

RESTAURIEREN VON DEFEKTEN BECHER-ÉLKOS

1 Vorbemerkungen

1.1 "Restaurieren" ?

Restaurieren im Sinne dieser kleinen Dokumentation bedeutet das Instandsetzen oder Austauschen von schadhaften Bauteilen, die durch ihre charakteristische Bauform und Größe wesentlich zur äußeren Gestalt eines historischen elektronischen Gerätes beitragen, siehe Bild 1. Dabei soll der optische Originalzustand möglichst erhalten bleiben, aber auch die elektrischen Funktion des Gerätes soll sichergestellt oder wiederhergestellt werden.

Zu den Bauteilen mit den oben genannten Merkmalen gehören zum Beispiel Transformatoren, Filter, Drehkondensatoren und die hier näher behandelten ("nassen") Hochvolt-Elektrolytkondensatoren, die in einem Aluminium-Becher eingebaut sind. Solche Becher enthalten üblicherweise einen oder mehrere Einzelkondensatoren. Sie werden i. a. von oben in das Chassis eingesetzt und von unten mechanisch befestigt. Das Bechergehäuse ist meistens direkt ("galvanisch") mit dem Minuspol der eingebauten Einzelkondensatoren verbunden.

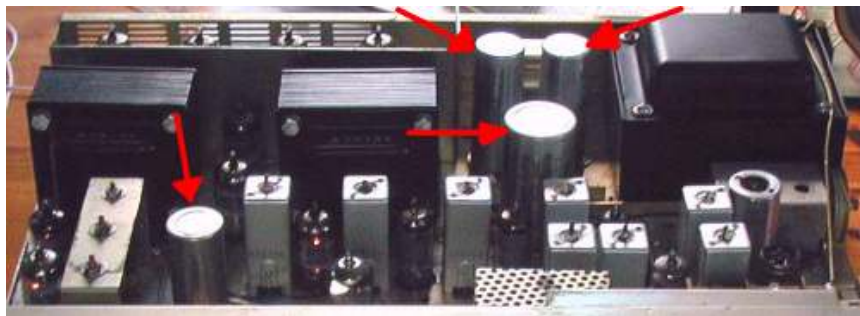


Bild 1 – Becher-Elkos in einem Röhren-Empfänger

1.2 Elektrische Lebensdauer

Für Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten werden in der Literatur¹ Lebensdauern von etwa 15 bis zu 25 Jahren angegeben. Diese Zeitdauer ist in erster Linie von der Umgebungstemperatur während des Betriebs und von der Betriebsdauer abhängig, jedoch auch davon, in welchem Maße der zulässige Höchstspannungswert tatsächlich in Anspruch genommen wird und wie hoch die Wechselstrombelastung ausfällt. Es sind noch weitere Faktoren maßgebend, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll. Die Erfahrung zeigt, dass die angegebene Lebensdauer durchaus wesentlich höher als 25 Jahre sein kann, aber nach etwa 40 Jahren kann man davon ausgehen, dass der Elektrolyt ausgetrocknet ist. Beim typischen Fall des Netzteil-Elkos in einem Radio macht sich das durch ein mehr oder weniger starkes Brummen im Lautsprecher bemerkbar, besonders bei gedrückter Tonabnehmer- (TA-) Taste und fehlendem Eingangssignal.

Anmerkung : Die "Messung" nur des Kapazitätswertes genügt hier nicht, um eine "Gut/Schlecht"- Unterscheidung herbeizuführen !

¹ siehe z. B. Zinke, Seithers; Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe, Springer Verlag Berlin

2 Lösungswege

2.1 Neukauf

Die erste und für den Anfänger wohl empfehlenswerteste Lösung ist zweifellos der Neukauf eines Becherelkos gleicher Kapazität/en bei entsprechend spezialisierten Fachhändlern oder Herstellern. Oft sind Ersatzteile mit höheren Betriebsspannungen erhältlich, die nicht größer als die Originalteile sind.

2.2 Ersatzteil unter dem Chassis anordnen

Scheut man die relativ hohen Preise oder findet man nichts Passendes, so kommt als zweite Lösung bei verhältnismäßig geringen Bauteilkosten das elektrische Stilllegen durch Abklemmen aller Pluspol-Anschlüsse² und der Ersatz mit einem oder mit mehreren entsprechenden Neuteilen mit axialen oder radialen Anschlußdrähten in Betracht, die unterhalb des defekten Bauteils eingelötet werden. Die Ersatzteile gegebenenfalls vor dem Anlöten der Drähte mit Silikon am Chassis fixieren.

Das Äußere des Gerätes bleibt in beiden Fällen originalgetreu erhalten – bei der zweiten Lösung zumindest was die Chassis-Oberseite betrifft – , und elektrisch ist wieder alles in Ordnung.

2.3 Ersatzteil im Becher bedingt vorheriges Ausbauen und "Aushöhlen"

Die Fortgeschrittenen werden sich mit diesen Lösungen nicht immer abfinden wollen. Erschwerend kann hinzukommen, dass für die zusätzlichen Bauteile nicht mehr genügend Platz unter dem Chassis vorhanden ist.

Das Zusammenfassen mehrerer Kapazitätswerte innerhalb eines Bechers erfordert erheblich weniger Raum als mehrere getrennte Einzelkapazitäten. Im ungünstigsten Fall³ wird man feststellen, dass man sogar eine Kombination aus der zweiten einfachen und der nachfolgenden anspruchsvolleren Lösung wählen muss.

Daher soll nun eine dritte mögliche Vorgehensweise zur Instandsetzung, das "Aushöhlen" beschrieben werden. Sie erfordert etwas handwerkliches Geschick und sorgfältiges Arbeiten.

3 Ausbau des Originalteils

3.1 Vorbereitung

Zunächst kommt es darauf an, den defekten Becher-Elektrolytkondensator auszubauen und dabei weder das Gerät noch den Elko mechanisch zu beschädigen. Vor dem eigentlichen Beginn der Arbeiten ist unbedingt ein Foto oder eine Skizze der Einbausituation bzw. Anschlußkonfiguration anzufertigen. Man muss auch feststellen, ob der Elkobecher direkt am Chassis befestigt wurde oder ob aus Massungsgründen oder weil z. B. eine Spannungs-Verdopplerschaltung vorliegt, das Gehäuse und damit i. a. auch der Minuspol vom Chassis isoliert ist.

3.2 Demontage

Im einfachsten Fall, dem Elko mit Schraubstutzen, geschieht dies durch Lösen der Mutter nach dem Ablöten der mit den Anschlüssen verbundenen Leitungen oder Bauelemente. Auch die Demontage von Bechern mit Klemmschellenbefestigung ist relativ einfach durch Lösen der Schrauben am Chassis zu bewerkstelligen. Das Ablöten der Anschlussdrähte mit Entlötpumpe

² Damit ist nicht das einfache "Parallelschalten" zum defekten Teil gemeint !

³ Falls im Becher nicht genügend Platz für alle Ersatzelkos vorhanden ist.

oder Entlötlitze (die kann man sich auch selbst herstellen, indem man abisolierte Kupferlitze verdrillt und in Flußmittel taucht) muss sorgfältig erfolgen.

Der in Bild 2 gezeigte Elko war zur mechanischen Befestigung mit seinen vier Minus-Lötfahnen durch Schlitzte im Chassisblech gesteckt worden, die dann umgebogen bzw. verdreht wurden. Zwei dieser Lötfahnen (2) waren zusätzlich noch an das Chassisblech gelötet, um eine elektrisch einwandfreie Masseverbindung zu erreichen.

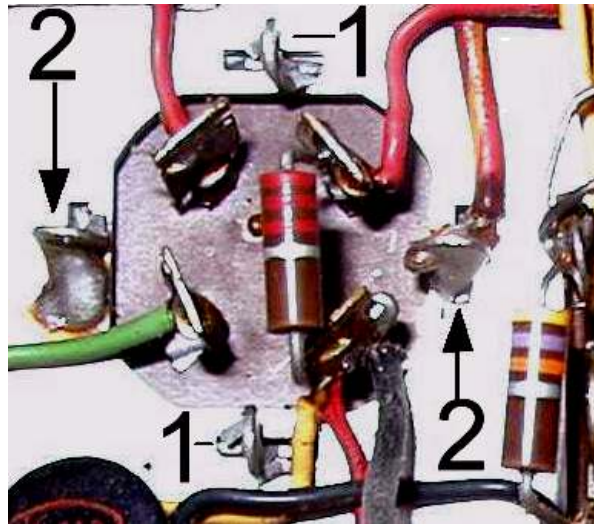


Bild 2 – Ungünstige Einbausituation

Das erfordert zum Ausbau neben guten Flachzangen und einem kräftigen Seitenschneider mindestens einen 60 W-Lötkolben mit der "dicksten" Lötspitze, und eventuell zur Unterstützung des ersten noch einen weiteren Lötkolben. Nur wenn man sicher sein kann, keine in der Nähe befindlichen Bauelemente zu beschädigen, darf man auch ein Heißluftgebläse zur zusätzlichen Erwärmung einsetzen.

- Zuerst werden die Plusleitungen abgekniffen. Danach die beiden nicht verlöteten Minus-Fahnen (1) mit der Flachzange möglichst gerade drehen.
- Dann heisst es, mit "sanfter Gewalt", "viel Gefühl" und "noch mehr Geduld" vorzugehen. Lötstelle sorgfältig erwärmen, das kann eine ganze Weile dauern! Ist das Zinn geschmolzen, mit Sauger oder Entlötlitze absaugen.
- Ist das meiste Zinn entfernt, kann man damit beginnen, die Lötfahne mit der Flachzange gerade zu richten.
- Lötstelle erneut erwärmen, dann den Lötkolben schnell wegnehmen und sofort **während des Abkühlens den Elko von oben kräftig hin- und her bewegen**, damit die Lötstelle spröde wird und "aufbricht". Dabei ist die Lötfahne nach und nach mit der Flachzange gerade zu drehen. Ggf. Lötzinn weiter absaugen. Dieser Vorgang muss für alle Lötfahnen nacheinander und meist mehrfach wiederholt werden. Zum Schluß den Becherelko nach oben herausziehen.



Bild 3 – Der ausgebaute Original-Elko

4 Öffnen des Bechers

4.1 Elko mit Lötflächenbefestigung (Bild 3)

Becher vorsichtig im Schraubstock einspannen, Anschlussseite nach oben. Sperrholz oder Alublech seitlich zwischenlegen, damit der Becher von den Spannbacken nicht zerkratzt und eine ev. vorhandene Aufschrift nicht zerstört wird. Auch ein Holz zum Abstützen von unten kann vorteilhaft sein, weil man nicht allzu fest spannen darf. Mit einer Flachfeile den umgebördelten Rand rundherum bis zum Hartpapier herunter abfeilen. Anschließend den Hartpapierdeckel 1 und die Dichtung 2 entfernen, siehe Bild 4.

Alternativ kann man den Rand auch mit einer flachen Schraubenzieherklinge Stück für Stück hochbördeln: Das geht schneller, führt jedoch meist zu optisch schlechteren Ergebnissen, siehe Bild 4 links. Aber auch so etwas lässt sich mit Schere, Feile und Schmirgelpapier wieder in einen ordentlichen Zustand versetzen.



Bild 4 – Geöffneter Becher

4.2 Elko mit Schraubstutzenbefestigung (Bild 5)

Bei Elkos mit Bakelit-Schraubstutzen empfiehlt es sich von vornherein, den umgebördelten Alubecherrand (2) rundherum vorsichtig so weit abzufräsen, bis man die Oberseite des Gummi-Flachdichtrings (1) freigelegt hat. Dieser lässt sich dann mit einer feinen Schraubenzieherklinge abhebeln, siehe Bild 5. Anschließend mit der Hand kräftig am Schraubstutzen so lange ziehen und wackeln, bis er aus dem Becher heraus ist.



Bild 5 – Elko mit Schraubstutzen

4.3 Elko mit Klemmschellenbefestigung (Bild 6 links)

Bei dieser Bauform (Bild 6 links) ist der untere Becherrand im eingebauten Zustand teilweise von der umlaufenden Befestigungsschelle verdeckt. In diesem Fall kann man nach dem Einspannen den umgebördelten Becherrand von oben vorsichtig mehrfach "über Kreuz" so weit einsägen, bis man sich auf dem Niveau des Hartpapierdeckels befindet. Mit einer flachen Schraubenzieherklinge den Rand Stück für Stück aufbördeln, siehe Bild 6 rechts. Später, nach dem Herausziehen des Wickels, schneidet man diesen Teil des Rands rundherum ab, z. B. mit einer alten Nagelschere.



Bild 6 – Links: Elko mit Klemmschellenbefestigung; rechts: eingesägter und teilweise aufgebogener Becherrand

5 Aushöhlen

5.1 Demontage des Kondensatorwickels

Ist der Becher relativ groß bemessen, so lässt sich jetzt auch der Kondensatorwickel an den Anschlüssen einfach herausziehen, siehe Bild 8 links.

Oft jedoch ist der Wickel eng eingepasst oder noch mit einer Bitumenmasse eingeklebt. Dann muss, wie in Bild 7 gezeigt, vorgegangen werden.

Ein Loch mit etwa 4 mm Ø zentrisch mehrere Zentimeter tief in den Wickel bohren. Eine Spanplattenschraube etwa 5 x 70 hineinschrauben. Kopf der Schraube fest (!) im Schraubstock einspannen.



Bild 7 – Herausziehen des Wickels

Den Kondensatorbecher kräftig mit beiden Händen anpacken. Darauf achten, dass man nicht zu weit vorne anfasst und sich am ausgefranstem Blechrand verletzt. Unter leichtem Hin- und Herdrehen und Wackeln langsam und allmählich den Becher vom Wickel abziehen.



Bild 8 – Wickel gezogen

Dieser Arbeitsschritt kann durchaus mühsam sein und länger dauern. Bitte Geduld haben ! Nicht mit Gewalt ! Ist der Wickel mit Bitumen eingeklebt, so kann leichtes Erwärmen mit der Heißluftpistole helfen. Das muss man ausprobieren. Schließlich hat man es geschafft, siehe Bild 8 rechts.

5.2 Endbearbeitung

Den Becher innen mit Seifenwasser spülen und ausbürsten. Bitumenreste lassen sich nur schwer entfernen, nach Möglichkeit "drinlassen". Anschließend ggf. den beschädigten Teil vom Rand sauber abschneiden. Den Rand in allen Fällen mit einer kleinen Spitz- oder Flachzange richten und danach mit Feile und Schmirgelpapier glätten. Zum Schluss den Becher noch einmal sorgfältig säubern und trocknen. Immer darauf achten, dass eine etwa vorhandene Beschriftung nicht zerstört wird.

6 Einbau des Ersatzteiles

6.1 Becher mit Lötbefestigung

Ersatzkondensatoren mit mindestens gleicher, besser eine Stufe höherer Spannungsbelastbarkeit verwenden. Im hier gezeigten Fall (Bild 9 rechts) war es lediglich möglich, zwei der insgesamt vier benötigten Teilkapazitäten stehend in den ausgehöhlten Becher einzubauen, die dritte und die vierte Teilkapazität mussten unter dem Gerätechassis angeordnet werden.



Bild 9 – Fertig bearbeiteter und gereinigter Becher mit Ersatz-"Innereien"

Bitte nicht vergessen, Plus- und Minuspol/e und die Einzelkapazitäten gegeneinander eindeutig zu kennzeichnen ! Man kann später von aussen nicht mehr erkennen, wie die Teile zusammengehören.



Bild 10 – Vor dem Verdeckeln

Einen "Klecks" neutral vernetzendes transparentes Silikon auf den Becherboden geben und die Ersatzteile hineindrücken. Evtl seitlich mit weiteren Klecksen "stabilisieren", siehe Bild 10. Anschlussdrähte durch die Bohrungen im Hartpapierdeckel fädeln und Deckel aufsetzen, siehe Bild 11 links.

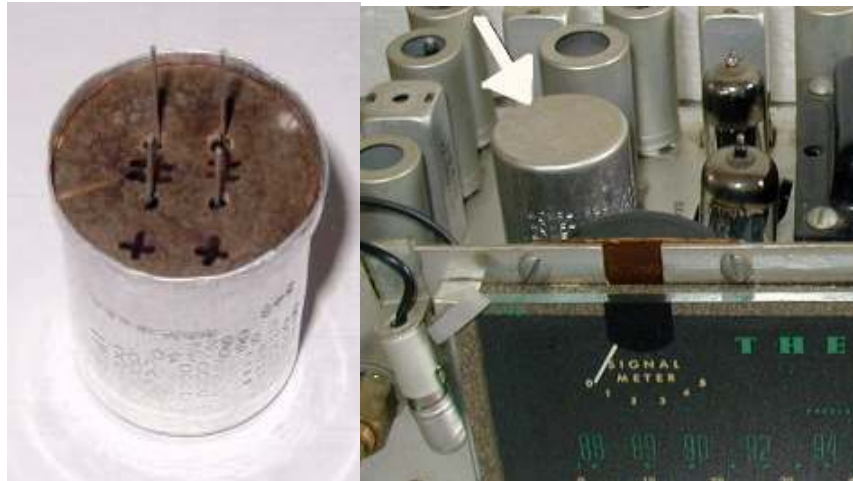


Bild 11 – Deckel aufgesetzt, Elko wieder eingebaut

Deckel von außen mit einem Silikonring an den Becherrand kleben. Man kann auch Heißkleber verwenden. Vor dem Wiedereinbau mit Silikon geklebte Teile mindestens 2 h bei Raumtemperatur aushärten lassen.

Chassis an der Einbaustelle gründlich reinigen und entfetten. Elko probeweise einsetzen und wieder ziehen. Die Deckelmarkierungen (Pluspole/Minus, Zusammengehörigkeit der Einzelkapazitäten) auf ein Notizblatt schreiben bzw. skizzieren. Etwas Silikon auf den Deckel geben, Becher wieder einsetzen. Mit dem Verdrahten warten, bis das Silikon "hart" und der Becher am Chassis festgeklebt ist. Die Verdrahtung erfolgt dann nach dem Notizzettel.

6.2 Becher mit Schraubstutzen-Befestigung

Beim Elko mit Schraubstutzen-Befestigung bohrt man vorsichtig die Nietköpfe 1 der Anschlüsse vom Schraubstutzen ab, siehe Bild 12. Dann lassen sich die Anschlussreste herausziehen und die nun vorhandenen Löcher für die Drähte der Ersatz-Elkos nutzen.



Bild 12 – Verschiedene Montagestadien, links gereinigter Becher mit Schraubstutzen, rechts ein "zurückgebördeltes", einbaufertiges Exemplar

Ggf. müssen noch zusätzliche Löcher für weitere Anschlußdrähte gebohrt werden, z. B. wenn man eine Teilkapazität mehr als ursprünglich vorhanden unterbringen kann oder wenn es aus Platzgründen nicht mehr möglich ist, die Minusanschlüsse der Teilkapazitäten noch innerhalb des Bechers miteinander zu verbinden und mit einem gemeinsamen Draht nach aussen zu

führen. Schraubstutzen auf die Drähte "fädeln" und mit etwas Silikon am Becherrand festkleben.

6.3 Becher mit Klemmschellenbefestigung

Den ähnlich wie nach 6.1 vorbereiteten und bestückten Becher bis zum Rand in die Klemmschelle stecken. Schraube (2) "mit Gefühl" anziehen und Elko wieder auf das Chassis schrauben.



Bild 13 – Klemmschelle mit Spalt (1)

Dabei entsteht u. U. ein Spalt (1) zwischen Chassisoberseite und Becherrand, falls dieser durch das Abschneiden nach 5.2 etwas kürzer geworden ist. Dies ist jedoch von oben kaum sichtbar und trägt sogar zur Kühllhaltung des Ersatzteils bei.

Selbstverständlich wird es vorkommen, dass dem einen oder anderen noch eine andere Lösung einfällt, die für den jeweiligen Spezialfall besser geeignet erscheint oder eleganter ist als die hier aufgezeigten. Man sollte sich auch nicht allzu "sklavisch" an die hier vorgestellten Methoden halten, sie sind in erster Linie als Anregung für eigene Aktivitäten und für all diejenigen gedacht, die sich zum ersten Mal an eine solche Arbeit heranwagen und zunächst einen Eindruck bekommen möchten, was dabei in etwa an Arbeit auf sie zukommt.

Viel Spaß und Erfolg !