Naturwissenschaftlich-technische Grundlagen

Elektrische Kondensatoren

Prof. Dr. Klaus Wüst

Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik

November 1, 2012

Überblick

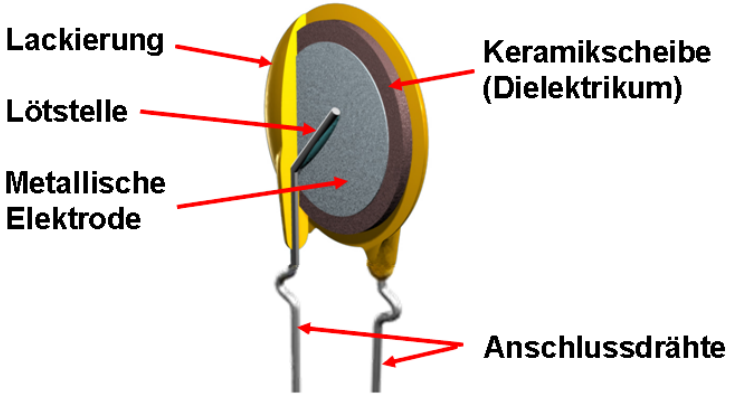
In technischen Kondensatoren wird versucht auf möglichst kleinem Raum möglichst viel Kapazität zu erreichen. Verbreitete Bauarten sind:

- Keramikkondensatoren
- Folienkondensatoren
- Elektrolyt und Tantalkondensatoren
- Superkondensatoren

Aufgaben von Kondensatoren: Zwischenspeicherung von Ladung und Energie
Kapazitätsbereich: pF - kF ($10^{-12}\,F \ldots 10^{3}\,F$)
Spannungsbereich: wenige Volt bis Tausende Volt

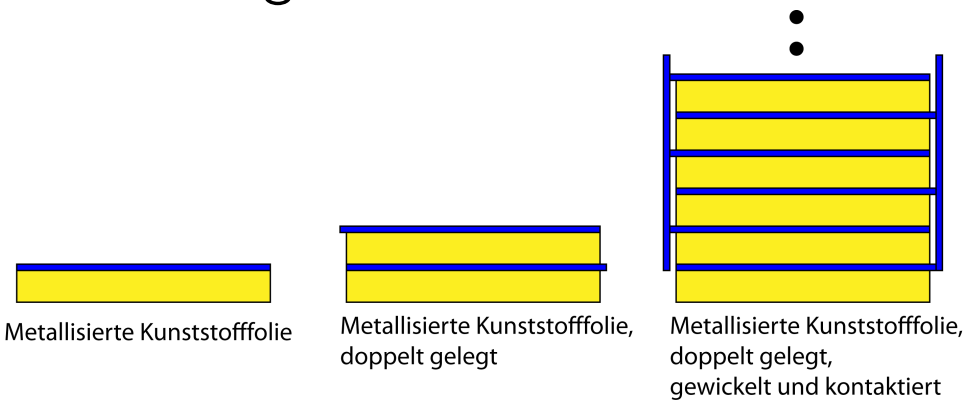
Keramikkondensatoren

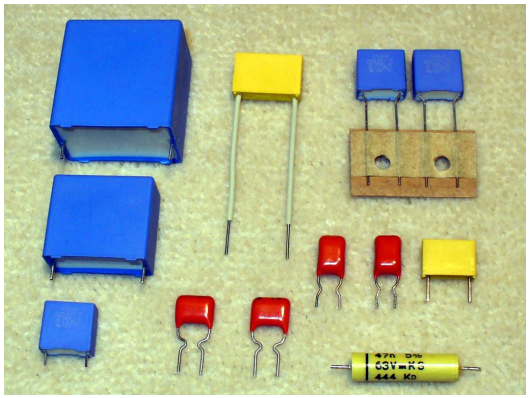
Die metallischen Elektroden sind direkt auf ein keramisches Material aufgebracht. Um höhere Kapazitäten zu erreichen, werden manchmal mehrere Lagen gestapelt oder Sintermaterial (poröses Material) verwendet. Typische Kapazitäten 1-1000 nF.



Folienkondensatoren

Bestehen aus einer Folie, die als Dielektrikum geeignet ist, metallisiert und aufgewickelt wird; Unterbringung in einem Kunststoffgehäuse

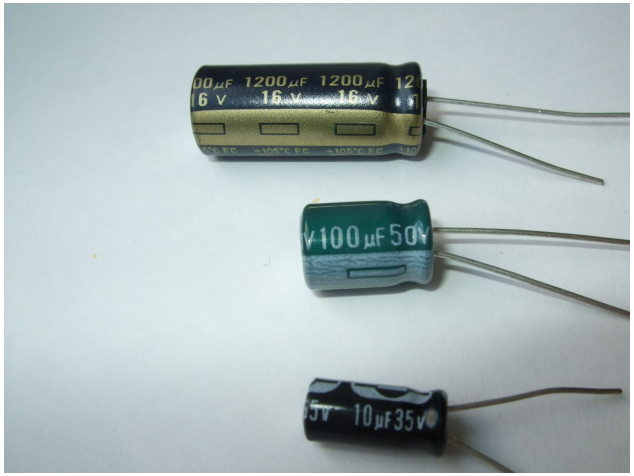


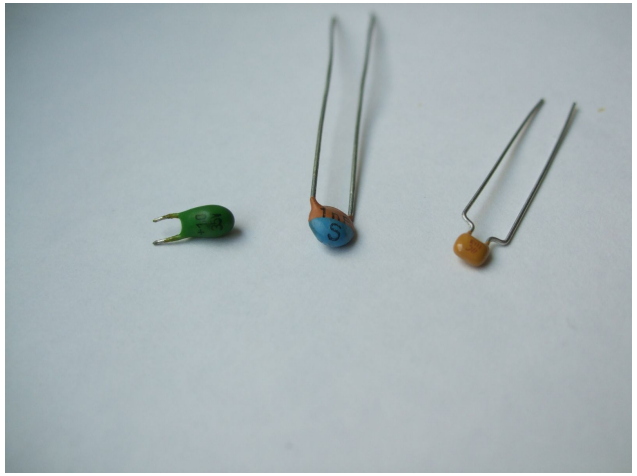


Aufbau und praktische Ausführung von Folienkondensatoren (Bild rechts: Quelle Wikimedia.)

Elektrolyt- und Tantal-Kondensatoren

(Elkos) Gepolte Kondensatoren. Sie haben eine Anode (Pluspol) Aluminium, eine elektrisch isolierende Aluminium-Oxidschicht als Dielektrikum und einen flüssigen oder festen Elektrolyten als Kathode (Minuspol). Zum Erreichen hoher Kapazitäten sind die Elektroden als Folien gewickelt. Tantal-Kondensatoren sind ähnlich aufgebaut; hier besteht die Anode aus Tantal, das Dielektrikum aus Tantaloxid und die Kathode ist ein Elektrolyt.

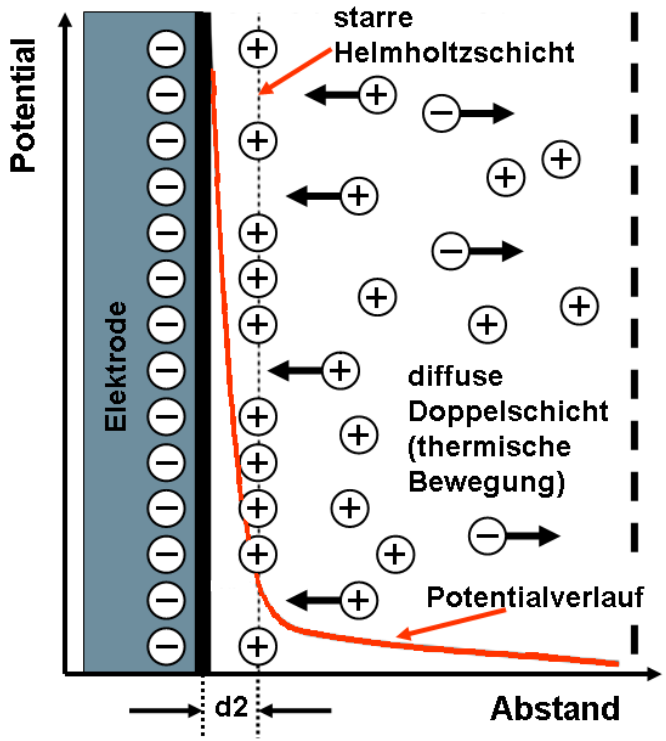


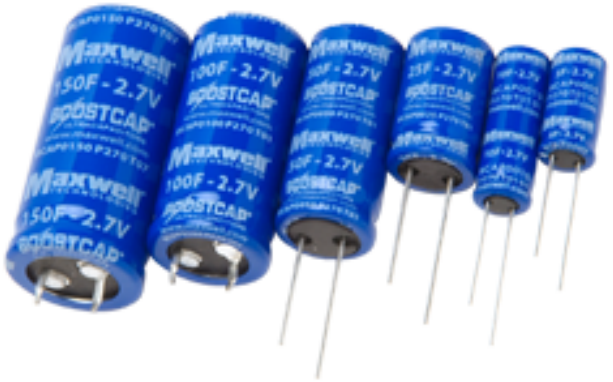


Links: Verschiedene Elektrolytkondensatorenkondensatoren; rechts: kleinere Tantal- und Keramikkondensatoren (Quelle: Wikimedia)

Superkondensatoren

Auch Supercaps oder Ultracaps (früher Goldcaps). Ausnutzung von Effekten an dünnen Doppelschichten, positive und negative Ladungen ganz nah (kleines d), sehr große Kapazitäten.

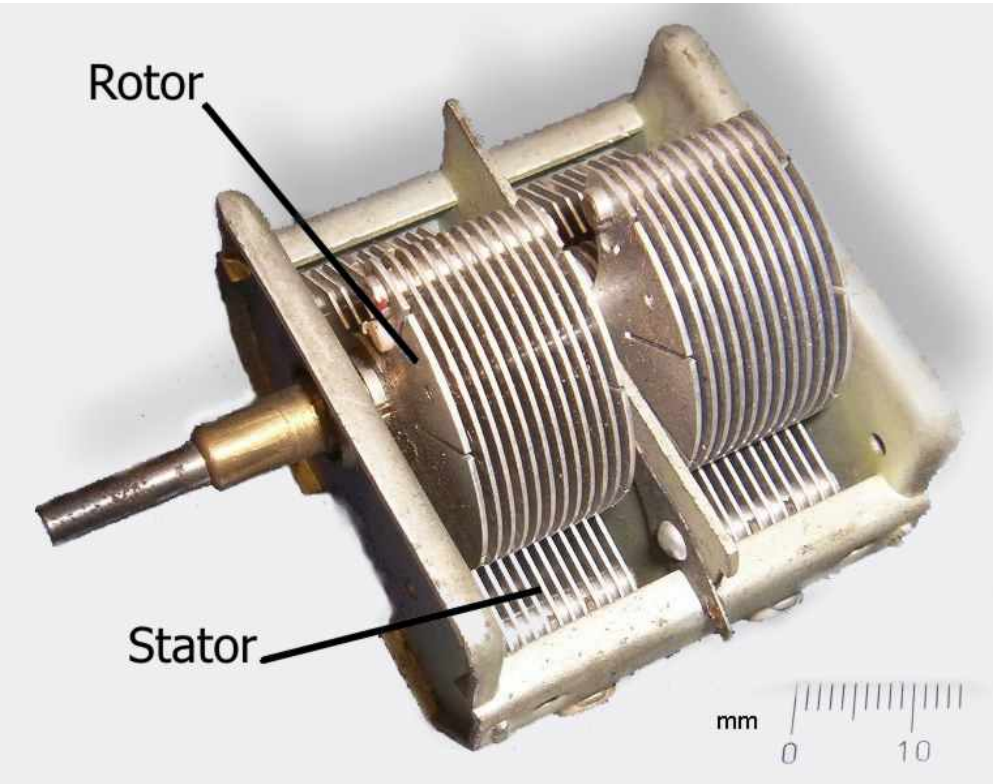




Links: Prinzipbild der Doppelschicht im Supercap (Quelle: Wikimedia); rechts: HC-Serie der Fa. Maxwell, Kapazität bis zu 150F (Quelle: www.maxwell.com)

Variable Kondensatoren

Auch Drehkondensatoren, zur Abstimmung von Schwingkreisen; Mehrfach-Plattenkondesator ohne Dielektrikum mit veränderlicher Fläche.



Drehkondensator (Quelle: www.maxwell.com)

Verschiedene Kondensatoren(Quelle: Wikimedia)

Kondensatoren als Ladungsspeicher

Kondensatoren speichern vorübergehend Ladung. Das wird oft ausgenutzt:

1. Mit Kondensatoren kann die Betriebsspannung von Schaltkreisen gegen kurze Einbrüche oder Überspannungen stabilisiert werden

Kondensatoren als Ladungsspeicher

Kondensatoren speichern vorübergehend Ladung. Das wird oft ausgenutzt:

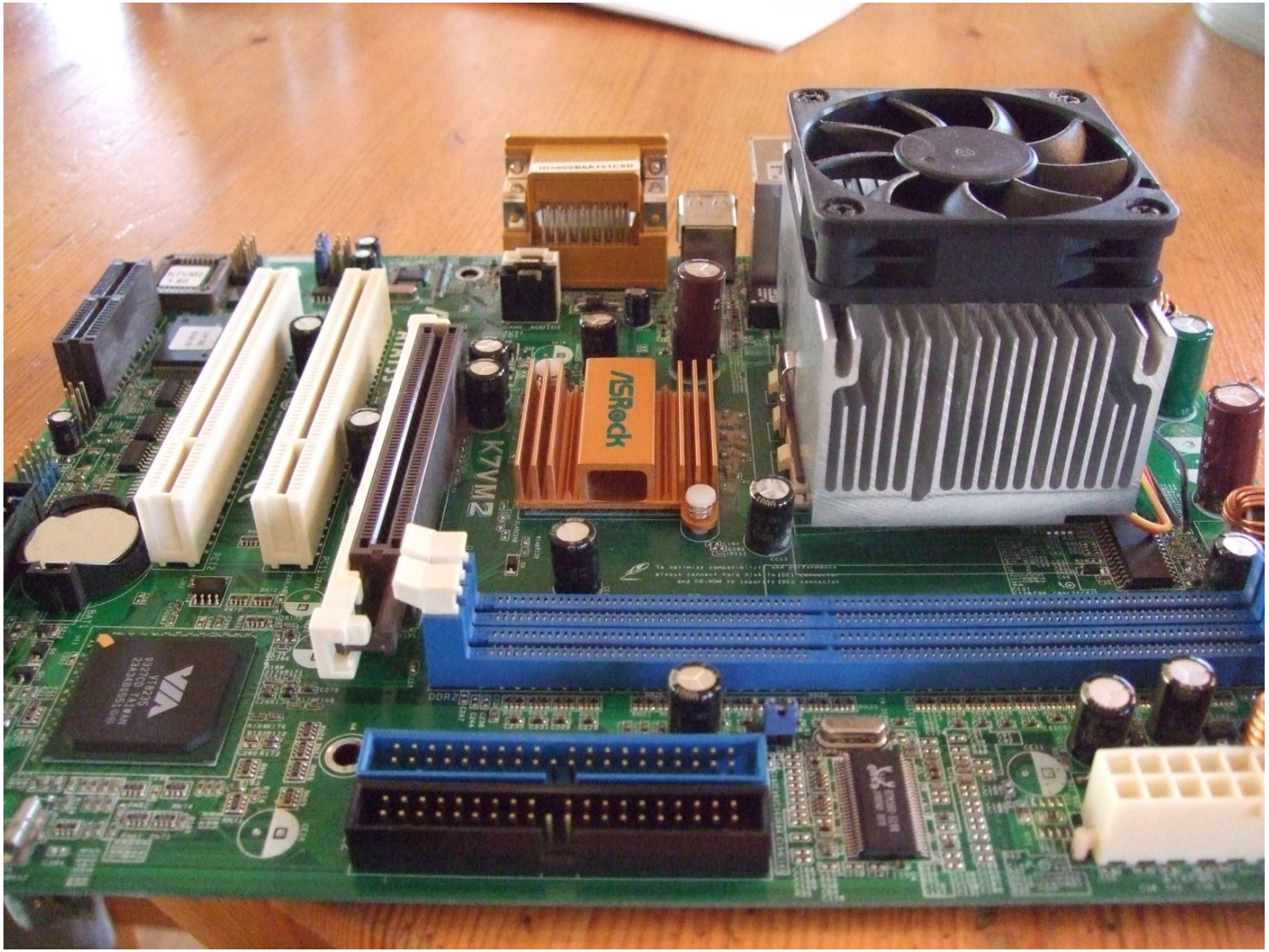
1. Mit Kondensatoren kann die Betriebsspannung von Schaltkreisen gegen kurze Einbrüche oder Überspannungen stabilisiert werden
2. Spannungen werden mit Kondensatoren geglättet

Kondensatoren als Ladungsspeicher

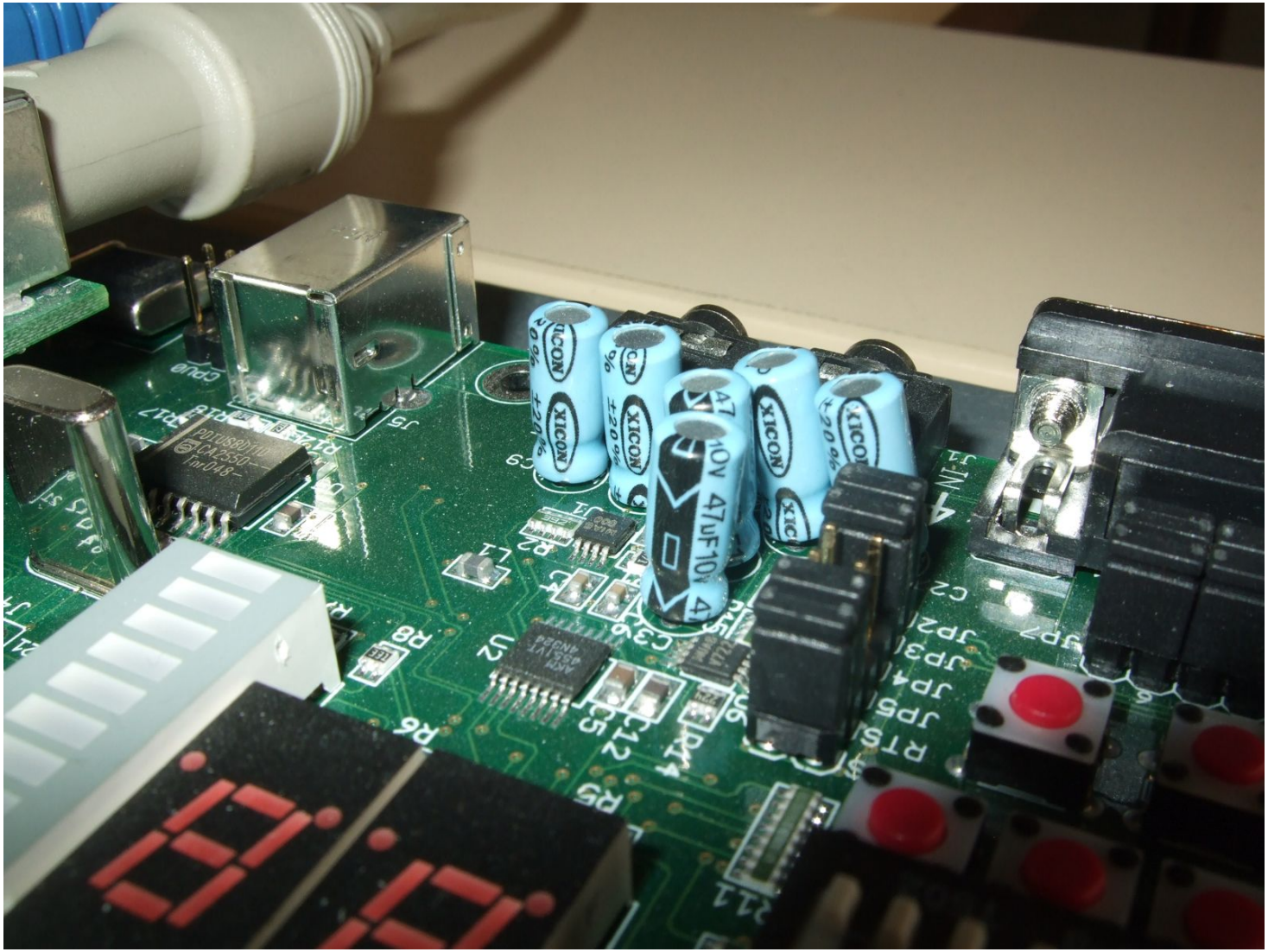
Kondensatoren speichern vorübergehend Ladung. Das wird oft ausgenutzt:

1. Mit Kondensatoren kann die Betriebsspannung von Schaltkreisen gegen kurze Einbrüche oder Überspannungen stabilisiert werden
2. Spannungen werden mit Kondensatoren geglättet
3. Mit Kondensatoren werden Signale gefiltert, man unterdrückt die hohen Frequenzen und lässt die tiefen passieren (Tiefpassfilter)

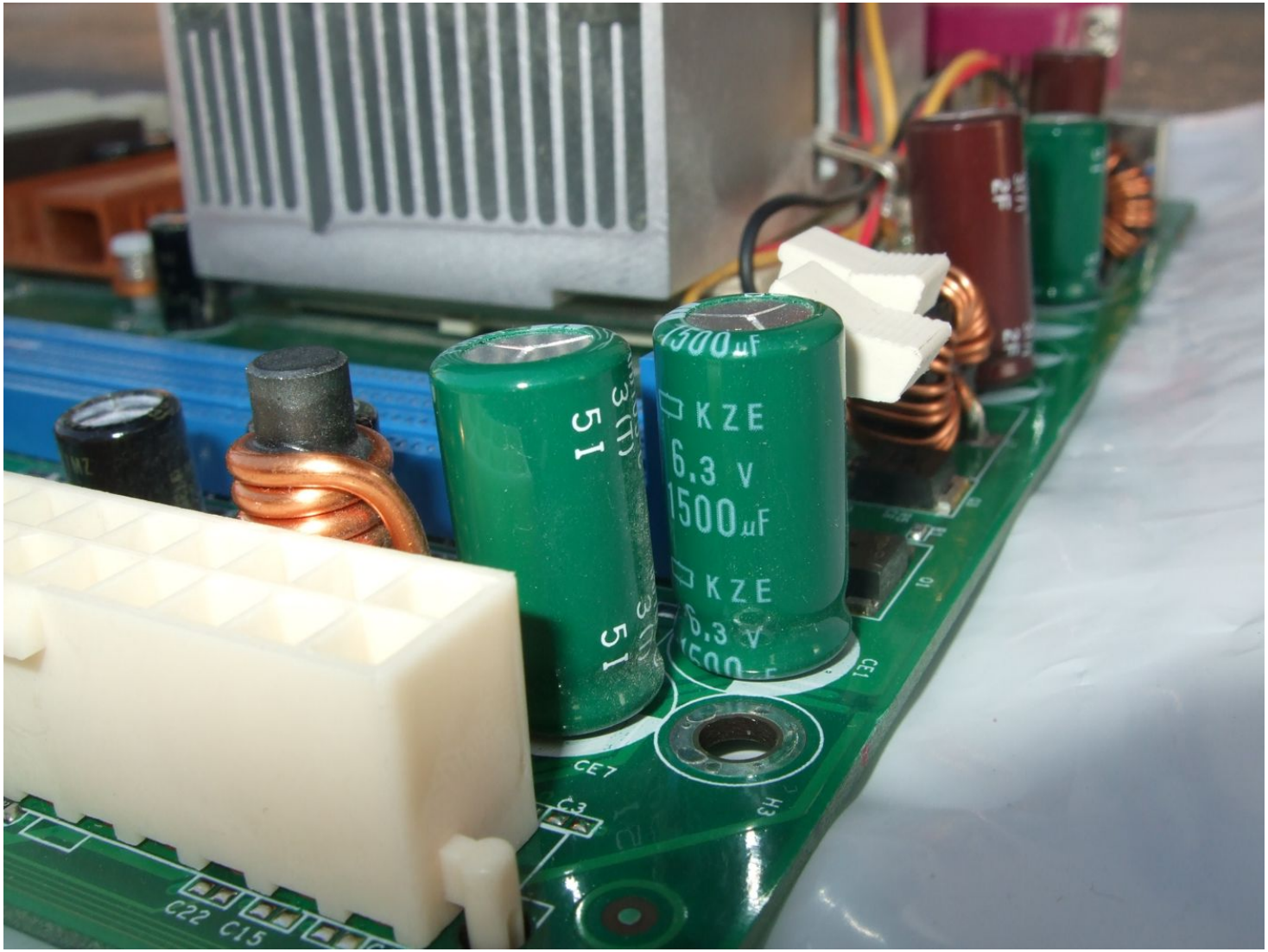
Auf dem Motherboard eines Computers finden wir zahlreiche Elektrolytkondensatoren



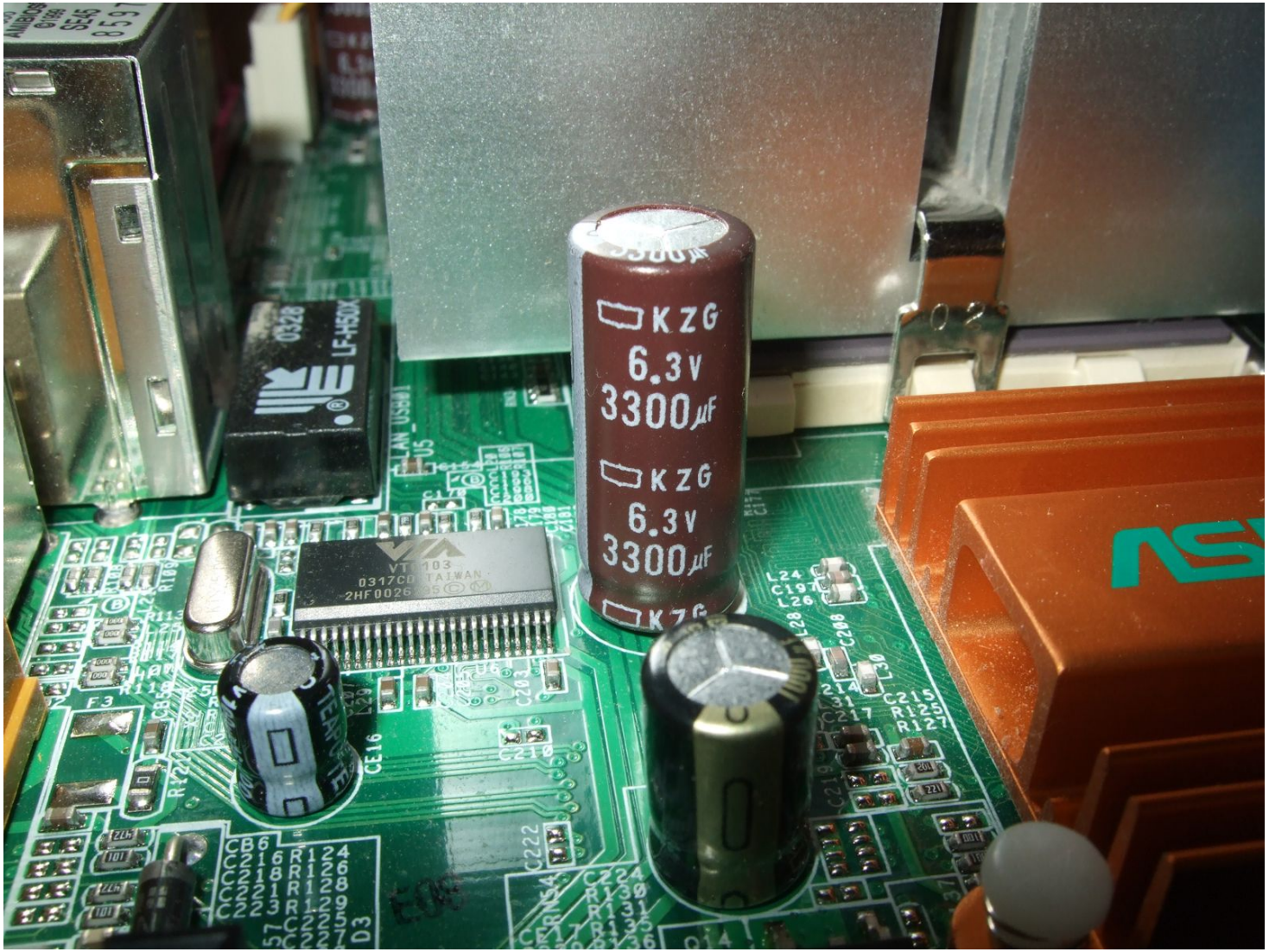
Eine Gruppe von Elektrolytkondensatoren mit $47\mu F$



Zwei Elektrolytkondensatoren mit $1500\mu F$



Der größte Elektrolytkondensator dieses Motherboards hat $3300\mu F$



Kondensatoren als Energiespeicher

1. In der Airbag-Steuerung liefert ein großer Kondensator auch dann noch genügend Energie, wenn durch den Aufprall das Batteriekabel abgetrennt ist.

Kondensatoren als Energiespeicher

1. In der Airbag-Steuerung liefert ein großer Kondensator auch dann noch genügend Energie, wenn durch den Aufprall das Batteriekabel abgetrennt ist.
2. In großen Lautsprecherboxen liefern Kondensatoren kurzzeitig Energie für Leistungsspitzen (z. B. Paukenschlag)

Kondensatoren als Energiespeicher

1. In der Airbag-Steuerung liefert ein großer Kondensator auch dann noch genügend Energie, wenn durch den Aufprall das Batteriekabel abgetrennt ist.
2. In großen Lautsprecherboxen liefern Kondensatoren kurzzeitig Energie für Leistungsspitzen (z. B. Paukenschlag)
3. Im Fotoblitz ist die Energie in einem Kondensator gespeichert

Kondensatoren als Energiespeicher

1. In der Airbag-Steuerung liefert ein großer Kondensator auch dann noch genügend Energie, wenn durch den Aufprall das Batteriekabel abgetrennt ist.
2. In großen Lautsprecherboxen liefern Kondensatoren kurzzeitig Energie für Leistungsspitzen (z. B. Paukenschlag)
3. Im Fotoblitz ist die Energie in einem Kondensator gespeichert
4. In Schwingkreisen schwingt die Energie ständig zwischen einer Spule (magnetische Energie) und einem Kondensator (elektrische Energie) hin und her.

Kondensatoren als Energiespeicher

1. In der Airbag-Steuerung liefert ein großer Kondensator auch dann noch genügend Energie, wenn durch den Aufprall das Batteriekabel abgetrennt ist.
2. In großen Lautsprecherboxen liefern Kondensatoren kurzzeitig Energie für Leistungsspitzen (z. B. Paukenschlag)
3. Im Fotoblitz ist die Energie in einem Kondensator gespeichert
4. In Schwingkreisen schwingt die Energie ständig zwischen einer Spule (magnetische Energie) und einem Kondensator (elektrische Energie) hin und her.
5. In Formel 1-Rennwagen wird zurückgewonnene Energie in Superkondensatoren gespeichert und wieder zum Antrieb genutzt

Kondensatoren als Energiespeicher

1. In der Airbag-Steuerung liefert ein großer Kondensator auch dann noch genügend Energie, wenn durch den Aufprall das Batteriekabel abgetrennt ist.
2. In großen Lautsprecherboxen liefern Kondensatoren kurzzeitig Energie für Leistungsspitzen (z. B. Paukenschlag)
3. Im Fotoblitz ist die Energie in einem Kondensator gespeichert
4. In Schwingkreisen schwingt die Energie ständig zwischen einer Spule (magnetische Energie) und einem Kondensator (elektrische Energie) hin und her.
5. In Formel 1-Rennwagen wird zurückgewonnene Energie in Superkondensatoren gespeichert und wieder zum Antrieb genutzt
6. In Windrädern wird Energie in Superkondensatoren gespeichert um bei Stromausfall die Rotorblätter noch auszurichten

Eine ältere Airbag-Steuerung der Firma Bosch; ein Kondensator mit $10mF$ speichert die Energie für den Notfall.

Ein Supercap der Fa. Maxwell, der benutzt werden kann um LKW-Motoren zu starten.