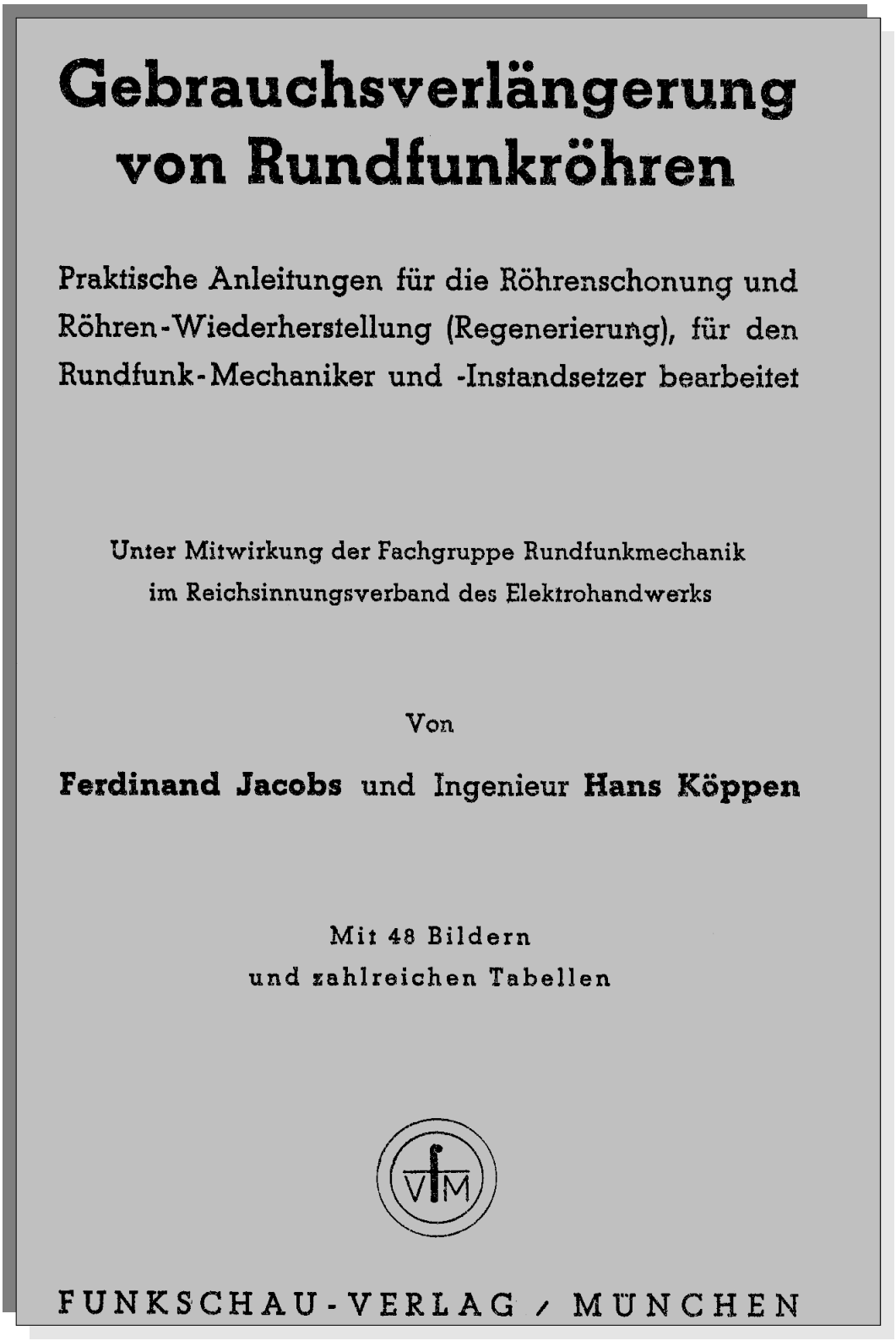
Digitalisiert von Georg Richter für www.radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung des FRANZIS Verlag GmbH
www.Franzis.de - Die aktuellen Ausgaben der Funkschau finden sie unter www.funkschau.de

Kondensatorprüfung

Auszug aus Kapitel A. des Buches



Gebrauchsverlängerung von Rundfunkröhren

Praktische Anleitungen für die Röhrenschonung und Röhren-Wiederherstellung (Regenerierung), für den Rundfunk-Mechaniker und -Instandsetzer bearbeitet

Unter Mitwirkung der Fachgruppe Rundfunkmechanik im Reichsinnungsverband des Elektrohandwerks

Von

Ferdinand Jacobs und Ingenieur Hans Köppen

Mit 48 Bildern und zahlreichen Tabellen

FUNKSCHAU-VERLAG / MÜNCHEN

1944 verfaßt von Ferdinand Jacobs

Wie prüft man nun die Kondensatoren?

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse sind zwar aufschlußreich und wichtig, sie nützen aber wenig, solange wir die fehlerhaften Kondensatoren nicht eindeutig erkennen können. Wir brauchen also ein Prüfverfahren, das uns auf möglichst einfache Weise, mit geringstem Zeitaufwand, ein einwandfreies Ergebnis vermittelt. Das bekannte und überall eingeführte Verfahren der Prüfung mit einer Gleichstrom-Glimmlampe ist für diesen Zweck viel zu ungenau, es zeigt nur Fehler an, welche man in dem dargelegten Sinne schon als grobe Schlüsse bezeichnen kann, selbst wenn man mit erhöhter Prüfspannung arbeitet. Es eignet sich sehr gut als Grobvorprüfung (zum Schutz eines folgenden Feinprüfgerätes gegen Beschädigung), und sollte zu diesem Zweck auch angewandt werden, denn ein von der Glimmlampe als fehlerhaft angezeigter Kopplungskondensator muß unter allen Umständen ersetzt werden. Wenn aber die Glimmlampe nichts anzeigt, müssen wir noch eine Feinprüfung vornehmen. Vielleicht kann man sich mit empfindlichen Kurbelinduktoren helfen; ich konnte das nicht einwandfrei ermitteln, da ich keinen besitze. Die mir gelegentlich bei Mitbewerbern zugängigen waren aber zu ungenau in der Anzeige und die Handhabung erschien mir auch zu zeitraubend. Das schließt nicht aus, daß es durchaus geeignete gibt, die zur Anwendung kommen können, wo sie vorhanden sind. Ich selbst habe mir zuerst so geholfen, daß ich den zu prüfenden Kondensator einpolig ablötete und in den Anodenstromkreis einen möglichst genau anzeigenden Milliamperemesser legte. Bei eingeschaltetem Gerät wurde nun mittels einer isolierten Pinzette der Kondensator einmal in Arbeitsstellung gebracht und dann wieder abgehoben. Zeigte sich eine Erhöhung des Anodenstromes, so wurde der Kondensator verworfen. Das Verfahren ist aber in der Praxis sehr umständlich, man müßte eigentlich seine Augen an zwei Stellen zugleich haben, außerdem muß der verwendete Strommesser sehr genau folgen, und feine Schlüsse werden überhaupt nicht angezeigt. Ich neige aber zu der Ansicht, daß ein einmal vorhandener Feinschluss, der vielleicht durch das Eindringen von Feuchtigkeit oder auch durch verunreinigte Isolierstoffe verursacht ist, infolge der gleichen Ursachen und durch den dauernd durchfliessenden, wenn auch schwachen Strom bestimmt verschlimmert wird, und wechsle daher auch solche Kondensatoren aus, die vorläufig den Anodenstrom nur so unwesentlich erhöhen, daß man eine wesentliche Verkürzung der Röhrenlebensdauer im Augenblick nicht für gegeben hält. Dabei leitet mich nicht so sehr die Überlegung, daß der Kondensatorfehler die Wiedergabe verschlechtert, als vielmehr die Befürchtung einer weiteren Isolationsverschlechterung. Meist werde ich aber das gleiche Gerät erst nach geraumer Zeit wieder zur Instandsetzung bekommen; inzwischen ist dann vielleicht die Endröhre schon sanft entschlafen. Außerdem: Wenn ich einmal die Prüfung gemacht und einen Fehler festgestellt habe, dauert es nur noch Sekunden, bis ich auch einen neuen Kondensator eingesetzt habe, und der Kunde hat für wenig Geld Sicherheit für seine kostbare Endröhre. Darüber hinaus besteht aber die unbedingte Notwendigkeit, auch die einzusetzenden

Kondensatoren einer einwandfreien Vorprüfung zu unterziehen, um an dieser kritischen Stelle nur durchaus gute Stücke zu verwenden und die weniger guten für andere Zwecke im Gerät zu gebrauchen. Zu einer einwandfreien Beurteilung der Verhältnisse sowohl bei den eingebauten, als auch den neuen Kondensatoren kam ich daher erst, nachdem ich mir ein eigenes Prüfgerät erdacht und gebaut hatte, dessen Schaltung und Grundgedanken auch zum Patent angemeldet wurden. Es zeigt Isolationswerte bis schätzungsweise 5 Milliarden Ohm (!) deutlich an, erfordert aber einen ziemlichen Aufwand an Teilen, so daß sein Nachbau vielleicht vielfach auf unüberbrückbare Schwierigkeiten stoßen würde. Unter Umständen ergibt sich später einmal die Möglichkeit, es zu beschreiben, zusammen mit den verschiedenen Nebenprüfeinrichtungen, die gleich miteingebaut wurden, weil sie vorteilhaft erschienen. Inzwischen ist es nun gelungen, einige wesentlich einfachere Ausführungsarten zu ersinnen, die auf dem gleichen Grundgedanken beruhen, für unsere Zwecke ausreichend genau anzeigen, sich durchweg klein und handlich ausführen lasse, und auf jedem Arbeitsplatz ein Plätzchen finden können. Diese sollen nunmehr beschrieben werden:

a) Allstrom-Prüfgerät mit Milliamperemesser als Anzeiger

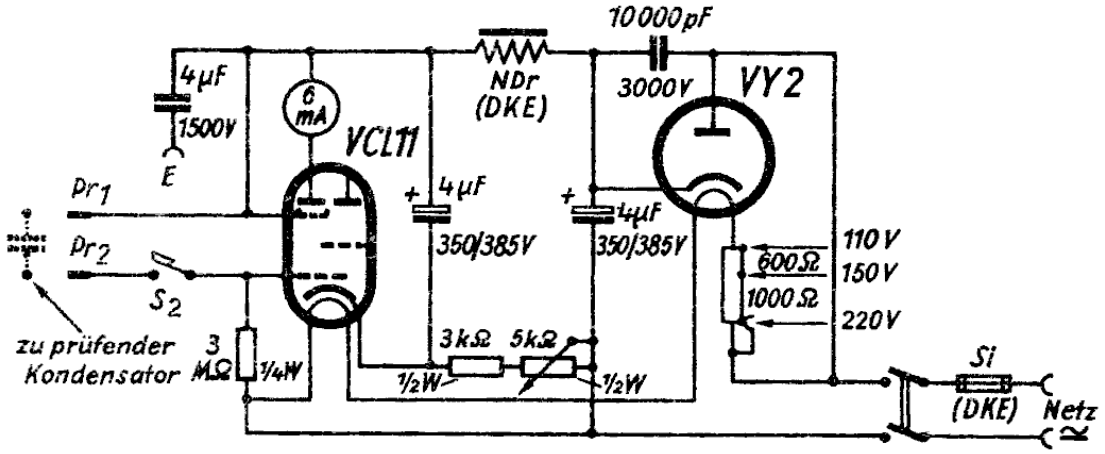


Bild 4. Isolations-Prüfgerät für Allstrom mit Meßinstrument.

Bild 4 zeigt die Schaltung dieses Prüfgerätes, die eigentlich nur eine für diesen Sonderdruck entsprechend abgeänderte DKE - Schaltung darstellt. Das C-System der VCL11 bleibt dabei unbenutzt und an Stelle des Lautsprechers tritt ein Gleichstrom - Meßgerät mit 6 oder etwas mehr mA Vollausschlag. Wenn kein besonderes Meßgerät zum Einbau vorhanden ist, bringt man zwei Schnüre mit zweckentsprechend gekennzeichneten Steckern an und steckt zum Messen jeweils das ja bestimmt überall verfügbare Vielfach - Meßgerät schnell an. Neu sind die Anbringung der beiden Prüfschnüre Pr_1 und Pr_2, die am besten in (isolierten!) Krokodilklemmen enden, ferner der in der Prüfschnur Pr_2 liegende Tastschalter S_2, die Einregelung der Gitterspannung durch einen Regelwiderstand, der erhöhte Gitterableitwiderstand mit 3 Megohm und die Erdung des positiven Pols über einen Wickelkondensator von 4 Mikrofarad. Alle übrigen Teile sind DKE -Teile, die wohl überall beschafft werden können.

Bei dem Meßgerät kommt es darauf an, daß der Zeiger möglichst trägheitslos folgt (ein sonst gutes Instrument mit etwas hängenbleibendem Zeiger könnte man während der Messung durch den mit Filz umgebenen Klöppel einer alten Klingel oder eines Summers erschüttern lassen). Der Meßbereich soll zwischen 6 und 10 mA betragen. Man muß im Bedarfsfalle den eingebauten Parallelwiderstand bei zu hohem Meßbereich ermäßigen, bei zu kleinem Meßbereich erhöhen oder überhaupt erst einen anbringen. Zum Ausprüfen des richtigen Wertes eignet sich die weiter unten beschriebene Widerstands-Ausprüfvorrichtung (s. Bild 8) unter Vergleich mit einem anderen Strommesser. — Über die Prüfschnüre und den Tastschalter wird weiter unten nach Beschreibung der anderen Prüfvorrichtungen noch Näheres zu sagen sein, ebenso über den Prüfvorgang selbst. — Der Regelwiderstand von 5 Kiloohm in der Minusleitung dient dazu, den Ruhestrom der VCL11 stets auf den gleichen Wert einzustellen. Man kann aber auch statt seiner und des Festwiderstandes von 3 Kiloohm einen Regler von 7,5 bis 10 Kiloohm verwenden. Will man den Regler ganz einsparen, so prüft man einmal den erforderlichen Wert aus (u. U. wieder mit der Vorrichtung nach Bild 8) und setzt dann einen Festwiderstand vom ermittelten Wert ein. Dieses Ausprüfen ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn mit abweichender Netzspannung gearbeitet wird. Erreicht werden soll, daß der Strommesser im Ruhezustand einen Anodenstrom von möglichst genau 2 mA anzeigt. Dies ist die Grundstellung, die von hier aus erfolgenden Ausschläge auf höhere Stromwerte zeigen dann die Isolationsverschlechterung des Prüflings an. — Der Gitterableitwiderstand wurde mit 3 Megohm doppelt so hoch gewählt, wie an sich zulässig. Bei unseren Prüfgeräten dürfen wir das, weil wir weit unter dem zulässigen Anodenstrom bleiben. Die Erhöhung bringt aber nach unseren früheren Überlegungen eine größere Veränderung der Spannung am Gitter und damit eine Erhöhung der Empfindlichkeit unseres Meßgerätes. — Die Erdung des positiven Pols über einen großen Kondensator ist erforderlich, damit nicht durch die Annäherung der Hand oder durch Anschluß eines eingebauten Kondensators mit den daranhängenden Teilen ein unerwünschter Ausschlag zustandekommt.

Wenn keine DKE-Drossel vorhanden ist, kann sie durch zwei hintereinandergeschaltete Widerstände von je etwa 2 Kiloohm ersetzt werden; zwischen beide ist mit dem Pluspol noch ein dritter (Elektrolyt-Kondensator von 4 Mikrofarad oder höher zu legen, dessen Minuspol mit dem des Ladekondensators zusammengeschlossen wird. — Als Vorschaltwiderstand ist der aus dem DKE gedacht, er kann aber ohne weiteres durch einen anderen von passendem Wert ersetzt werden, zumal ja die Umschaltmöglichkeit auf verschiedene Netzspannungen nicht erforderlich ist.

b) Wechselstrom-Prüfgerät mit AM 2 als Anzeiger

Die beiden folgenden Prüfgeräte verwenden das magische Auge als Anzeiger, und zwar wurden die Röhren AM 2 und C/EM 2 gewählt, weil wohl meist leichter beschaffbar, aber auch wegen des größeren Ausschlages der Leuchtwinkel. Grundsätzlich könnte jedes magische Auge Verwendung finden. — Eine besondere Wechselstromausführung wird geboten erstens wegen der völligen Trennung vom Netz, zweitens wegen der geringeren Anheizzeit. Übrigens kann auch das vorherige Geräte leicht als Wechselstromgerät aufgebaut werden; indem man einen (VE-) Netzübertrager und eine 354 o.a. verwendet. Die Heizspannung für die VCL11 kann man ohne weiteres auf der Primärseite des Übertragers zwischen den Anzapfungen für 130 und 220 Volt (= 90 Volt) abgreifen. Der Ladekondensator muß dann für 450/500 Volt und der Widerstand zwischen den beiden Siebkondensatoren in der positiven Leitung ebenfalls höher gewählt werden (Reihenwiderstand zur Drossel oder nur Widerstand an ihrer Stelle, Anodenspannung höchstens 250 Volt!). Bild 5 zeigt die Schaltung mit allen Werten.

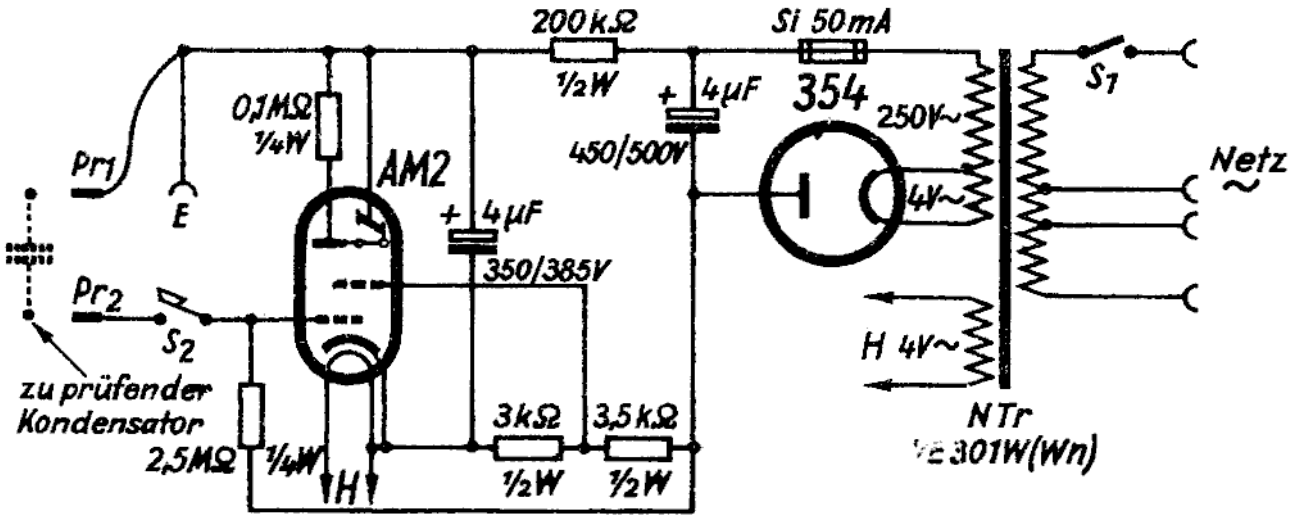


Bild 5. Isolations-Prüfgerät für Wechselstrom mit magischem Auge.

c) Allstrom-Prüfgerät mit C/EM 2 als Anzeiger

Es wird nach Bild 6 aufgebaut.

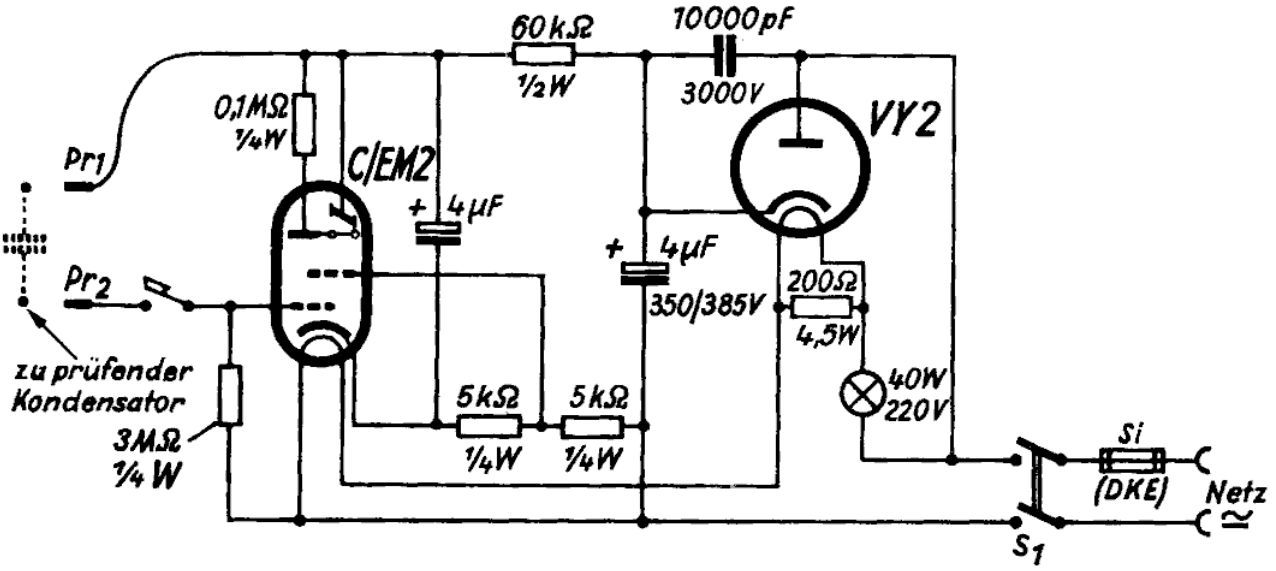


Bild 6. Isolations-Prüfgerät für Allstrom mit magischem Auge.

Wenn man, wie gezeichnet, die VY2 als Gleichrichter verwendet, muß parallel zum Heizfaden ein Widerstand von 200 Ohm mit 4,5 Watt Belastbarkeit liegen (z. B. 3 x 600 Ohm, 2 Watt parallel). Bei anderen Gleichrichterröhren (VY1, UY11) muß dieser Nebenschlußwiderstand (Shunt) aus dem vorbeizuleitenden Strom und der Fadenspannung errechnet werden. Außerdem muß bei Verwendung dieser oder anderer Gleichrichterröhren (CY1, CY2 o.a.) der Vorschaltwiderstand passend geändert werden. An sich ist eine stärkere Röhre unnötig, denn der entnommene Strom schwankt nach Güte des Prüflings zwischen 0,5 und etwa 1 mA; eine VY2 genügt also bei weitem. Als Vorschaltwiderstand wurde eine Starkstrom-Glühlampe für 220 Volt mit 40 Watt Aufnahme eingezeichnet. Eigentlich gehört hierhin ein Widerstand von 919 Ohm mit 37 Watt Belastbarkeit. Da seine Beschaffung Schwierigkeiten machen könnte, wurde die Glühlampe versuchsweise eingesetzt und als durchaus brauchbar befunden. Beide Röhren sind dann zwar unterheizt, die geringe Unterheizung schadet (in diesem Falle!) aber nicht, da sie weit unter der zulässigen Belastung betrieben werden. Wer es ganz genau machen will, kann der Glühlampe einen (auszuprüfenden) Widerstand von etwa 5 Kiloohm mit 7 Watt Belastungsfähigkeit parallelschalten. Nötig ist es, wie gesagt, nicht. Für die Widerstände in d e r M i n u s l e i t u n g, an denen die Gittervorspannungen erzeugt werden (2 x 5 Kiloohm), gilt wieder das schon oben Gesagte, daß ihr genauer Wert ausgeprüft werden muß, wenn das Ergebnis nicht befriedigt oder wenn mit anderer Netzspannung gearbeitet wird. — Bei diesem Gerät erwies sich eine Erdung des positiven Pols bei mir als nicht vorteilhaft. Das kann aber von Fall zu Fall ausprobiert werden. Natürlich müßte auch hier ein Becherkondensator Verwendung finden.

Für beide Prüfgeräte mit magischem Auge gilt, daß die dunklen Ausschnitte (Sektoren) zwischen den Leuchtflächen etwa 25 bis 30 Grad betragen sollten; die bei dieser Stellung schon etwas verwaschenen Ränder stören kaum. Sind die dunklen Ausschnitte zu schmal, so ist die Empfindlichkeit geringer, sind sie zu breit, so steigt die Empfindlichkeit derart, daß zwischen brauchbaren und unbrauchbaren Kondensatoren nur schwer unterschieden werden kann. Wir müssen ja bedenken, daß kein Kondensator einen unendlich hohen Widerstand besitzt, keiner also eine vollkommene Sperre für Gleichstrom darstellt, es sich vielmehr auch bei den besten um einen Ohm'schen Widerstand mit endlichem, in Milliarden Ohm ausdrückbarem Wert handelt. Unsere Abstimmanzeigeröhren, aber auch ein gut folgender Strommesser, zeigen also immer einen gewissen Ausschlag. Da wir mangels geeigneter Normalwiderstände auf eine Eichung verzichten müssen, würde eine zu große Empfindlichkeit also nur zu Schwierigkeiten in der Ablesung führen.

Wie werden die Kondensatoren geprüft?

Der Vorgang ist in jedem Falle so, daß eingebaute Kondensatoren einpolig abgelötet werden, wo das am leichtesten durchzuführen ist. An den noch angeschlossenen Pol wird dann die (tunlichst geerdete) positive Prüfschnur Pr_1 angeschlossen, die deutlich gekennzeichnet sein muß. Daß bei Verwendung eines Allstromprüfers das Empfangsgerät mit dem noch angeschlossenen Prüfling weder an das Netz noch an Erde oder Antenne angeschlossen sein darf, ist selbstverständlich und sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt. An den freigemachten Pol kommt die Prüfschnur Pr_2. Am besten werden beide mit bestens federnden, isolierten Abgreifklemmen so angeklemmt, daß eine wirklich einwandfreie leitende Verbindung hergestellt ist. Bei losen Kondensatoren ist der Anschluß natürlich beliebig. Wenn man, aber anfassen muß, darf man nur die Prüfschnur Pr_1 anfassen, Pr_2 gibt schon durch die Berührung mit den Fingern, auch am isolierten Griff, einen Ausschlag, der dann täuscht. Pr_2 ist stets durch den Schalter S_2 unterbrochen, der unter allen Umständen ein Tastschalter sein, also die Verbindung beim Loslassen selbsttätig wieder aufheben muß. Geschähe das nicht, so würde doch durch irgendein Versehen die volle Spannung einmal an das Gitter unserer Meßröhre gelangen, und das muß verhindert werden. Wenn man nichts Besseres bekommt oder herrichten kann (z. B. aus Kontaktteilen vom Wellenschalter VE 301 W mit Druckknopf), arbeite man einen Klingeldruckknopf so nach, daß er einwandfreien Kontakt gibt. Für genügend Abstand der Kontaktfedern vom drückenden Finger ist in allen Fällen durch einen entsprechend langen Knopf zu sorgen, um auch hier eine Beeinflussung der Gitterleitung durch die Hand auszuschließen (versuchsweise abwechselnd mit Finger und mit Isolierstab drücken!). Ebenfalls, um Meßfehler zu vermeiden, nehme man zwei getrennte Prüfschnüre. Eine Doppellitze könnte einen Isolierfehler haben, den unser außergewöhnlich empfindliches Gerät schon anzeigt.

Daß im übrigen überall auf beste Isolation gesehen werden muß und es z. B, nirgends Kriechbrücken durch verspritztes Lötmittel oder dergleichen geben darf, ist selbstverständlich.

Bei mäßiger Isolation des Prüflings wird das Meßgerät steigenden Anodenstrom anzeigen, die Leuchtsektoren der magischen Augen werden schmaler werden oder ganz verschwinden. Zuerst erfolgt stets ein größerer Ausschlag, weil der Kondensator sich auflädt. Dieser Ausschlag bleibt natürlich außer Betracht, und bei Verwendung eines Meßgerätes empfiehlt sich mehrmaliges, kurz aufeinanderfolgendes Drücken, um den Ausschlag nach der Aufladung zuverlässig zu erkennen. Bei sehr schlechter Isolation entlädt sich der Kondensator natürlich in den Pausen schon wieder merklich, so daß jedesmal ein gewisses Zurückgehen des Zeigers zu beobachten ist. Deshalb schnell hintereinander drücken! Bei den Abstimmanzeigeröhren ist das nicht erforderlich; sie folgen völlig trägheitslos, und schon kurz nach dem Einschalten (je nach Kapazität) hat sich die Ruhelage eingestellt. Hier erkennt man, da ja keine Skala vornan den, den eingetretenen Ausschlag beim Loslassen.

Welche Ausschläge sind zulässig?

Hier entscheidet zuerst einmal der Spielraum (Toleranz), den man zulassen will. Die weiter oben angestellten Rechnungen geben einen Anhalt. Einen weiteren möchte ich dadurch bieten, daß ich hier die bei dem in Bild 4 gezeigten Mustergerät festgestellten Ausschläge angebe. Bei 2 mA Grundausschlag ergaben sich folgende zusätzlichen Ausschläge:

bei 100 Megohm 1,4 mA	bei 2000 Megohm 0,125mA
bei 1000 Megohm 0,55 mA	bei 3000 Megohm 0,1 mA

Man kann diese Werte natürlich als Eichkurve in ein Koordinatensystem eintragen und dann auch alle Zwischenwerte ablesen. — Bei den Anzeigeröhren wird jeder, auch der beste, Kondensator einen geringen, aber doch erkennbaren Ausschlag ergeben (unter 1 mm je Leuchtsektorkante). Hier möchte ich sagen, daß ein geringfügiges Zucken der Ränder zulässig ist, jeder deutlich erkennbare Ausschlag aber einen minderen Isolationszustand anzeigt, der je nach den verfügbaren Kondensatoren zum Auswechseln führen müßte oder vielleicht gerade noch zugelassen werden kann. Alle hier gemachten Angaben können aber wohl nur als Anhaltspunkte dienen, denn die Geräte werden beim Nachbau aus verschiedenen Ursachen sicher nicht ganz gleich ausfallen. Ich rate deshalb, daß jeder Nachbauer sich auf andere Weise ein Bild von den wirklichen Möglichkeiten und Gegebenheiten macht, nämlich durch:

Vorprüfung der zum Einbau bestimmten neuen Kondensatoren

Es wurde oben schon erwähnt, daß man natürlich keinen Kondensator einbauen darf, von dessen ausreichender Isolation man sich nicht überzeugt hat. Wir wollen uns das zum Grundsatz machen, denn sonst ist die empfohlene Arbeit sinnlos. Nach Fertigstellung des Prüfgerätes wird man also zweckmäßig die am Lager vorhandenen Rollkondensatoren einmal der Reihe nach durchprüfen. Man wird dabei nicht nur mit dem Prüfgerät vertraut, sondern gewinnt auch folgende Erkenntnisse:

1. Welche Ausschläge überhaupt auftreten, welche Anforderungen man also stellen darf, um noch einen besseren Kondensator einsetzen zu können,

2. die hundertsatzmäßige Verteilung von guten und schlechten Kondensatoren, die man natürlich gleich trennt und in verschiedene Kästen einordnet oder kennzeichnet,

3. die unterschiedliche Güte der verschiedenen Erzeugnisse.

In dieser Beziehung wird es nicht ohne unerwartete Überraschungen abgehen. Bei mir hat sich jedenfalls auf Grund meiner fast ein Jahr lang durchgeführten Messungen ergeben, daß manche Erzeugnisse, die ich gefühlsmäßig und nach ihrem Ansehen auf dem Markt immer als erstklassig betrachtet hatte, auf einmal als gar nicht so hochwertig erschienen, während ein von mir als Aschenbrödel behandeltes Erzeugnis sich als das weitaus beste herausstellte. Der Unterschied ist so groß, daß ich heute allen Lieferern vorschreibe, daß meine Bestellung nur ausgeführt werden soll, wenn gerade dieses Erzeugnis lieferbar ist. Bei ihm erwiesen sich nicht nur die neuen, sondern auch alte, längere Zeit eingebaute Kondensatoren in wesentlich größerem Hundertsatz als ganz fehlerfrei; bei den allermeisten ist am Strommesser überhaupt kein Ausschlag festzustellen.

Welche Kondensatoren wechseln wir nun aus?

Möglichst natürlich alle, die wir als nicht ganz einwandfrei betrachten. Für die zu ziehende Grenze sind zuerst einmal die Beschaffungsmöglichkeiten bei der heutigen Mangellage maßgebend. Unter ihrer Berücksichtigung muß man, da man ja nicht jedesmal die weiter oben zur Veranschaulichung gezeigten Rechnungen durchführen kann und soll, von Fall zu Fall nach dem Gefühl handeln. Bei dieser gefühlsmäßigen Entscheidung sind natürlich die eingangs erörterten Punkte maßgebend, nach denen sich die Anforderungen an die Isolation des Kondensators richten, nämlich:

1. Steilheit und innerer Widerstand der Röhre,
2. ob voll- oder halbautomatische Vorspannung,
3. Höhe der positiven Spannung am Kondensator,
4. Größe des Gitterableitwiderstandes.

Die beiden letzten Größen sind ohne weiteres feststellbar, die erste aber, die „Empfindlichkeit der Röhre gegen Vorspannungsverfälschung“, ist das Ergebnis mehrerer zusammenwirkender Umstände und nicht ohne weiteres ersichtlich, da bis zu einem gewissen Grade einer den anderen ersetzen kann. Nähere Untersuchungen und Durchrechnungen haben ergeben, daß die Empfindlichkeit gegen geringe Verfälschungen der Gittervorspannung von nicht wesentlich mehr als 1 Volt, die wir ja wohl als die Regel annehmen können, die gleiche Reihenfolge ergibt, wie die zur Aussteuerung der Röhre erforderliche Gitterwechselspannung, d. h. eine Röhre, die nur eine geringe Gitterwechselspannung benötigt, ist auch besonders empfindlich gegen Vorspannungsverfälschung und umgekehrt (höhere Verfälschungen von 2 Volt und mehr ergeben wieder eine etwas andere Reihenfolge, das kann aber unberücksichtigt bleiben). Für die in Frage kommenden Röhren ergibt sich unter diesen Voraussetzungen folgende Reihenfolge der Empfindlichkeit:

1. KC3
2. (VCL11)
3. (KL1), AL4
4. DL 11
5. EL11, ECL11
6. EL 12
7. CL4, UCL11, VL4, UL12
8. KL 2
9. 164, CL2, CL1, 174
10. AL5
11. 1374 d
12. 964, AL1
13. 114, VL1
14. 1823 d
15. 134, BL2
16. AL2
17. 664 d
18. 374
19. 304
20. 604
21. AD1

Die unter der gleichen Nummer aufgeführten Röhren haben gleiche Empfindlichkeit. Bei den in Klammern gesetzten ist die Einschränkung zu machen, daß sie bei den normalen Betriebsdaten etwas unter der zulässigen Anodenbelastung laufen, so daß hier eine kleine Überlastung nicht sofort so großen Schaden anrichten kann; vom Standpunkt der Seltenheit aus wird man sie aber auch besonders schützen müssen. Es wird gut sein, sich die angegebene Reihenfolge ungefähr einzuprägen. In allen zweifelhafter Fällen wechseln wir lieber den kleinen Kondensator aus, ehe wir Gefahr laufen, daß eine wertvolle Röhre geschädigt und dadurch vorzeitig zerstört wird.

Kondensatorenprüfung, sofern keines der beschriebenen Meßgeräte zur Verfügung steht

Soweit die Herstellung einer der beschriebenen Prüfvorrichtungen nicht durchgeführt werden konnte, kann folgendes Prüfverfahren empfohlen werden: Die kritischen Kondensatoren werden vorläufig abgelötet, sodaß das Steuergitter (bis auf den Ableitwiderstand u. ä.) frei ist. Es wird in den Gleichrichter eine vollwertige Gleichrichterröhre und in die Endstufe eine ausgewählte Mittelröhre (s. die Ausführungen weiter unten über Röhrenstreuung) eingesetzt und (wieder nach den folgenden Abschnitten) Spannungen und Strom auf den Normal- oder den gewünschten Belastungswert eingestellt. Unter Belassung des Strommessers in der Anodenleitung wird nun der zu untersuchende Kondensator (oder auch die Kondensatoren) an das Steuergitter angeschlossen. Erfolgt ein Anstieg des Anodenstromes, der zu Bedenken Anlaß gibt, so muß der Kondensator ausgewechselt werden, andernfalls kann er belassen werden.

Richtlinie für den zulässigen Ausschlag bei Prüfgeräten mit magischem Auge

Dieses Prüfverfahren sollte man zuerst auch anwenden, um einen zuverlässigen Anhaltspunkt zu gewinnen, welcher Ausschlag am magischen Auge einen wirklich fehlerhaften Kondensator anzeigt. Es können dafür ja hier genaue Angaben nicht gemacht werden, da erstens die verschiedenen selbst hergestellten Prüfgeräte Unterschiede aufweisen werden, schon wegen der Verschiedenheit der verwendeten Einzelteile, aber auch wegen der in den Röhren liegenden Streuung. Auf die beschriebene Weise kommt man zu Kondensatoren, deren Fehler man auch in ihrer Größenordnung annähernd kennt und an denen man festlegen kann, welche Ausschläge sich ergeben dürfen. Es sei hierbei nochmals daran erinnert, daß die Anforderungen bei vollautomatischer und halbautomatischer Vorspannungserzeugung sehr unterschiedlich sind.

[Anmerkung: Die exakte Wiedergabe des Kapitels entspricht ganz bewußt nicht dem Original-Layout]