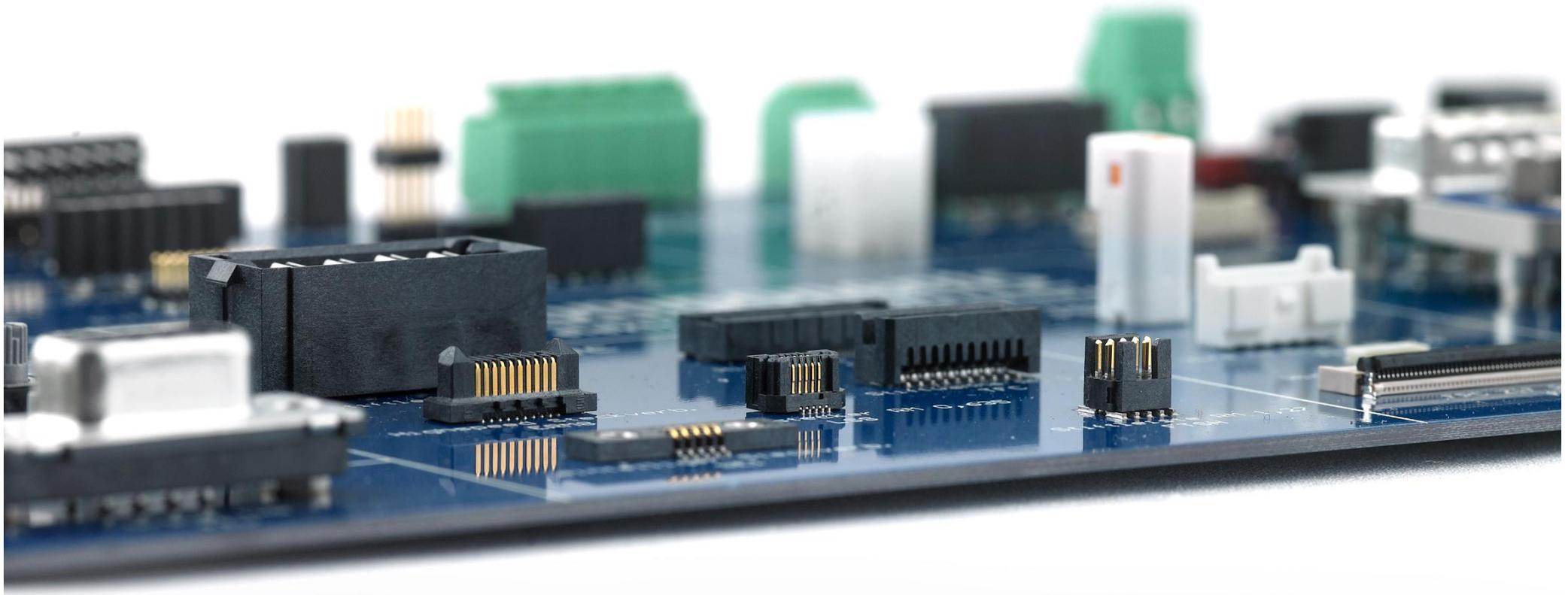


Innovation im Dialog



Ihr Aussendienst

Sebastian Behr

Tel.: 030-787998-324

Tel.: 0175-7203043

Sebastian.behr@pk-components.de

FAE Passiv

Manfred Voss

Tel.: 09129-4058162

Tel.: 0175-7203032

Manfred.voss@pk-components.de

Kondensatoren

Manfred Voss

10/2018

Agenda

pk components

Der Kondensator

Der Markt

Dielektrika

Kondensatortypen

Aktuelles

Unsere Hersteller

passive Bauelemente:



elektromechanische Bauelemente:

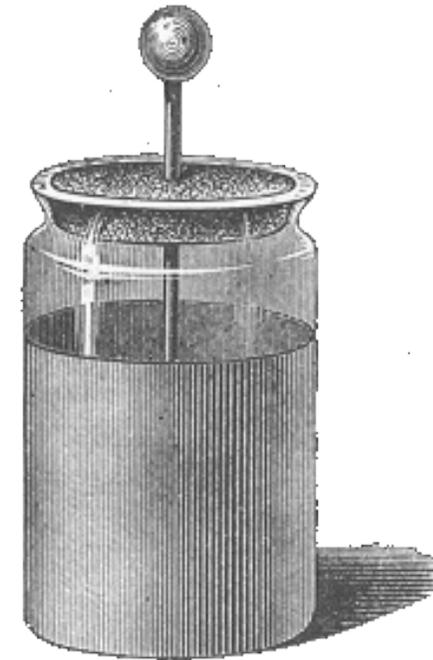
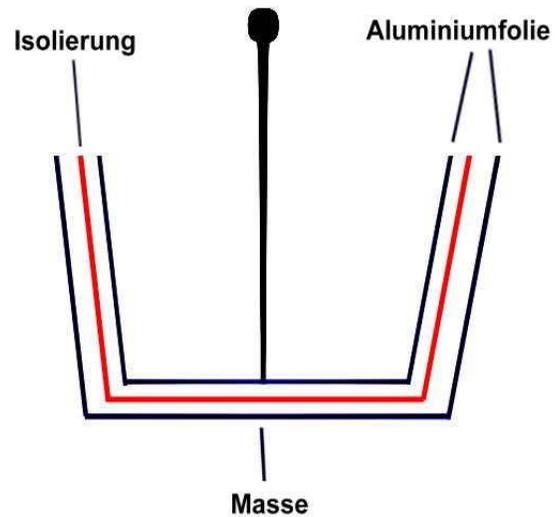


Der Kondensator

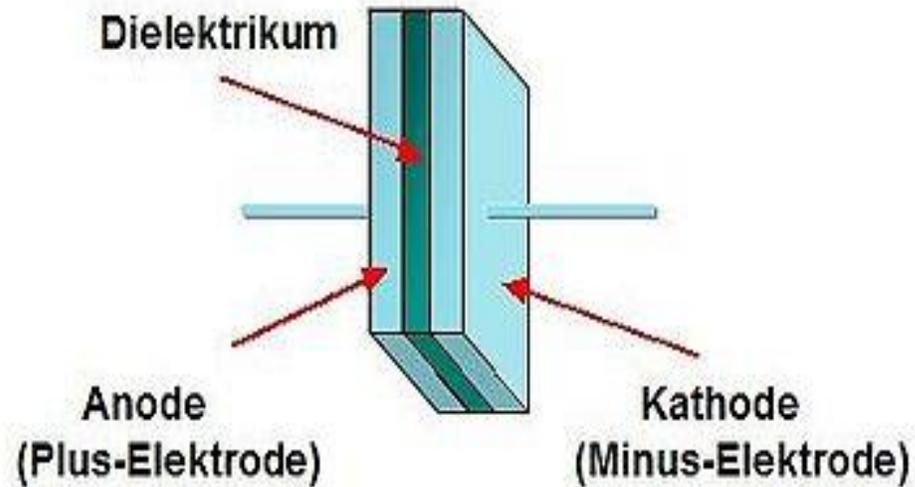
Die Leidener Flasche (1745) war die erste Art eines Kondensators mit 5nF!

Gefunden haben das Prinzip unabhängig von einander:

Domdechant Ewald Jürgen Georg von Kleist in Cammin (Pommern)
Physiker Pieter van Musschenbroek in Leiden



Prinzipieller Aufbau



Kondensator, prinzipieller Aufbau

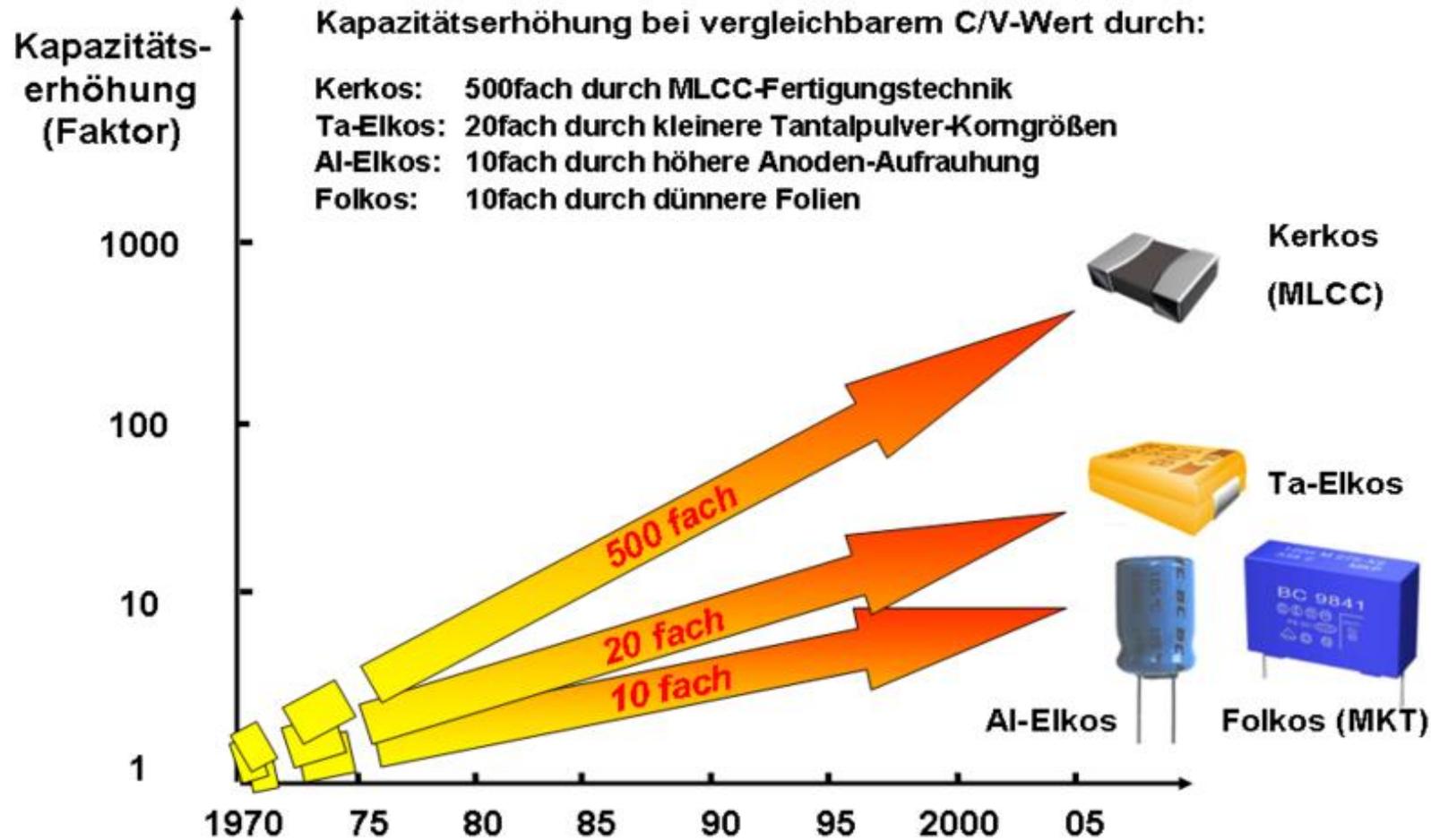
- $Q = C \times U$

Energie und Ladung bleiben erhalten nach Trennung von der Stromquelle

$$W = \frac{1}{2} \times C \times U \quad W = \text{Eng. in J}$$

Dielektrizitätszahl ϵ_r

Miniaturisierung



Dielektrikumart

Dielektrizitätszahl ϵ_r

• Luft	1
• Papier	2
• Glimmer	5
• Porzellan	6
• Hybrid/Polymer	900
• Aluminium	700
• Tantal	625
• Keramik Class 1	75
• Keramik Class 2	3000
• Keramik Class 3	18000

CV-Vergleich

Art	Kapazität (µF)	Spannung (V)	Temperatur (°C)	Lebensdauer (h)
Keramik	1.000	40.000	200	100.000
Tantal	4.700	85	200	7.000
Folie	16.400	6.000	135	100.000
Elektrolyt	1.000.000.000	700	150	12.000
Polymer	680	125	125	100.000

- MLCC's (Keramik) 370 Milliarden / Monat
- Tantal/Niobium 60 Milliarden / Jahr
- Film 75 Milliarden / Jahr
- Elektrolyt 40 Milliarden / Jahr
- Polymer/ Hybrid 55 Milliarden / Jahr
- Doppelschicht 10 Milliarden / Jahr
- Silizium 0,100 Milliarde / Jahr

- MLCC's (Keramik) [Allokation](#)
- Tantal/Niobium angespannte Situation
- Film Lieferzeiten steigen
- Elektrolyt Lieferzeiten
- Polymer/ Hybrid Stückzahlen steigen,
- Doppelschicht neue Technologien, höchste Kapw.
- Silizium spezielle Anforderungen

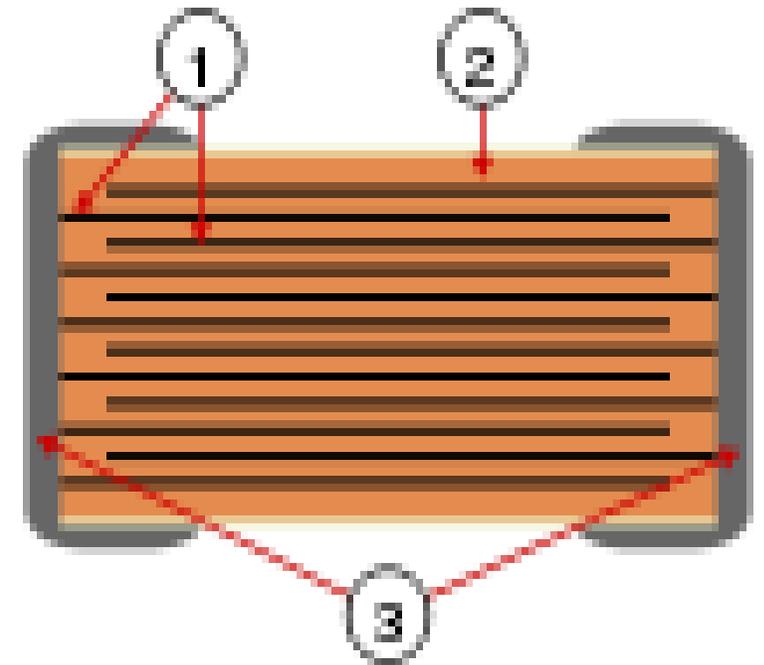
- **Dielektrikum**
 - **Kapazität**
 - **Spannung**
 - **ESR/Impedanz**
 - **Toleranz**
 - **Bauform**
 - **Temperatur (min-max)**
 - **Belastung (ripple-Strom)**
 - **Lebensdauer**
 - Applikation**

Die wichtigsten Kondensator-Funktionen

- Ladung und Energie speichern
- Spannungen stützen und glätten
- Koppeln und Entkoppeln
- Kompensation
- Resonanz
- Filterung und Entstörung

hohes CV
Kleinste Bauformen
Lebensdauer
ungepolt
dielektrische Verluste
niedrige Impedanz
Verfügbarkeit (aktuell Allokation)
Impulsfest (U2J)
hohe Ripple-Ströme

Mikrofonie
Piezo-Effekte
DC-Biasing
Mech. Festigkeit

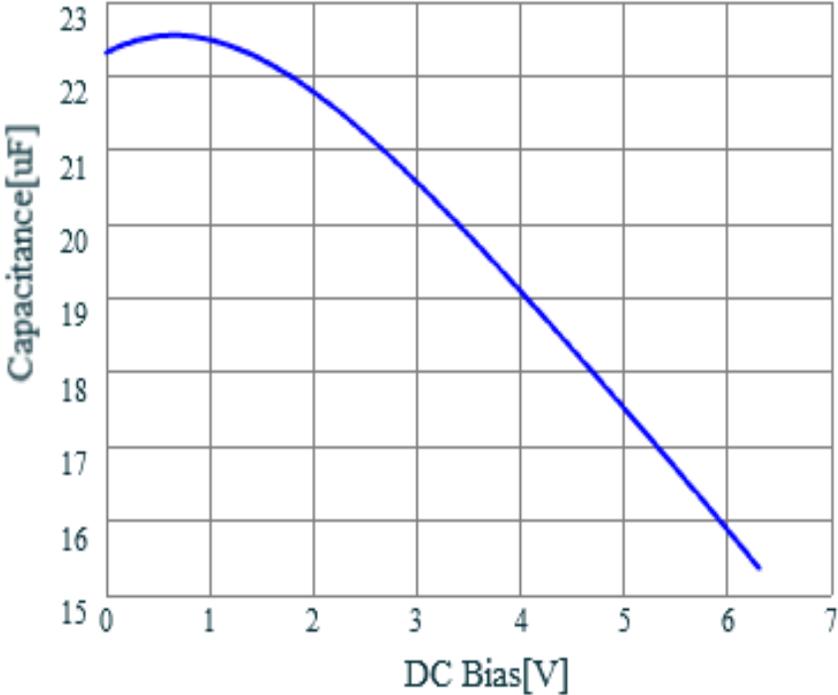


1. metallische Elektrode

2. Keramik

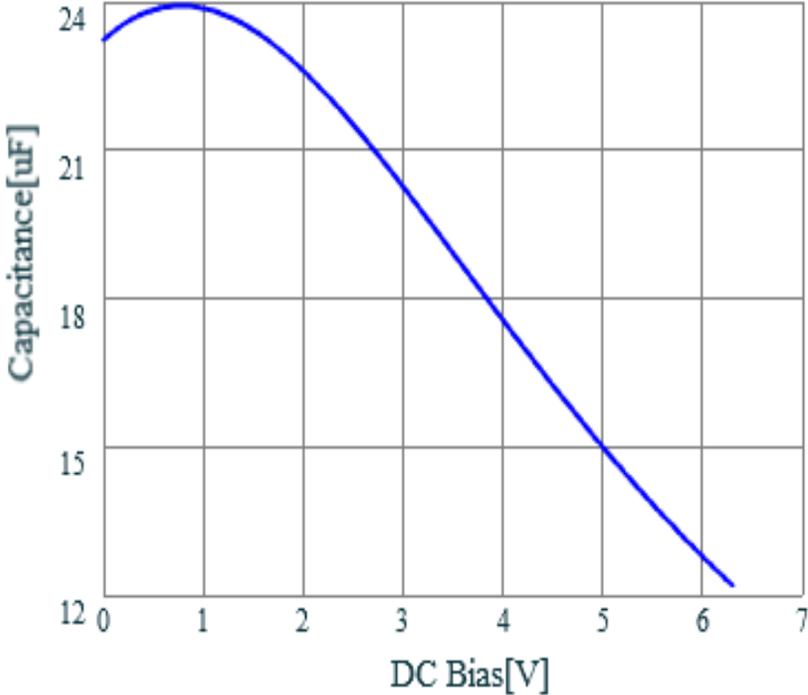
3. metallische Anschlussflächen

DC-Biasing



GRM31CC70J226KE15 C-DC bias.Capacitance

X7S



GRM31CR70J226KE19 C-DC bias.Capacitance

X7R

Klasse 1
temperaturkompensiert

NP0, C0G, U2J

Klasse 2
Standard

**X5R, X6S, X7T, X8L,
X9M**

Klasse 3

Y5V, Z5V

Alternativen für MLCCs

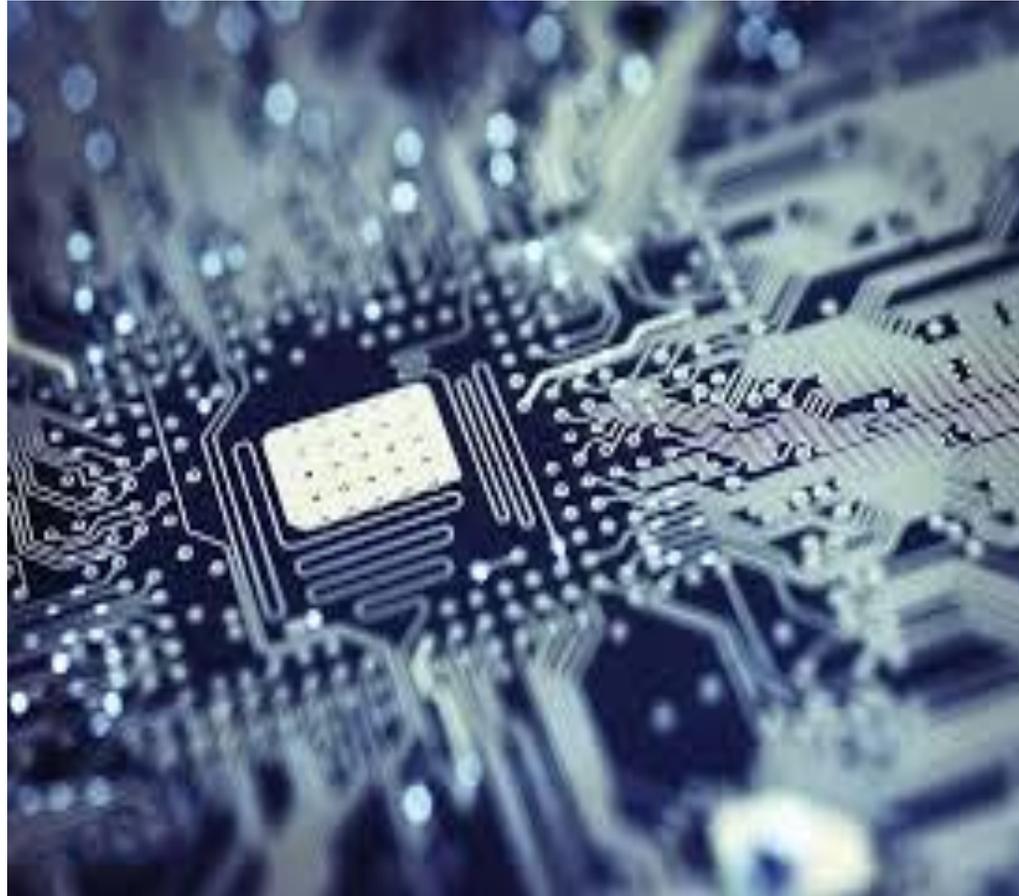
Tantals

Special-Polymer

Hybrid-SMD

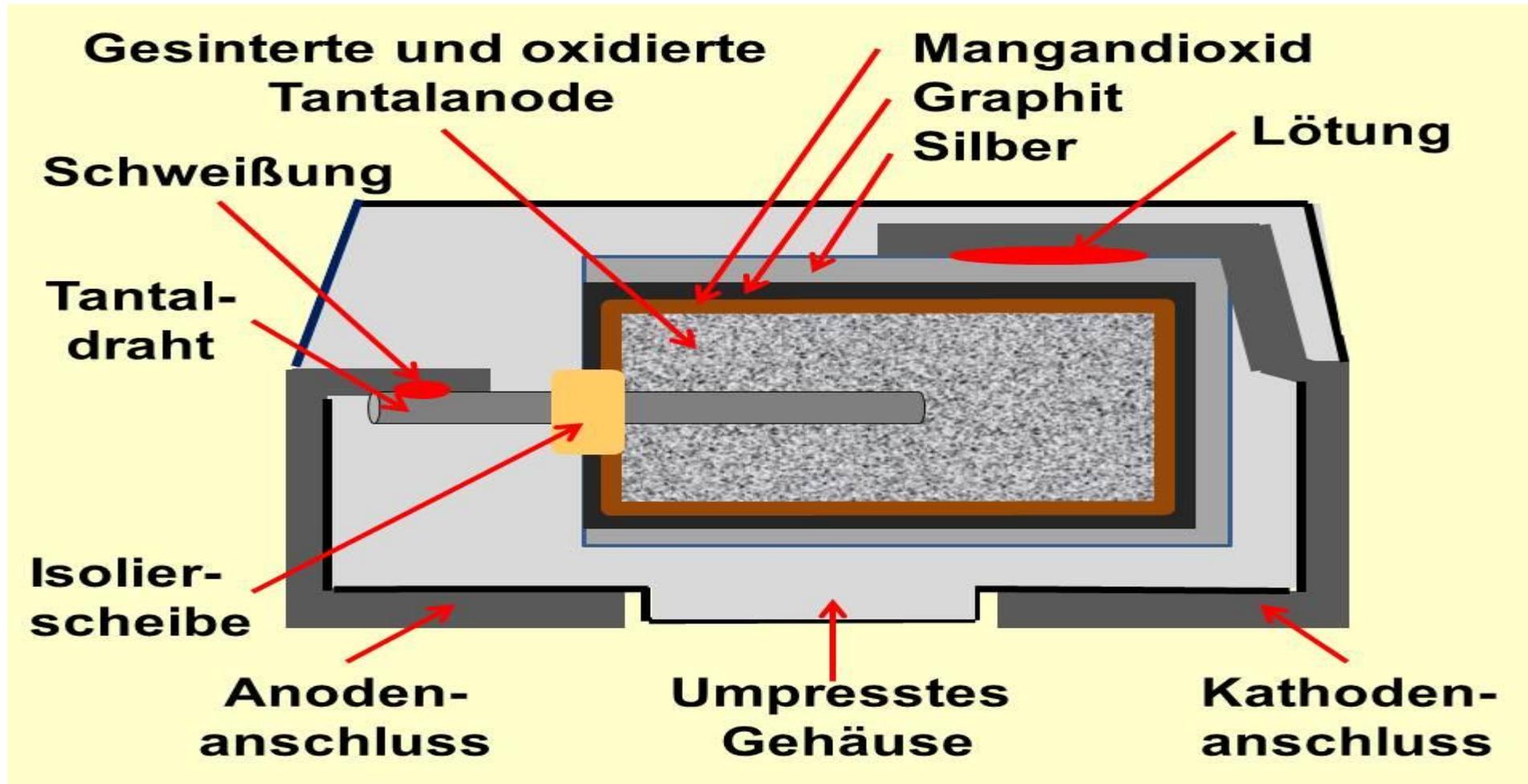
SMD-Film

Der Keramikkondensator ?



Fragen?

Tantal-Kondensator



kein DC-Derating
hohe Kapwerte
-200°C möglich (Derating
ab 85°C)
viele Varianten
Elko-Ersatz
Hohe Zuverlässigkeit
undertap

Brennbar
Derating über Temperatur, >85°C
Arbeitsbereich bei 50% der Nennspannung,
TCQ-Serie bis 90% Nennspg.

Tantal-MnO₂

Conductive-Polymer

low esr

low esl

Tantal-Niobium

Fused

Undertab

AEC-Q200 spezifizierte

Standard, Sondervarianten

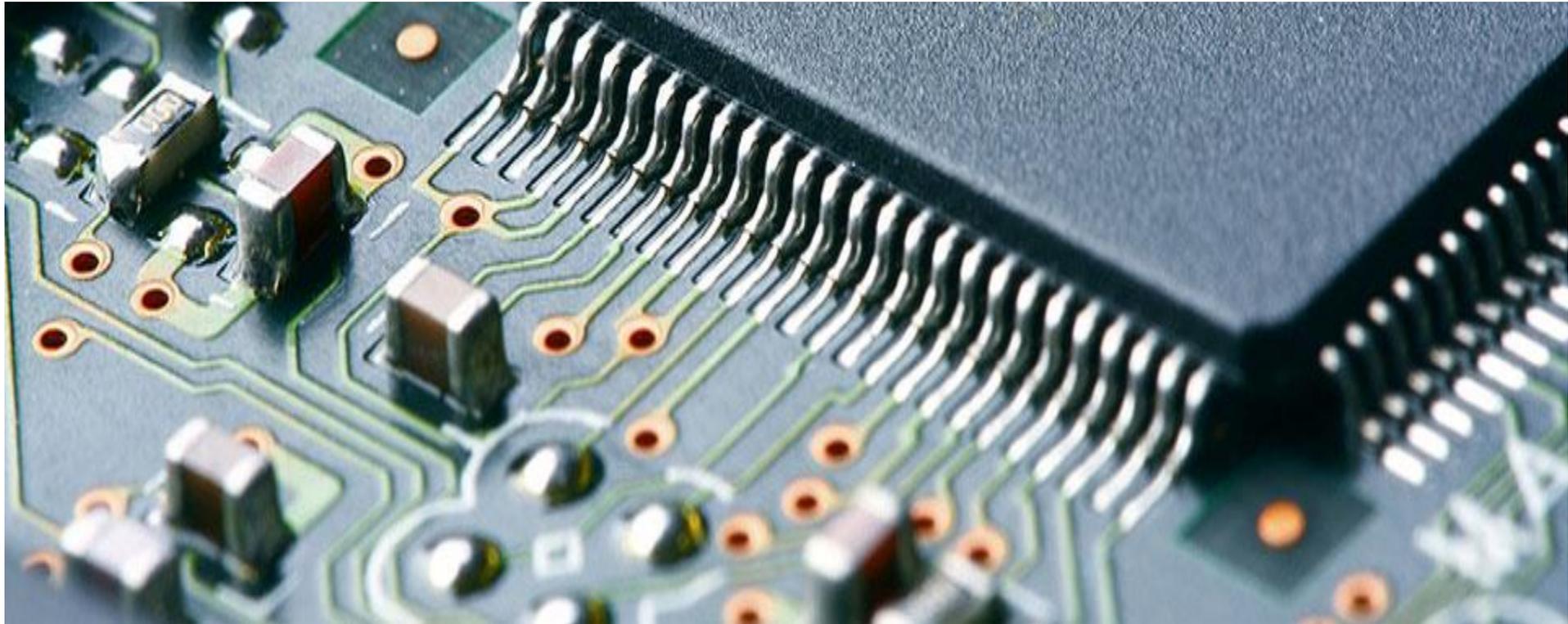
hohe Kapazität, hohe Ströme

max. 16V Varianten

hohe Kapazität

robust

Es gäbe noch soviel zu sagen



Elektrolyt oder Elko

Max. 750V

Low ESR oder low impedance

Long [Live](#)

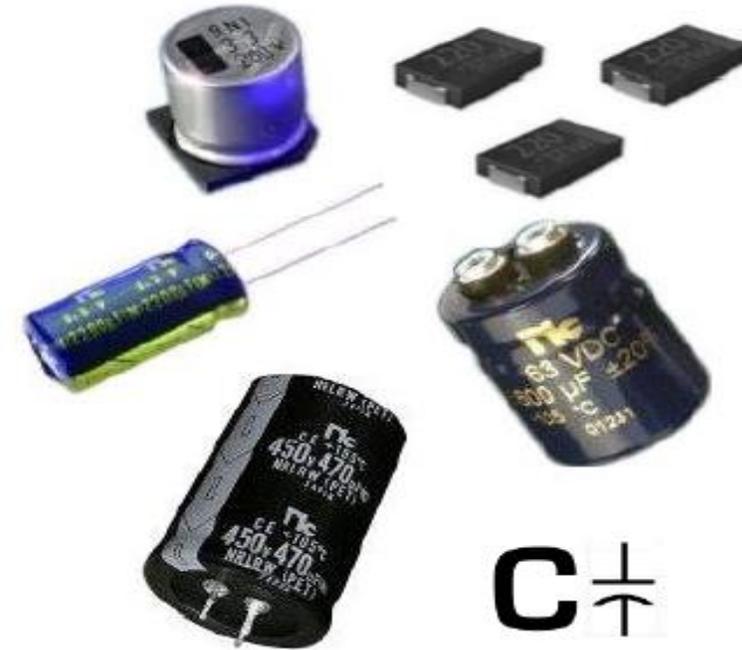
Viele Anbieter

Hohes CV

Verschiedene Anschlussvarianten

-150°C Varianten

-40G Vibrationen, AEC-Q



**aufwendige Symmetriemaßnahmen,
Brennbar
gepolt
Lagerung
Aufwendiger Verpolschutz**

Der ESR wird beeinflusst von ...

Ohmschen Verlusten

- den Übergangswiderständen der Elektrodenkontaktierung,
- der Verbindung zu den Außenanschlüssen,
- den Anschlüssen selbst

Dielektrischen Verlusten

- $\tan \delta$

Problem Verlustleistung

Dazu ein Beispiel:

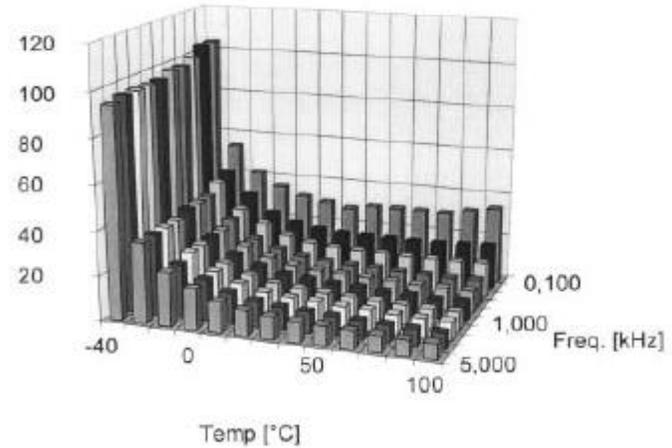
$$\text{ESR} = 400 \text{ m}\Omega \text{ und } \text{AC}_{100 \text{ Hz}} = 5 \text{ A}$$

Daraus ergibt sich
eine Verlustleistung von:

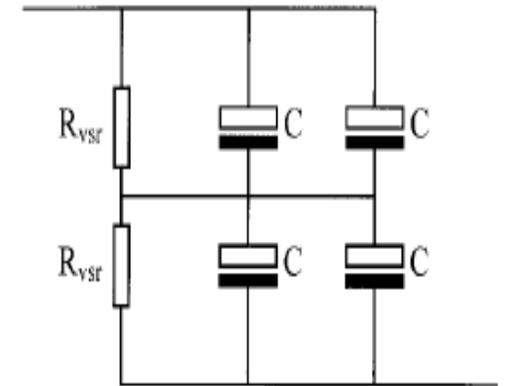
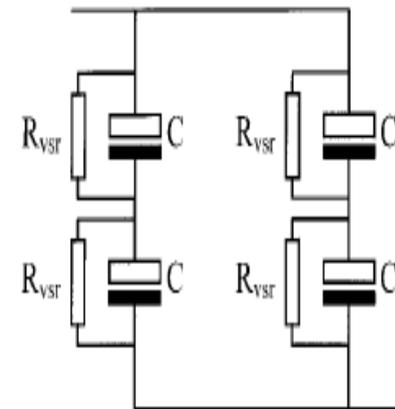
$$P = (5 \text{ A})^2 \cdot 400 \text{ m}\Omega = 10 \text{ W}$$

Zu Beachten

ESR as a Function of Temperature and Frequency



Vorwiderstand R_{VSR}
 $R = 1000 / 0,015 \times C$ (μF) in kOhm
z.B. $C = 4700$ $R = 14\text{kOhm}$



Conductive-Polymere-Aluminium-Solid-Kondensator

Kombination elektrostatischer Materialien

Höhere Energie- und Leistungsdichte

Kohlenstoff + Polymere/ Metalloxide

Lebensdauer bis 125°C/4000 Std.

5-10 fache Lebensdauer alle 10°C kühler

Niedrige esr-Werte im 2-stellig. mOhm-Bereich

Hohe Ripple-Ströme

CV etwas schlechter als normaler Elko

Hoher leakage current

Derzeit 125V DC max. Spannung

Kleinere Kap.Werte

Hybrid

2-Varianten fest-functional liquid und fest-flüssig

Leakage-current

Stromtragfähigkeit

Niedrigste ESR-Werte

Höheres CV

Bis 150°C

Lebensdauer, 24.000 Std. bei 105°C

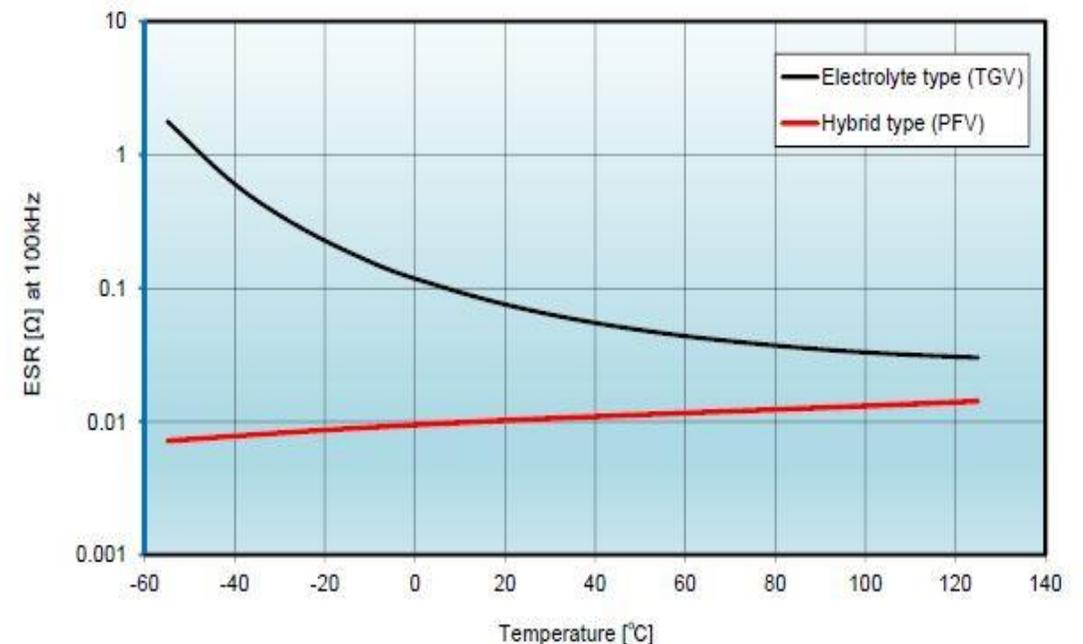
Vorteile bei low ESR und high Ripple

Reduzierung der Bauteile

AEC-Q

ESR over temperature

Item: 25V 330µF φ10 × 10.5L



Vergleich von Rubycon



Conductive Polymer Aluminum Solid Electrolytic Capacitors (Hybrid Type)

Specification Comparison

| | Conductive Polymer Al-Eap
(Hybrid type) | Conductive Polymer Al E-cap | Non-solid Al E-cap
(Wet type) |
|------------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|
| | 35 PJV 330 M 10X10.5 | 35 PCV 56 M 10X12 | 35 TGV 220 M 10X10.5 |
| Temperature range | -55°C~+125°C | -55°C~+125°C | -40°C~+125°C |
| Size (ΦDXL) | 10X10.5 | 10X12 | 10X10.5 |
| Rated Voltage | 35V | 35V | 35V |
| Capacitance | 330μF | 56μF | 220μF |
| Leakage Current
(WV 2min) | 115.5μA
(0.01CV) | 392μA
(0.2CV) | 77.0μA
(0.01CV) |
| Ripple Current (100kHz) | 2800mA | 2000mA | 550mA |
| ESR (100kHz·20°C) | 20mΩ | 31mΩ | 120mΩ |
| Lifetime (125°C) | 4000 Hrs | 3000 Hrs | 3000 Hrs |

Hybrid type achieve higher capacitance and lower leakage current in comparison with conventional PZ-CAP(PCV series).

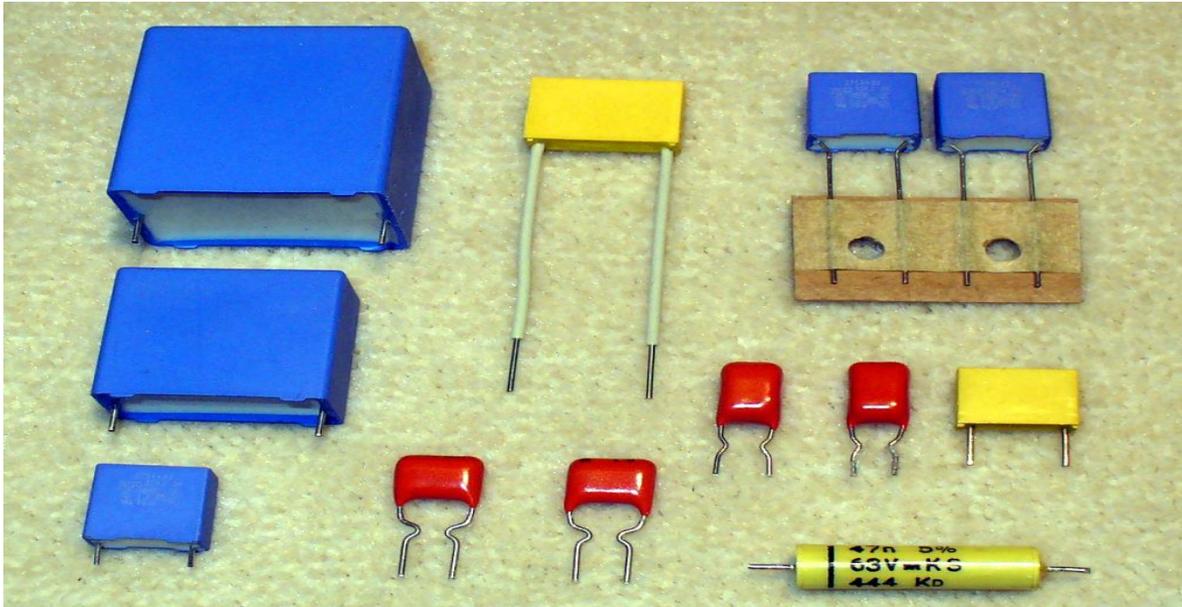
Capacitance 1.5 times, ESR 1/6 and Ripple current 5 times are achieved in comparison with Non-solid type(TGV series).



Alles geklärt?



Film-oder Folien



hohe Spannungsfestigkeit
selbstheilend
hohe Ströme möglich
AC-Anwendungen
Impulsfest
Lebensdauer

SMD hygroskopisch

**Verliert Kapazität über die
Lebensdauer**

Film- oder Folien

| Typ | Dielektrikum | Belag | Vorteile | Nachteile | Anwendungen |
|--------------------|-----------------|--|--|--|---|
| MKT
MKH | Polyester | Aluminium
(aufgedampft) | hoher Verlustfaktor, großer ESR, wenig feuchtigkeitsabhängig, Lösungsmittelstabil, hoher Isolationswiderstand, hohe Durchschlagsfestigkeit, kleine Abmessungen | stark temperatur- und frequenzabhängig | Hostaphan, Mylar, Termphane (Markennamen), allgemeine Anwendungen, Betrieb bis 100°C |
| MKC
MKM | Polycarbonat | Aluminium
(aufgedampft) | relativ großer Verlustfaktor, mittlerer ESR, geringer Temperatureinfluss, kleine Abmessungen, langzeitstabil | nicht für hohe Frequenzen geeignet | Makrofal (Markenname), für NF geeignet, Einsatz in Kfz-Elektronik, Betrieb bis 100 °C |
| MKU
MKL | Zelluloseacetat | beidseitig lackbeschichtete Metallfolie, Lack metallisiert | mittlerer Verlustfaktor, selbstheilend, besonders hohe Überlastbarkeit, kleine Abmessungen | nicht für Stoßentladungsschaltungen geeignet | - |
| MKS
MKY | Polystyrol | Aluminium
(aufgedampft) oder Zinnfolie | geringer Platzverbrauch und Toleranz, sehr kleiner $\tan \delta$, hohe Güte, selbstheilend | temperaturempfindlich ab 70 °C | Styroflex oder Trolitul (Markennamen), HF-Schwingkreise |
| MKP | Polypropylen | Aluminium
(aufgedampft) oder Zinnfolie | kleiner $\tan \delta$, kleiner ESR, selbstheilend, feuchtebeständig, langzeitstabil, hohe Impuls-, Spannungs- und Stromfestigkeit, verkraftet hohe Spannungsspitzen | temperaturempfindlich ab 85 °C | Einsatz als Boosterkondensator |

Fragen?

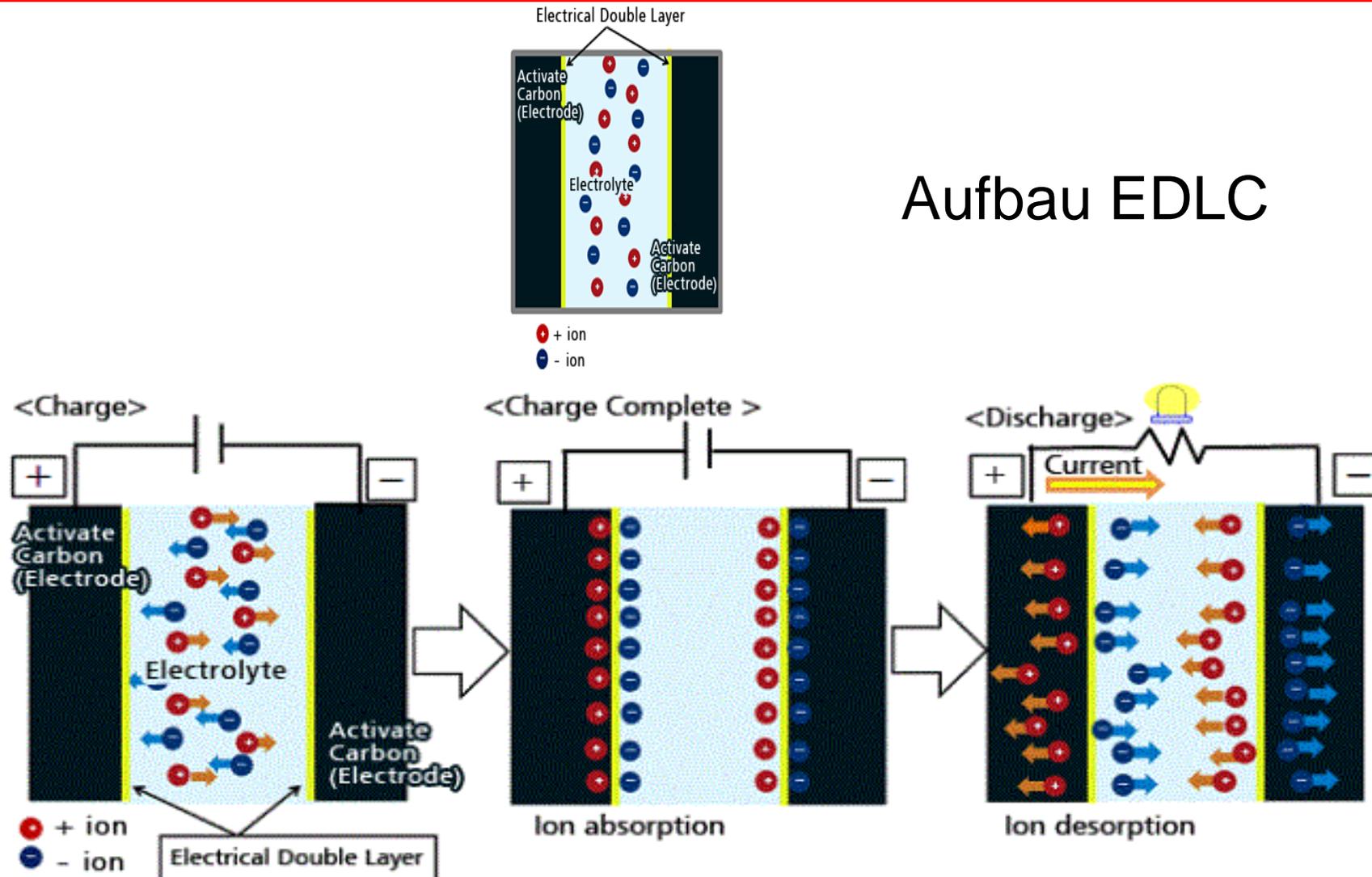


Electric-Double-Layer-Cap.



EDLC

Aufbau EDLC



Gold-Caps

Puffer RTC, 0,1 F -5F, max. 12V

Standard-EDLC

Windkraft-Anlagen, USV
(3-3.000)F 500k Ladezyklen
Module möglich

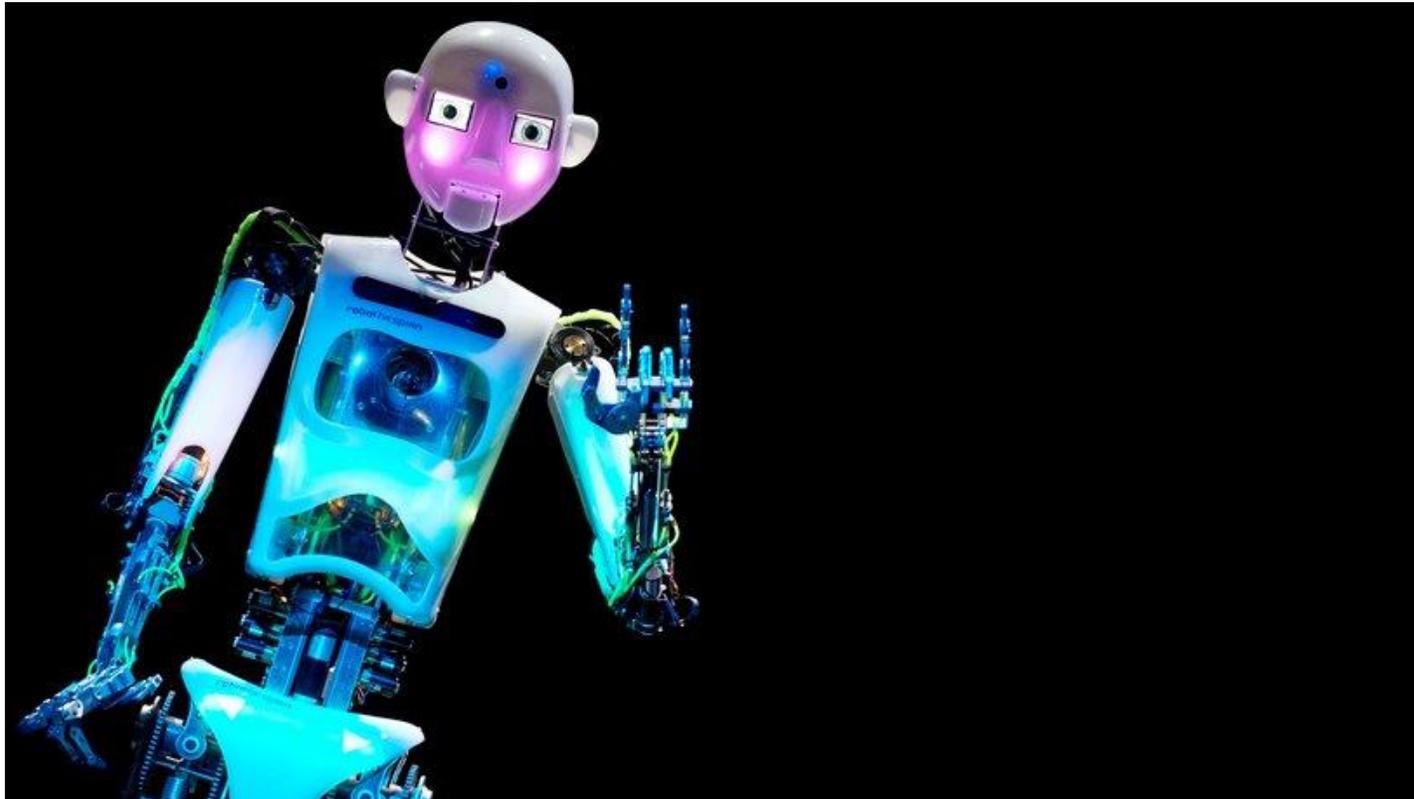
ESD-SCAP

Rekuperation, USV
(100-7.500)F 100k Ladezyklen

Battery-Cap

E-Mobilität, USV, Batterie-
Ersatz (1000-70.000)F 20k
Ladezyklen

Haben Sie Fragen zu den EDLCs?



Mögliche Applikation:

Ultra Breitband, bis 100GHz

Miniaturisierung und Verbesserung

Aufbau Arrays (C, R,ESD-Schutz)

3D-Lösungen

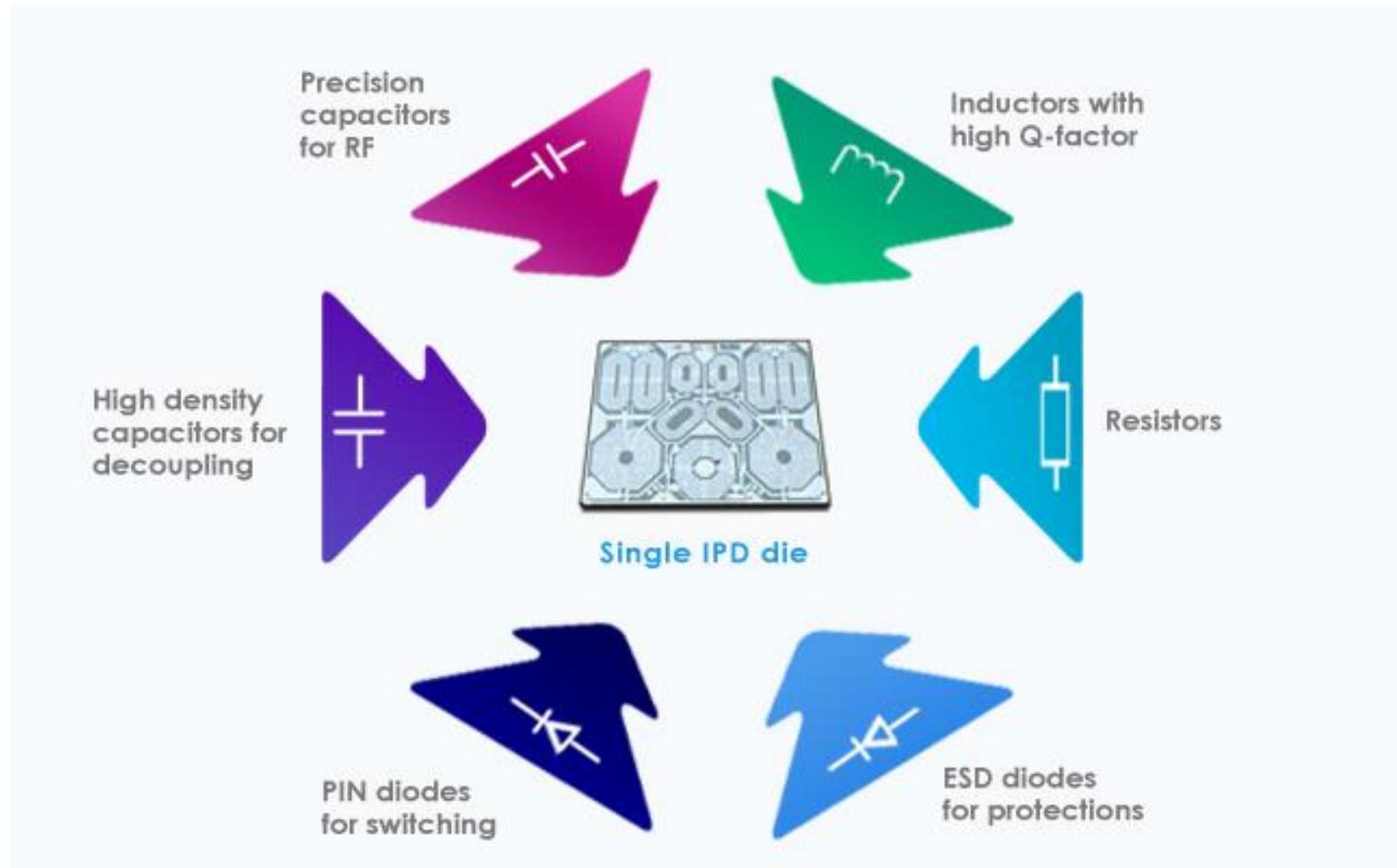
-250°C Anwendungen

ultra Langzeit stabil

high reliability

low leakage current (100pA)

Aufbau von ASP-Schaltungen



[MLCC-Trend](#)

[MLCC-Verknappung](#)

[CeraLink Kondensatoren](#)

[Variable Keramikkondensatoren](#)

[In Zukunft bevorzugte Murata MLCCs](#)

Unsere Hersteller

Murata:

MLCCs, Polymer, Silicon, Film, X/Y-Kondensatoren

TDK (Epcos):

Elkos, Film, X/Y-Kondensatoren

Rubycon:

Elkos, Polymer, Hybrid, Film, EDLC

NIC:

Elkos, MLCCs, X/Y-Kondensatoren, Tantal, Polymer, Hybrid, EDLC

Samwha:

MLCCs, Elkos, EDLC,

Zum Schluss



Ich warte auf Ihre Aufgaben!