werden muss.

Widerstand

Ein Widerstand folgt dem Ohm'sche Gesetz. Dass heisst, ein Widerstand kann mit $U = R \cdot I$ berechnet werden.

Da für die Leistung gilt $P = U \cdot I$, kann in diese Formel das Ohm'sche Gesetz eingesetzt werden, um die Formel $P = \frac{U^2}{R} = I^2 R$ zu bekommen.

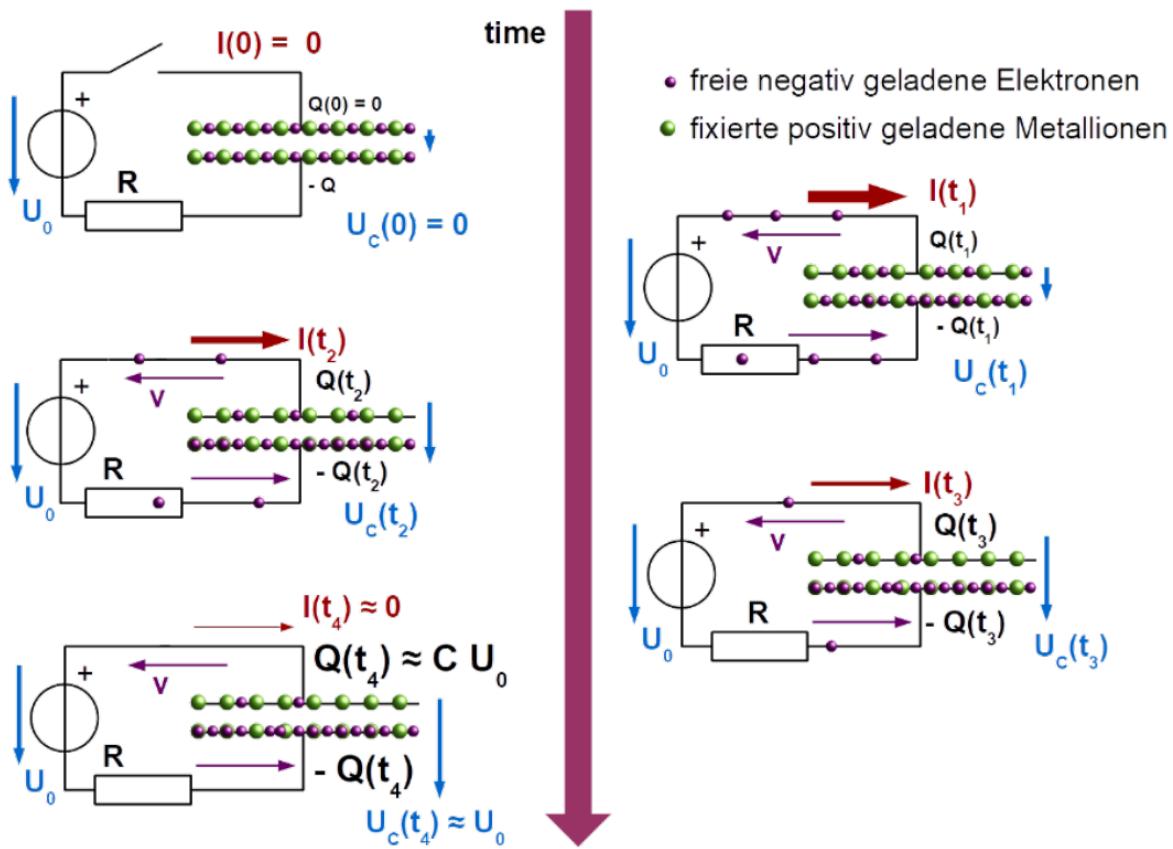
Wegen der Knoten und Maschenregeln verhalten sich Widerstände (wie auch andere Bauteile) anderst, jenach dem, ob sie Parallel oder Serial angeschlossen sind.

Name	Erklärung	Bild
Parallel geschaltet	In einer Parallelschaltung müssen Widerstände folgendermassen zusammen gefasst werden: $R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$	
Serial geschaltet	In einer Serienschaltung müssen Widerstände folgendermassen zusammengefasst werden: $R_{12} = R_1 + R_2$	

Kondensator

Ein Kondensator (oder Capacitor) kann man sich als Feder vorstellen, welche aus zwei Metallplatten nahe bei einander bestehen. Es wird Strom hinein "gepumpt". Dies wird immer schwerer, je voller der Kondensator wird, bis am Ende der Kondensator voll ist. Das zweite wichtige

an einem Kondensator ist, dass keine Elektronen durch ihn durch fliessen können. Anstelle dessen sammeln sich auf der einen Seite mehr Elektronen an, auf der anderen Seite werden die bereits vorhandenen Elektronen abgesaugt.



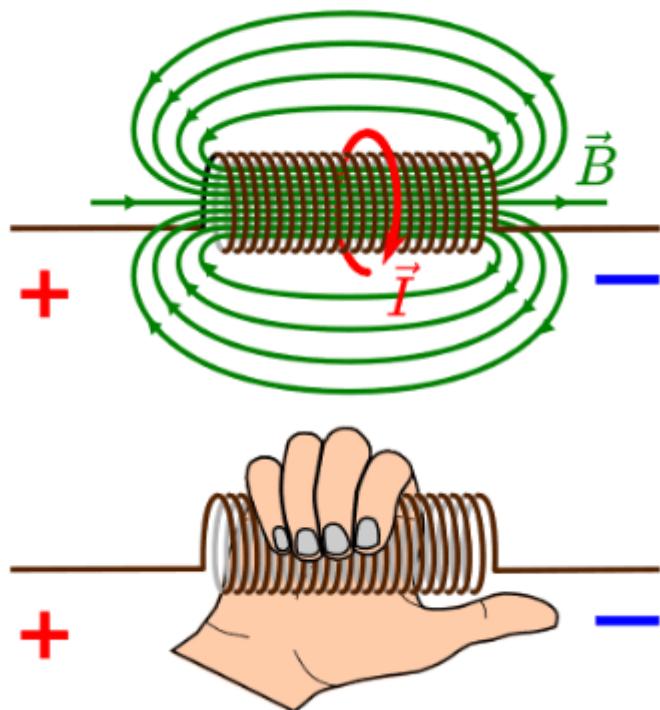
formel	Erklärung
$\frac{dQ}{dt} = I$	Die Veränderungsrate der Ladung, ist der Strom I
$CU_c = Q$	Der Zusammenhang zwischen der Spannung $U[V]$ und der Ladung Q abhängig von der Kapazität $C[F]$ in Farad
$Q(t) = CU_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$	Wie sich die Ladung Q beim Laden
$U_C(t) = \frac{Q(t)}{C} = U_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$	Wie sich die Spannung U beim Laden verhält
$U_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$	Wie sich die Spannung U beim Entladen verhält
$I(t) = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$	Wie sich der Strom I beim Laden verhält
$\tau = R \cdot C$	Die Zeitkonstante τ . Der Strom des Kondensator fällt auf ca $\frac{1}{e} \approx 0.37$ ab in der Zeit τ oder steigt auf $1 - \frac{1}{e} \approx 0.63$ in τ an, wenn der Kondensator geladen wird

Spulen

Wenn durch ein Draht Strom fliesst, entsteht ein Magnetfeld. Dies ist ebenfalls der Fall bei einer Spule. Wenn der Strom hochgefahren wird, dann wird ein Magnetfeld aufgebaut. Dies benötigt aber Energie, was wiederum einen Widerstand erzeugt.

Wenn der Strom abgebaut wird, wird die Energie des Magnetfeldes wieder zurück in die Spannung gespiessen und über der Spule entsteht eine Spannung, welche den Strom antreibt.

Die Richtung des Magnetfeldes findet man heraus, in dem man die **Rechtehand** nimmt und mit dem Daumen in die Richtung des $-$ zeigt, bzw. die Stromrichtung auf dem Schaltungsplan (nicht die physikalische Stromrichtung, die ist in die andere Richtung).

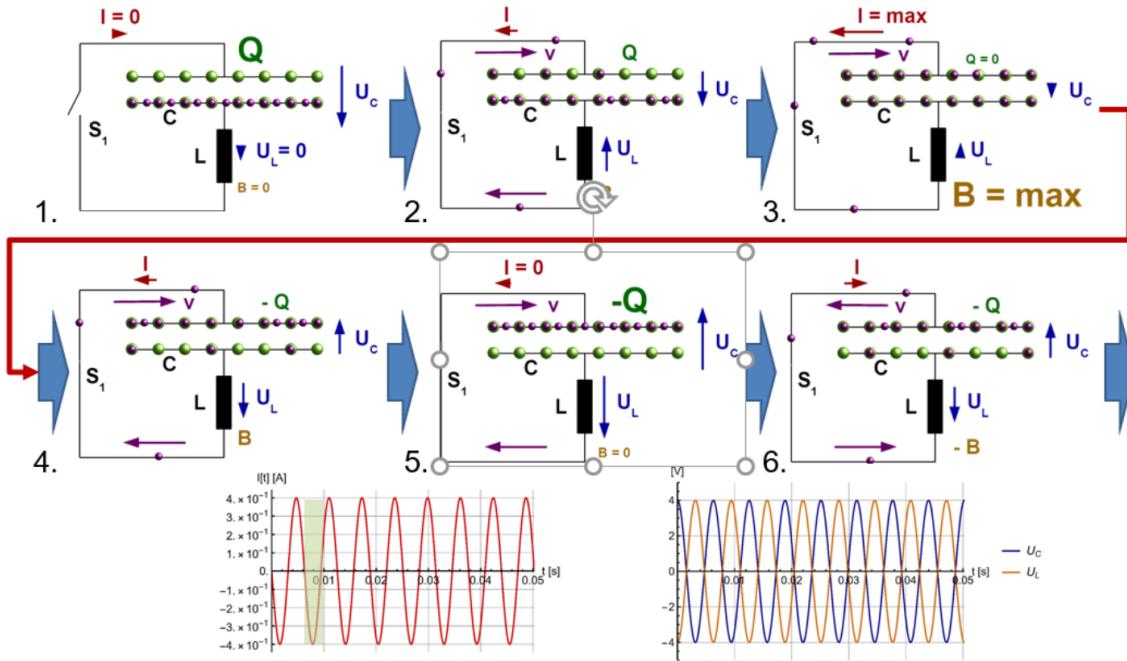


Formel	Erklärung
$U_L = L \frac{dI}{dt}$	Die Veränderungsrate von dem Strom I mit der Konstante $L[\text{Henry}]$ multipliziert, ergibt die Spannung

$$U_L = L \frac{dI}{dt}$$

Die Veränderungsrate von dem Strom I mit der Konstante $L[\text{Henry}]$ multipliziert, ergibt die Spannung

Ungedämpfte Schwingkreise

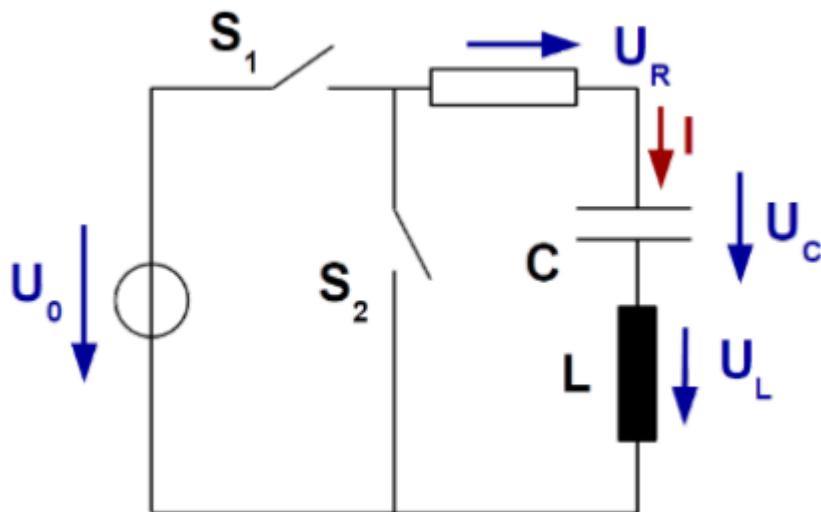


In einem Schwingungskreis, schwingen die Elektronen zwischen den zwei Platten des Kondensators hin und her. Dies kann man in die folgende Schritte unterteilen:

- Der Kondensator ist geladen und es herrscht eine Spannung U_0 über dem Kondensator. Der Schalter ist aber noch offen.
- Der Schalter s_1 wurde geschlossen und der Strom fliesst. Wegen dem Maschensatz muss $U_C = U_L$ sein. Da die Spannung U_C wächst, muss auch der Strom I wachsen und somit ein Magnetfeld über L entstehen.
- Der Strom I und somit auch das Magnetfeld B sind maximal. Irgendwann wird der Kondensator leer sein (Auf beiden Seiten der Platte sind gleich viele Elektronen) und U_L und U_C sind 0. Somit gilt auch $I = 0$.
- Da nun der Strom in der Spule freigesetzt wird, lädt sich der Kondensator wieder auf (allerdings mit einem anderen Vorzeichen) und so entsteht wieder eine Spannung U_C über dem Kondensator.
- So bald die Spule "leer" ist, wechselt die Stromrichtung wieder
- Der Zyklus wiederholt sich nun wieder

Formel	Erklärung
$Q(t) = CU_0 \cdot \cos(\frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot t)$	Die Ladung Q eines Schwingungskreises
$I(t) = -\sqrt{\frac{C}{L}} \cdot U_0 \cdot \sin(\frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot t)$	Der Strom I eines Schwingungskreises
$U_L(t) = -\frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot U_0 \cdot \cos(\frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot t)$	Die Spannung U_L eines Schwingungskreises
$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	Die Frequenz f , mit welcher der Schwingungskreis schwingt
$T = 2\pi\sqrt{LC}$	Die Periodendauer T , welche eine Schwingung des Schwingungskreis benötigt

Gedämpfte Schwingungskreise



Der Strom im Schwingungskreis wird schwächer, wenn $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ (oder wenn $\frac{R^2}{4L^2} > \frac{1}{LC}$ ist) Wenn dies gegeben ist, dann ist es ein gedämpfter Schwingungskreis.

Formel	Erklärung
$Q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \cos(\omega_d t - \phi_0)$	Die Ladung des Schwingungskreis 1
$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$	Die (Kreis-)frequenz ω_d
$T = \frac{1}{f}$	
$\tau = \frac{2L}{R}$	Die Zeitkonstante τ der Dämpfung. Der Strom des Kondensator fällt/steigt auf ca $\frac{1}{e} \approx 0.37\%$ auf/ab in der Zeit τ

$Q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \cos(\omega_d t - \phi_0)$

Die Ladung des Schwingungskreis 1

$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$

Die (Kreis-)frequenz ω_d

$T = \frac{1}{f}$

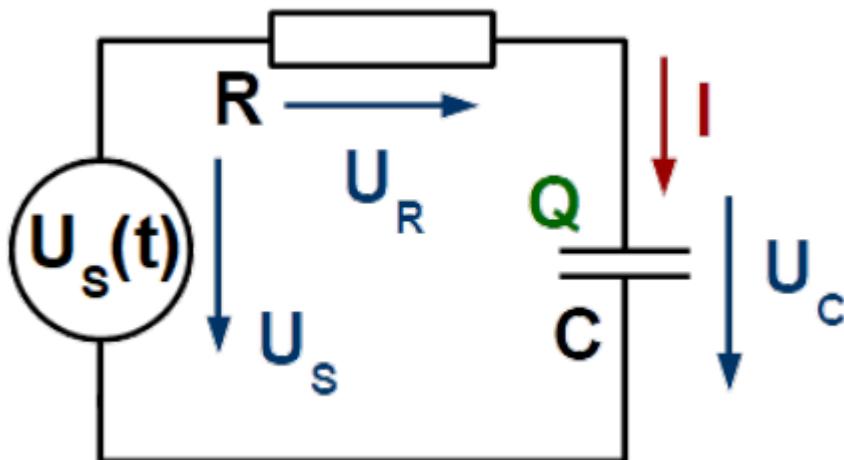
$\tau = \frac{2L}{R}$

Die Zeitkonstante τ der Dämpfung. Der Strom des Kondensator fällt/steigt auf ca $\frac{1}{e} \approx 0.37\%$ auf/ab in der Zeit τ

Low-Pass und High-Pass-Filter

Bei einem Low-Pass-Filter werden die tiefen Frequenzen durchgelassen und die Hohen weggefiltert.

Bei einem High-Pass-Filter ist es umgekehrt und die hohen Frequenzen werden durch gelassen und die tiefen weggefiltert.



Über dem Widerstand misst man ein Signal, bei welchem die tiefen Frequenzen gedämpft wurden und die hohen Frequenzen fast unverändert. Dies wäre ein High-Pass-Filter.

Hingegen über dem Kondensator misst werden die hohen Frequenzen gedämpft und die tiefen durchgelassen, was ein Low-Pass-Filter ist.

Draht

Der Widerstand in einem Kabel ist ungefähr: $R = \rho \frac{L}{A}$, wobei ρ den **spezifischen Widerstand** mit der Einheit [$mm^2 m^{-1} \Omega$]. L ist die Länge in [m] und A ist die Querschnittsfläche in [mm^2].

Karnaugh-Veitsch Diagramme

Ein KV-Diagramm kann praktisch sein, um eine Wahrheitstabelle mit vier Inputs in eine Schaltung zu verwandeln.

Dafür wird zuerst die Wahrheitstabelle in das folgende Raster einführt. Dabei ist oben, bzw. auf der linken Seite das erste Bit und auf der unteren/rechten Seite das linke Bit. Das Feld oben rechts stellt also für den Wert aus der Wahrheitstabelle $A=1, B=0, C=0, D=0$.

		A'		A			
		00	01	11	10		
C'	00					D'	
	01					D	
C	11					D'	
	10					D'	
		B'	B	B	B'		

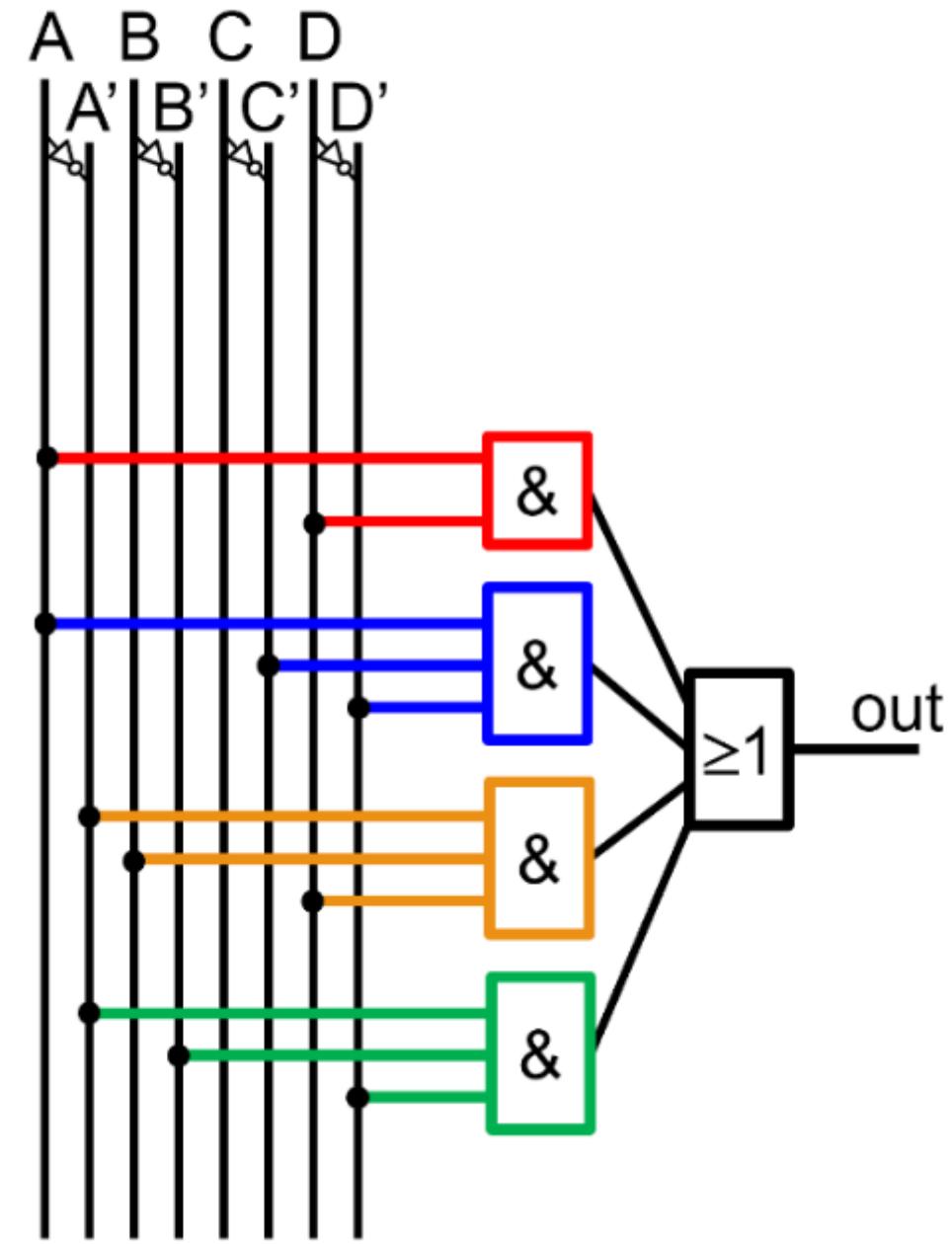
Wenn dies getan ist, versucht man Blöcke mit Einsen zu finden. Die Blöcke können 1, 2, 4, 8 oder 16 lang und/oder breit sein. Falls es egal ist, ob ein Input **0** oder **1** ist, kann er so betrachtet werden, dass es schönere Blöcke gibt. Ebenfalls wichtig, ein Block darf über die Kante hinausgehen.

		A'		A		
		00	01	11	10	
C'	00	1	0	1	1	D'
	01	0	1	1	1	D
C	11	0	1	1	1	D
	10	1	0	0	0	D'
		B'	B	B	B'	

Im letzten Schritt wird nun aus den Blöcken Und-Schaltungen gebaut. Dabei müssen zwei Dinge beachtet werden:

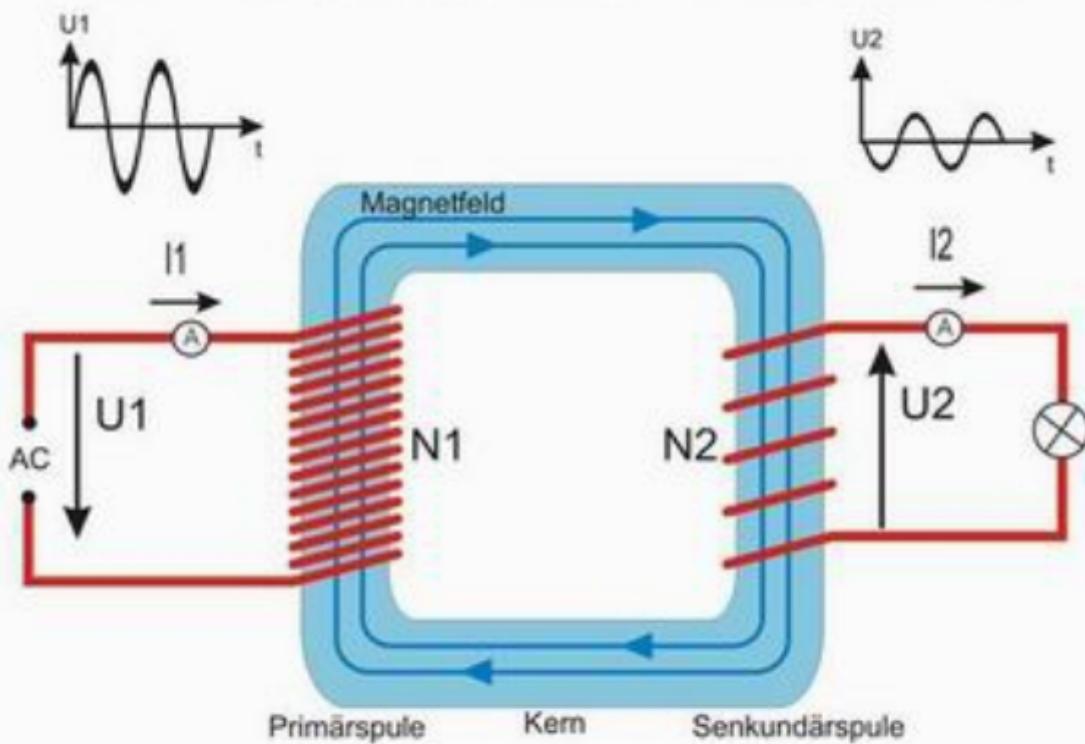
1. Wenn ein Block über den not und "normalen" Block geht (z.B. A und not-A), dann muss das And-Gate keine Verbindung zu diesem Input haben, da es in beiden Fällen true ist.
2. Wenn ein Block nur über ein Block geht (z.B. nur über den A oder nur den not-A Block), dann muss das And-Gate mit diesem Input verbunden sein.

Hier sieht man noch das Beispiel für die oberigen Blöcke.



Transformer

Der Transformator mit Eisenkern:



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

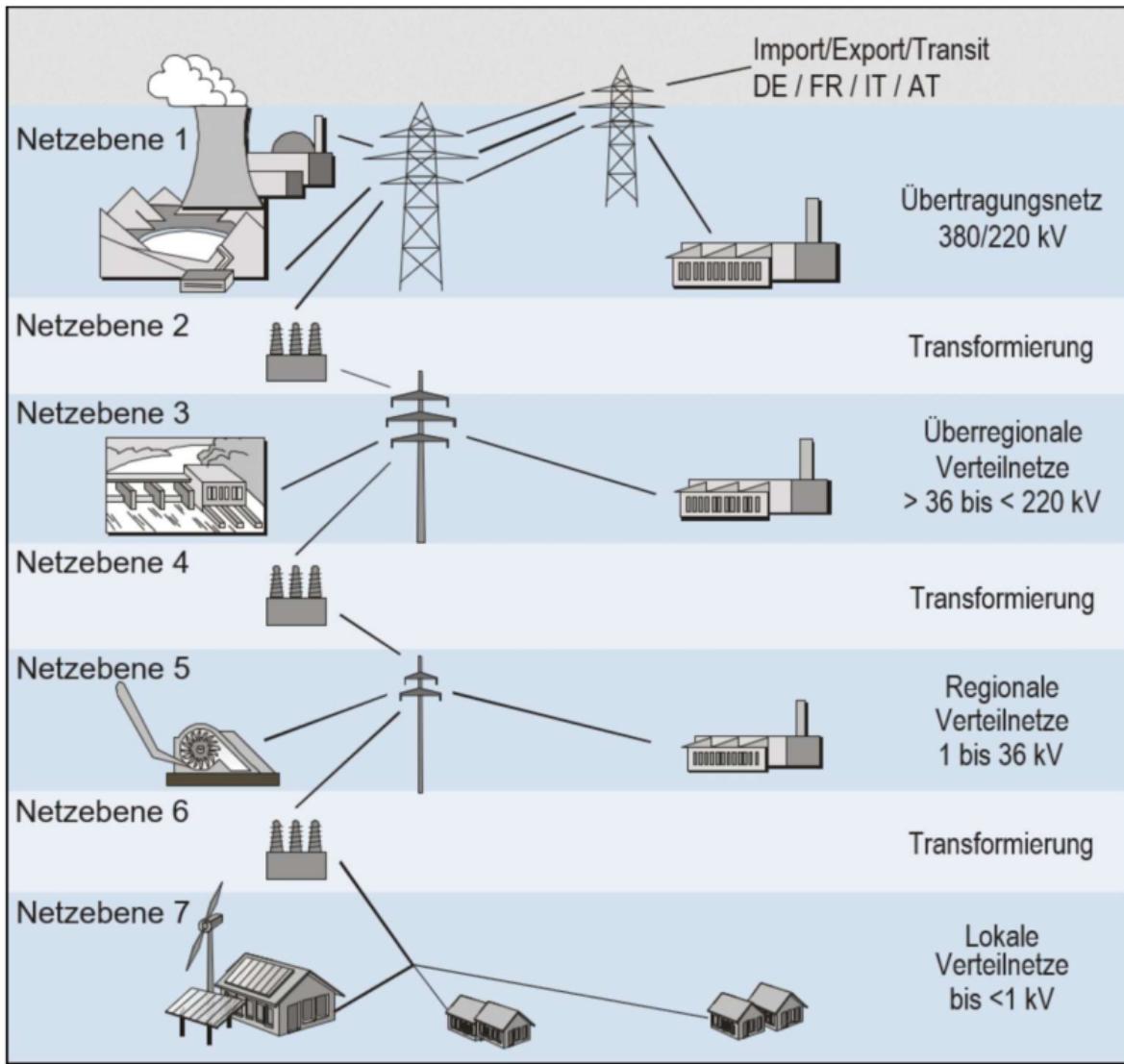
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Stromnetz

In unserem Stromnetz werden mehrere Spannungen genutzt. Zum einen möchte man hohe Spannungen fürs Transportieren von Strom benutzt, da dies um einiges effizienter ist. Allerdings ist es zu gefährlich Hochspannung direkt im Haus zu gebrauchen. Daher hat man vier Netzebenen, welche mit Transformatoren gekoppelt sind.

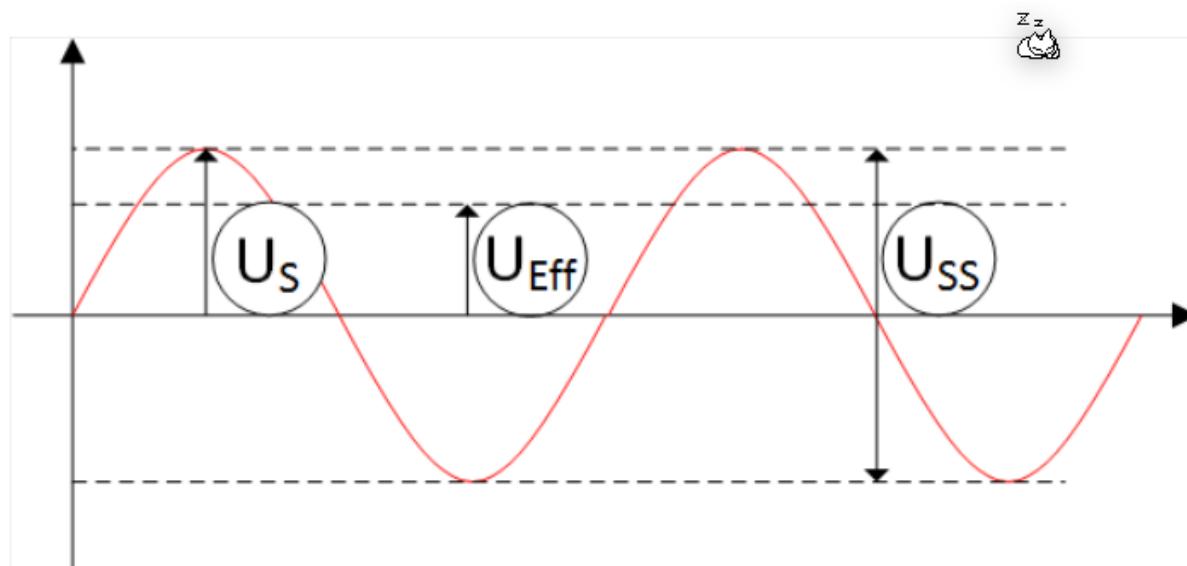
- 1 Ebene - **Höchstspannungsebene**: 380kV, bzw. 220 kV aus dem Kraftwerk oder vom Ausland
- 3 Ebene - **Hochspannungsebene**: 36kV - 150kV: Überregionale Verteilungsnetze
- 5 Ebene - **Mittelspannungsebene**: 1kV - 36kV: Regionale Verteilungsnetze
- 7 Ebene - **Niederspannungsebene**: < 1kV: Lokale Verteilungsnetze

Die Ebenen 2, 4 und 6 sind die Transformatorenebenen. Auf diesen Ebenen wird der Strom auf die nächst tiefere oder höhere Ebene transformiert.



Wechsel- vs. Gleichstrom

Man hat sich in der Vergangenheit auf Wechselstrom geeinigt, weil es relativ einfach ist, Wechselstrom zu transformieren. Heute ist dies aber auch mit Gleichstrom möglich. Gleichstrom erzeugt weniger Verluste, wenn transportiert auf lange Strecken, als Wechselstrom, da Wechselstrom nah an der Kabeloberfläche fließt und daher ein stärkeres Magnetfeld erzeugt.

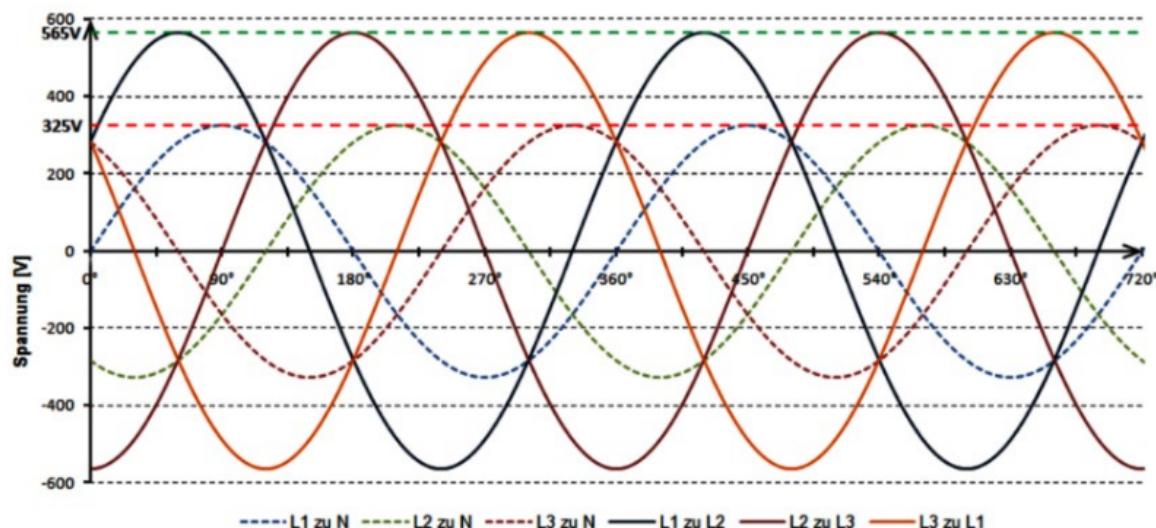
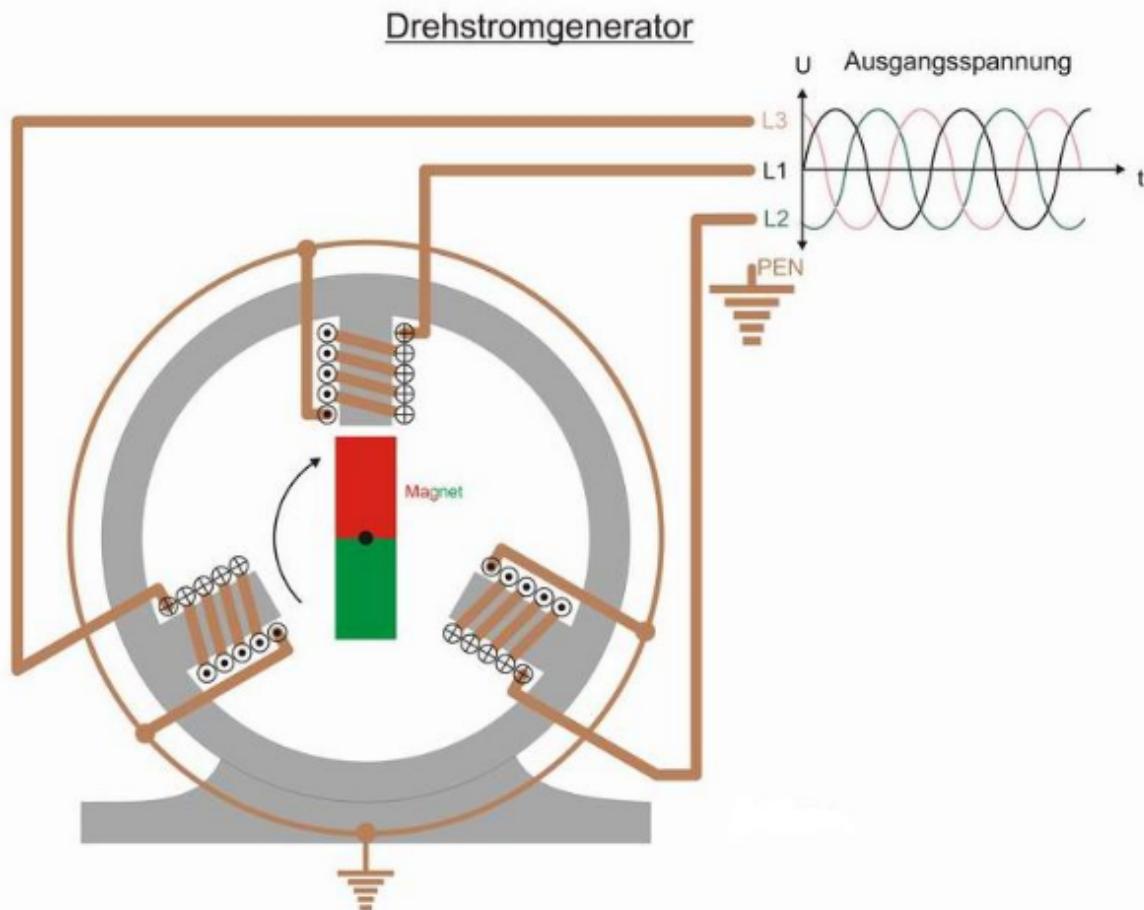


Der U_{Eff} kann mit der folgender Formel berechnet werden: $U_{Eff} = \frac{U_s}{\sqrt{2}}$. Dies berechnet den quadratischen Mittelwert einer Wechselspannung.

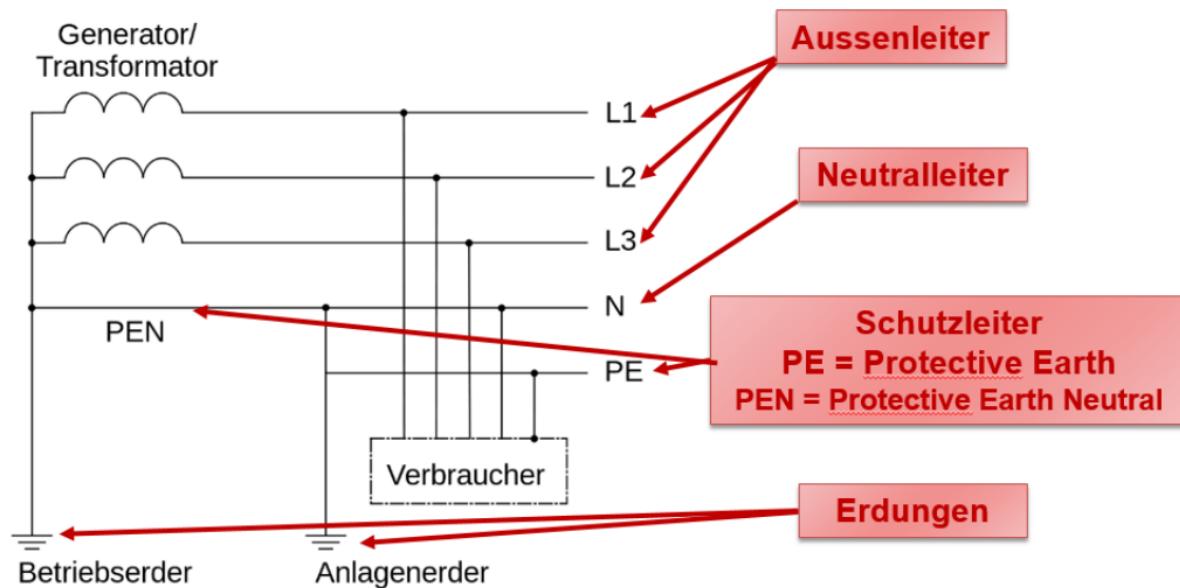
Der Sinus kann mit der folgenden Formel angegebene werden: $f(t) = U_{Eff} \cos(\omega \cdot t) = U_{Eff} \cos(f \cdot 2\pi \cdot t)$

Drehstrom

(Siehe Script_GED_Lect_3_4.pdf)



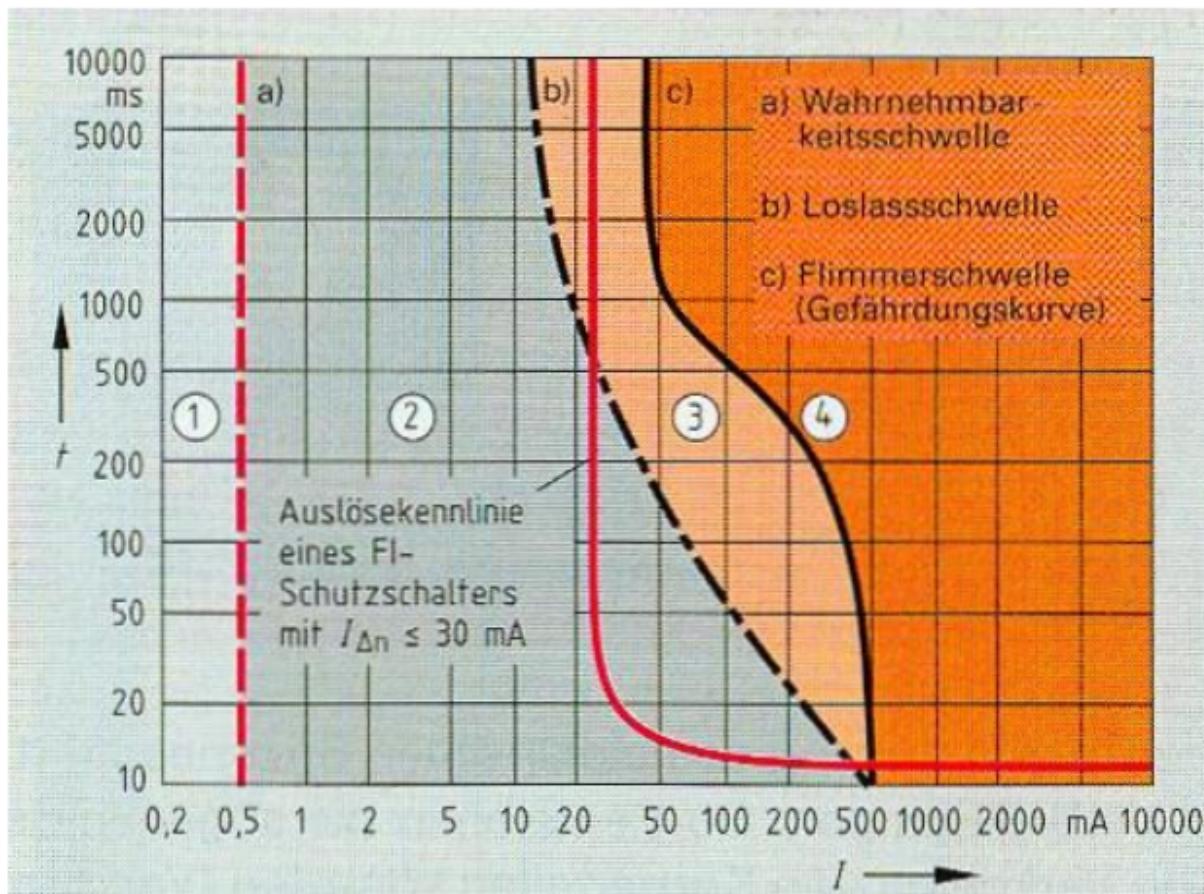
Drehstrom ist praktisch für Motoren, da es keine "Totenpunkte" gibt, an dem ein Magnet stoppen könnte. Zudem sind alle Häuser in der Schweiz an einem Drehstrom angeschlossen.



Auf den Aussenleiter wird der Strom "transportiert" und stehen gegenüber der Erde unter einer Spannung von 230V.

Der Neutralleiter ist der "Ausgang" für die Elektronen, welche über die Aussenleiter hinein gepumpt werden.

Gefahr durch Strom



Wie gefährlich Strom ist hängt von der Stromstärke und der Dauer ab.

Gefahrebereiche:

1. Wird nicht wahrgenommen, da der Strom zu klein ist
2. Kribbeln, Krämpfe, aber keine bleibenden Schäden
3. Stromquelle kann wegen Muskulkrampf nicht mehr losgelassen werden (bei Gleichstrom)
4. Tödlich, wegen z.B. Herzkammerflimmern

Termische Strahlung

Wichtig: Alle Temperaturen sind in Kelvin.

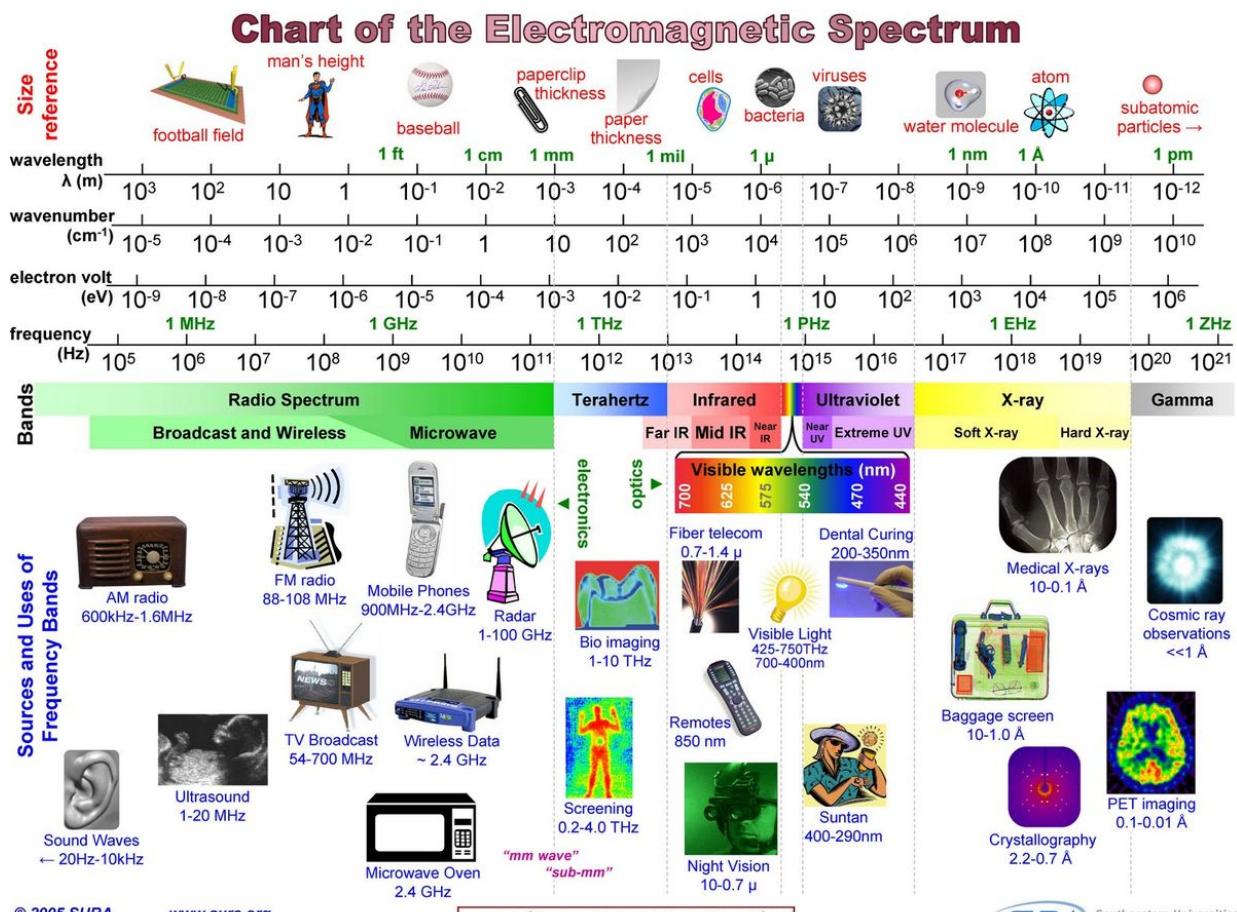
Um von Celsius zu Kelvin zu konvertieren: $T_{\text{kelvin}} = T_{\text{celsius}} + 273.15$

Formeln

Formel Erklärung

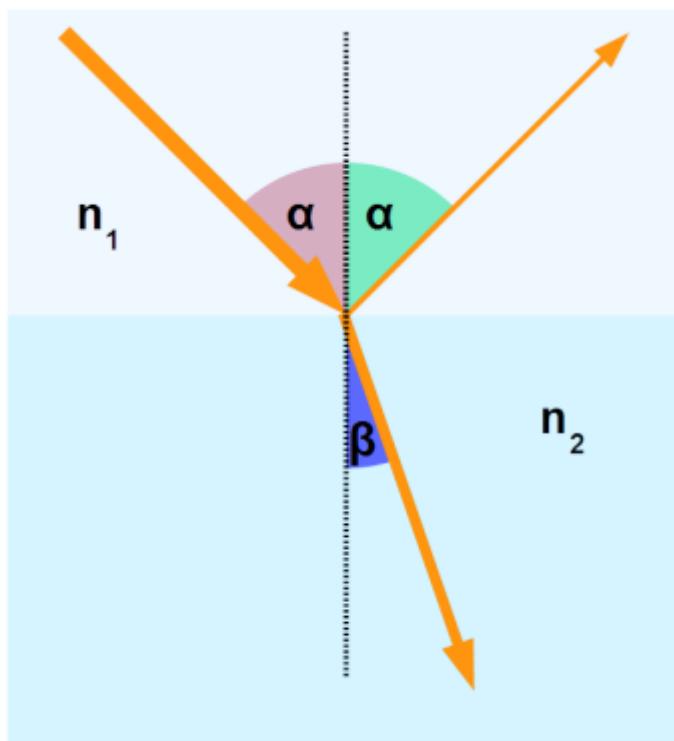
E

Sichtbares Licht



Sichtbares Licht:

Lichtbrechung

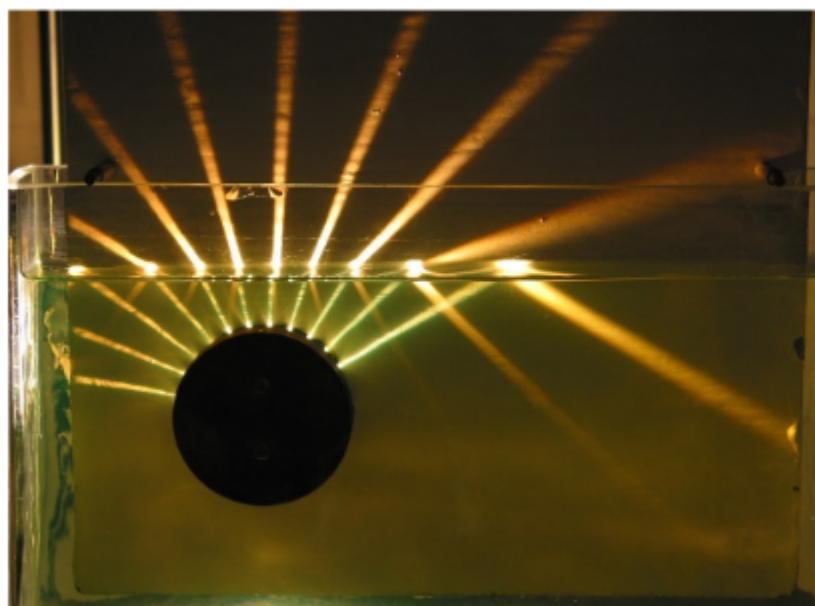


$$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Dabei stellt c die Lichtgeschwindigkeit im jeweiligen Material dar und n der Brechungsindex.

Totalreflexion

Wenn ein Lichtstrahl genug flach auf die "Bruchkante" (z.B. die Wasseroberfläche) kommt. In diesem Fall wird alles zurück reflektiert. Für die Formel heißt das, dass $\alpha \geq 90^\circ$ oder $\beta \geq 90^\circ$



Photonen

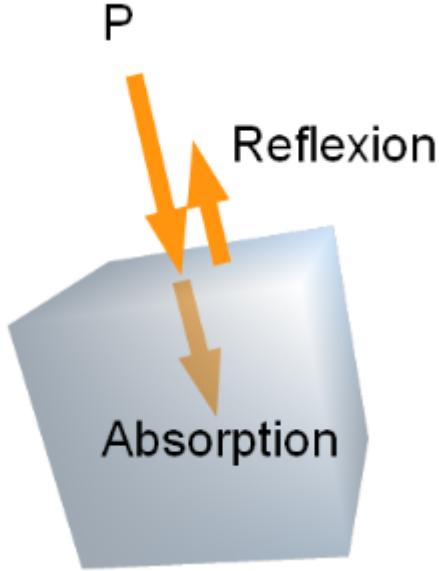
Jedem Photon wird eine Wellenlänge, bzw eine Frequenz zugeordnet: $E = h\nu$, dabei ist die Planck'sche Konstante $h = 6.626 \cdot 10^{-34} [Js]$ und E die Energie des Photons.

Elektromagnetische Strahlung

Eine Elektromagnetische Strahlung besteht aus einer Welle mit einer Wellenlänge λ und einer Frequenz ν .

Die Formel $c = \lambda \cdot \nu$ zeigt den Zusammenhang zwischen λ und ν . c ist dabei die Lichtgeschwindigkeit ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

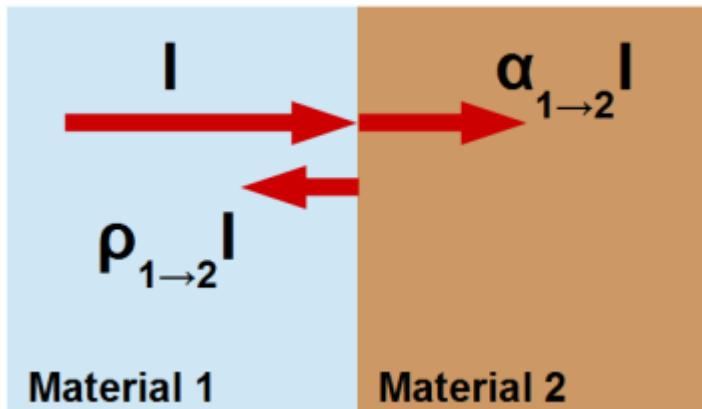
Die Energie einer Strahlung kann mit $E = h\nu$ errechnet werden. h ist dabei die Planck'sche Konstante ($h = 6.626 \cdot 10^{-34}$)



Der Absorptionskoeffizient beschreibt, wie viel der Frequenzen ein Körper absorbiert. **1** heisst, dass alles absorbiert wird, **0**, dass nichts absorbiert wird.

Der Gegenpol, der Reflexionskoeffizient, beschreibt, wie viel der Frequenzen reflektiert werden und kann mit der folgenden Formel umgerechnet werden: $\rho = 1 - \alpha$

Oft sind diese Koeffizienten abhängig von der Frequenz (also $\alpha(\nu)$ und $\rho(\nu)$). Ein blaues T-Shirt würde die "blauen Frequenzen" reflektieren und die anderen absorbieren.



Bei einem **schwarzen Strahler** kann bewiesen werden, dass es keinen Unterschied gibt, ob die Strahlung vom Material 1 ins Material 2 oder umgekehrt geht.

$$\alpha_{1 \rightarrow 2} = \alpha_{2 \rightarrow 1}$$

Emission

Wenn eine Strahle von einem "dünnem" Material, wie Luft, aufgenommen wird, wird von Emission von Strahlung gesprochen und anstatt dem Absorptionskoeffizienten, wird der Emissionskoeffizienten ε verwendet (es gilt also: $\alpha_{2 \rightarrow 1} = \varepsilon_{2 \rightarrow 1}$)

Schwarzer Strahler

Ein Körper mit dem Reflexionskoeffizient $\rho = 0$ und Absorptionskoeffizienten von $\alpha = 1$ wird **schwarzer Strahler** genannt. Ein schwarzer Block kann als Schwarzerstrahler angenähert werden (er reflektiert trotzdem noch ein wenig Licht), aber auch die **Sonne**, da diese **keine Frequenzen und somit auch Licht reflektiert**.

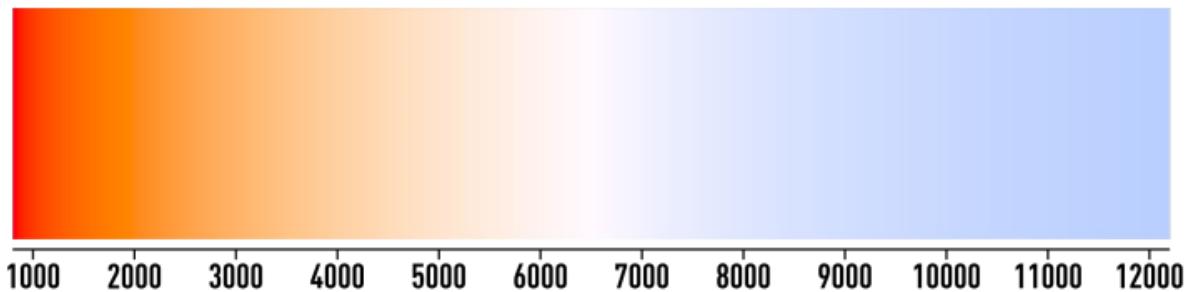
Grauer Strahler

Ein grauer Strahler ist ein Körper, welcher in gewissen Wellenbereichen nicht so stark strahlen, wie ein schwarzer Strahler. Dass heisst, dass der Emissionskoeffizient ε nicht unbedingt 1 muss sein.

Wien'sches Verschiebungsgesetz

Mit $\lambda_{max} = \frac{b}{T}$ kann man die Temperatur **in Kelvin** zu der maximalen Wellenlänge umrechnen.

Mit dieser Formel kann man auch die Lichtfarbe, welche in Kelvin angegeben wird, erklären.



Stefan-Boltzmann Gesetzt (Gesamtleistung)

Um die Gesamtleistung eines Strahlendenkörpers zu berechnen kann man die folgende Formel benützen: $P_{rad} = \sigma AT^4$ Dabei ist $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} [Wm^{-2}K^{-4}]$, A die Oberfläche des Körpers und T die Temperatur des Körpers.

Energetische Bilanz eines Strahlers

Die Energiebilanz sagt aus, ob Energie vom Körper aufgenommen wird und er daher wärmer wird oder ob mehr Energie abgegeben wird und er daher kälter wird. Dies kann mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$I = -\frac{dE}{dt} = \sigma\varepsilon A(T^4 - T_{env}^4)$$

Dabei ist $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$, ε den Emissionskoeffizienten, A die Oberfläche des Körpers, T die Temperatur des Körpers und T_{env} die Umgebungstemperatur.

Bei einem grauen Strahler kann $\varepsilon = 1$ sein.

Wie man an den Formeln mit den Temperaturen erkennen kann, wird die Temperatur hoch 4 gerechnet. Dies führt bei einer 16-facher Vergrößerung, wenn die Temperatur verdoppelt wird.

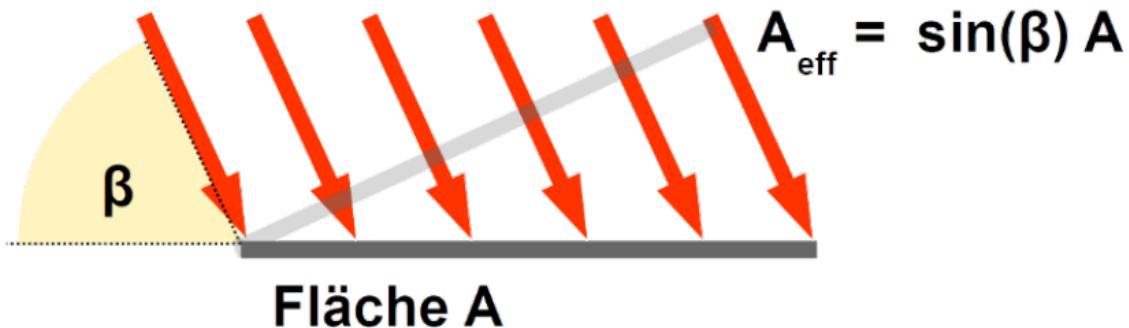
Ein ähnliches Phänomen gibt es, wenn die Länge eines Körpers verdoppelt werden, wird die Fläche vervierfacht und das Volumen verachtigt.

Sonneneinstrahlung

Um zu berechnen, wie viel Energie die Sonne auf die Erde strahlt, kann folgende Formel gebraucht werden:

$$I = \sin(\beta) A j$$

Dabei ist β der Einstrahls-Winkel der Sonne, A die Fläche, wo für man die Energie I berechnen möchte und j der Faktor der Sonneneinstrahlung.



Wärmeleitung

$$I = -A h_{X,Y} (T_X - T_Y)$$

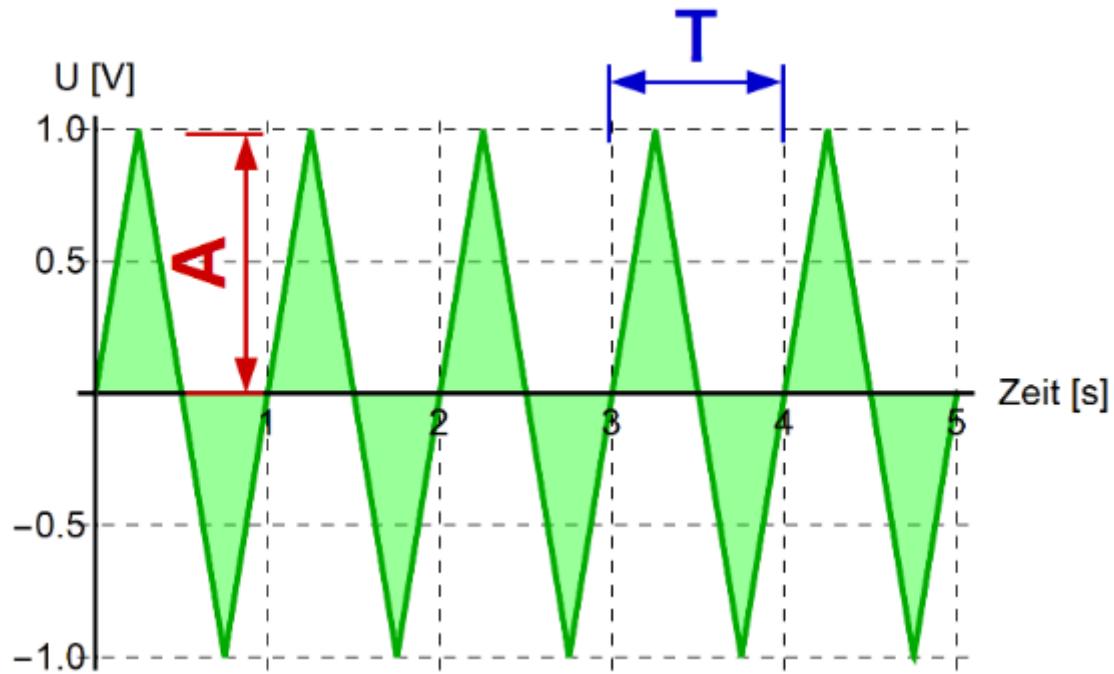
Mit dieser Formel kann der Wärmestrom (Energie pro Zeit) berechnet werden, welcher von einem Objekt X mit der Temperatur T_X zu einem Objekt Y mit der Temperatur T_Y fließt. A ist dabei die Berührungsfläche der zwei Objekte und $h_{X,Y}$ ist der Wärmeübertragungskoeffizient.

Signale

Signalarten

Name	Bild
Sinussignal	
Rechtecksignal	
Sägezahnsignal	
Dreieckssignal	

Eine Welle wird hauptsächlich durch ihre Amplitude A , Periode T , Frequenz v und Phasenverschiebung φ definiert. Mit $T = \frac{1}{v}$ kann man von der Frequenz v zur Periode T umwandeln.



Ein Sinussignal kann in ein Cosinussignal und umgekehrt folgendermassen umgewandelt werden:

$$\sin(a - \frac{\pi}{2}) = \cos(a)$$

$$\cos(a + \frac{\pi}{2}) = \sin(a)$$

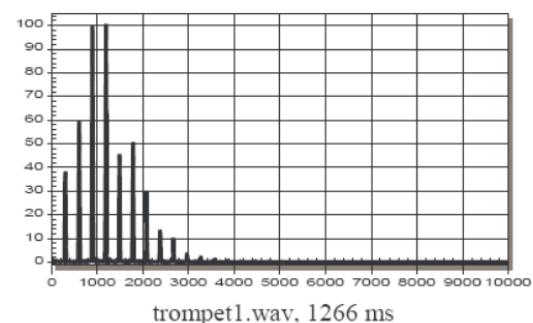
Fourierzerlegung

Man kann jede Funktion in eine Summe von Cosinusen oder Sinusen zerlegen

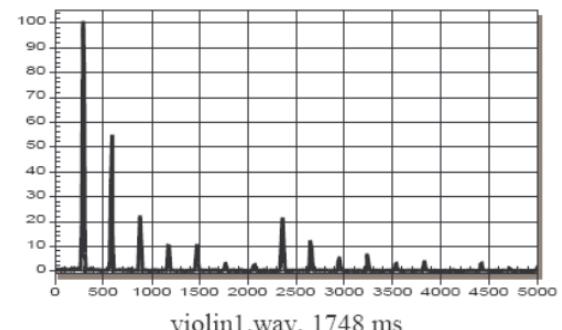
Töne und Klangfarbe

Neben eines Grundtones produziert ein Instrument auch noch Obertöne. Als Daumenregeln: **Je mehr Obertöne, desto schärfer tönt ein Instrument.**

Trompete

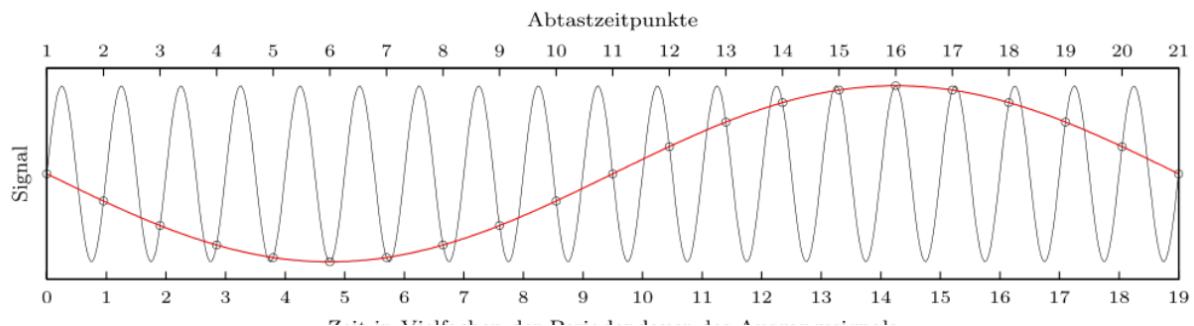


Violine



Nyquist - Shannon Theorem

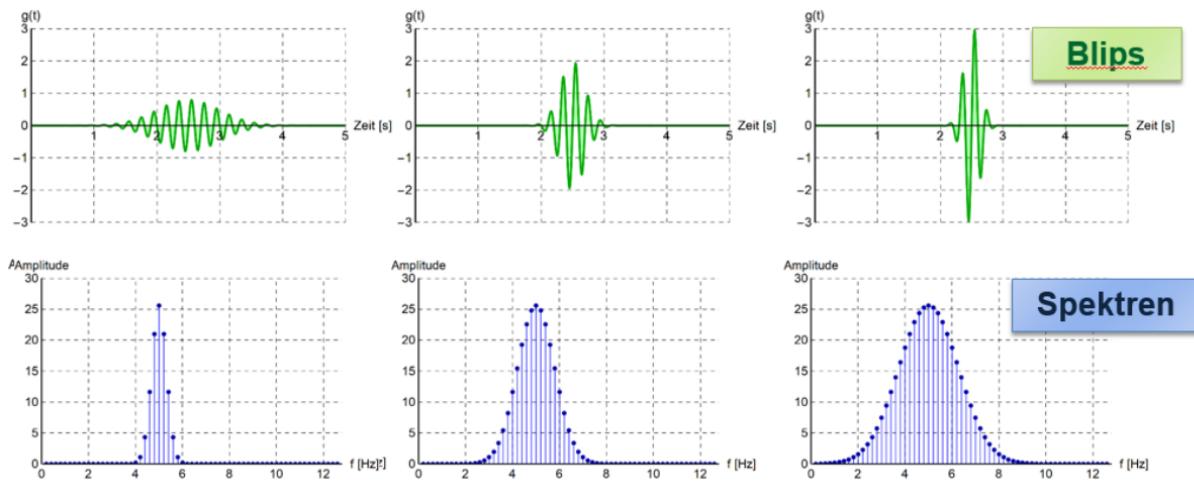
Es müssen doppelt so viele Messpunkte existieren, wie die maximale Frequenz: $f_{measure} > 2 \cdot f_{max}$. Wenn dies nicht gegeben ist, tritt **Aliasing** auf und es werden falsche Frequenzen gespeichert.



Für die tiefste Frequenz gilt, dass das Intervall T zwischen den Messpunkten : $T > \frac{1}{f_{min}}$

Blip

Ein Blip ist ein kurzes Signal. Dabei gilt, je kürzer der Blip, desto mehr Frequenzen gibt es um die Hauptfrequenz v_0

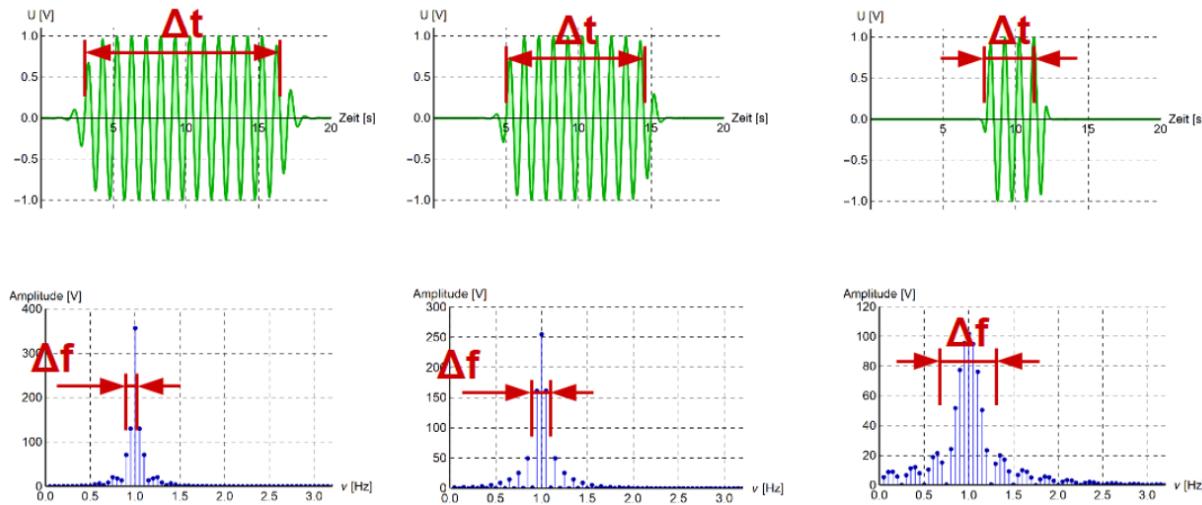


Ein zweites Prinzip, das ähnlich funktioniert: Je steiler eine Flanke eines Signales, desto mehr Frequenzen werden benötigt, um die Flanke darzustellen.

Schnelle Orgeln

Damit ein Ton als harmonisch empfunden wird, muss eine Frequenz dominiert. Bei einem Blip ist dies allerdings nicht unbedingt gegeben. Ebenfalls gilt, je höher ein Ton, desto kürzer kann er sein, dass trotzdem noch eine Frequenz dominiert und der Ton harmonisch klingt.

Aus diesem Grund kann eine Picolo schnell spielen und eine tiefe Orgel nicht.



Mathematisch kann diese Relation folgendermassen ausgedrückt werden:

$$\frac{\Delta f \cdot \Delta t}{2} \sim 1$$

Signal-to-Noise Ratio

$$A_{noise} = ?$$

$$SNR = \frac{P_{signal}}{P_{noise}} = \frac{I_{signal}}{I_{noise}} = \frac{A_{signal}^2}{A_{noise}^2}$$

Dabei bezeichnet P die Leistung, I die Intensität und A die Amplitude.

