

Elektrolytkondensatoren in Computern

Kondensatoren sind Bauelemente, die elektrische Ladungen bzw. elektrische Energie speichern können. Ein Kondensator kann als Filter, Wandler, Speicher arbeiten und bewirkt meistens die Gleichrichtung von Wechsel- nach Gleichstrom. Die einfachste Form eines Kondensators besteht aus zwei gegenüberliegenden Metallplatten. Dazwischen befindet sich ein Dielektrikum, welches keine elektrische Verbindung zwischen den Metallplatten hat und als Isolator dient. Legt man an einen Kondensator eine Spannung an, so entsteht zwischen den beiden gegenüberliegenden Metallplatten ein elektrisches Feld. Die Ladungsträger reichern sich auf den Platten an: eine mit positiven, die andere mit negativen Ladungsträgern. Die Menge der Ladungsträger ist auf beiden Seiten gleich. Der Kondensator ist Alterungsprozessen unterworfen, die zeitabhängig sind.

Auf den Mainboards von Rechnern (PCs, Notebooks, Smartphones, etc.) gewährleisten Kondensatoren die Stromspannung auf einer Platine.

Was ist das Problem bei den Elkos in Notebooks ?

Elektrolytkondensatoren (Elkos) sind heute in fast allen elektr(on)ischen Geräten verbaut. Auch in PCs, Notebooks und Smartphones finden sie ihre Anwendung. Zum Einsatz stehen verschiedene Güteklassen, die Unternehmen für ihre Produkte einsetzen können.

| T_u | Spezifizierte Lebensdauer (Güteklasse) der Elkos | | |
|--------|--|----------------------|----------------------|
| | 85 °C / 2000h | 105 °C / 2000 h | 105 °C / 5000 h |
| 105 °C | — | 2000h (0,2 Jahre) | 5000h (0,6 Jahre) |
| 95 °C | — | 4000h (0,5 Jahre) | 10000h (1,1 Jahre) |
| 85 °C | 2000h (0,2 Jahre) | 8000h (0,9 Jahre) | 20000h (2,3 Jahre) |
| 75 °C | 4000h (0,5 Jahre) | 16000h (1,8 Jahre) | 40000h (4,6 Jahre) |
| 65 °C | 8000h (0,9 Jahre) | 32000h (3,7 Jahre) | 80000h (9,1 Jahre) |
| 55 °C | 16000h (1,8 Jahre) | 64000h (7,3 Jahre) | 160000h (18,3 Jahre) |
| 45 °C | 32000h (3,7 Jahre) | 128000h (14,6 Jahre) | 320000h (36,5 Jahre) |

1 Quelle: Bicker-Techpaper, siehe Anhang

Die spezifizierte Lebensdauer von Elektrolyt-Kondensatoren verschiedener Güteklassen ist stark von der Betriebstemperatur (T_u) abhängig und kann beispielhaft aus der dargestellten Tabelle entnommen werden. Derartige Berechnungen, die auch auf Erfahrungen basieren, gibt es bei allen Konstrukteuren. Die Werte können u.a. auch aus Lehrbüchern entnommen bzw. abgeleitet werden. In diesem Dokument (siehe Anlage) werden drei Güteklassen abgeleitet:

Durch langjährige Erfahrungen und Kenntnisse über die Haltbarkeit der Elektrolytkondensatoren werden immer neue Materialien und Herstellungsverfahren eingesetzt, um die Lebensdauer und Zuverlässigkeit zu verbessern.

Unsere Beobachtungen der IT-Technik des letzten Jahrzehnts lassen den Schluss zu, dass die technische Machbarkeit, also die Langlebigkeit dieser Bausteine, den wirtschaftlichen Gegebenheiten der hergestellten Produkte angepasst wurde. Zum einen benötigt man nicht elektronische Bauelemente, die eine (wesentlich) höhere Lebensdauer haben, als das übrige Produkt. Somit wurde an Materialien und Herstellungsverfahren gespart, sodass sich die Lebensdauern der Bauelemente an die des (Gesamt)Produktes angleichen.

🔴 Güteklasse 85°C / 2000h – Ungeeignet für anspruchsvolle Anwendungen
Bei einer Betriebstemperatur von 65°C ergibt sich für Elkos der Güteklasse 85°C/2000h eine kalkulierte Lebensdauer von 8.000 Stunden. Legt man einen 24/7-Dauerbetrieb des IPC-Systems zugrunde, bedeutet dies, dass bereits nach 11 Monaten die Lebensdauer der Elkos erschöpft ist. Deshalb ist diese Güteklasse für anspruchsvolle Anwendungen nicht geeignet.

🟢 Güteklasse 105°C / 2000h – Verlängerung der Lebensdauer um den Faktor 4
In den Industrie-PC-Netzteilen von Bicker Elektronik kommen standardmäßig Elkos japanischer Markenhersteller der Güteklasse 105°C/2000h zum Einsatz. Bei einer Betriebstemperatur von 65°C ergibt sich eine kalkulierte Lebensdauer von 32.000 Stunden, d.h. **Faktor 4** im Vergleich zu den 85°C/2000h-Elkos. Im 24/7-Dauerbetrieb wird somit eine kalkulierte Lebensdauer von mindestens 3,7 Jahren erreicht.

🟢 Güteklasse 105°C / 5000h – Für extreme Bedingungen
Bicker Elektronik kann auf Wunsch Elkos der besonders hochwertigen Güteklasse 105°C/5000h in seine Industrie-PC-Netzteile integrieren, was bei einer Betriebstemperatur von 65°C einer kalkulierten Lebensdauer von 80.000 Stunden entspricht. Diese Variante empfiehlt sich jedoch nur bei sehr extremen Bedingungen oder noch höheren Umgebungstemperaturen.

2 Quelle: Bicker-Techpaper, siehe Anhang

Zum anderen können weniger belastbare Bauelemente verwendet werden, um die Produktlebensdauer von dieser Seite aus zu begrenzen. Ist die Elektronik defekt, kann sie in den seltensten Fällen repariert werden, da kein direkter Zugang zu den Bauelementen vorhanden ist, um den Defekt erkennen und reparieren zu können.

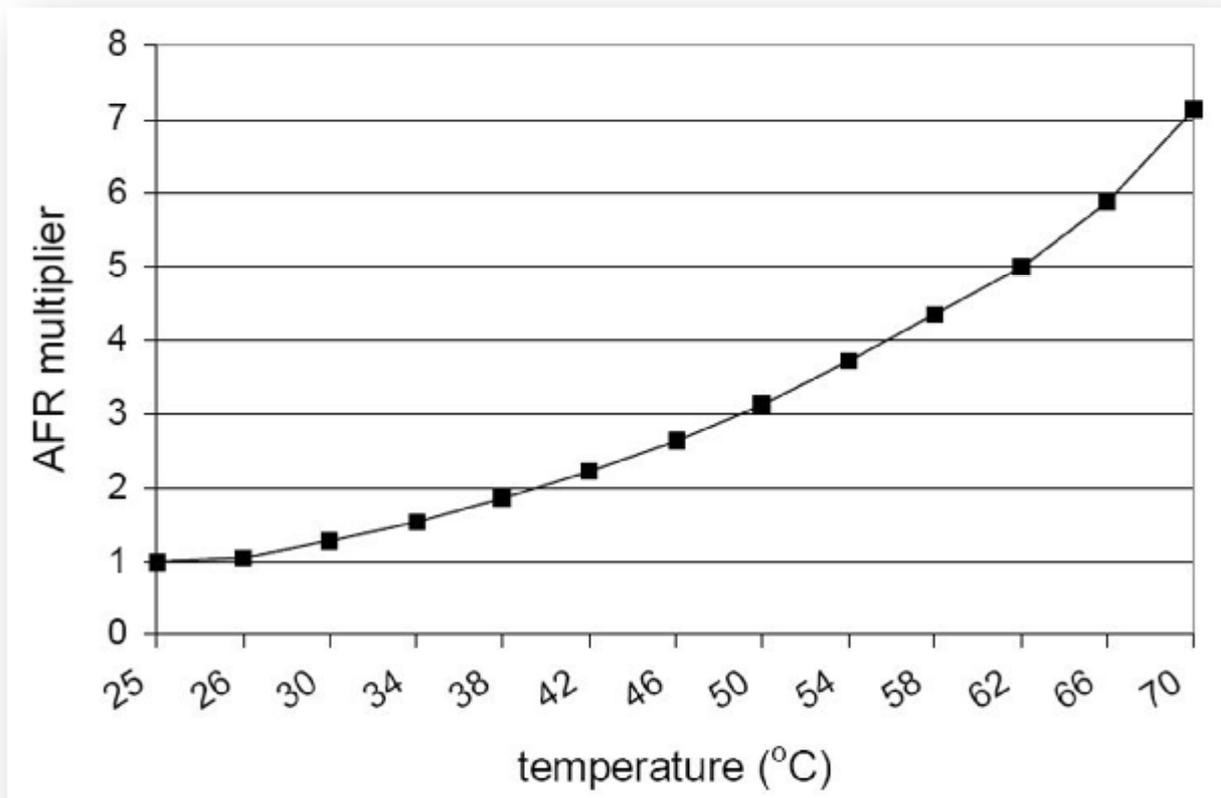
Elektrolytkondensatoren sind Verschleißteile und besitzen eine festgelegte Lebensdauer, die stark temperaturabhängig ist. Bei Notebooks und ähnlich kompakten Geräten ist das Hauptproblem die Kühlung der wärmeerzeugenden Komponenten (z.B. CPU, Grafikkarte, Speicher, etc.).

Bei Notebooks kommt es regelmäßig im Laufe der Zeit zur Verstopfung der Lüftungskanäle. Dadurch steigt die Temperatur im Inneren des Notebooks und alle Komponenten laufen auf einem höheren Temperaturniveau.

Bedingt durch das höhere Temperaturniveau steigt auch die Ausfallrate der einzelnen Komponenten. Eine besonders interessante Studie hat in diesem Zusammenhang Seagate veröffentlicht. Erhöht man die Umgebungstemperatur einer Festplatte von 20 auf 40 Grad, reduziert sich die Lebensdauer um Faktor 2, bei Erhöhung der Temperatur auf 60 Grad um den Faktor 4.



3 Verstopfte Lüftungswege (Bildquelle: Dr. Brüning Engineering)



4 Quelle: <http://www.tecchannel.de/bild-zoom/435499/3/349724/il-75738605405296752/>

Da Elektrolytkondensatoren sich schon sehr lange im Einsatz befinden, existieren bei den Herstellern auch entsprechende Kenntnisse über die Haltbarkeit und Lebensdauer. Deshalb ist es jedem Konstrukteur möglich (auch einer Konstruktionssoftware), entsprechend knapp die technischen Sicherheiten zu berechnen und die Bauelemente entsprechend in die Produktion zu geben oder derartige Bauelemente bei der Produktion von IT-Produkten zu verwenden. Auszuschließen sind defekte Produktionsreihen bei der Herstellung von Elektrolytkondensatoren, die nicht erkannt in IT-Geräte eingebaut werden.

Insofern ist für die Hersteller dieses Problem nicht nur vorhersehbar, sondern beherrschbar. Daraus ergeben sich Schlussfolgerungen bezüglich der Haltbarkeit von elektronischen Produkten – nicht nur von IT-Produkten.

Es ist somit festzustellen, dass mit der Auswahl von bestimmten Elektrolytkondensatoren mit bestimmten Eigenschaften ganz bewusst eine zu erwartende Lebensdauer des Gerätes festgelegt wird. Dabei wird von einem „Normalbetrieb“ des Gerätes ausgegangen – eine Temperaturerhöhung im Laufe der Gerätelebensdauer (z.B. durch Verstopfung des Lüftungssystems) wird in vielen Fällen nicht berücksichtigt.

Das Problem ließe sich mindern, wenn höherwertige Elektrolytkondensatoren eingesetzt würden. Die zweite Möglichkeit – in der Praxis vielleicht der viel wichtigere Aspekt – ist, die Kühlsysteme so zu konstruieren, dass entweder die Abluft schnell und gut weggeführt wird oder / und dass das Reinigen des Lüftungssystems ermöglicht bzw. vereinfacht wird. Bei den Herstellern von Notebooks gibt es gerade hier große Unterschiede in der Konstruktion.

Einige Hersteller haben dazu von außen zugängliche Klappen eingebaut, die auch von einem Laien geöffnet werden können (s. Fotos). Dies ermöglicht die regelmäßige Reinigung der Lüftungskanäle und beugt einer Überhitzung vor.



5 Möglichkeit der Säuberung der Lüftungswege (Bild: Dr. Brüning Engineering)



6 Unterboden geöffnet (Bild: Dr. Brüning Engineering)

Bei anderen Herstellern muss das gesamte Gerät (i.d.R. nur von einer Fachwerkstatt) dazu zerlegt werden, da die Klappe fehlt (s. Foto unten). Besonders problematisch daran ist, dass der Anwender erst in die Werkstatt geht, wenn der Hitzeschaden schon aufgetreten ist und eine Reparatur in vielen Fällen nicht mehr wirtschaftlich durchführbar ist.



7 Unterboden / Gerät nicht zu öffnen (Bild: Dr. Brüning Engineering)

Wie zuvor schon beschrieben, konstruieren einige Hersteller, vornehmlich bei Businessgeräten, die Notebooks derart, dass das Luftsystem nach entfernen von Klappen leicht gereinigt werden kann und so eine sichere Kühlung gewährleistet ist. Diese bessere Konstruktion kostet Geld, die sich die Hersteller in aller Regel durch den Preis bei teureren Geräten bezahlen lassen. ReUse-Computer hat keine konkreten Zahlen, ob eine bessere Kühlung höhere Kosten verursacht; Das lässt sich nur schwer ermitteln, da heute Neukonstruktionen ganzheitlich durchgeführt werden.

Ob ein Elektrolytkondensator richtig dimensioniert worden ist, hängt von den zugrunde gelegten Betriebsbedingungen ab (Normbetrieb ohne zusätzliche Verschmutzung des Lüftungssystems, etc.). Weiterhin haben viele weitere Faktoren einen Einfluss auf die Lebensdauer des Gerätes, z.B. Art des Elektrolytkondensators, Umgebungstemperatur, Benutzerverhalten, Einschalthäufigkeit, etc. Eine eindeutige Aussage, ob im Einbau eines bestimmten (unterdimensionierten) Elektrolytkondensators eine Herstellerstrategie des geplanten Verschleißes zu sehen ist, ist nicht einfach zu beweisen.

Sollten Elektrolytkondensatoren unterdimensioniert eingebaut werden, würden wir darin eine Herstellerstrategie des geplanten Verschleißes sehen. Hersteller können aber auch Produkte herstellen, die lange halten, weil die Lebensdauer vieler Komponenten signifikant länger ist und diese austauschbar / reparierbar gestaltet worden sind (durch den Fachhandel, das sichert Arbeitsplätze).

Festzustellen ist lediglich, dass IT-Geräte eine immer kürzere Nutzungsdauer bei vergleichbarer Anwendung haben. Was zu untersuchen wäre ist, ob die verkürzte Nutzungsdauer durch allgemeine Sparmaßnahmen (Kostenreduktion) verursacht wird, oder ob andere Gründe hierfür maßgeblich sind. ReUse-Computer kann diesen Sachverhalt nicht ausschließen. Teilweise treten Auffälligkeiten deutlich hervor, teilweise sind wir verwundert, warum erkannte Defekte oder Mangelerscheinungen nicht sofort / schnell abgestellt werden. Möglicherweise wurden Geräte in großen Stückzahlen hergestellt, ohne sie vorher einem vollständigen Dauerstresstest zu untersuchen.

Sicher ist die Aussage für ReUse-Computer, dass eine Überhitzung hitzeempfindlicher Bauteile in Notebooks durch eine bessere Konstruktion des Geräts vermeidbar wäre und vom Geschick und Wissen der Konstrukteure abhängt. Festzustellen ist, dass eine andere Anordnung von Elektrolytkondensatoren auf der Platine (z.B. in weniger wärmebelastete Bereiche) aus technischer Sicht mit vielerlei Schwierigkeiten verbunden ist. So können Elektrolytkondensatoren nicht an beliebiger Stelle angeordnet werden, da es ansonsten Schwierigkeiten mit der elektromagnetischen Verträglichkeit geben kann.

Der Einsatz eines besseren und wartungsfreundlichen Lüftungssystems hingegen wäre aus technischer Sicht mit sehr geringerem Mehraufwand zu realisieren.

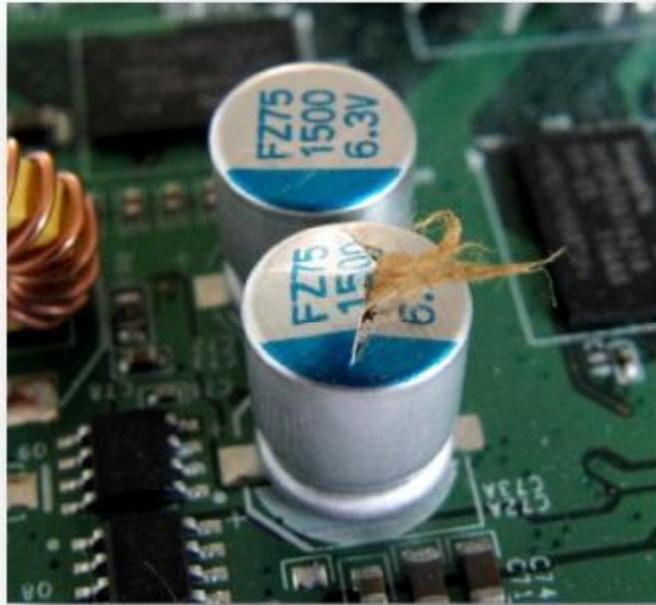
Wenn ein Elektrolytkondensator defekt geht, zieht das i.d.R. keine Folgebeschädigung an CPU und Grafikkarte nach sich. Ist jedoch das Kühlsystem derart blockiert oder nicht mehr leistungsfähig, kann das durch die Wärmeentwicklung sehr wohl zu Folgeschäden – unabhängig von den Elektrolytkondensatoren – kommen, da CPU und Grafik-Chip zwar größere Wärme aushalten können, aber eine Grenze nicht überschritten werden darf. Hitzeeinwirkung von außen befördern die geschilderten Defekte (Wärme im Sommer).

Das Problem der defekten Elektrolytkondensatoren ist auch bei PCs bekannt:



8 defekte Kondensatoren auf dem Mainboard (Bild: Lokale Agenda 21)

Im Bild oben sind die defekten Elektrolytkondensatoren markiert (Ausbeulung nach oben). Diese sind an Stellen platziert, bei denen keine extremen Hitzeprobleme auftreten können.



9 geplatzter Elko (Bild: Dr. Brüning Engineering)

Im Allgemeinen ist die Situation entspannter als bei Notebooks. Wir können aber von Zeit zu Zeit beobachten, dass gehäuft bestimmte Modelle von Mainboards oder anderen Komponenten defekt gehen. Wir vermuten, dass derartige Produktserien tatsächlich durch ‚schlechte‘ Baukomponenten in Mitleidenschaft gezogen werden, da diese die gleichen Defekte aufweisen. Fast ausschließlich finden wir diese Situation in der Consumerware. Es besteht also ein merkbarer Unterschied zwischen Consumerware und Businessware.

Alle Hersteller sind zu der Strategie übergegangen, mindestens zwei Produktarten dem Konsumenten anzubieten: Ein Produkt mit hoher technischer Leistung und kurzer Lebensdauer oder Produkte von hoher Qualität, wobei die Leistung vom normalen Bürobetrieb bis zur Extremleistung variieren kann. Beides spiegelt sich absolut im Preis wieder.

ReUse-Computer spricht im ersten Fall von Consumerware, wo der Konsument ein Billigprodukt kauft, welches

- billig eingekauft wird und nur Grundbedürfnisse befriedigen muss
- günstig ist und angenommen wird, mit dem Produkt ein Gerät mit großer Leistung und langer Lebensdauer gekauft zu haben, was in den meisten Fällen nicht so eintritt

Im zweiten Fall spricht ReUse-Computer von Businessware, die für einen langen Einsatz geplant und produziert wurde und im Fall von Notebooks / PCs eine Nutzungsdauer von bis zu 10 Jahren haben kann. Gerade im Gebrauchtgerätemarkt können wir diese Zweiteilung beobachten: Bei den etablierten Unternehmen, die im ‚Refurbished-Markt‘ tätig sind, finden wir fast keine Geräte aus Billigproduktionen (Consumerware).

Ein schlauer Käufer sollte in Zukunft darauf achten und danach recherchieren, welche Geräte (im IT-Bereich) zur Wiederverwendung aus dem Businessbereich stammen: Die Produkte, die heutzutage als Gebrauchtgeräte von Refurbishern zu erhalten sind, genügen nicht nur den einfachen Bedürfnissen, sondern können auch für anspruchsvolle Aufgaben wie Filmschnitt etc. eingesetzt werden. Eine Aufrüstung z.B. des Arbeitsspeichers auf 4, 8 oder 16 GB, des Betriebssystems Windows 7 Pro oder

Windows 8 Pro und einer SSD-Festplatte macht in vielen Fällen weiteres Tempo gut, sodass von der Funktionalität her aufgerüstete Geräte mit Neugeräten durchaus verglichen werden können !

Für die Frage, ob Akkus in Smartphones 1.000 Ladezyklen halten, verweisen wir auf die folgenden Quellen:

<http://www.maclife.de/tipps-tricks/ipod-itunes-apple-tv/die-richtige-akkupflege-beim-ipod-iphone>

<http://www.apfeltalk.de/forum/ladezyklen-anzeige-app-t342529.html>

<http://www.netzwelt.de/news/95935-smartphone-18-jaehrige-erfindet-akku-30-sekunden-auflaedt.html>

<http://www.connect.de/ratgeber/irrtuemer-und-wichtige-tipps-bei-der-akkupflege-1284709.html>

http://www.t-online.de/handy/smartphone/id_20257004/handy-akku-so-halten-smartphones-laenger-durch.html

<http://www.verivox.de/ratgeber/damit-der-smartphone-akku-laenger-fit-bleibt-stromspartipps-71932.aspx?p=2>

Bildmaterial von unseren Mitgliedern:

- § Dr. Brüning Engineering, Kirchenstraße 26, D - 26919 Brake, Tel.: +49 4401 7049760, Fax: +49 4401 7049761, <http://www.dr-bruening.de>, e-mail: info@dr-bruening.de
- § Christof Stöhr, Förderverein Lokale Agenda 21 Treptow-Köpenick e.V., Rudower Str. 51, D - 12557 Berlin, Tel.: +49 30 64958624, e-mail: reuse-koepenick@reuse-computer.de