

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse

**Herausgeber:** Electrosuisse

**Band:** 106 (2015)

**Heft:** 8

**Artikel:** Kondensatoren : wichtige Helfer in der Elektronik

**Autor:** Jacob, Peter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-856697>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Kondensatoren – wichtige Helfer in der Elektronik

**Empa-Seminar vom 12. Juni 2015 in Dübendorf**

Ohne Kondensatoren wäre die moderne Elektronik undenkbar. Verglichen mit Halbleiterbauelementen erfahren diese passiven Bauelemente jedoch zu wenig Beachtung, wenn es um Fragen wie Belastbarkeit und Zuverlässigkeit geht. Grund genug für die Empa, sich im Rahmen des diesjährigen Seminars der Abteilung Elektronik/Zuverlässigkeit diesem Thema zu widmen. Experten von Kondensatorherstellern, Ausfallanalytiker und Anwender beleuchteten wichtige, aber selten beachtete Aspekte zu Anwendungs- und Zuverlässigkeitsfragen.

## Peter Jacob

Das Seminar wurde eingeleitet von einem Übersichtsvortrag von Peter Jacob, Empa, der die verschiedenen Anwendungen von Kondensatoren in der Elektronik aufzeigte. Das Spektrum reicht von der Koppelfunktion in Verstärkerstufen über Frequenzaufbereitung in Funkanlagen bis hin zur Energiespeicherung in Supercaps für Trambahnen zur Überbrückung fahrdrähtloser Streckenabschnitte.

Aus diesen verschiedenartigen Anwendungen resultieren auch sehr unterschiedliche Anforderungen, wie Dominik Bachmann, Empa, aufzeigte. Sein Vortrag führte auch in die wichtigsten Kenngrößen für Kondensatoren in Industrielektronik-Anwendungen ein.

Rolf Gottselig, Wima, zeigte anschließend eine Übersicht über Aufbauformen und Herstellungsprozesse bei Folienkondensatoren. Der starke Miniaturisierungsdruck in der Mikroelektronik hat längst auch die passiven Bauelemente erreicht. So ist gerade bei Folienkondensatoren eine sorgfältige Evaluation der Einsatzbedingungen notwendig, um den richtigen Dielektrikum-Typ wählen zu können. Er entscheidet nicht nur über die jeweilige Baugröße, sondern auch z.B. über Charakteristika wie Impulsfestigkeit, Toleranz, Temperaturstabilität, Brandaufschlag und die Selbstheilfähigkeit nach Durchschlägen (Bild 1). Besondere Beachtung wurde dabei den zunehmend in Stromrichtern eingesetzten Polypropylen-Entstörkondensatoren gewidmet.

## «Lebendige» Bauelemente

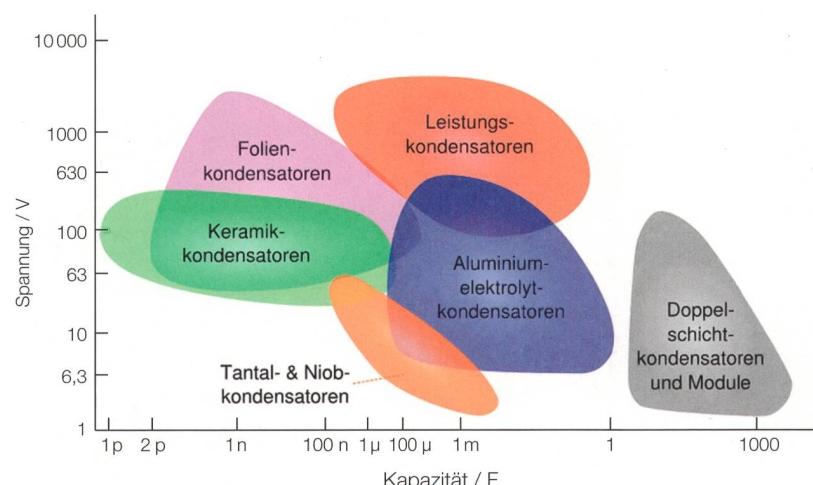
Der Beitrag von Ole Bjørn, Jianghai Electronic Components, widmete sich dann dem Thema Aluminium-Elektrolytkondensatoren. Er stellte schon am Anfang klar, dass es sich hier um «lebendige» Bauelemente handelt: Im Inneren von Al-Elkos laufen chemische Prozesse ab, die besonders am Beginn der Einsatzdauer wirken und dadurch die Kapazität und teils auch den ESR (innerer Serienwiderstand des Kondensators) verändern. Auch die Sicherheitsmaßnahmen wurden erläutert, denn Elektrolytkondensatoren speichern teils sehr hohe Energien, die bei einem inneren Kurzschluss sehr schnell freigesetzt werden können. Im

zweiten Teil seines Vortrags befasste sich Ole Bjørn mit Fragen der Lebensdauer- und Zuverlässigkeit.

## Supercaps und Kerkos

Nach der Mittagspause stellte Gianni Sartorelli, Maxwell, den Aufbau von Supercaps vor. Diese Kondensatoren dienen hauptsächlich als Alternative zu Akkumulatoren, etwa als Pufferversorgung für flüchtige Speicher, aber auch zur Hochstrom-Überbrückung etwa bei unterbrechungsfreien Notstromanlagen oder zur Versorgung mit Fahrstrom für öffentliche Nahverkehrsmittel, wenn diese z.B. aus Denkmalschutzgründen historische Innenstädte ohne Fahrdrahtversorgung durchqueren müssen. Supercaps zeichnen sich durch ihre im Vergleich zu Akkus sehr rasche Ladefähigkeit und eine hohe Leistungsabgabe innerhalb kurzer Zeit aus. Besonders aber fällt die rein elektrostatische Energiespeicherung ins Gewicht; diese wiederum bedingt die Absenz chemischer Reaktionen und – damit verbunden – praktische Wartungsfreiheit und eine im Vergleich zu chemischen Akkumulatoren sehr hohe Zyklenfestigkeit.

Jürgen Gruber, RoodMicrotec, folgte mit seinem Beitrag über Keramikkondensatoren (Kerkos); sein Vortrag enthielt



**Bild 1** Spannungs- und Kapazitätsbereiche verschiedener Kondensatorbaiformen.

wesentliche Elemente aus den Arbeiten von Gert Vogel, Siemens. Das Hauptproblem dieser inzwischen wohl am weitesten verbreiteten Kondensator-Spezies besteht in ihrer nur sehr geringen Biege- und Verwindungsfestigkeit. Kommt es, etwa bei der Trennung von bestückten Nutzen, zu Verbiegungen der Platine, so sind Brüche von Kerkos nahezu unvermeidbar (**Bild 2**). Diese Mikrorisse bleiben jedoch bei lichtmikroskopischen Inspektionen zumeist verborgen, denn sie beginnen fast immer unter den Lötkappen. In der Flachbaugruppen-Fertigung, teils sogar später in der Anwendung, sind zahlreiche Prozessschritte mit Biege- bzw. Verwindungsrisiken enthalten: Einpressen von Bauelementen nach der Bestückung mit gelöteten Bauelementen, robotisches Handling beim Bestücken, Nutzentrennung, Verschraubungen von Platine und aufgesetzten Steckverbinder oder Klemmen, fehlende Abstützpunkte beim Einbau der Flachgruppe in Gehäuse, Drucktaster auf dünnen Platinen und vieles mehr. Der Vortrag befasste sich daher auch mit grundlegenden Bestückungsregeln, die bereits beim Platinen-Layout berücksichtigt werden müssen, sowie dem Einsatz von kurzschlussfesten und biegeresistenteren Kerko-Typen (**Bild 3**). Für die Ausfallanalyse gilt es zu beachten, dass auf Bruch verdächtige Kerkos keinesfalls ausgelötet werden dürfen, da dies eine erneute thermomechanische Belastung ist, durch die neue Risse entstehen könnten, die das Fehlerbild verfälschen. Stattdessen werden hierfür vorzugsweise nasschemische Me-

thoden bevorzugt, durch die auch die Lötkappen mechanisch belastungsfrei aufgelöst werden und dann der gesamte Keramikkörper für die lichtmikroskopische Inspektion zugänglich ist.

### Tantal-Elkos und Folienkondensatoren

Die Reihe von Beiträgen setzte dann Matthias Harder, Kemet Electronics, mit dem Thema «Tantal-Elkos: Aufbau, Anwendungen und Grenzen» fort. In einem ausführlichen Vergleich zeigte er zunächst die wesentlichen Vor- und Nachteile von  $MnO_2$ -basierten Tantal-Elkos versus Polymer-basierten Ta-Elkos: Während beispielsweise die neueren Polymer-basierten Typen sich durch höhere mögliche Betriebsspannungen auszeichnen, punkten die  $MnO_2$ -basierten Typen mit hohen möglichen Betriebstemperaturen. Der nachfolgende Vortrag von Peter Jacob beleuchtete Langzeitausfälle, teilweise mit Brandfolgen, bei X- und Y-Folienkondensatoren. Solche Kondensatoren sind für den Dauerbetrieb als Entstörkondensatoren zwischen Phase(n) und Nullleiter bzw. Erde entwickelt und müssen besonderen Sicherheitsanforderungen bezüglich Durchschlagfestigkeit und Brandsicherheit genügen. Als Ausfallursache wurden innere Korona-Entladungen festgestellt. Wie diese untersucht werden und was es dabei zu beachten gilt, wird in einem Beitrag in der nächsten Ausgabe des Bulletins SEV/VSE behandelt.

Günter Grossmann, Empa, referierte anschliessend über Lötprobleme beim



**Bild 2** Bruchstelle in einem Keramik-Kondensator (Schlifffoto). Der Bruch ist von oben durch die Lötkappe verdeckt und durch Inspektionen nicht erkennbar. Häufig entstehen nur winzige Risse, die erst nach längerer Zeit zu Kurzschlüssen führen.



Bild: Empa

**Bild 3** Innerer Aufbau eines kurzschlussfesten Keramik-Kondensators.

gleichzeitigen Löten von grossen Kondensatoren und kleinen Bauteilen, wobei der Schwerpunkt auf geeigneten Vorfahrtsmaßnahmen, wie etwa Wärmefallen oder Schraubtechnologien lag. Auch die Bruchproblematik von Kerkos wurde behandelt. Den Abschluss des mit etwa 60 Teilnehmern gut besuchten Seminars bildete ein historischer Beitrag von Peter Jacob, der sich mit Kondensatorproblemen bei der Restaurierung von alten Radio- und Fernsehgeräten befasste.

### Tagungsunterlagen

Die Tagungsunterlagen mit den Vorträgen können bei [silvia.eppenberger@empa.ch](mailto:silvia.eppenberger@empa.ch) bezogen werden.

### Autor

Prof. Dipl.-Ing. **Peter Jacob** arbeitet an der Empa an Ausfallanalysen (Bauteile- bis Systemebene).  
**Empa, 8600 Dübendorf, peter.jacob@empa.ch**

## Wirkungsgrad-Weltrekord

First Solar hat einen Weltrekord bei Cadmium-Tellurid-Dünnenschicht-Solarmodulen aufgestellt. Der Apertur-Wirkungsgrad erreicht 18,6%. Damit präsentierte First Solar ein Rekordmodul, das über einen höheren Wirkungsgrad verfügt als die besten bisherigen multikristallinen Module. No

## Schön viel Strom produzieren

Ästhetische Vorbehalte sind auch dafür verantwortlich, dass sich PV-Anlagen nur zögernd verbreiten. Um der Verbreitung nun Vorschub zu leisten, entwarf ein Team der Hochschule Luzern bunte und abwechslungsreiche Panel-Designs. Dabei werden die Muster auf Glasplatten gedruckt, die als äusserste Fassadenschicht auf die Panels montiert werden. No

### Intelligentes Licht spart 25% Strom

Intelligente Systeme und die digitale Vernetzung sorgen auch bei der öffentlichen Beleuchtung für Fortschritt. In Regensdorf haben die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, EKZ, in Zusammenarbeit mit der Baudirektion Kanton Zürich vorauselendes Licht getestet und dank intelligenter Lichtsteuerung 25 % Strom gespart.

Der Verkehrsteilnehmer ist auf der Teststrecke Taktgeber für 33 zeitgemäss LED-Leuchten, die mit Radarsensoren verbunden sind und die sich über Funk Signale weitergeben. Die Sensoren sind auf diese Weise in der Lage, zwischen Auto, Velo und Fussgänger zu unterscheiden und nur das nötige Sichtfeld zu erhellen. No

## Social Media als Einfallstor

Laut einer Umfrage des Security-Software-Herstellers Eset glauben 80% der IT-Experten, dass Social-Media-Kanäle ein leichtes Einfallstor in Unternehmensnetzwerke sind. Grund hierfür sind zu lasche oder vernachlässigte Sicherheitsmaßnahmen. Zudem gaben 36% an, dass sich ein Angreifer leicht Zugang über die bei der Arbeit genutzten Social-Media-Seiten verschaffen könnte.

12% der Befragten berichteten, dass ihr Netzwerk bereits über solche Kanäle infiziert wurde. Obwohl 56% sagten, dass ihr Unternehmen Regeln bezüglich der Nutzung von Social Media hat, gaben ebenso viele zu, dass die Umsetzung der Regeln nie kontrolliert wurde. Die Umfrage wurde im Mai 2015 unter 200 IT-Experten in England durchgeführt. No