

Der Ersatz von Einzelteilen in Empfängern und Verstärkern.

Der Bau und die Instandsetzung von Empfängern erfordert unter den gegenwärtigen Verhältnissen eine gewisse Beweglichkeit, da viele Ersatzteile nur noch mit großen Schwierigkeiten zu beschaffen sind. In erster Linie bezieht sich das auf die Instandsetzung von Industrie-Empfängern, wo häufig die Frage auftritt, ob andere ähnliche Teile an den betreffenden Stellen eingebaut werden können und welche Nachteile hierdurch entstehen. Die Verwendung nicht vorschriftsmäßiger Ersatzteile kann einmal ihre elektrischen Werte, ein anderes Mal die mechanische Ausführung betreffen. Um zu entscheiden, welche elektrischen Werte in einer Schaltung ohne Bedenken durch andere ersetzbar sind, ist eine gewisse technische Uebersicht nötig, hingegen brauchen mechanische Abweichungen neuer Ersatzteile beim Einbau nur entsprechend berücksichtigt zu werden, die Verwendungsmöglichkeit ist meist eine Frage des vorhandenen Platzes. Uns interessiert selbstverständlich nur die elektrische Seite; wir wollen anschließend die verschiedenen Bauteile eines Empfängers abschnittsweise zusammenfassen, um dabei die elektrischen Gesichtspunkte für ihre Verwendungsmöglichkeit aufzuführen.

Kondensatoren.

Die verschiedenen Arten von Kondensatoren unterscheiden sich nach ihrem Verwendungszweck und bei gleichartigen Typen durch die Kapazität und Prüfspannung. Beginnen wir mit den hochwertigsten Kondensatoren in Abstimmkreisen. Neben dem Drehkondensator befinden sich hier Trimmer zur Aenderung kleiner Kapazitätswerte und hochwertige Festkondensatoren in Glimmer- oder Keramikausführung. Für Drehkondensatoren lassen sich andere oder ähnliche Typen nur dann als Ersatz verwenden, wenn die Abstimmkurve mit der bisherigen übereinstimmt. Das ist natürlich nicht erforderlich, wenn der Empfänger keine Eichung besitzt. Im allgemeinen wird aber ein Drehkondensator selten ausgewechselt, so daß man in der Praxis hiermit kaum zu rechnen hat. Anders ist es mit den Trimmern, die häufig durch Einflüsse von Luft-

feuchtigkeit oxydieren, wodurch bei hauchdünn aufgespritzten Silberbelägen die Kapazität allmählich verlorengieht. Beim Ersatz eines Trimmers ist zu beachten, ob sich in ihm ein fester Zusatzkondensator, etwa in Form eines Glimmerplättchens, befindet. Ob es sich um einen dort versteckt angeordneten Zusatz oder um einen äußerlich sichtbaren Kondensator in einem Abstimmkreis handelt, stets darf der Ersatz nur durch einen im Wert übereinstimmenden erfolgen. Die Ausführung muß aus einem hochwertigen keramischen Material bestehen, da die Verwendung von Glimmer vorläufig untersagt ist. Die Toleranz der vorgeschriebenen Werte darf höchstens 1 bis 2% betragen.

Alle Kondensatoren, die zur Kopplung zwischen Verstärkerstufen dienen, sind in ihren Werten nicht kritisch. Abweichungen von 10 bis 20% dürfen durchaus auftreten. Der Isolationswiderstand muß jedoch möglichst hoch sein, da sonst ein geringer Anteil der Anodenspannung zum Gitter der folgenden Röhre gelangen kann, wenn der Kondensator zwischen Anode und Gitter liegt. In Niederfrequenzverstärkern soll der Koppelkondensator eher größer, im Interesse der tiefen Frequenzen niemals kleiner gewählt werden. Natürlich ist jede Uebertreibung zu vermeiden; ein Koppelkondensator von 10 000 pF kann aber ohne weiteres auch 15 000 oder 20 000 pF betragen.

In Gegenkopplungsschaltungen bestimmen die Kondensatoren Frequenzkorrekturen; obwohl grobe Abweichungen möglichst zu vermeiden sind, erweisen sich Aenderungen bis zu 30% als unwesentlich.

Alle Beruhigungskondensatoren, die zur Siebung von Betriebsspannungen dienen, sind an ihre Werte ebenfalls nicht kleinlich gebunden. Auch hier gilt, daß ein größerer Wert stets vorzuziehen ist. In erster Linie kommt es aber auf die Prüfspannung an, insbesondere wenn die Kondensatoren zwischen hohen Spannungen und Masse liegen. Für Becher-, Roll- und Wickelkondensatoren ist eine Prüfspannung von 1500 V Gleichspannung aus Gründen der Betriebssicherheit sehr zu empfehlen. Zur Gitterspannungsbereinigung reichen auch Kondensatoren mit einer Prüfspannung von 250 bis 750 V aus. Man kann kaum einen Fehler begehen, wenn die am Kondensator liegende Spannung gemessen und bei der Auswahl der Spannungsfestigkeit berücksichtigt wird. Die Prüfspannung soll möglichst den fünffachen Betrag der Betriebsspannung ausmachen.

Eine Ausnahme bilden Elektrolytkondensatoren, deren Betriebsspannung stets angegeben ist. Die ebenfalls aufgedruckte Spitzenspannung, die meist 50 V höher liegt, darf in keinem Fall überschritten werden. Die Kapazitätswerte sind gegenüber allen anderen Kondensatoren hier noch weniger kritisch, sie können fast stets 50–100% größer sein. Man muß ja berücksichtigen, daß die Kapazitätswerte schon fabrikationsmäßig große Streuungen

aufweisen. In Allstromempfängern darf aber aus Gründen einer Ueberlastung der Gleichrichterröhre durch den plötzlichen Ladestoß der erste als Ladekondensator arbeitende Elektrolyt in seinem Wert nicht vergrößert werden, andernfalls ist ein größerer Schutzwiderstand vor die Anode der Gleichrichterröhre zu legen. — Trockenelektrolytkondensatoren, wie sie in Größen bis zu $100 \mu\text{F}$ zur Ueberbrückung des Kathodenwiderstandes und an anderen Stellen zur Siebung von Gitterspannungen verwendet werden, müssen beim Ersatz die gleiche Betriebsspannung oder eine größere

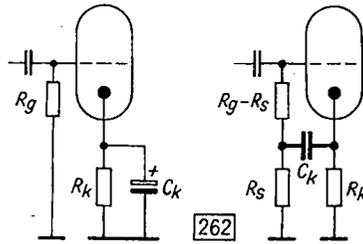


Abb. 1: Der Elektrolytkondensator C_k kann durch einen Rollkondensator in der Größe von $0,25\text{--}1 \mu\text{F}$ ersetzt werden, wenn vor den eigentlichen Gitterwiderstand R_g ein Siebwiderstand R_s zwischen $0,1\text{--}0,2 \text{M}\Omega$ geschaltet wird. Der Gitterwiderstand ist u. U. um den Betrag von R_s zu verkleinern (rechts: geänderte Schaltung).

aufweisen. Die Kapazität darf nach oben unbegrenzt steigen. Ist kein Elektrolytkondensator vorhanden, dann läßt sich nach Schaltung Abb. 1 ein kleinerer Kondensator verwenden, wenn der Gitterwiderstand über einen Siebwiderstand in der Größe von $0,1$ bis $0,2 \text{M}\Omega$ geführt wird. Der Ueberbrückungskondensator an der Kathode liegt dann nicht zwischen Kathode und Masse, sondern zwischen Kathode und dem Siebwiderstand. Hierdurch wird die Entladezeit des Kondensators wesentlich verlängert und der erforderliche Wert kleiner. Im allgemeinen reicht dann ein Rollkondensator von $0,5$ bis $1 \mu\text{F}$ aus.

Widerstände.

Neben der Art von Widerständen sind ihre Werte bezüglich Ohm und Watt und die Toleranz zu beachten: Hierbei gilt, daß ein Widerstand größerer Belastungsfähigkeit stets ohne Bedenken als Ersatz für einen kleineren eingebaut werden kann. Auch die Werte dürfen im allgemeinen um 20% schwanken. Das gilt jedoch nicht für Heizwiderstände in seriengeheizten Empfängern, für Nebenwiderstände von Röhren, Heizfäden und Instrumenten und bei der Spannungsteilung zur Erzeugung bestimmter Gleichgewichtszustände nach Art von Brückenschaltungen. Bei direkt gekoppelten Verstärkern, bei denen sich zwischen Anode und dem Gitter der

nachfolgenden Röhre kein Kondensator befindet, sind die Widerstände genau einzuhalten, da sonst die zweite Röhre entweder zu hohe negative oder positive Gittervorspannung erhält.

Sind Widerstände bestimmter Größe nicht vorhanden, so kann der geforderte Wert aus mehreren Widerständen gebildet werden. Einen Wert von 3500Ω ergibt z. B. die Reihenschaltung zweier Widerstände von 2000 und 1500Ω . Es lassen sich aber auch zwei Widerstände von 5000 und $10\,000 \Omega$ parallel schalten (Gesamtwiderstand = 3350Ω). Dabei ist zu berücksichtigen, daß der kleinere Widerstand bei der Parallelschaltung stets die größere Belastungsfähigkeit besitzen muß, da an beiden zwar die gleiche Spannung liegt, durch den kleineren aber der größere Strom fließt. Bei der Reihenschaltung fließt durch beide Widerstände der gleiche Strom, dagegen fällt an dem größeren Widerstandswert die höhere Spannung ab. Der letztere muß daher die größere Belastungsfähigkeit haben. Daraus folgt, daß man auch in Ermangelung von Widerständen ausreichender Belastbarkeit mehrere nebeneinander oder hintereinander schalten kann. Natürlich wählt man dann gleichwertig große. Wird z. B. ein Widerstand von 2 Watt und $10\,000 \Omega$ gefordert, und zur Verfügung stehen nur 1 -Watt-Widerstände, dann erreichen wir die geforderte Belastungsfähigkeit bei der Reihenschaltung zweier Widerstände zu 5000Ω je 1 Watt oder bei der Parallelschaltung zweier Widerstände von $20\,000 \Omega$ je 1 Watt.

Widerstände, die in Abstimmkreisen zur Unterdrückung der Schwingneigung liegen, dürfen niemals drahtgewickelt sein. Hier sind ausschließlich Massewiderstände zu verwenden, selbst wenn es sich um Werte von 10Ω handelt.

Regler.

Regler befinden sich in Rundfunkgeräten und Verstärkern in Form von Drehspannungsteilern, Papierdrehkondensatoren und Differentialkondensatoren. Ein Ersatz der verschiedenen Reglerarten durch andere ist unter Berücksichtigung der Schaltung in manchen Fällen möglich, obwohl hierzu schon konstruktive Weitsicht gehört. Unbedenklich ist z. B. der Ersatz eines Drehspannungsteilers im Antennenkreis zur Abschwächung der einfallenden Hochfrequenzspannung durch einen sinngemäß eingeschalteten Differentialkondensator. Ueber die hier bestehenden Möglichkeiten unterrichten am besten die in Abteilung $1/3$ übersichtlich zusammengestellten Methoden der Lautstärkeregelung.

Niederfrequente Lautstärkereglern im Gitterkreis sind Drehspannungsteiler in der Größenordnung von $0,5$ bis $1,5 M\Omega$, deren Werte ohne weiteres um 20% schwanken dürfen. Größere Abweichungen sind nach oben hin zulässig, wenn dadurch ein bestimmter vorgeschriebener Gitterwiderstand der Röhre nicht überschritten wird.

Z. B. ist der höchstzulässige Gitterwiderstand an der EL 11 $0,7\text{ M}\Omega$, der den Gittersiebwiderstand in sich schließt. Der Regler darf bei einem Siebwiderstand von $0,2\text{ M}\Omega$ also höchstens $0,5\text{ M}\Omega$ besitzen. Abweichungen nach unten bedeuten bei Reglern im Gitterkreis eine Herabsetzung der Lautstärke und bei Widerstands-Kondensator-Verstärkern eine Benachteiligung der tiefen Töne.

Die gleichen Argumente sprechen gegen wesentliche Abwei-

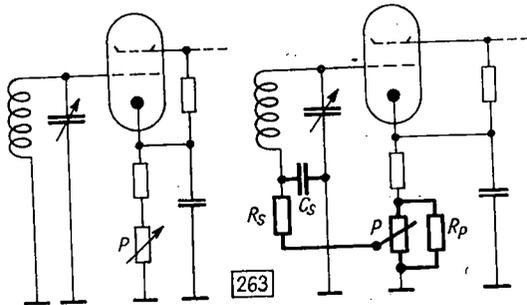


Abb. 2: Zur Verwendung hochohmischer Drehspannungsteiler P bis zu $1\text{ M}\Omega$ im Kathodenkreis: R_p entspricht der Größe des bisherigen Reglerwertes, wenn P jetzt mindestens den dreifachen Wert besitzt (sonst ist der Wert von R_p größer zu wählen). R_s besitzt als Siebwiderstand $0,2\text{--}1\text{ M}\Omega$, C_s etwa $0,1\text{--}0,25\ \mu\text{F}$.

chungen hinsichtlich des Widerstandswertes von Reglern im Anoden- oder Diodenkreis. Im Gitterkreis läßt sich notfalls ein im Ohmwert größerer Regler R_1 einsetzen, wenn zu seinen Enden ein Nebenwiderstand R_2 geschaltet wird, mit dem beide nach der Formel

$$R_{\text{Gesamt}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

den vorgeschriebenen Wert, im Höchstfall den Grenzwert des Gitterableitwiderstandes erreichen.¹⁾ Der Einbau von Reglern mit anderen Kennlinien (linear statt logarithmisch) und die damit verbundene nicht geradlinige Lautstärkeregelung muß unter den gegenwärtigen Verhältnissen in Kauf genommen werden. Regler mit quadratisch ansteigenden Kurven oder kombinierten Wicklungen, wie sie früher im Antennenkreis gern verwendet wurden, sind nicht ohne weiteres durch Regler mit anderen Kennlinien ersetzbar; vorteilhaft ist hier der Uebergang zum Differentialkondensator, dessen Achse u. U. mit einem weiteren Regelwiderstand zu kuppeln ist.

Die hochfrequenten Lautstärkereglern, soweit sie die Gitterspannung von Hochfrequenzröhren beeinflussen, lassen sich bei einer Schaltungsänderung nach Abb. 2 und 3 durch höhere Werte ersetzen. Im allgemeinen bewegen sich ihre vorschriftsmäßigen Größen zwischen $10\ 000$ und $25\ 000\ \Omega$, unter Berücksichtigung der ab-

¹⁾ Vgl. VII/6, S. 9, Berechnung von Widerständen in Parallelschaltung.

geänderten Schaltung sind Regler bis $1\text{ M}\Omega$ verwendbar. Es wäre noch darauf hinzuweisen, daß die Anschaltung der Enden stets so erfolgen muß, daß die Lautstärke bei Rechtsdrehung zunimmt.

Regler in Tonblenden haben hinsichtlich ihrer Größe zwar einen großen Einfluß auf den Regelverlauf; in Ermangelung entsprechender Ersatzteile wird aber ein bedienungsseitiger Nachteil leichter

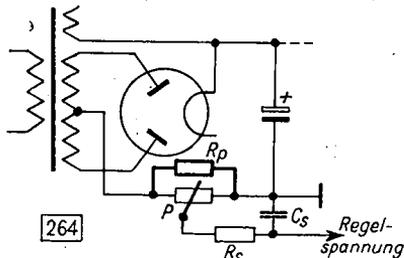


Abb. 3: Aehnliche Maßnahme nach Abb. 2 an einer im Netz gewonnenen Gitterspannungsregelung. R_p begrenzt den Spannungsabfall und trägt den größten Teil der Belastung; sein Wert entspricht dem Wert des bisherigen niederohmschen Reglers an dieser Stelle. Der neue Regler kann jetzt bis $1\text{ M}\Omega$ groß sein; R_s etwa $0,2-1\text{ M}\Omega$; $C_s = 0,1-0,25\ \mu\text{F}$.

zu verschmerzen sein, als irgendein Fehler an anderer Stelle. Damit soll die Abweichung der vorgeschriebenen Werte um ihre zwei- bis dreifache Größenordnung nach oben hin gerechtfertigt werden. Vielleicht läßt sich ein an dieser Stelle befindlicher Drehspannteiler sogar durch einen Umschalter ersetzen, der den Tonblendekondensator wahlweise zu- oder abschaltet (Musik-Sprache-Schalter).

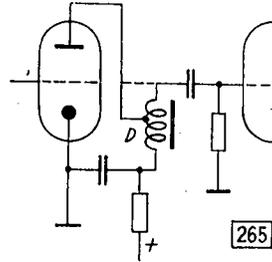
Drosseln, Uebertrager.

Verstärker, die an Stelle von Koppelwiderständen Niederfrequenzdrosseln oder Uebertrager besitzen, können auf Widerstandsverstärkung umgeschaltet werden, wenn die Leistung der Röhren die Verstärkungseinbuße ausgleicht. In vielen Fällen ist die damit verbundene Lautstärkeminderung durchaus tragbar. Beim Einbau anderer Drosseln muß deren Induktivitätswert berücksichtigt werden. Ein wesentlich höherer Wert ist in den seltensten Fällen nachteilig, man gewinnt höchstens eine Bevorzugung der tiefen Frequenzen. Zu kleine Werte bevorzugen hohe Frequenzen und setzen die Lautstärke herab.

Uebertrager zwischen den einzelnen Verstärkerstufen haben ein bestimmtes Uebersetzungsverhältnis. Um möglichst verzerrungsfreie Verstärkung zu erzielen, darf die Uebersetzung ein gewisses Maß nicht übersteigen. Besser sind stets kleinere Uebersetzungsverhältnisse und unter Verzicht auf Lautstärke vertretbar. — Manche Drosseln in Verstärkerstufen haben eine Anzapfung; sie bilden einen Autotransformator, dessen Anzapfung einer bestimmten Ueber-

setzung entspricht. Derartige Kopplungselemente sind nach Schaltung Abb. 4 abzuändern, wenn nur eine zweipolige Drossel vorhanden ist. Auch hier ist wieder ein recht hoher induktiver Wert anzustreben.

Abb. 4:
Umschaltung einer dreipoligen Niederfrequenzdrossel auf eine zweipolige (gestrichelte Verbindung nach Fortfall der Mittelanzapfung).



Drosseln in Siebketten müssen bei der geforderten Belastung eine bestimmte Induktivität besitzen. Sind sie der Belastung nicht gewachsen, dann tritt im Eisen eine Sättigung auf, die ihre Selbstinduktion vermindert. Die Drossel erfüllt dann nicht die von ihr erwartete Siebwirkung und erwärmt sich zudem übermäßig stark. Größere Drosseln sind daher eher verwendbar als kleinere, abgesehen von geringen Größenunterschieden.

Der Ausgangsübertrager zum Lautsprecher darf nur durch einen anderen ersetzt werden, wenn der Anpassungs-Widerstand zur Endröhre bis auf 20% Toleranz eingehalten werden kann. Für die Lagerhaltung von Ersatzteilen in Reparaturwerkstätten wäre es zu begrüßen, wenn die Industrie hierfür Uebertrager mit verschiedenen Anpassungswiderständen herstellte.

Spulen.

An Spulen und ganzen Spulensätzen liegen selten Beschädigungen vor, die eine Auswechslung bedingen. Am häufigsten finden sich Antennen-, Rückkopplungs- und Anodenkreisspulen ein. Ihre Wickeldaten sind meist nicht kritisch und können von Hand nachgewickelt werden. Kreuzwickelspulen sind durch ähnliche zu ersetzen. Sämtliche Abstimmkreisspulen in geeichten und mehrkreisigen Empfängern müssen dagegen ihre vorschriftsmäßigen Werte haben und sind daher an die vorgeschriebenen Fabrikate gebunden, sofern nicht die Möglichkeit besteht, ihre Induktivität durch Vergleich mit der gleichen Spule eines anderen Kreises zu ermitteln und bei der Herstellung einzuhalten.

Schalter.

Der Ersatz einfacher Kipp-, Rasten- und Nockenschalter, soweit sie nicht zur Wellenumschaltung dienen, ergibt sich fast ausnahmslos unter Berücksichtigung des zur Verfügung stehenden Platzes von selbst. Wellenschalter sind bei mehrkreisigen Empfängern nicht so einfach durch andere zu ersetzen. Bei gebrochenen Federn sollte daher möglichst eine Reparatur versucht werden. Einfache

Wellenschalter mit zwei bis drei Kontakten sind selbstverständlich leicht gegen andere auszutauschen. Wichtig ist zur Vermeidung von Kontaktstörungen ein geringer Uebergangswiderstand und die selbsttätige Säuberung der Kontaktbahn. Ein Einfetten mit Kontaktfett ist angebracht.

Netzwan­dler.

Einer der am häufigsten benötigten Ersatzteile ist unter den gegenwärtigen Verhältnissen am schwierigsten zu beschaffen. Gerade in diesem Fall würde eine Vereinheitlichung der Typen sehr nutzbringend sein. In erster Linie sind neben dem zur Verfügung stehenden Raum die Leistung und die Höhe der geforderten Spannungen zu berücksichtigen. Aeltere Geräte benötigen meist eine Heizspannung von 4 Volt, die bereits mit Stahlröhren ausgerüsteten eine Spannung von 6,3 Volt. Sofern sich im Gerät eine Siebdrossel befindet, beträgt die erforderliche Anodenwechselspannung bei Zweiweggleichrichtung 1×300 Volt; wird die Fremdspule eines dynamischen Lautsprechers als Siebdrossel geschaltet, so ist der an ihr auftretende Spannungsabfall abzurechnen. Die erforderliche Anodenwechselspannung beträgt dann bei Zweiweggleichrichtung durchschnittlich 2×370 bis 2×400 Volt, bei Einweggleichrichtung 1×400 Volt. Abweichungen der Anodenwechselspannung um 10% sind fast stets tragbar. Angaben über die Dimensionierung von Netzteilen, die auch für den Umbau von Empfängern gelten können, befinden sich in dieser Abteilung IV/8.

Lautsprecher.

Sofern Geräte mit eingebautem Lautsprecher vorliegen, ist zu untersuchen, ob die Anpassung an die Endröhre über einen Ueber­trager vorgenommen wird. Magnetische Lautsprecher kommen fast ausnahmslos ohne Ueber­trager vor. Sie können daher recht einfach durch andere ersetzt werden. Ihr Gleichstromwiderstand beträgt fast übereinstimmend 2000Ω , sind mehrere Anschlüsse der Laut­sprecherspule vorhanden, so muß der günstigste nach der Beurteilung der Wiedergabe ermittelt werden. Dynamische Laut­sprecher sind mit einer niederohmschen Sprechspule durch einen Ueber­trager an den Anodenkreis der Endröhre angepaßt. Liegt der Fehler nur am Lautsprecher, so ist der Ueber­trager weiterhin verwendbar. Der Ersatzlautsprecher muß über eine Sprechspule an­nähernd gleicher Ohmzahl verfügen, was für die neueren Laut­sprecher für Rundfunkgeräte fast durchweg zutrifft. — Lautsprecher, die über einen Feldmagneten verfügen, müssen auch unter Berücksichtigung des Feldspulenwiderstandes erneuert werden. Wird an Stelle des bisherigen ein Lautsprecher mit Dauermagnet eingebaut, und die Feldspule läßt sich nicht durch eine im Gleichstromwiderstand übereinstimmende und der Belastung gewachsene Drossel ersetzen, dann empfiehlt sich der Einbau des vom schadhaf­ten Laut­sprecher entfernten Feldmagnettropfes einschließlich seiner Spule.