

SMD (surface mounted device) - Widerstände

Kleinere Bauform, die direkt auf die Platine gelötet werden (ohne Drähte). In der Abbildung ist ein 2-M Ω -SMD-Widerstand in der Baugröße 1206 (Raster in mm) gezeigt.

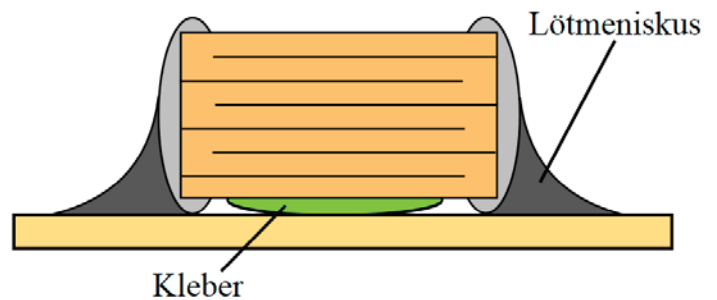


SMD-Widerstände der Toleranzklasse $\geq 5\%$ sind im Allgemeinen mit drei Ziffern gekennzeichnet. Die ersten zwei Ziffern geben den Widerstandswert an, die dritte die Zehnerpotenz, die mit dem Wert der ersten beiden Ziffern multipliziert wird.

$$472 = 47 \times 10^2 = 4,7 \text{ k}\Omega$$

$$104 = 10 \times 10^4 = 100 \text{ k}\Omega$$

Unter 10Ω ersetzt 'R'
den Dezimalpunkt: $1R0 = 1,0 \Omega$



Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_\(Bauelement\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_(Bauelement))

E. Riedle

Physik LMU

Bauform	Länge/mm	Breite/mm	Verlustleistung max. in W	Spannung max. in V
2512	6,3	3,0	1	500
2010	5,0	2,5	0,75	400
1218	3,1	4,6	1	200
1210	3,2	2,5	0,5	200
1206	3,2	1,6	0,25	200
0805	2,0	1,2	0,125	150
0603	1,6	0,8	0,1	75
0402	1,0	0,5	0,063	50
0201	0,6	0,3	0,05	30
01005	0,4	0,2	0,03	15
MICRO-MELF (0102)			0,3	150
MINI-MELF (0204)			0,4	200
MELF (0207)			1	300

E. Riedle

Physik LMU

Tab. 2.1 Ausfallraten einiger Bauelemente

Bauelemente	λ (10^{-9} h^{-1})
1. Widerstände	
Kohleschicht	0,1
Draht	1
2. Kondensatoren	
Keramik	0,06
AI-Elektrolyt	5
3. Spulen	
HF-Spulen	0,3
Transformatoren	1
4. Dioden	
Si, normal	0,05
Si, Leistung	0,5
LED	0,1

5. Transistoren	
Si, normal	0,06
FET	0,5
6. Integrierte Schaltkreise	
digital, bipolar (MSI)	2
digital, MOS (MSI)	1
7. Sonstige Halbleiter	
Optokoppler	2
Thyristor	0,5
8. Verbindungen	
Steckkontakt	0,1
Klemmkontakt	0,3
Lötverbindung	0,05
9. Sonstige Bauelemente	
Glimmlampe	10^2
Glühlampe	10^3



$10^9 \text{ h} \sim 10^5 \text{ Jahre}$

E. Riedle

Physik ^{LMU}



APPLICATION NOTE

Document 1007240 Rev 2

1 of 6, 07/03

BOOSTCAPs Start Internal Combustion Engine

Since original publication of this document, further enhancements have been made to ultracapacitor technology enabling improved performance over that listed within this application example. The product referenced is obsolete and has been replaced with newer technology. The methodologies cited within this document are unaffected.

Summary

Students at the Automobile Technology Department at Hochschule für Technik und Architektur (HTA) Biel have demonstrated that it is possible to start an internal combustion engine with BOOSTCAP™ ultracapacitors instead of a lead acid battery. These tests have been performed at a test bench and with a real car.

Doppelschichtkondensatoren

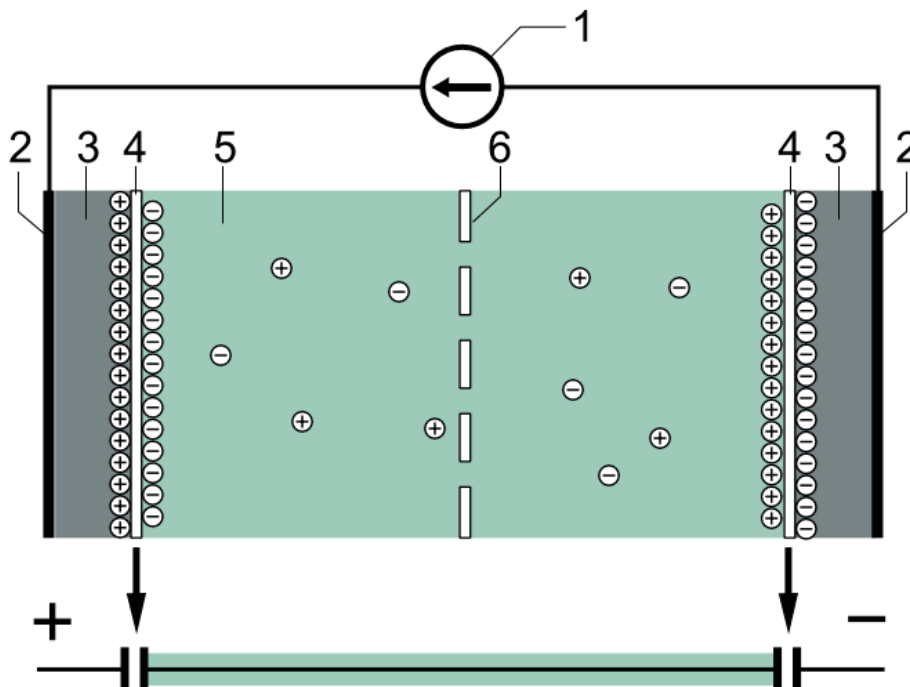
Doppelschichtkondensatoren (englisch *electrochemical double layer capacitor, EDLC*) sind Kondensatoren, deren Kapazitätswert sich einerseits aus einer **statischen Kapazität in Helmholtz-Doppelschichten** und andererseits aus einer **elektrochemischen bzw. faradayschen Pseudokapazität** zusammensetzt.

In den elektrisch isolierenden Helmholtz-Doppelschichten an den Oberflächen spezieller großflächiger Elektrodenmaterialien wird die elektrische Energie statisch als **Doppelschichtkapazität** in elektrischen Feldern gespeichert.

In der **Pseudokapazität** wird die elektrische Energie spannungsabhängig elektrochemisch bzw. faradaysch mit einer Redoxreaktion und mit einem Ladungsaustausch an den Elektroden gespeichert, wobei allerdings im Gegensatz zu Akkumulatoren an den Elektroden keine chemische Stoffänderung eintritt. Die Pseudokapazität kann durch spezielle Elektroden bei gleichem Bauvolumen einen erheblich größeren Wert als die Doppelschichtkapazität erreichen.

Diese Kondensatoren haben die größte **Energiedichte** und die **höchsten Kapazitätswerte** pro Bauvolumen aller Kondensatoren.

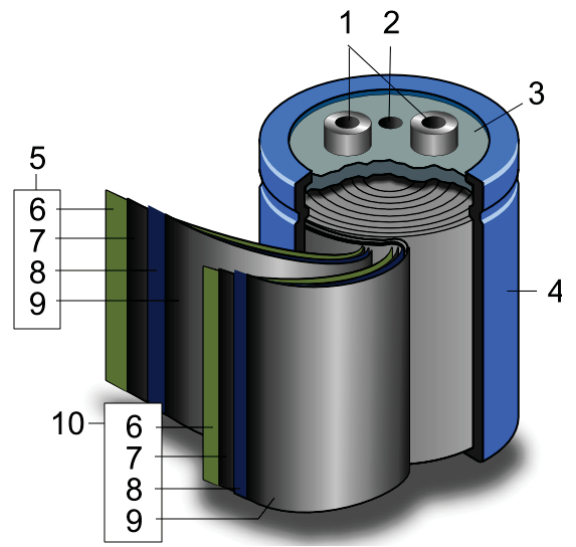
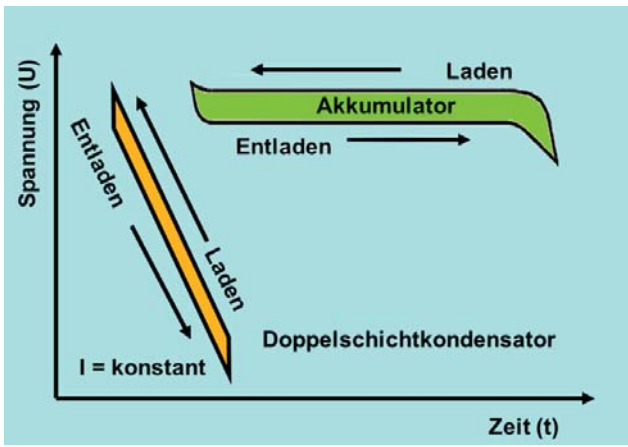
<http://de.wikipedia.org/wiki/Doppelschichtkondensator>



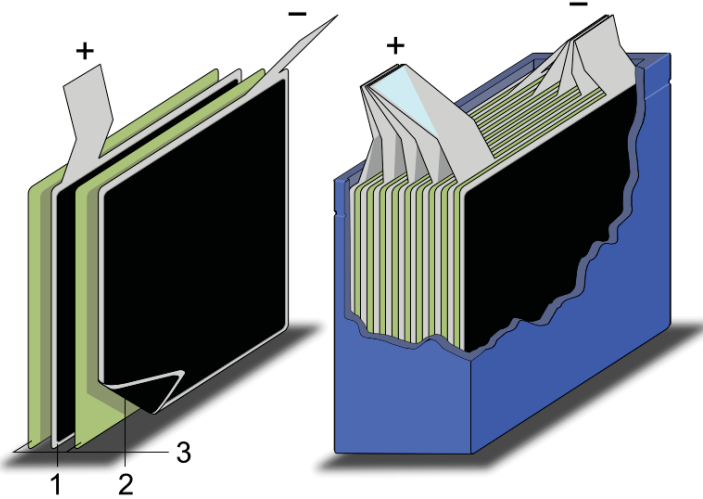
Prinzip eines idealen Doppelschichtkondensators

1. Stromquelle, 2. Kollektor, 3. Polarisierte Elektrode, 4. Helmholtz Doppelschicht
5. Elektrolyt mit positiven und negativen Ionen, 6. Separator.

Beim Anlegen einer Spannung bildet sich an den Elektroden jeweils eine Helmholtz-Doppelschicht mit spiegelbildlicher Ladungsverteilung aus



- 1. Anschlüsse, 2. Sicherheitsventil
- 3. Abdichtscheibe, 4. Becher
- 5. Positive Elektrode mit: 6. Separator
- 7.,8.,9. doppelseitige Elektrode mit zentralem Kollektor
- 10. Negative Elektrode



Boostcap Ultracapacitors

by



Large Cells

from 650 Farad to 3000 Farad

PRODUCT SPECIFICATIONS

CAPACITANCE	BCAP0650	BCAP1200	BCAP1500	BCAP2000	BCAP3000
Nominal capacitance	650 F	1,200 F	1,500 F	2,000 F	3,000 F
Tolerance capacitance	-0% / +20%	-0% / +20%	-0% / +20%	-0% / +20%	-0% / +20%
VOLTAGE					
Rated voltage	2.7 V DC	2.7 V DC	2.7 V DC	2.7 V DC	2.7 V DC
Surge voltage	2.85 V DC	2.85 V DC	2.85 V DC	2.85 V DC	2.85 V DC

CYCLE LIFE

Cycles Between specified voltage and half rated voltage under constant current at 25°C.	1 million	1 million	1 million	1 million	1 million
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

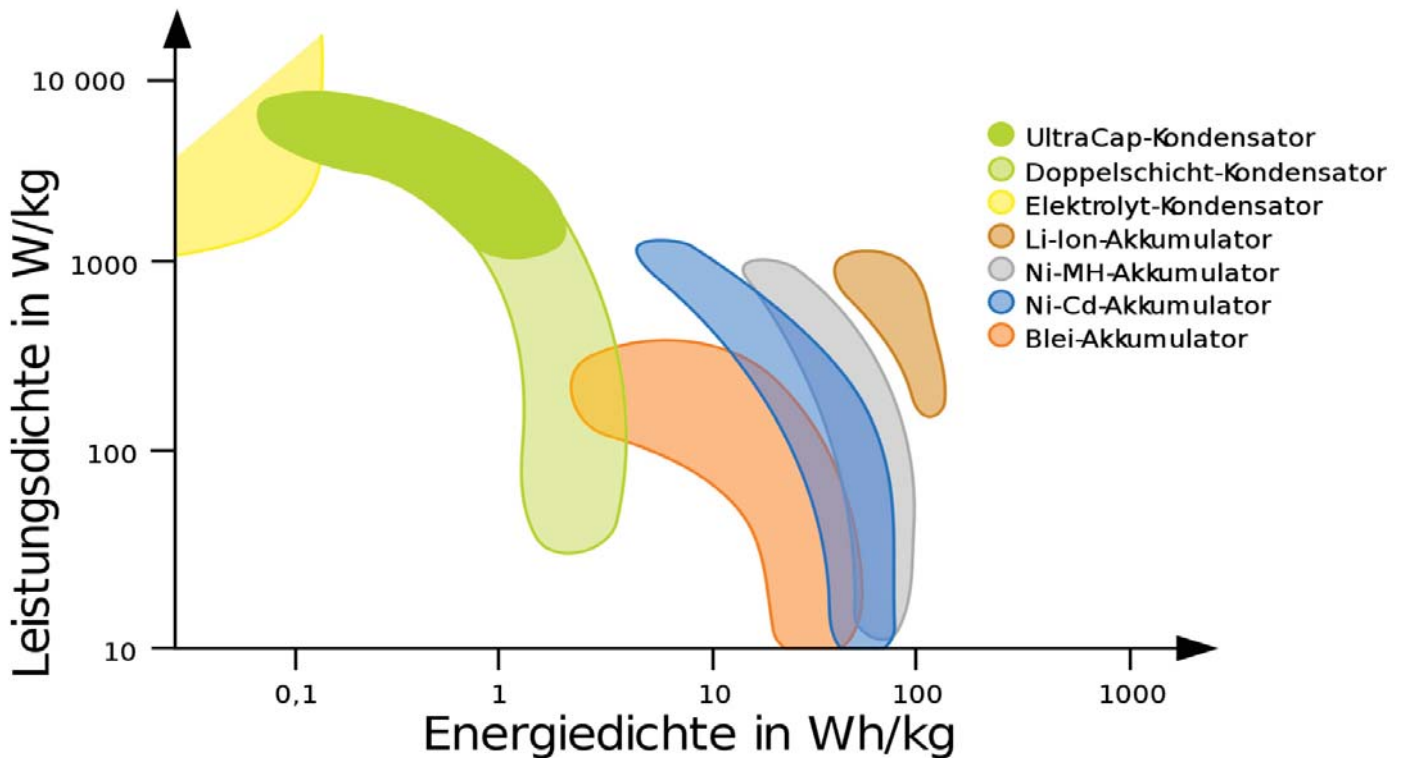
CURRENT

Maximum continuous current	62 A	81 A	97 A	123 A	147 A
Maximum peak current, 1 sec	575 A	955 A	1,185 A	1,585 A	2,165 A
Leakage current, I_{LC} After 72 hours. Initial leakage current can be higher.	1.5 mA	2.7 mA	3.0 mA	4.2 mA	5.2 mA

RATINGS AND SAFETY

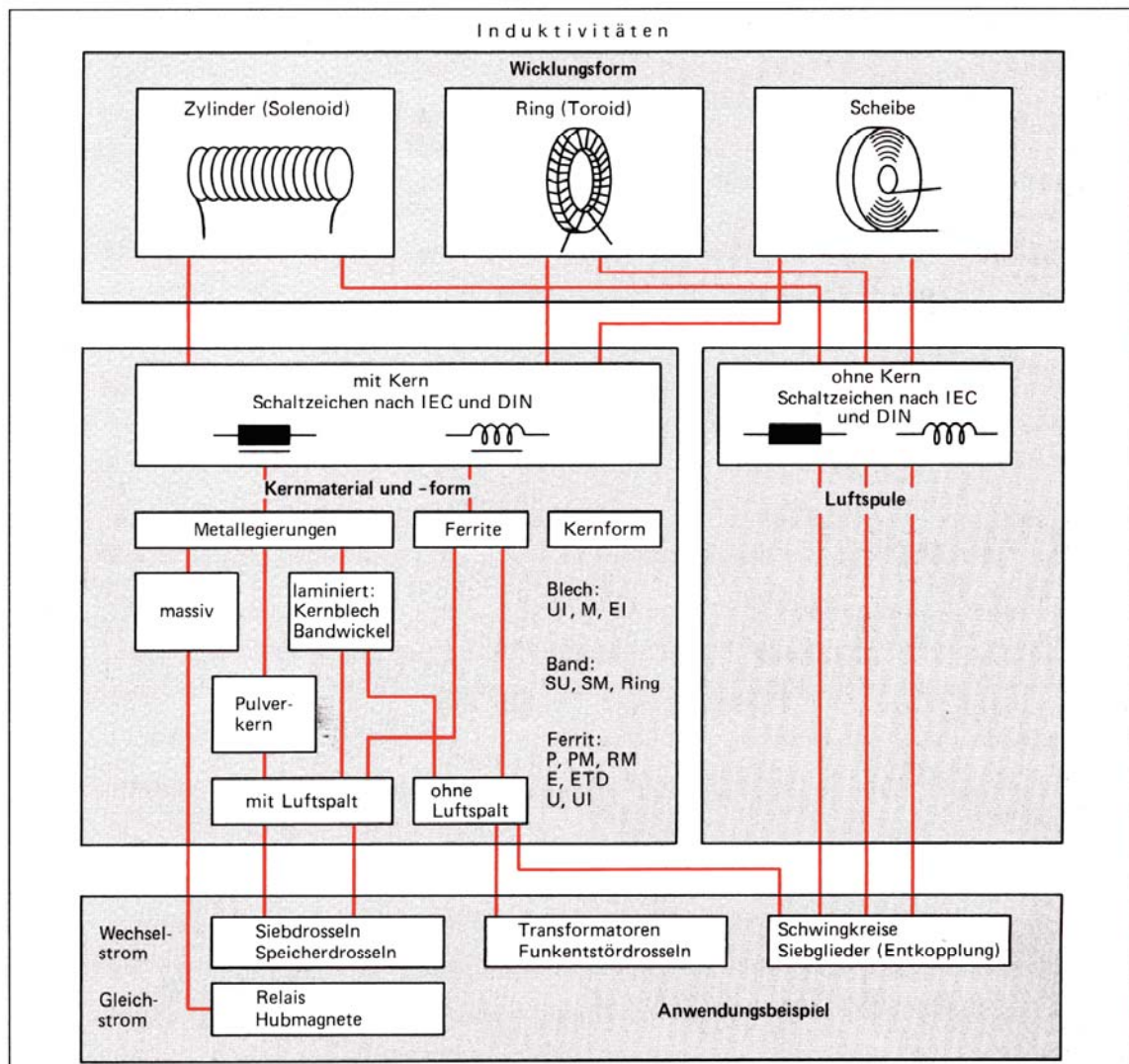
Vibration resistance	For all: ISO 16750, SAE J2380				
Short circuit current (I_{sc}) CAUTION: Current possible with short circuit from rated voltage Do not use as an operating current.	3,350 A	4,650 A	5,700 A	7,700 A	9,300 A
Weight	0.16kg	0.26kg	0.28kg	0.36kg	0.51kg

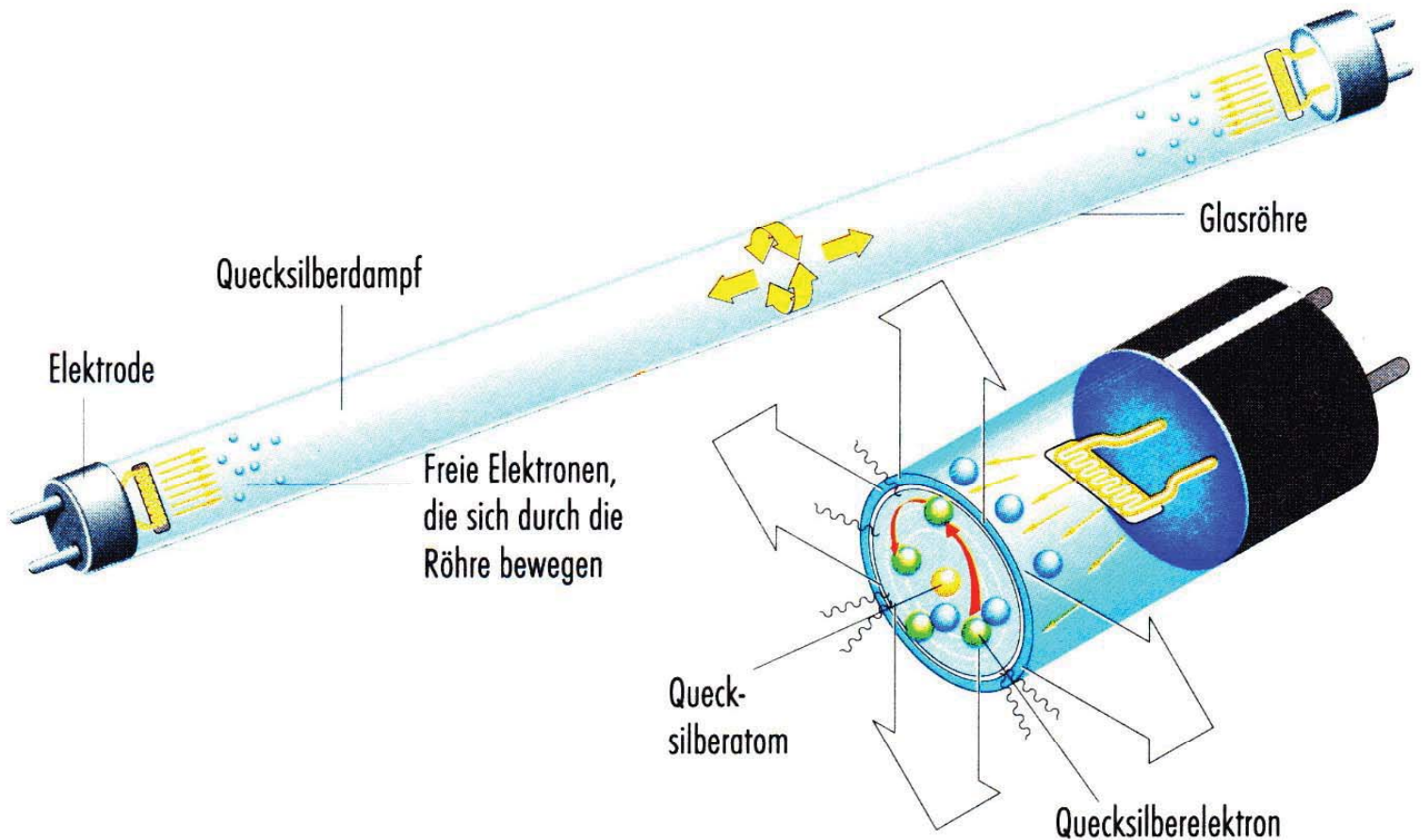
Leistungs- und Energiedichte einiger Energiespeicher



**Kennwerte von Doppelschichtkondensatoren
im Vergleich mit Elektrolytkondensatoren und Lithium-Ionen-Akkumulatoren**

Kennwerte	Elektrolyt-kondensatoren	Doppelschicht-kondensatoren	Super-, Ultra-kondensatoren	Lithium-Ionen-Kondensatoren	Lithium-Ionen-Akkumulatoren
Betriebs-temperaturbereich (°C)	-40...+125	-20...+70	-20...+70	-20...+70	-20...+60
Nennspannung pro Zelle (V)	4...550	1,2...4	2,5...4	2,2...3,8	2,5...4,2
Lade-/Entlade-Zykluslebensdauer	unbegrenzt	$10^5 \dots 10^6$	$10^5 \dots 5 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4 \dots 10^5$	$0,5 \dots 4 \cdot 10^3$
Kapazitätsbereich (F)	≤ 1	0,1...100	100...6500	300...2200	—
Kapazität pro Volumen (F/cm ³)	0,001	5...8	8...10	10...18	1000
Energiedichte (Wh/kg)	—	1,5...3,9	4...9	10...15	95...190
Effektive Leistungsdichte (kW/kg)	> 100	2...10	3...10	3...6	0,3...1,5
Selbstentladezeit bei Raumtemperatur	kurz (Tage)	mittel (Wochen)	mittel (Wochen)	lang (Monate)	lang (Monate)
Wirkungsgrad (%)	99	95	95	90	90
Lebensdauer bei Raumtemperatur (Jahre)	> 20	5...10	5...10	5...10	3...5





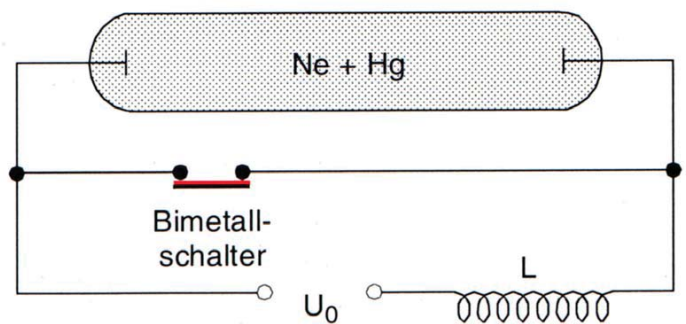
Zünden von Leuchtstoffröhren

Füllung: Hg (Leuchtgas) mit Ar/Kr-Gemisch (Puffergas)

Angelegte Spannung führt zu Erwärmung der Elektroden und Verdampfung von Hg. Nach Zünden Gasentladung und Leuchten!

Drossel zur Strom-Begrenzung, Kondensator zur Kompensation.

Nach Einschalten fließt Strom durch Spule und Bimetalschalter. Erwärmung öffnet Bimetalschalter und führt zu großer Induktionsspitze an der Leuchtstoffröhre



→ **Zünden der Gasentladung !**

Selbstinduktion und gegenseitige Induktion

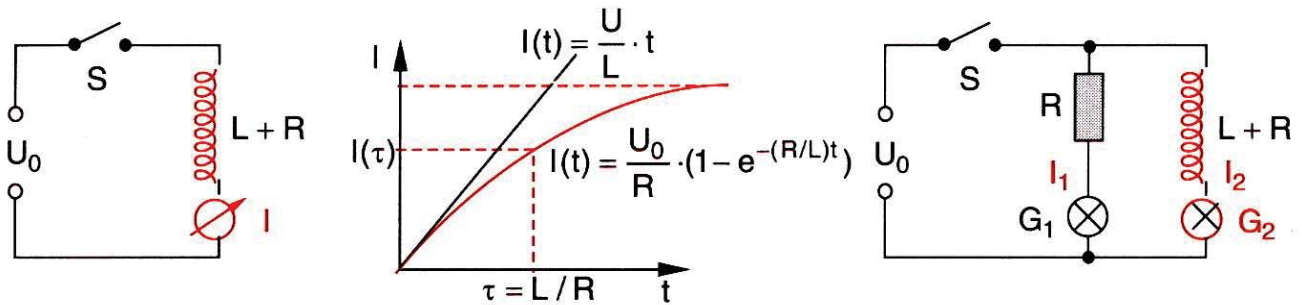
$$U_{\text{ind}} = -L \cdot \frac{dI}{dt}$$

Einschaltvorgang

Kirchhoff: $U_0 = I \cdot R - U_{\text{ind}} = I \cdot R + L \cdot \frac{dI}{dt}$

Ansatz: $I(t) = K \cdot e^{-R/L \cdot t} + I_0$

Lösung: $I(t) = \frac{U_0}{R} \cdot (1 - e^{-R/L \cdot t})$



Anwendungen der (Selbst-)Induktion

- Barkhausen-Effekt
- "Aufleuchten" einer Glühlampe

Zündspule

Einschalten der Spannung führt zu exponentiellem Anstieg des Stroms.

Danach konstanter Strom $I_2 = \frac{U_0}{R_L}$ in Spule.

Durch R_0 fließt Strom $I_1 = \frac{U_0}{R_0}$

Beim Abschalten der Spannungsquelle gilt:

- Induktion versucht Strom durch Spule konstant zu halten
- Strom kann nur aus R_0 kommen, Umkehr des Stroms in R_0 und damit Umkehr der Spannung.

$$U(t=0) = U_{\text{ind}} = -U_0 \frac{R_L + R_0}{R_L} \approx -U_0 \frac{R_0}{R_L} \quad \text{für } R_0 \gg R_L$$

