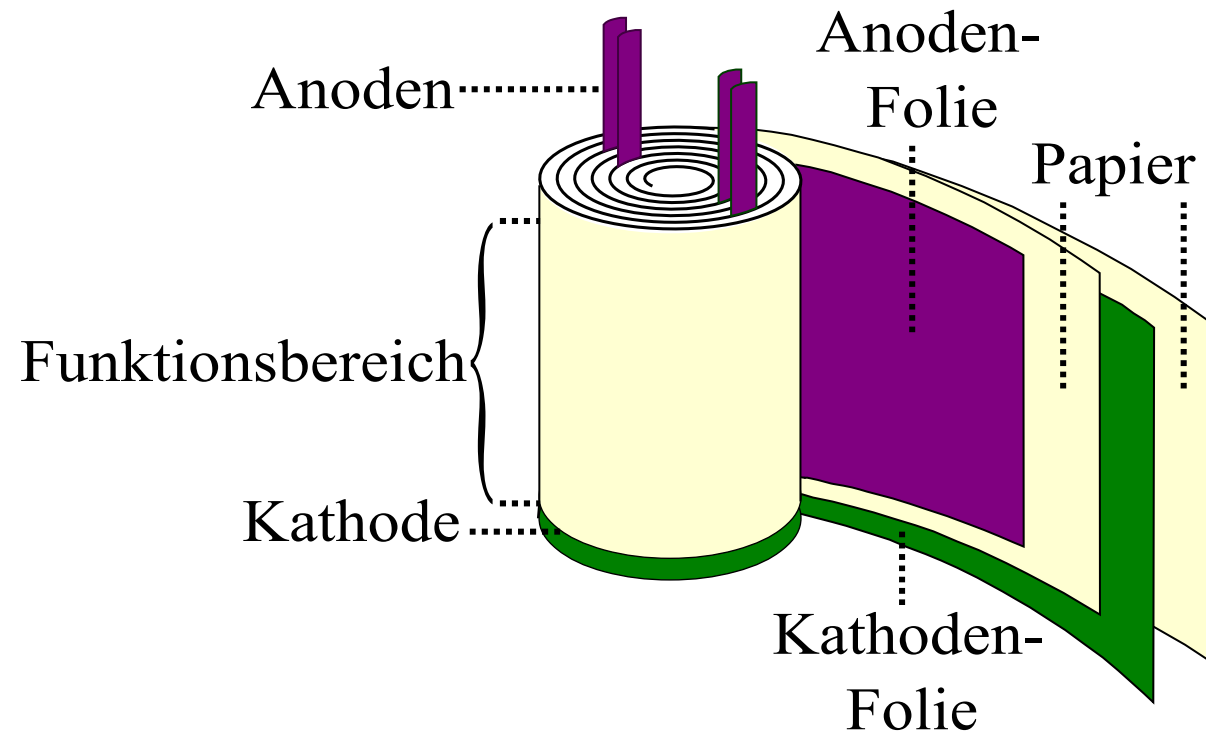
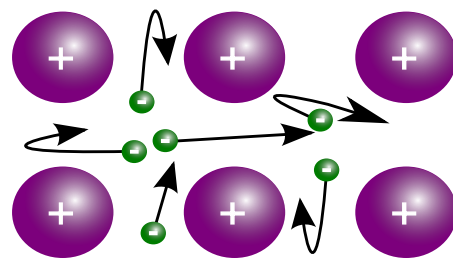


Passive Bauelemente

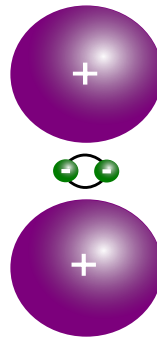




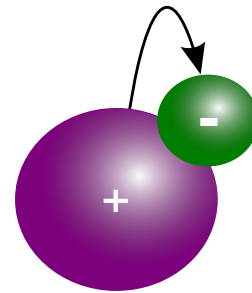
Chemische Bindungstypen



metallisch



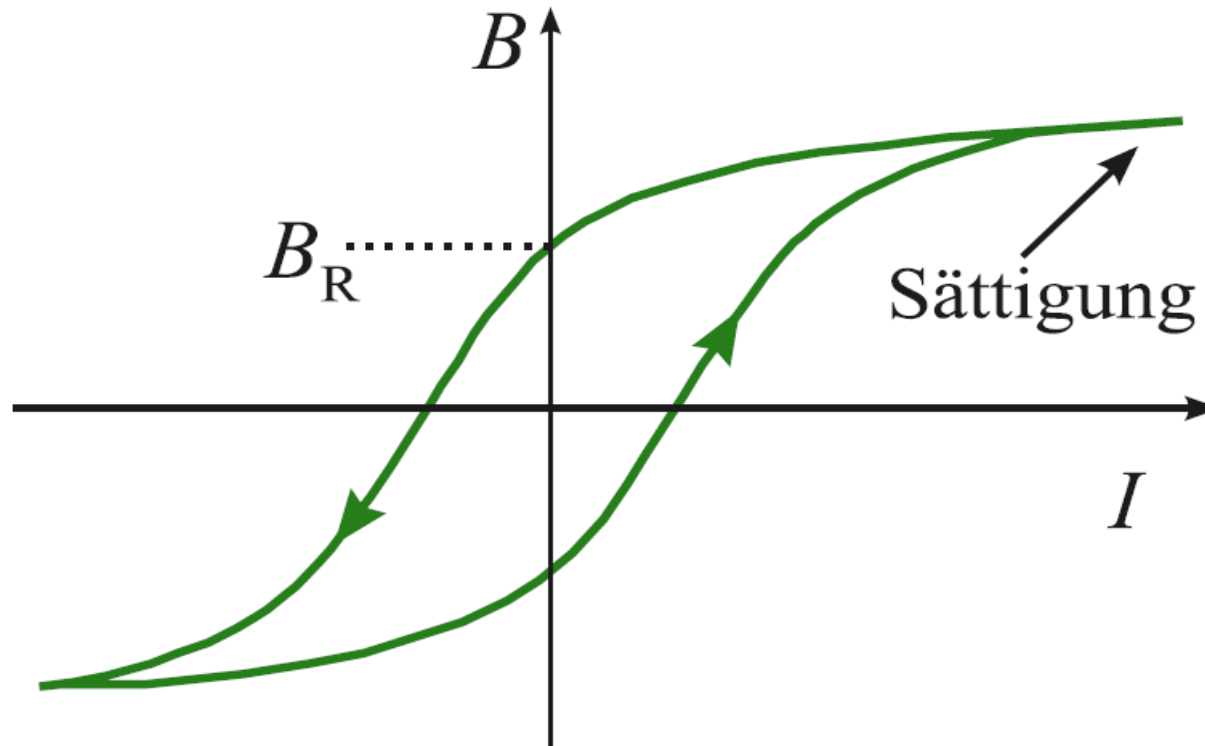
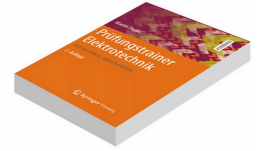
kovalent



ionisch

Veranschaulichung der chemischen Bindungstypen. Elektronen sind bei der metallischen Bindung fast frei beweglich, bei der kovalenten Bindung ortsfest zwischen zwei oder mehreren Ionen und bei der ionischen Bindung von einem auf das andere Atom übergegangen

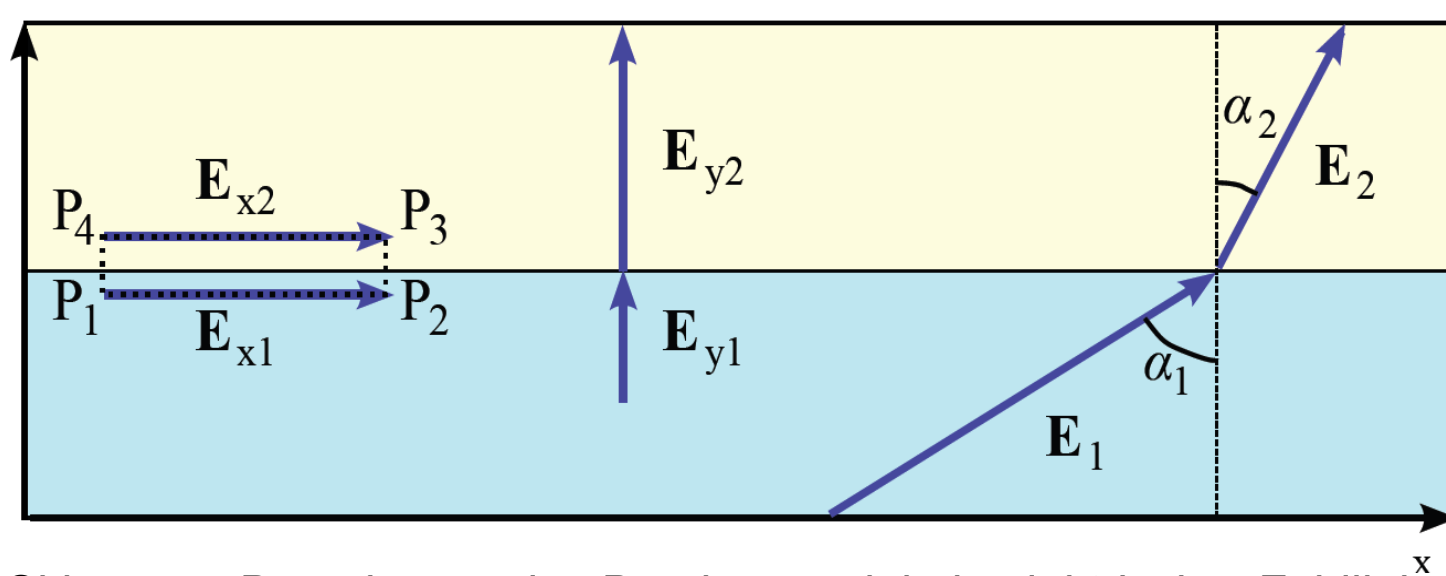
Hysterese



Grafische Darstellung der Hysterese eines magnetisierbaren Materials. Die Stärke des Magnetfeldes B hängt sowohl vom Spulenstrom I als auch von der vorherigen Magnetisierung ab. So wird die Kurve immer in der gleichen Richtung durchlaufen



Brechung elektrischer Feldlinien



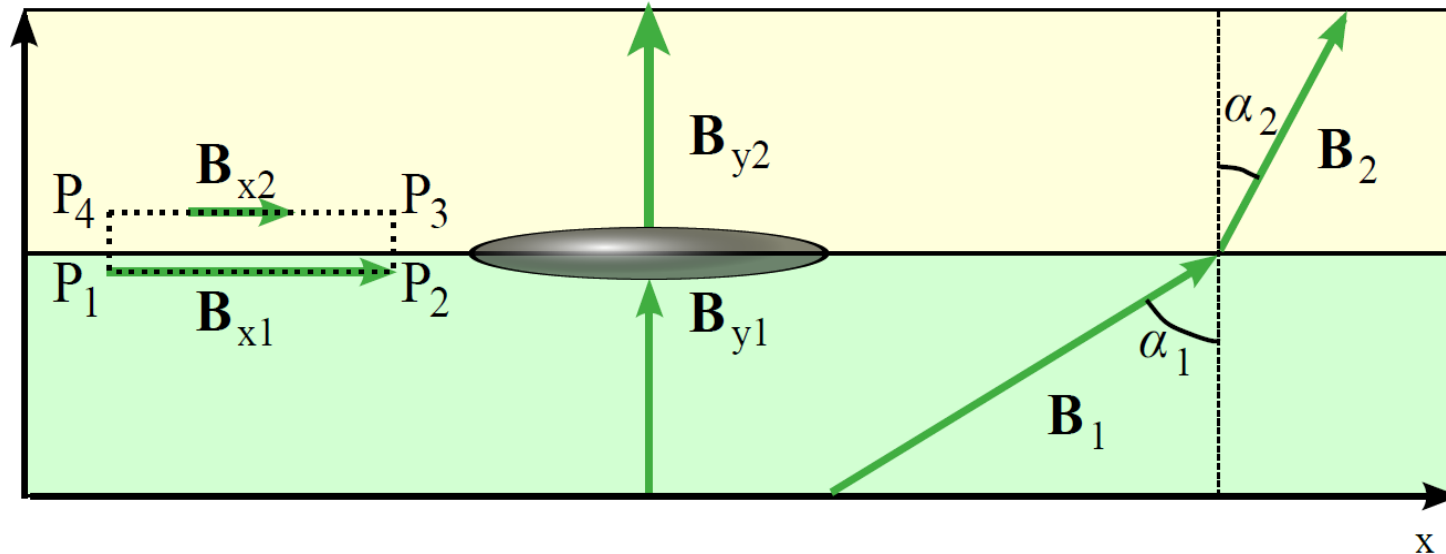
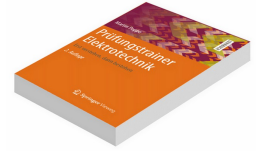
Skizze zur Berechnung des Brechungswinkels elektrischer Feldlinien an Materialoberflächen (statischer Fall); links zwei parallel zur Oberfläche verlaufende, mittig zwei senkrechte und rechts eine aus beiden Komponenten zusammengesetzte.

In diesem Beispiel hat das untere

Material das größere ϵ_r . Der Knick in der Feldlinie wird durch

Abschwächung des vertikalen Feldes im Gebiet mit großem ϵ_r verursacht.

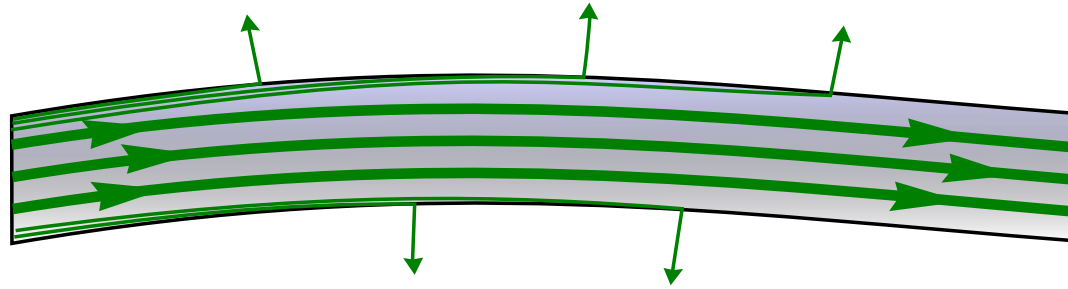
Brechung magnetischer Feldlinien



Skizze zur Berechnung des Brechungswinkels magnetischer Feldlinien an Materialoberflächen (statischer Fall); links zwei parallel zur Oberfläche verlaufende, mittig zwei senkrechte und rechts eine aus beiden Komponenten zusammengesetzte.

In diesem Beispiel hat das untere Material das größere μ_r . Der Knick in der Feldlinie wird durch Verstärkung des oberflächenparallelen Feldes im Gebiet mit großem μ_r verursacht

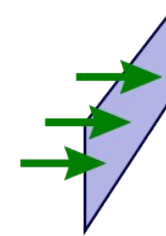
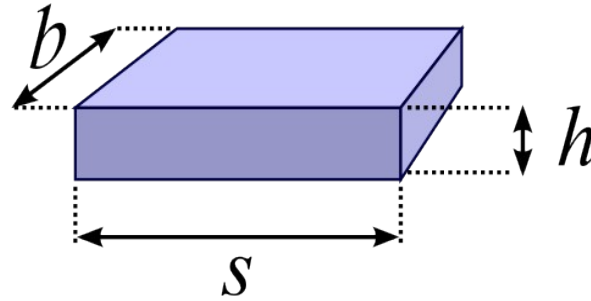
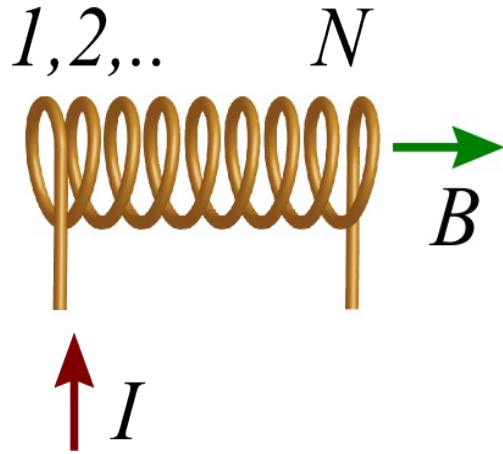
Ursache der Flusserhaltung



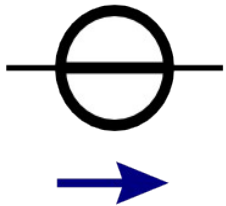
Magnetfeldlinien in und an einem Material mit großem μ_r :
Der größte Teil des Feldes folgt der Materialform. Ein sehr
kleiner Teil tritt in einem Winkel von knapp 90° aus.



Magnetkreise: Praxis OK



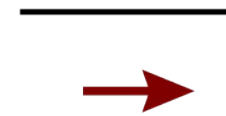
$$\Phi_B = Bhb$$



$$"U" = NI$$



$$"R" = \frac{s}{hb\mu}$$



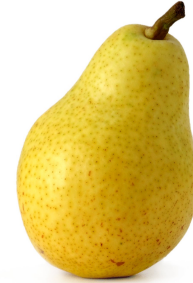
$$"I" = \Phi_B$$

Magnetkreise: keine Theorie, sondern Analogie für statische, geschlossene Systeme



$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

Naturgesetz:
Gilt immer

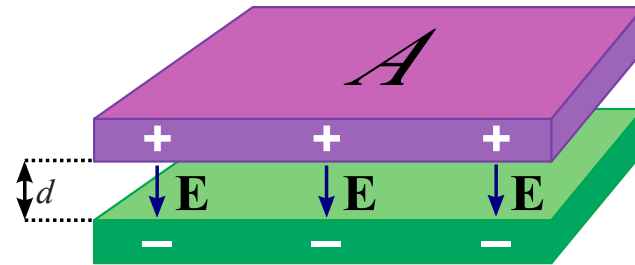


$$\nabla \cdot \vec{J} = 0$$

Technische Randbedingung:
Gilt nur bei geschlossenen
Systemen



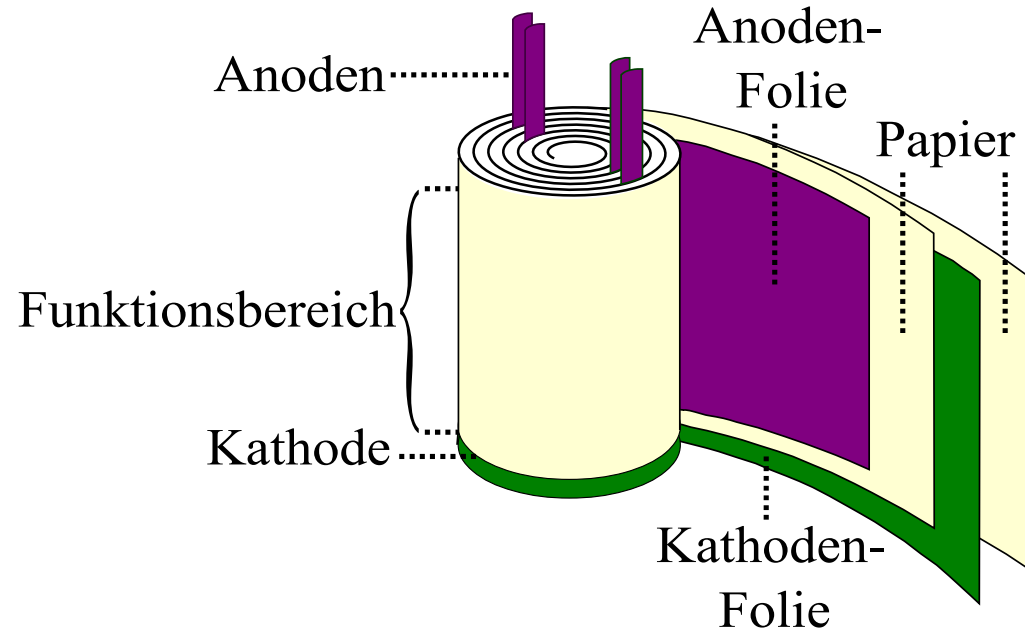
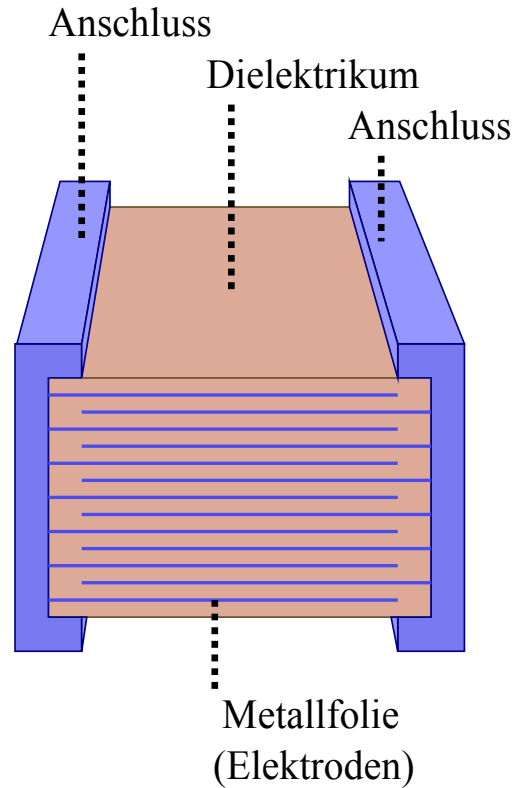
Plattenkondensator



Prinzipskizze eines Kondensators: Zwei leitende Platten unterschiedlichen Potentials werden bis auf den kleinen Abstand d aneinander gebracht. Das Feld E bindet Ladungen

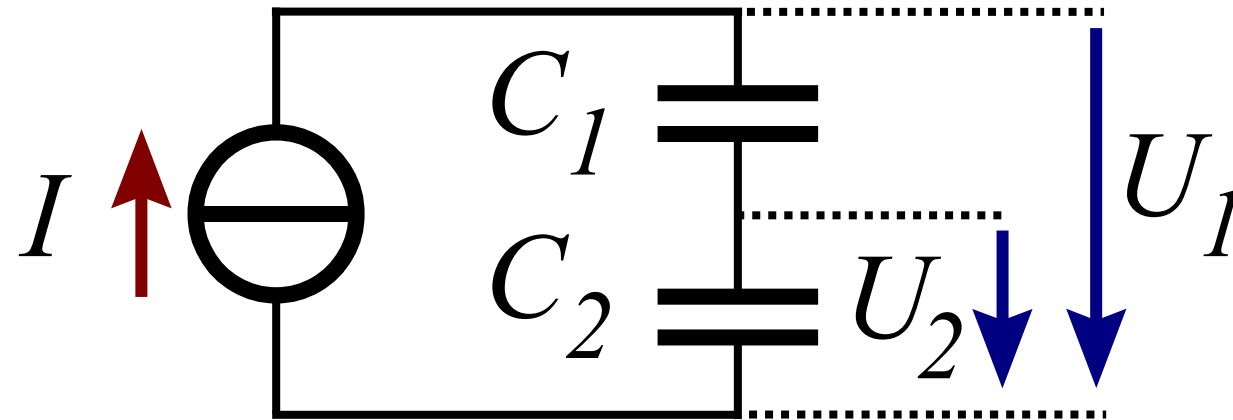


Kondensator Bauformen

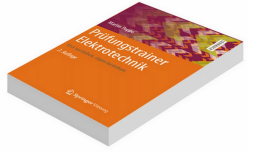




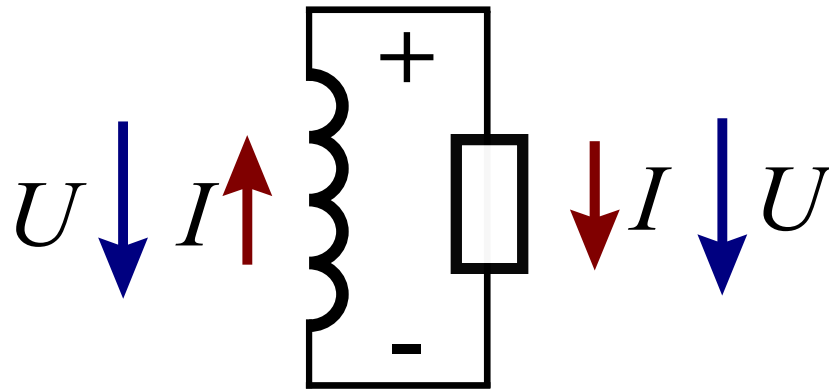
Kondensator Reihenschaltung



Zwei Kondensatoren in Reihe, die von einer Stromquelle gespeist werden



Pfeile und Vorzeichen

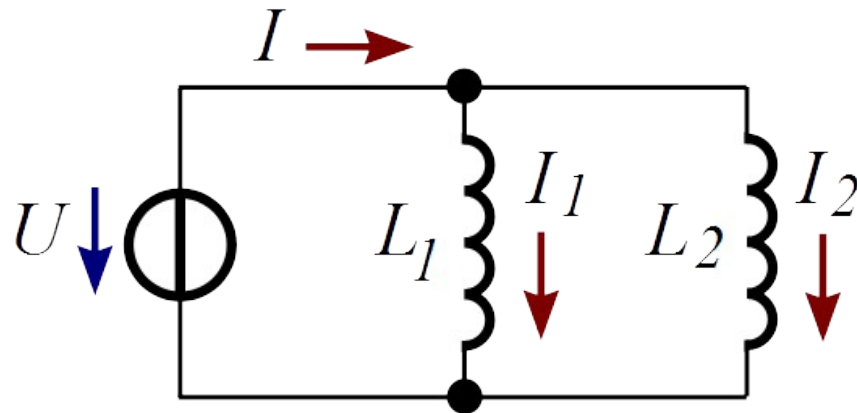


Kreis aus Spule und Widerstand. Bei der Berechnung des Stromes erhält die Bauelementgleichung, bei dem die Pfeile antiparallel sind, ein Minuszeichen, Hier:

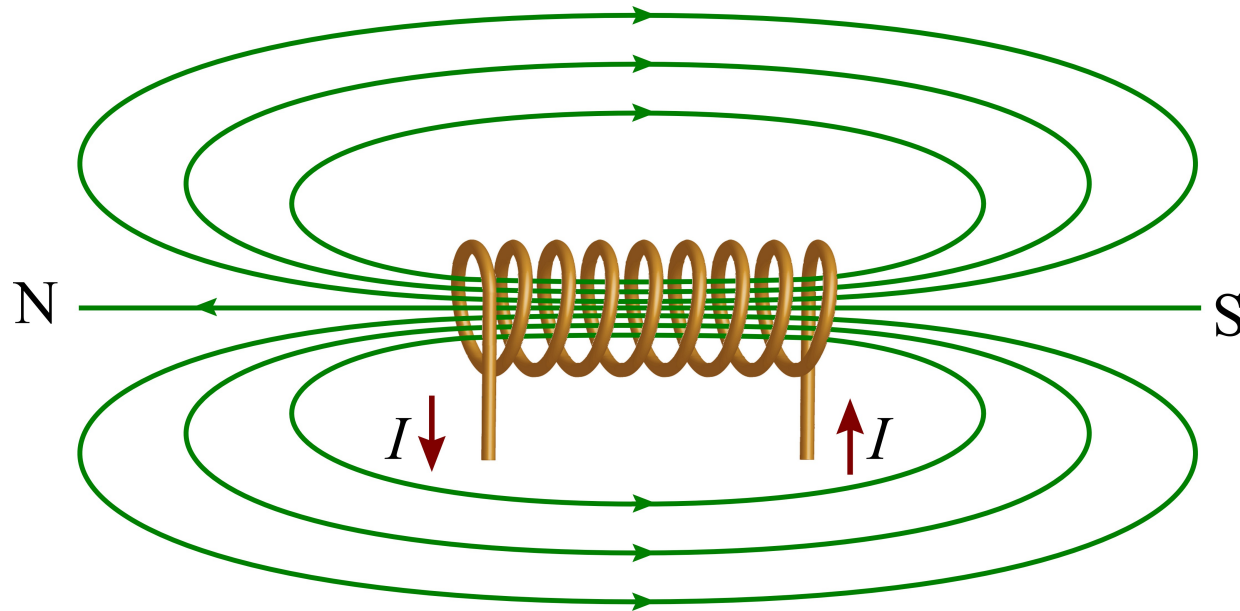
$$U = - L \, dI/dt$$

$$U = + R I$$

Parallelschaltung von Spulen

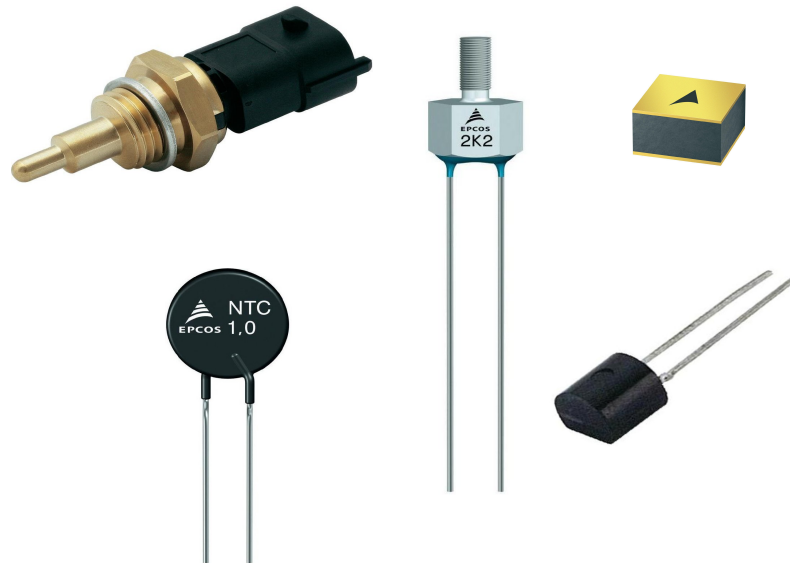


Spulen-Magnetfeld





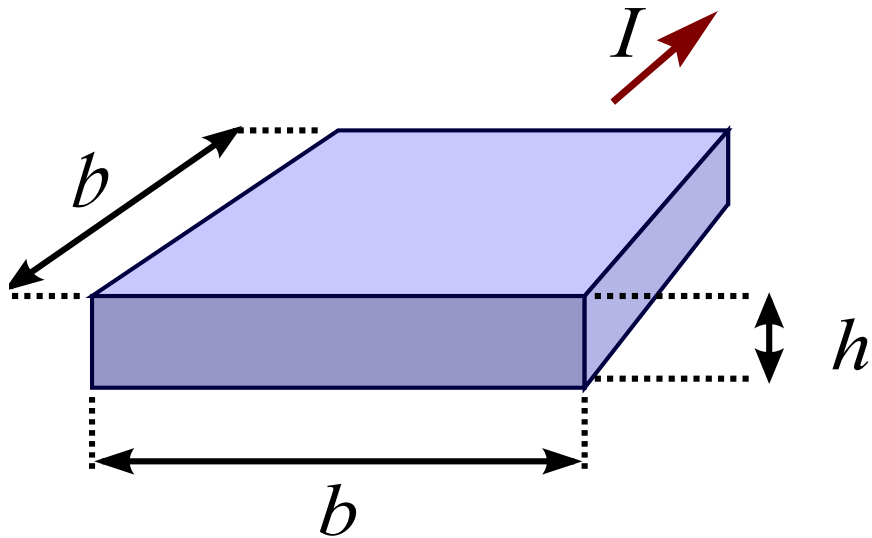
NTC Widerstände



Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizienten (NTC) Sie kommen entsprechend den verschiedenen Einsatzgebieten in einer Vielzahl von Bauformen vor



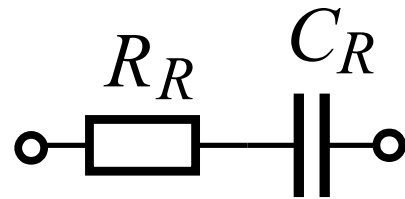
Schichtwiderstand



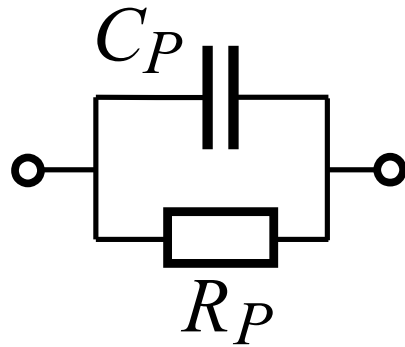
Zur Definition des Schichtwiderstandes: Der Widerstand, den der Strom I überwinden muss, hängt nicht von der Seitenlänge b des Quadrates ab



Modelle zur Güte

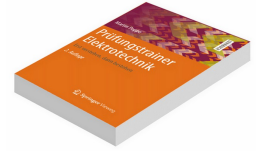


Reihenmodell

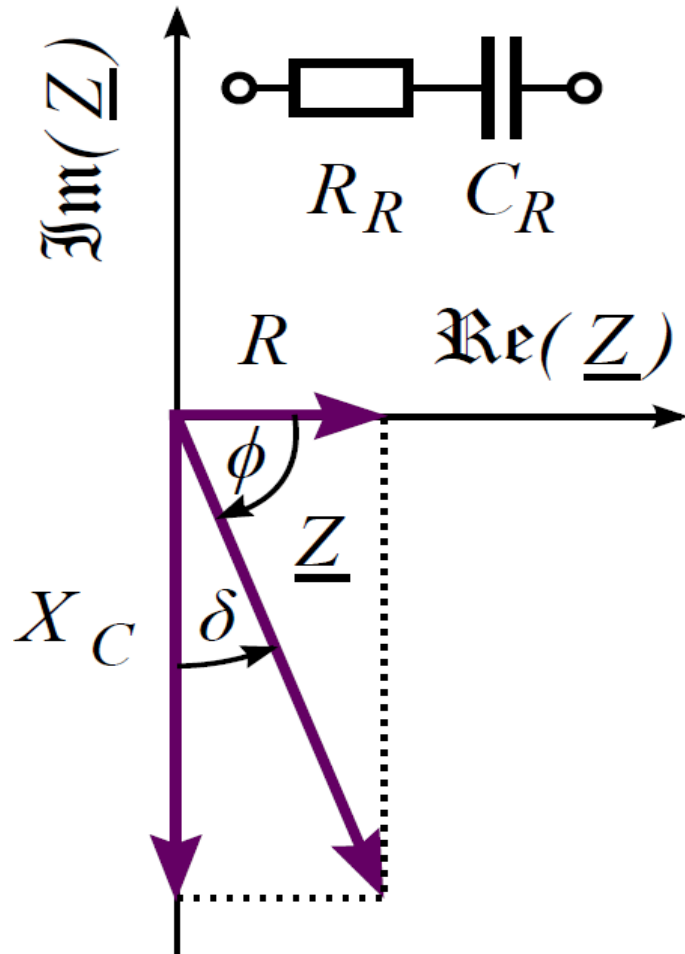


Parallelmodell

Zwei austauschbare
Modelle für einen nicht
idealen Kondensator



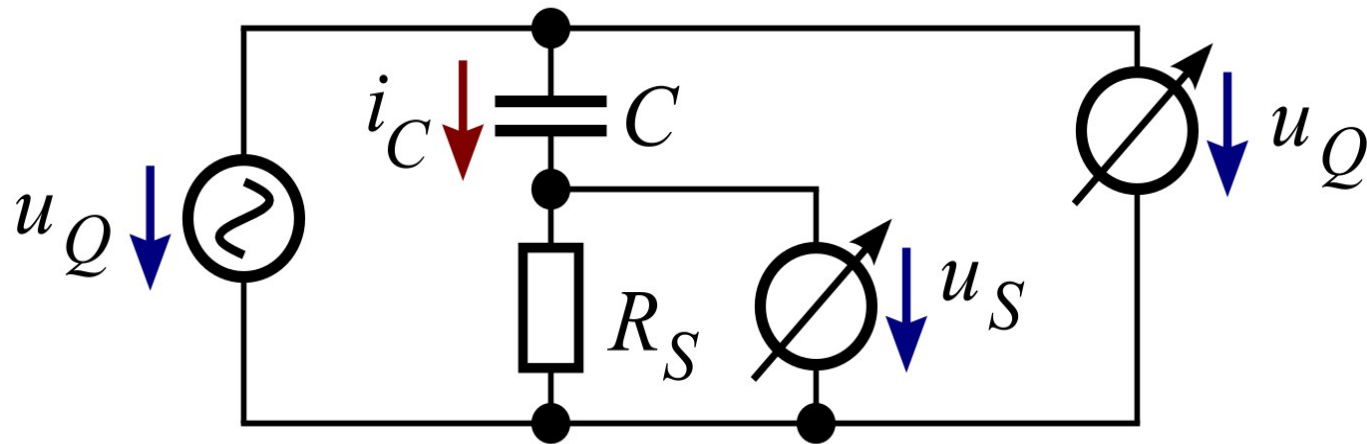
Modelle zur Güte



Zusammenhang zwischen der Phasenverschiebung ϕ , dem Verlustwinkel δ und den Impedanzanteilen, dargestellt in der komplexen Ebene für das Reihenmodell



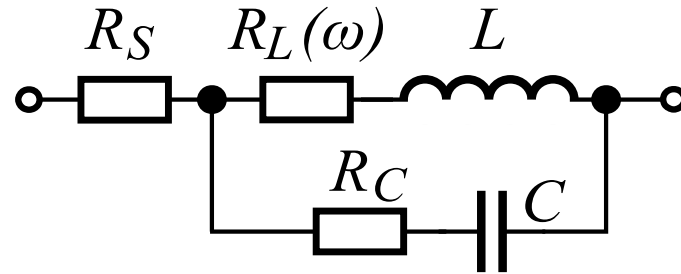
Messung der Güte



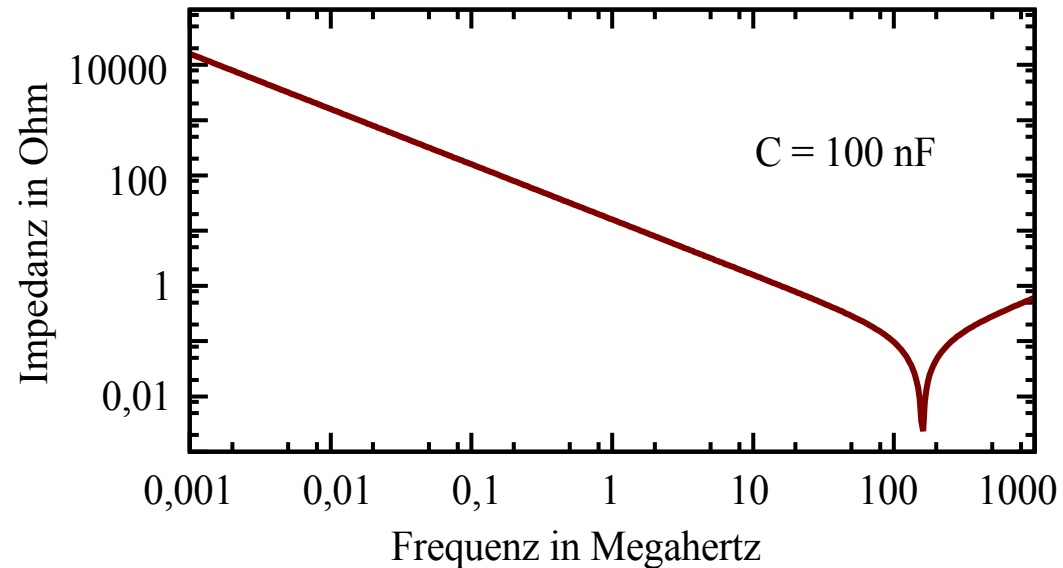
Messung des Verlustwinkels mittels Zweikanaloszilloskops und Shunt Widerstands. Die beiden Kanäle messen $u_Q(t)$ und $u_S(t)$



Ersatzschaltbild: realer Kondensator



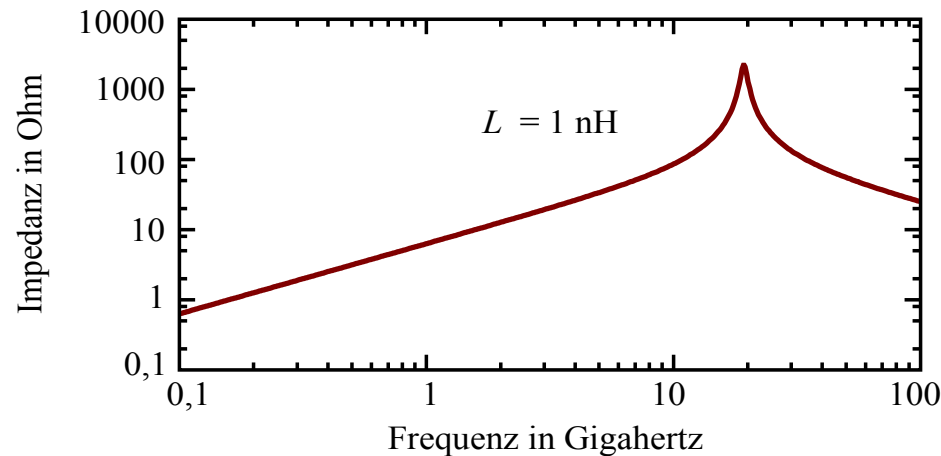
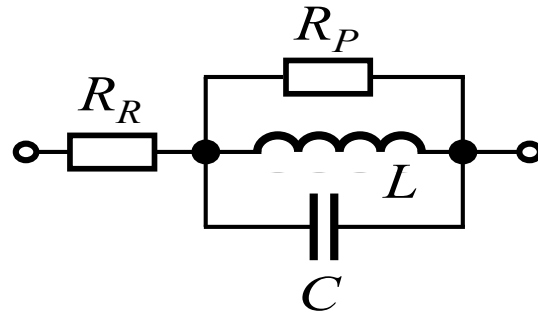
Oben:
Ersatzschaltbild eines
realen Kondensators.
 R_R und L_R werden
In der Literatur auch als
ESR und ESL
bezeichnet.



Unten:
Impedanz ans Funktion
der Frequenz



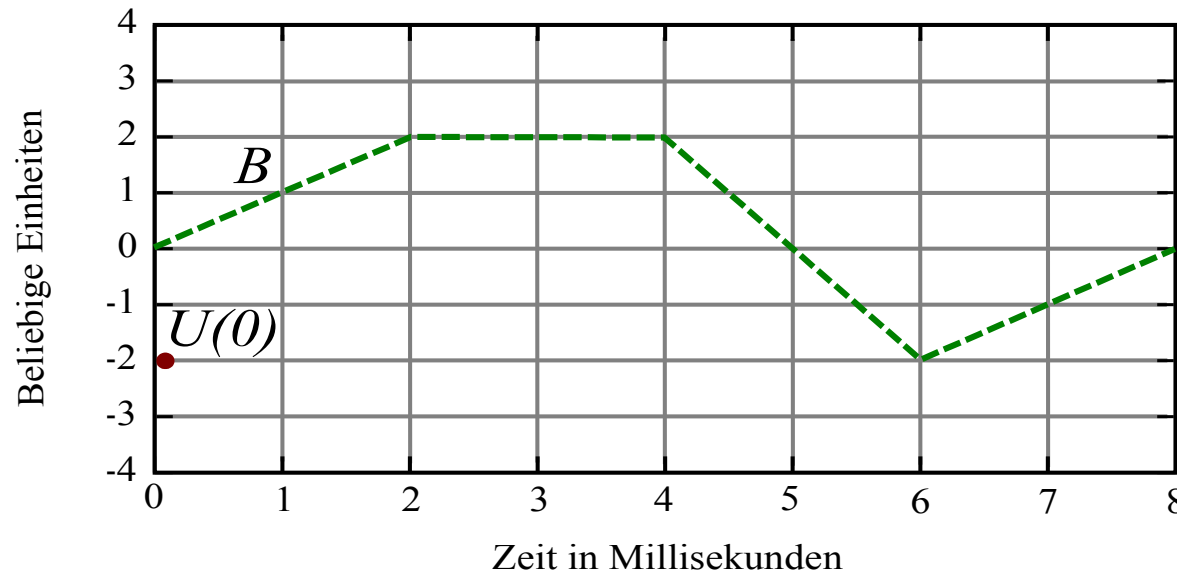
Ersatzschaltbild: reale Spule



Oben:
Ersatzschaltbild einer realen Spule. Der Parallelwiderstand R_P ist nur bei Spulen mit Wirbelstromverlusten relevant. Bei hohen Frequenzen nimmt der Reihenwiderstand R_R wegen des *skin effects* zu

Unten:
Impedanz ans Funktion der Frequenz

Bestimmung der Induktionsspannung

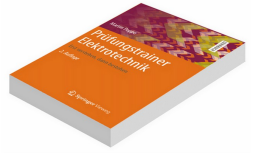


Aufgabe:
Zeitlicher Verlauf des
Magnetfelds B durch
eine Spule.

Wie verläuft die
Induktionsspannung?
Zum Zeitpunkt
 $t = 0$ ms ist die
Spannung der Spule
bekannt:

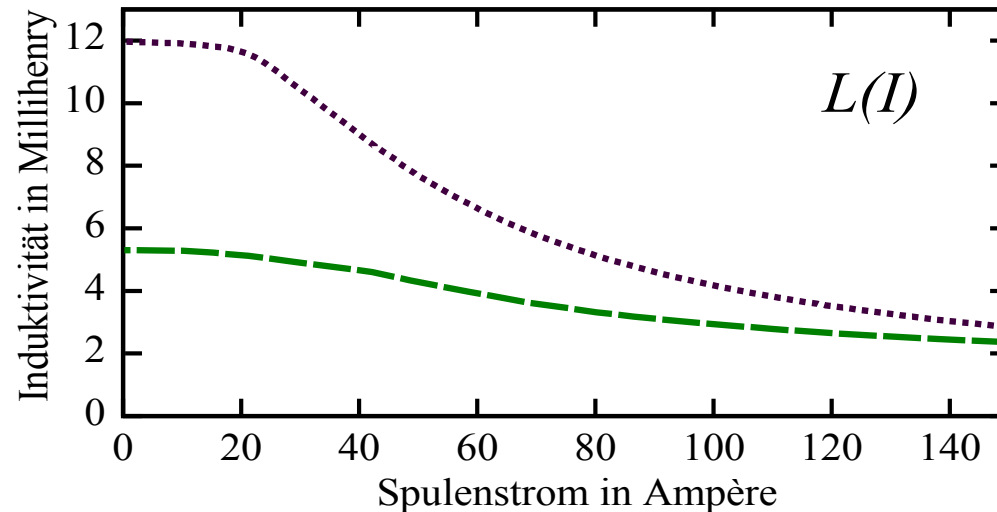
$$U(t = 0) = -2$$

Lösung





Bestimmung des Spulentyps



Aufgabe:

Gemessene Induktivitäten einer 12 mH Spule und einer 5,5 mH Spule als Funktion des Wechselstromes I

Um welche Typen von Spulen handelt es sich? Welche Effekte sorgen für die Abnahme der Induktivität? Wie könnte der Induktivitätsverlauf abgeflacht werden?

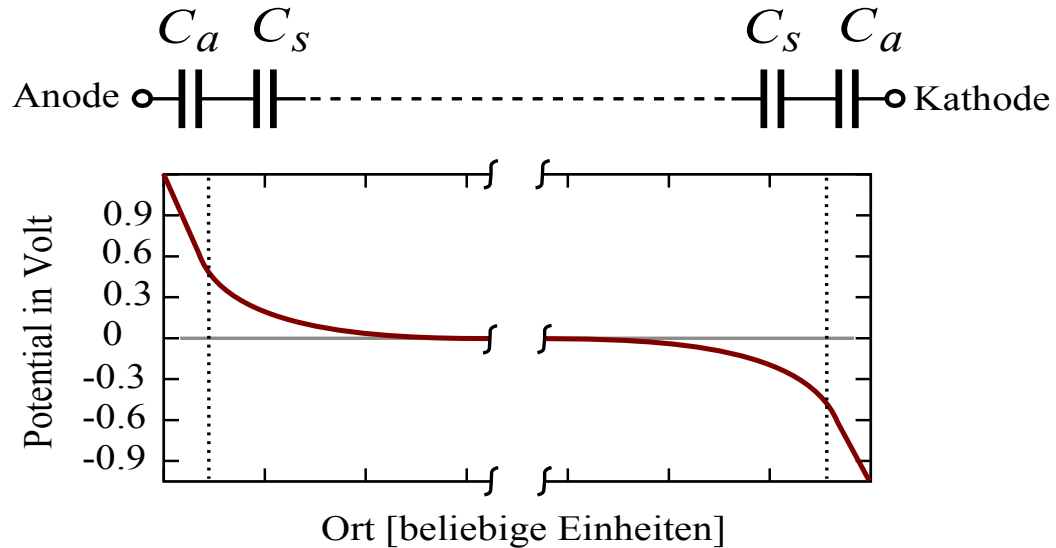
Hochleistungskondensator



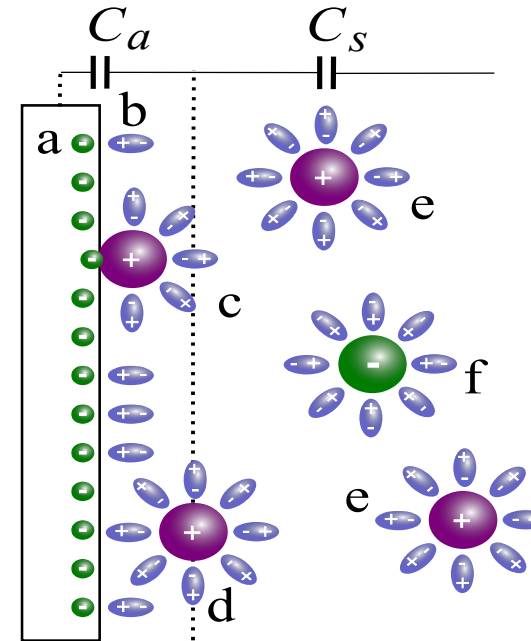
„Ultracap“ Kondensator.
Solche Kondensatoren
haben heute Kapazitäten
im Kilofarad Bereich
(Foto: EPCOS AG)



Hochleistungskondensator



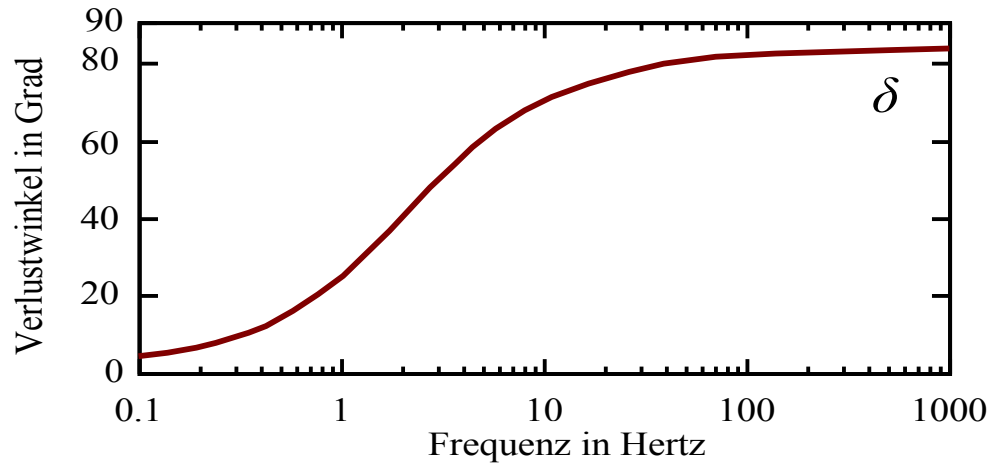
Potenzialverlauf in einem Hochleistungs-Doppelschichtkondensator



Kathode:

a) Elektronen, b) Wasser, polarisiert, c) Adsorbierte Ionen, d) Per H_2O adsorbierte Ionen e) freie positive Ionen f) freie negative Ionen

Frequenzgang der Güte

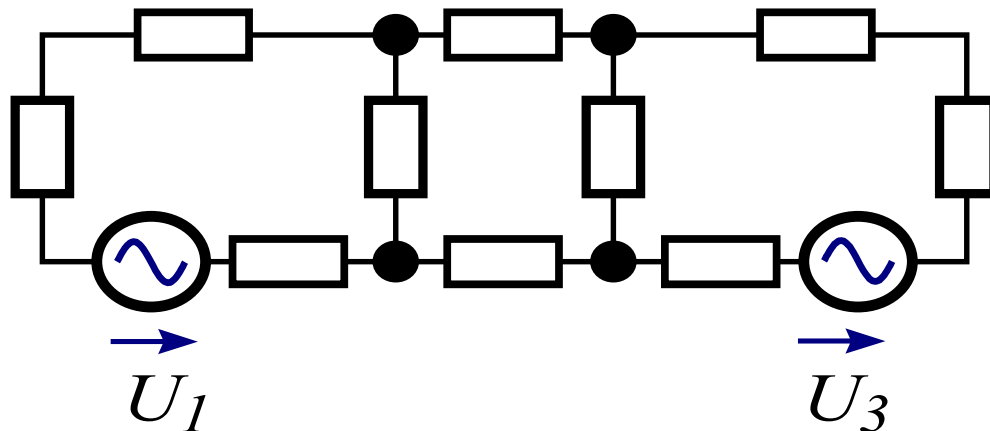
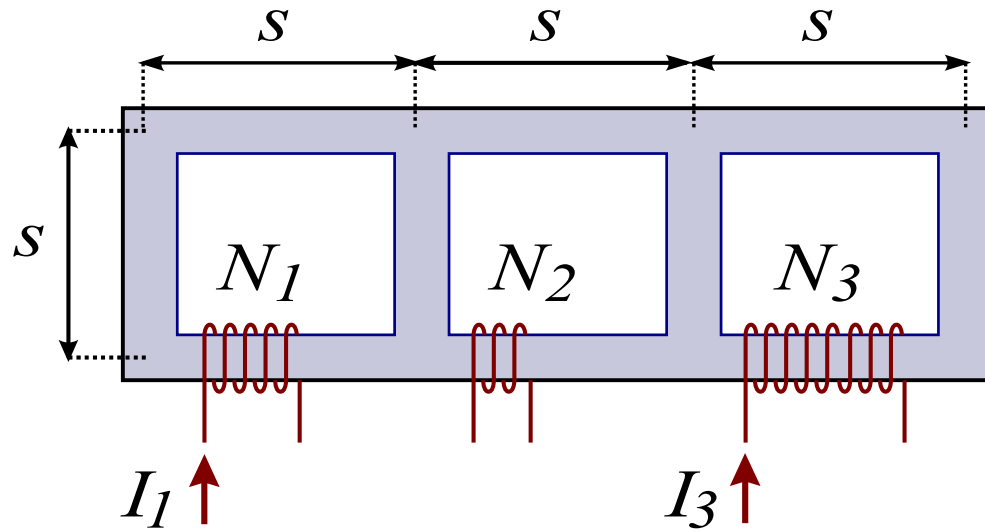


Aufgabe:
Frequenzverlauf des
Verlustwinkels eines
handelsüblichen 50 F
Kondensators

Welchen Ohm'schen
Längswiderstand
muss man diesem
Kondensator bei
 $F = 1 \text{ Hz}$
und bei
 $f = 100 \text{ Hz}$
zuordnen?



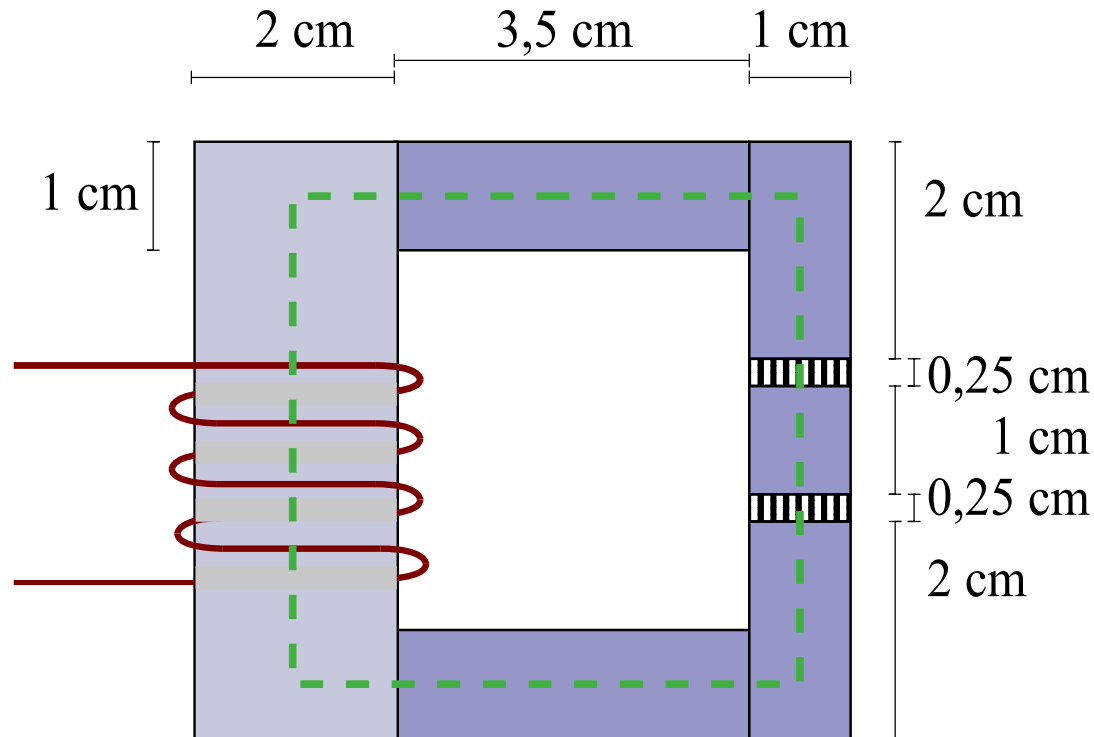
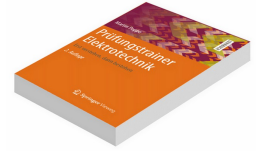
Magnetkreis



Aufgabe:
Eisenkonstruktion
aus drei
verbundenen
Quadraten und
Kupferwicklungen
Die Quadrate haben
die gleiche
Seitenlänge

Lösungsansatz:
Elektrische
Ersatzschaltung

Magnetfeldberechnung

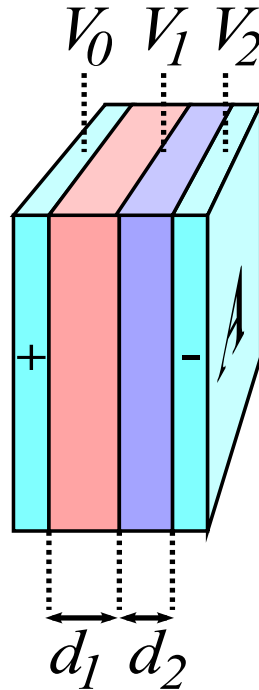


Aufgabe:
Ein geschlossener Körper aus verschiedenen Materialien, angeregt durch eine Stromschleife

Berechnen Sie das Magnetfeld ohne das Konzept der Magnetkreise.



Kondensator mit 2 Dielektrika



Aufgabe:
Kondensator mit zwei
Dielektrika

Lösung:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{\epsilon_0 A} \left(\frac{d_1}{\epsilon_{r1}} + \frac{d_2}{\epsilon_{r2}} \right)$$

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d_1}{\epsilon_{r1}} + \frac{d_2}{\epsilon_{r2}}} = \frac{\epsilon_0 A}{d} \cdot \left(\frac{d \cdot \epsilon_{r1} \epsilon_{r2}}{d_1 \epsilon_{r2} + d_2 \epsilon_{r1}} \right)$$