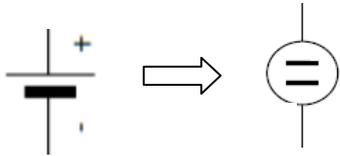
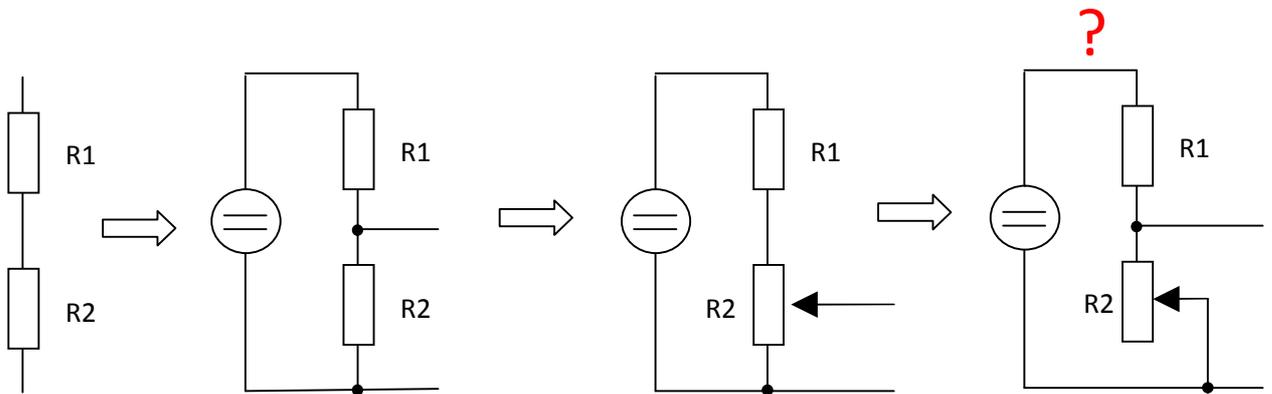


Allgemeine Darstellung einer **Spannungsquelle**: hier z.B. Gleichspannungsquelle

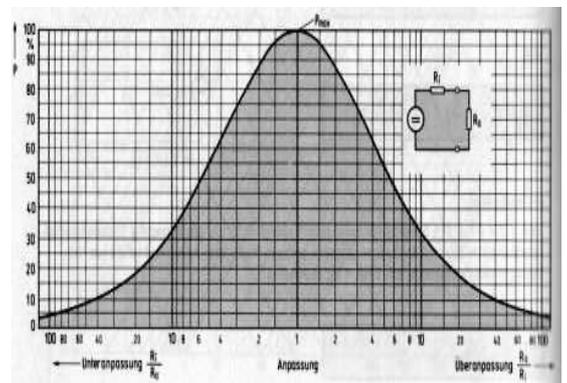
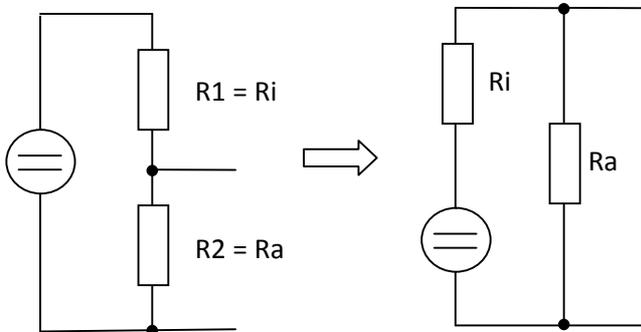


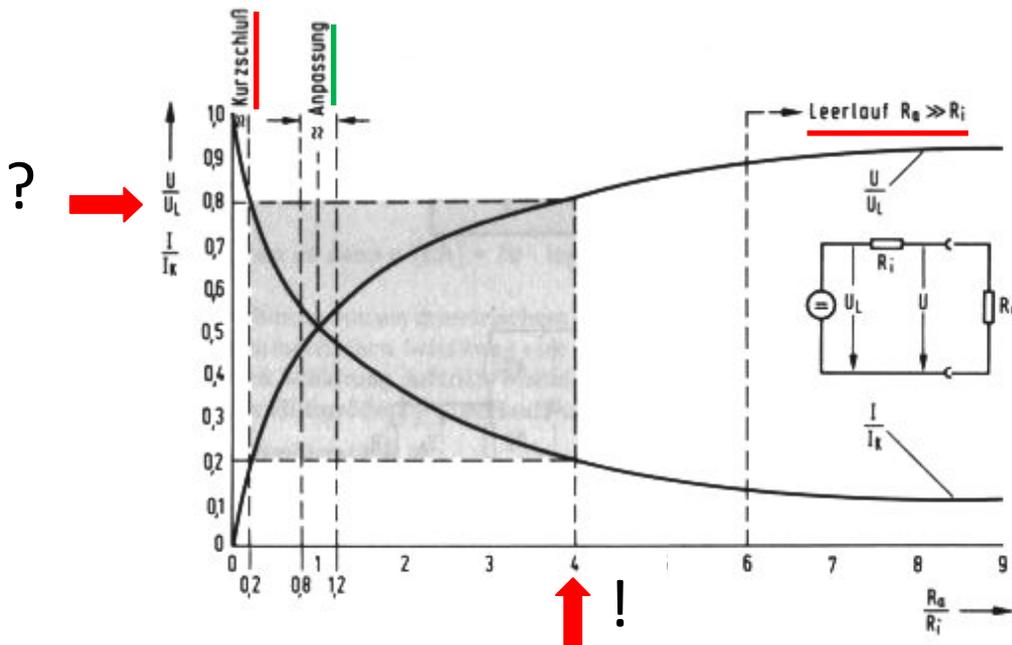
Spannungsteiler:

Die abgenommene Spannung ist dem Widerstandsverhältnis proportional. In der letzten Schaltung (?) wird der Widerstand verändert und damit die Belastung der Spannungsquelle verändert.



Leistungs-Anpassung:





$$\frac{R_i}{R_a} = \frac{U_L - U}{U}; \quad R_i = R_a \times \frac{(U_L - U)}{U} \quad R_i = R_a \times \left(\frac{U_L}{U} - 1 \right); \quad R_i = R_a \times \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) = \frac{R_a}{4}$$

Beispiel:

Neue, volle 4,5 V-Batterie, Leerlaufspannung: **4,94** Volt

$$\frac{U}{U_L} = 0,8 \quad U = U_L \times 0,8 \quad 4,50 \times 0,8 = \mathbf{3,95} \text{ Volt}$$

Bei welchem Widerstand fällt die Spannung auf **3,95** Volt? Ergebnis: **15** Ohm

$$\frac{R_a}{R_i} = 4 \quad R_i = \frac{R_a}{4} \quad \frac{15}{4} = \mathbf{3,7} \text{ Ohm}$$

Mit einem Widerstand von **3,7** Ohm kann die meiste Leistung aus der Batterie gezogen werden.

ACHTUNG, das hat nichts damit zu tun, wie viel Amperestunden (Ah) eine Batterie liefert!

Gebrauchte 4,5 V-Batterie, Leerlaufspannung: **u,uu** Volt

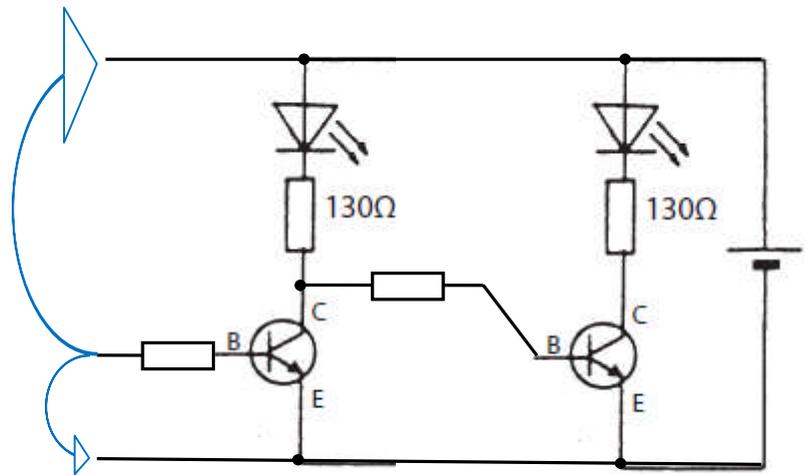
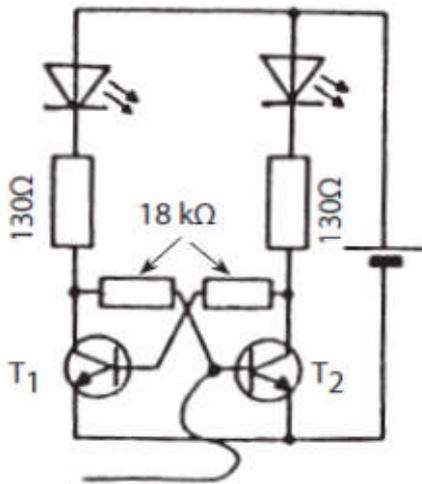
$$u,uu \times 0,8 = v,vv \text{ Volt}$$

Klemmenspannung bei R_a : **15** Ohm (s. o.) = **v,vv** Volt

$$\frac{U}{U_L} = w \quad \frac{v,vv}{u,uu} = w$$

Wo liegt man mit dem Wert **w** im Diagramm bei $R_a / R_i = 4$ (s. o.)?

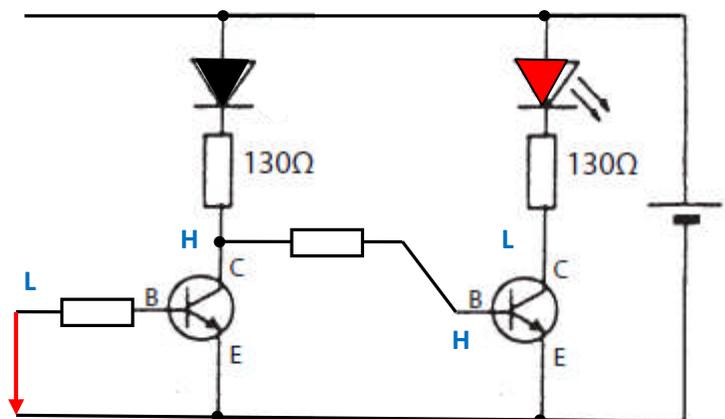
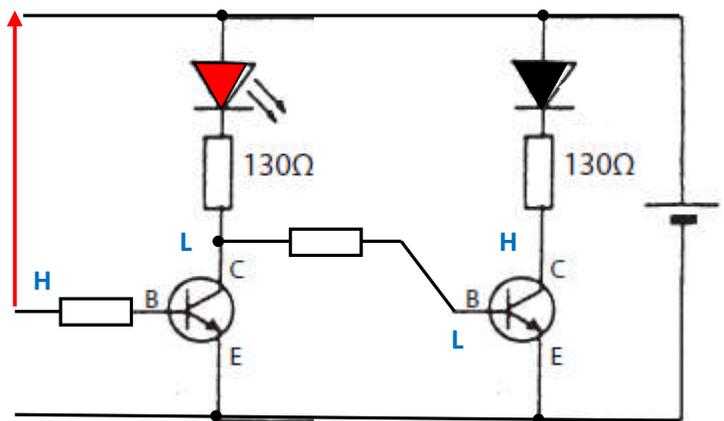
Binärer Speicher



Binäre Logik:

Viel Spannung = High = 1

Wenig (keine) Spannung = Low = 0



Kondensator

Erklärung siehe Seite 15

Wir haben die „**Elektrische Spannungsreihe**“ von **elektrischen Leitern** bereits bei unserer „Zitronen-Batterie“ kennengelernt.

Wir haben auch den „spezifischen Widerstände“ entsprechend die „**Spezifische Leitfähigkeit**“ von **elektrischen Strom** in Leitern kennengelernt als wir die Leitfähigkeit verschiedener Stoffe geprüft hatten ($Cu = 0,0175 = 57$).

So gibt es auch für die „**Spezifische Leitfähigkeit**“ vom **elektrischen Feld** die Dielektrizitätskonstante (ϵ , Epsilon). Man schreibt sie als Grundwert $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ (Luft, Vakuum) * ϵ_r eine Relativzahl (Luft = 1).

Elektrisches Feld: $E = \frac{U}{l} \text{ [V/m]}$
 (l = Länge; Strecke; Abstand)

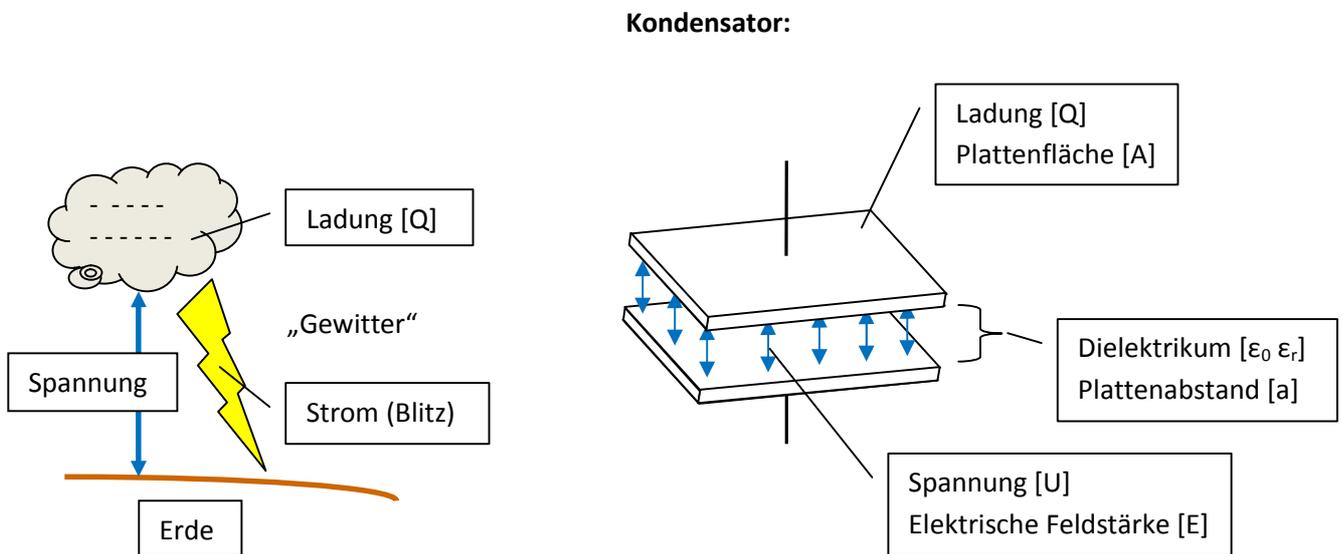
Ähnliches gibt es auch für die „**Spezifische Leitfähigkeit**“ vom **magnetischen Feld** die Permeabilität (μ , Mü). Man schreibt sie als Grundwert $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ (Luft, Vakuum) * μ_r eine Relativzahl (Luft = 1).

Magnetisches Feld: $H = \frac{l * N}{l} \text{ [A/m]}$ (N = Windungszahl einer Spule)
 (l = Länge einer Spule)

Die Kapazität eines Kondensators wird in „Farad“ (mF, μ F, nF, pF) gemessen.

Es ist das Maß (C), welche Spannung (U) sich aufbaut wenn eine bestimmte Elektronenmenge (Q) geladen wird.

$$C = \frac{Q}{U} \text{ [F = } \frac{\text{As}}{\text{V}} \text{]} \quad \text{Das funktioniert so ähnlich wie die Formel für den Widerstand: } R = \frac{U}{I} \text{ [} \Omega = \frac{\text{V}}{\text{A}} \text{]}$$

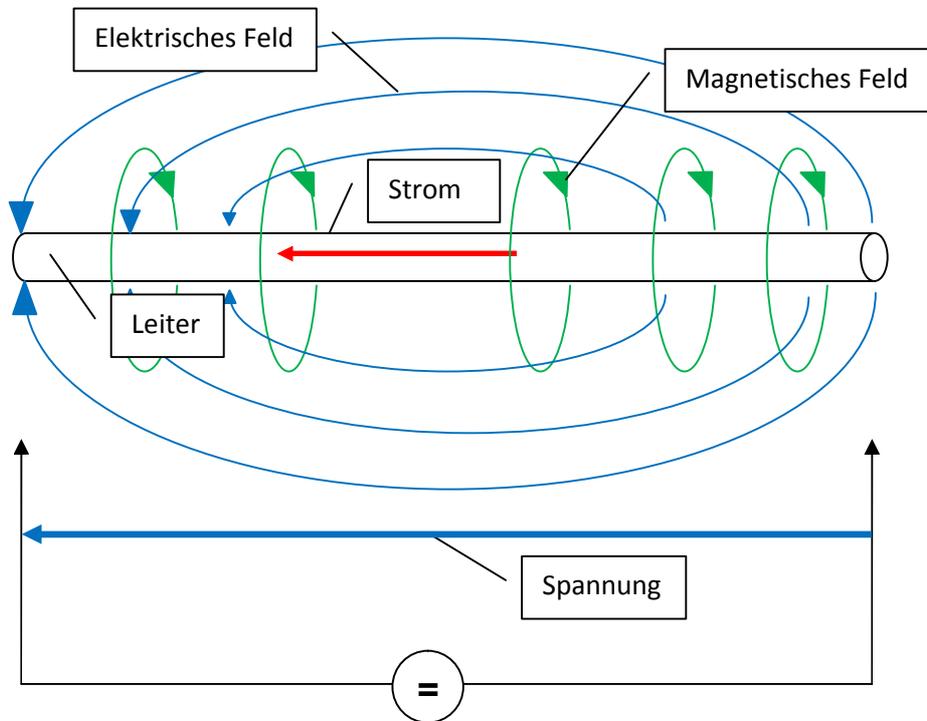


Man kann, wie beim Widerstand, den Wert auch aus den Baumassen ableiten:

$$C = \frac{\epsilon_0 * \epsilon_r * A}{a} \text{ [F = } \frac{\text{As} * \text{m}^2}{\text{Vm} * \text{m}} \text{]} \quad \text{Ähnlich wie beim Widerstand: } R = \frac{l}{\kappa * A} \text{ [} \Omega = \frac{\text{Vm}^2 * \text{m}}{\text{m} * \text{m}^2} \text{]}$$

Es gibt also ein „**Elektrisches Feld**“ [E; V/m] aber auch ein „**Magnetisches Feld**“ [H; A/m].

Legt man an einen Leiter eine Spannung an, dann fließt ein Strom durch diesen Leiter.



Die Spannung baut ein „**Elektrisches Feld**“ auf und verursacht einen Strom durch den Leiter.
Der fließende Strom baut ein „**Magnetisches Feld**“ auf.

Bei Gleichspannung wird sich nach dem Einschalten ein Gleichstrom einstellen, der dem Widerstand des Leiters und der Spannung entspricht: $I = U / R$ [A = V / Ω]. Das elektrische Feld und das magnetische Feld bleiben in ihrer Größe solange stehen, bis die Spannung wieder abgeschaltet wird und kein Strom mehr fließt.

Durch das Ein- und Ausschalten ergibt sich ein Auf- und Abbau vom elektrischen- und magnetischen Feld.
Das ist so, als wenn Wechselspannung angelegt würde, aber nur in eine Richtung.

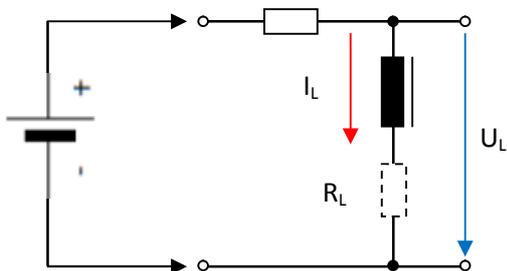
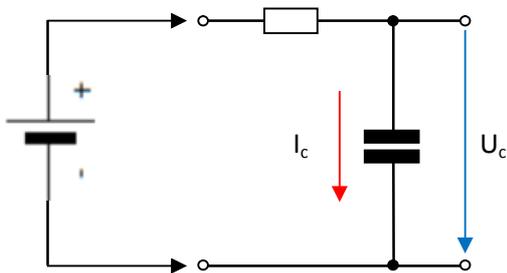
Dieser schnelle Auf- und Abbau vom elektrischen- und magnetischen Feld beim Ein- und Ausschalten hört man manchmal im Radio, meist bei AM-Empfang (LW, MW, KW) als Knacken. **Ein erster Funkensender!**

Reihenschaltung und Parallelschaltung von Kondensatoren:

Schaltet man Kondensatoren parallel, dann werden die Teilkapazitäten addiert.
Das ist, als wenn, die sich gegenüberstehenden Kondensatorflächen [A] vergrößert würden.

Schaltet man Kondensatoren in Reihe (Serie), dann werden die Kehrwerte addiert.
Das ist, als wenn, die sich gegenüberstehenden Kondensatorflächen größeren Abstand [a] hätten.
Der größere Abstand ergibt auch eine höhere Spannungsfestigkeit.

Versuche zum laden und entladen eines Kondensators, Seite 15 bis Seite 17 oben.

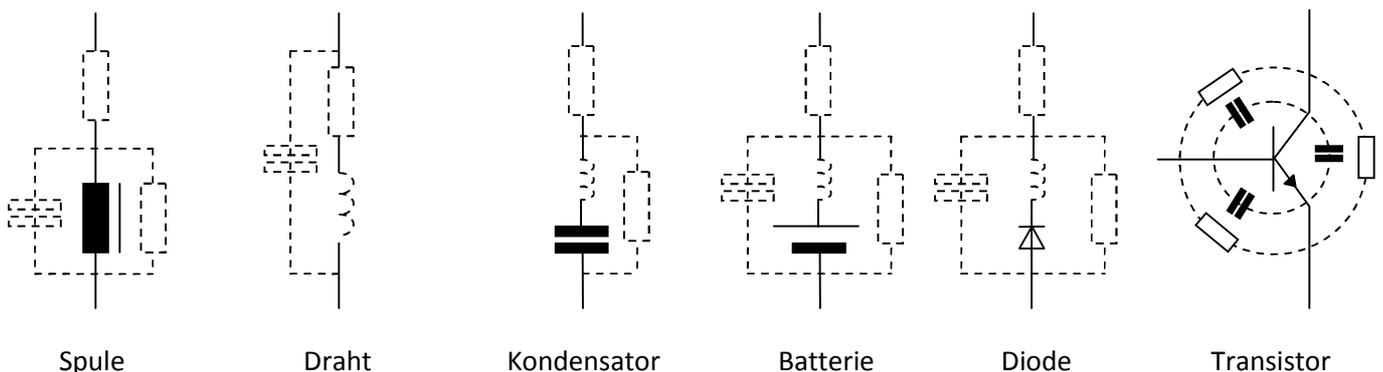


Ein **RL**-Glied verhält sich umgekehrt wie ein **RC**-Glied. Das heißt, der Strom (I_L) durch die Induktivität (Spule) steigt auch in einer e-Funktion, wie die Spannung (U_C) am Kondensator. Die Spannung (U_L) fällt in einer e-Funktion, wie der Strom (I_C) im Kondensator.

Aber **ACHTUNG**, die Induktivität hat selbst einen Gleichstrom-Widerstand, weil es oft viele Windungen mit sehr dünnem Draht sind, was den Strom reduziert und die Spannung nicht auf Null sinken lässt. Dass der Strom in einer Spule nur langsam ansteigt (e-Funktion) liegt daran, dass der Strom ja ein Magnetfeld um sich hat. Wird der Strom eingeschaltet muss sich das Magnetfeld erst aufbauen. Das sich aufbauende Magnetfeld schneidet die Spulenwindungen (Generator-Regel) und induziert dadurch eine Gegenspannung die überwunden werden muss.

Bei Wechselspannung verhält sich ein Kondensator oder eine Spule ähnlich wie ein Widerstand, dazu später mehr.

Wie bei der Spule angesprochen, gibt es neben der eigentlichen Eigenschaft als Induktivität, die **Zutaten** die man mitbekommt.



Zu Beginn des Ladevorgangs zeigt der Strommesser kurzzeitig einen großen Strom an, der mit zunehmender Ladezeit abnimmt.

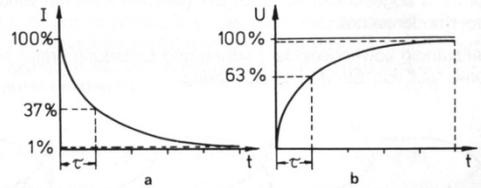


Bild 9-9: Strom (a) und Spannung (b) bei der Ladung eines Kondensators

Die Ladezeit wird gekennzeichnet durch die sogenannte Zeitkonstante τ (sprich: tau). In dieser Zeit τ steigt die Spannung auf 63 % der angelegten Ladespannung. Der Strom geht von seinem Anfangswert auf 37 % zurück.

Die Zeitkonstante ist abhängig von der Kapazität des Kondensators und vom Widerstand im Ladestromkreis

$$\tau = R \cdot C$$

τ in s
R in Ω
C in F

Nach einer Zeit von $5 \cdot \tau$ ist die Spannung auf etwa 99 % angestiegen, der Strom hat nur noch etwa 1 % seines Anfangswertes. Man sagt, nach 5τ ist der Kondensator praktisch voll geladen.

Ähnlich verläuft der Vorgang beim Entladen.

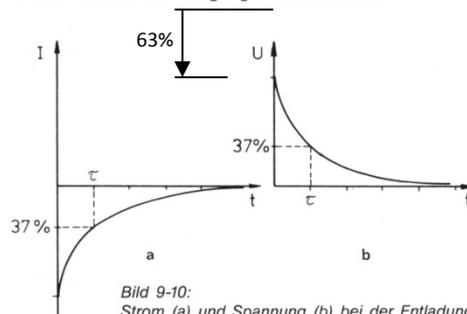


Bild 9-10: Strom (a) und Spannung (b) bei der Entladung eines Kondensators

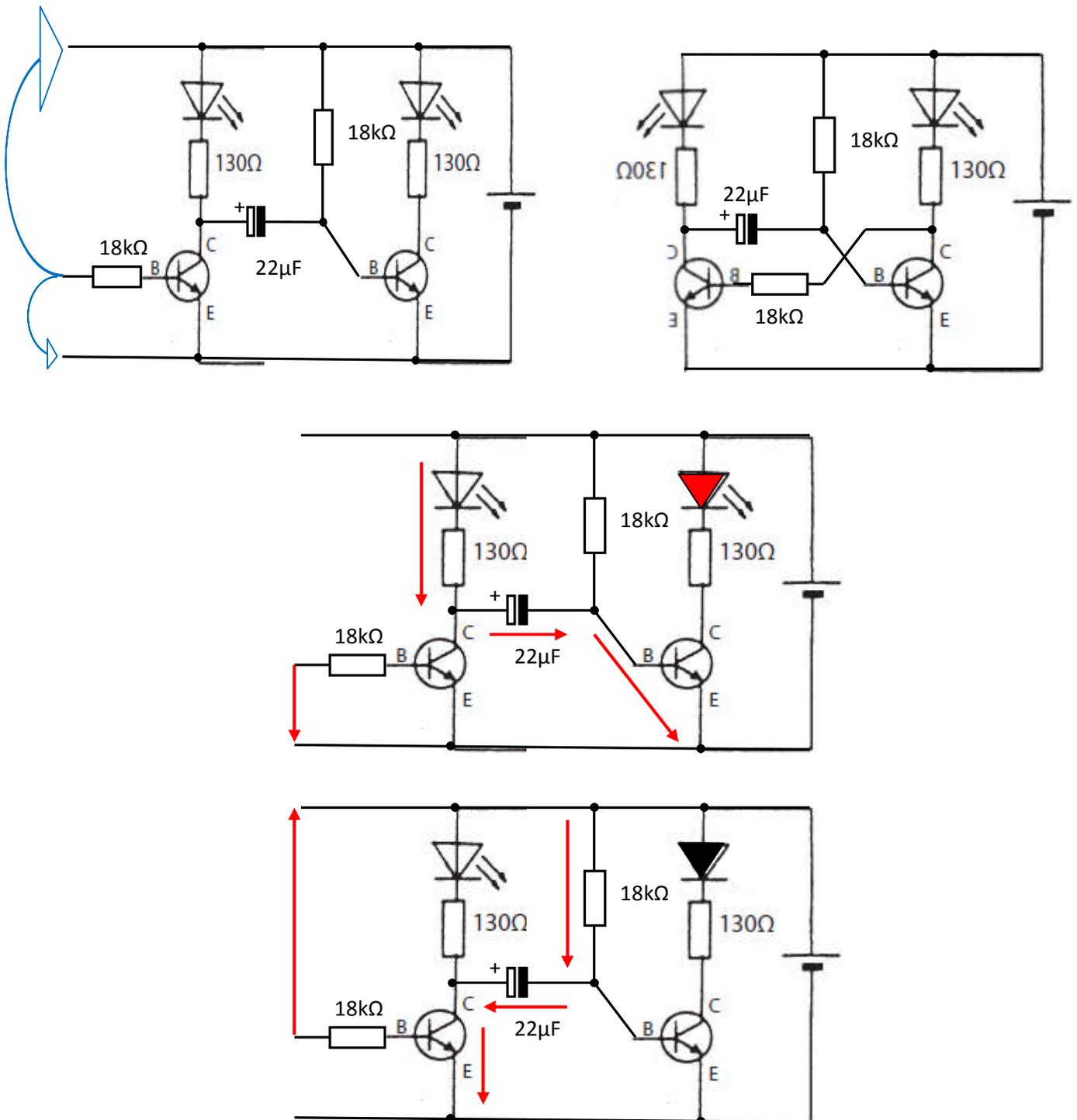
Der Parallel-innenwiderstand beim Kondensator kommt von der Güte des Dielektrikums, das kein unendlich guter Isolator ist. Der induktive Teil ist bei Elektrolyt-Kondensatoren (Elko) ziemlich hoch, weil die recht große Kapazitäten haben und dafür viel Material aufgewickelt wurde.

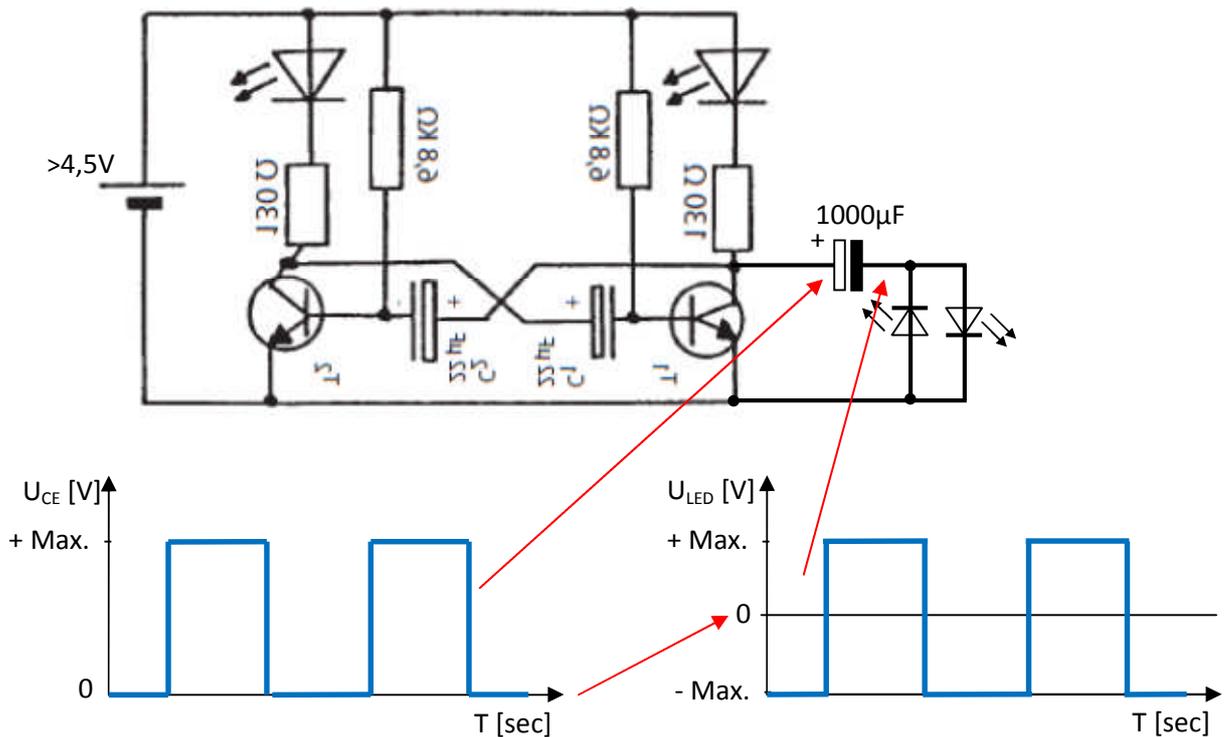
Bei Batterie / Akkumulator (Akku) haben wir den Serien-Innenwiderstand bereits oben angesprochen. Es gibt auch einen Parallel-Innenwiderstand, der für die Eigen-Entladung verantwortlich ist.

Bei Dioden haben wir schon gesehen, dass die LEDs einen recht hohen Serien-Innenwiderstand haben, denn man kann sie manchmal auch ohne Vorwiderstand betreiben. In Sperr-Richtung fließt noch ein sehr geringer Reststrom durch den Parallel-Innenwiderstand der Sperrschicht.

Beim Transistor sind die Verhältnisse ähnlich wie bei Dioden. Vor allem die inneren Kapazitäten können Probleme machen. Deshalb gibt es NF-Transistoren (NF = Niederfrequenz) und HF-Transistoren (HF = Hochfrequenz).

Monostabiler Multivibrator:





Der Kondensator trennt den Gleichspannungsanteil vom Signal ab.

Warum klingt eine Geige wie eine Geige und eine Flöte wie eine Flöte?

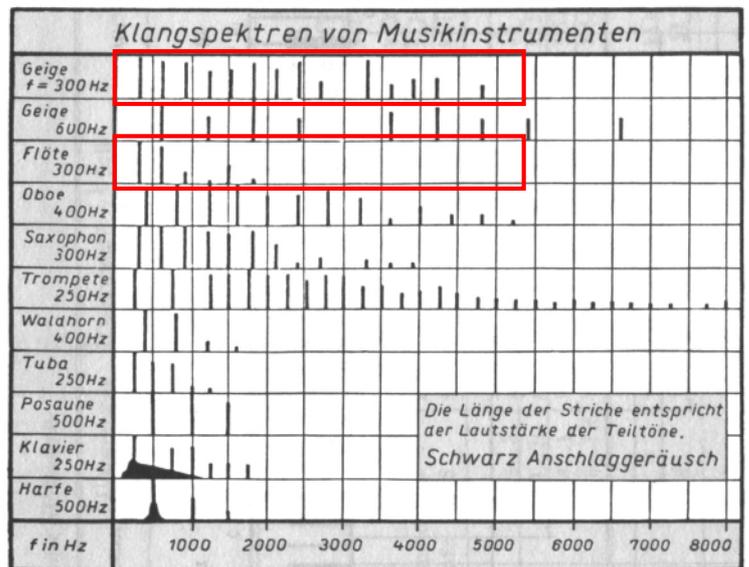
Warum kann man beide auf die gleiche Tonhöhe stimmen?

Die „Obertöne“ machen die Klangfarbe. Das sind zusätzliche Töne die mitklingen. Das ergibt dann eine bestimmte Kurvenform wenn man das mit einem Oszilloskop ansehen würde.

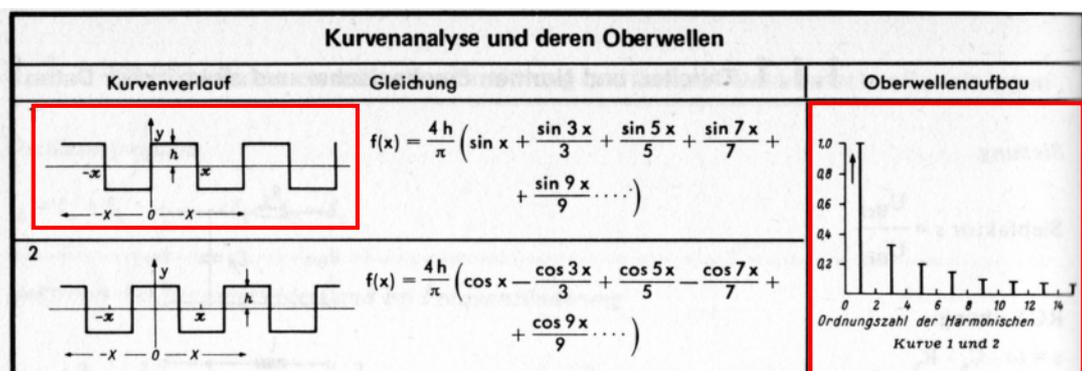
Der Grundton ist gleich (300 Hz).

Ein reiner Sinuston.

(Prim und Oktave sind reine Intervalle)



Das obige **Rechteck-Signal** besteht auch aus einer Grundschwingung und seinen spezifischen Oberwellen.



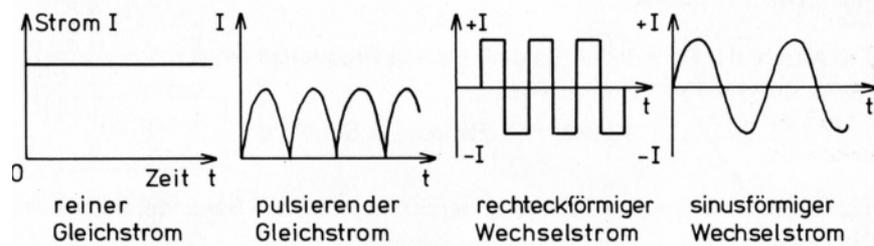


Bild 4-1: Gleichstrom und Wechselstrom

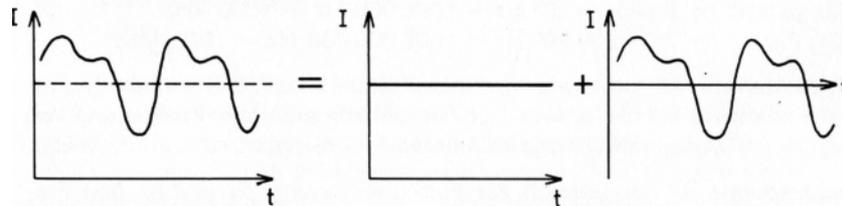


Bild 4-2: Mischstrom läßt sich in Gleichstrom und Wechselstrom zerlegen

Sinus, was ist das?

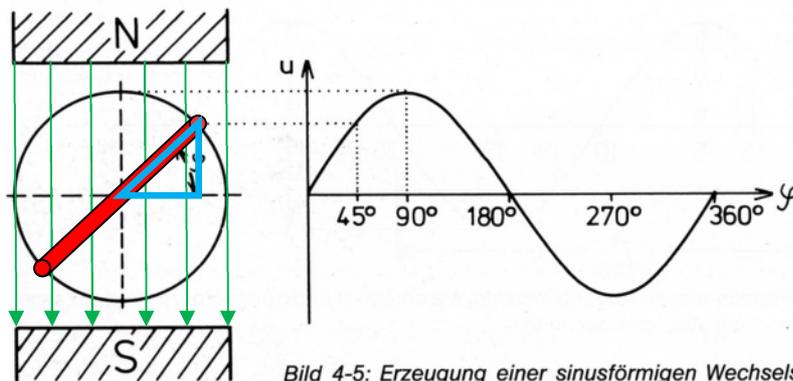


Bild 4-5: Erzeugung einer sinusförmigen Wechselspannung

Es ist ein **Generator** (Dynamo) dargestellt. Ein Magnet mit Nord- und Südpol. Die Magnetlinien (grün) gehen gleichmäßig in gerader Linie vom Nordpol zum Südpol. Eine Leiterschleife dreht sich gleichmäßig um ihre Mittelachse. Wichtig sind die waagerechten Leiterteile (Drahtstücke) welche aus dem Bild führen. In diesen Leiterteilen wird eine Spannung induziert, weil diese Leiterteile in ihrer Bewegung die Magnetfeldlinien schneiden.

Diese Leiterteile bewegen sich entlang eines gedachten Kreises, siehe Bild.

Dieser Weg ist der Kreis-Umfang denn man z.B. von 0° bis 360° einteilen kann oder in Maß π (Pi).

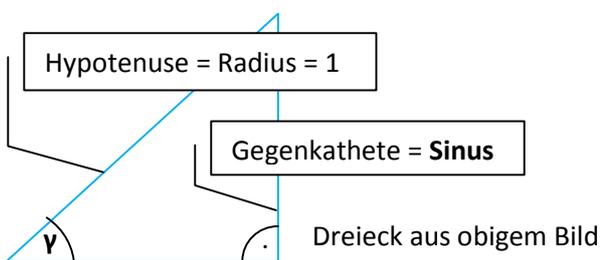
Der Kreis-Umfang kann so berechnet werden:

$$U \text{ [Umfang]} = d \text{ [Durchmesser]} * \pi ; \quad d = 2 * r \text{ [Radius]} ; \quad \mathbf{U = 2r * \pi}$$

Wenn es nicht um absolute Maße geht sondern um Relationen also wie die Dinge sich zueinander verhalten, dann kann man z.B. den Radius auf den Wert -1- setzen und schauen, wie sich die anderen Werte dazu verhalten.

Das ergibt, dass der Umfang 2π mal so lange ist wie der Radius.

Wenn dieser Weg von 2π einmal in der Sekunde durchlaufen wird (**2π / 1 sec**), dann ist das die Frequenz: **1 Hz (Hertz)**



Sinus = Gegenkathete / Hypotenuse

Im rechtwinkligen Dreieck, mit Hypotenuse = -1-, kann der Winkel γ (Gamma) auch durch seinen Sinuswert dargestellt werden und das ergibt dann die Sinuskurve, wenn man die Sinuswerte über den Umfang der Kreisbewegung aufträgt.

Wechselspannungs-Kopplung

Zweistufiger Verstärker

