

# Schaltungen mit Raumladegitterröhren

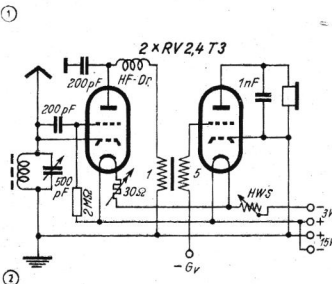
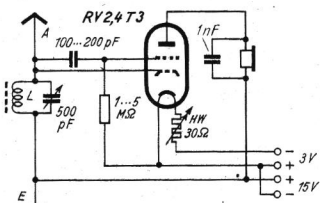
Häufige Anfragen aus dem Leserkreis beschäftigen sich mit den Verwendungsmöglichkeiten der kommerziellen Raumladegitterröhren RV 2,4 T 3 und RV 2,4 P 45. Im folgenden sollen deshalb einige praktisch erprobte Schaltungen mit diesen Röhren erörtert werden. Zunächst sei jedoch vor einer Überschätzung des Raumladegitterprinzips gewarnt. Bei diesem Röhrentyp fließt ein Großteil des Emissionsstromes der Kathode über das Raumladegitter und geht somit dem eigentlichen Verstärkungsvorgang verloren. Wie aus vielen — insbesondere amerikanischen — Veröffentlichungen zu entnehmen ist, zielt die moderne Röhrenentwicklung weiter nach leistungsfähigen Kathoden, die auch bei geringeren Anodenspannungen (z. B. 18... 24 V) noch brauchbare Steilheiten ergeben.

Allgemein konnte bei den Versuchen festgestellt werden, daß diese Röhren einen etwas höheren Anodenspannungsbedarf haben als die RE 074 d, die bereits mit Spannungen von 8... 10 V Brauchbares leistet. Die hier zu besprechenden Schaltungen wurden deshalb durchweg mit rund 20 V erprobt. Für die Versuche wurde ein 15x8x6 cm großer Batteriekasten angefertigt, in dem zwei Monozellen (zusammen 3 V) und sechs Stabbatterien (etwa 18 V) untergebracht sind. Für gute Betriebssicherheit sind zweckmäßig die einzelnen Zellen durch kurze Drähte miteinander zu verlöten und auch die äußeren Anschlüsse des Batteriekastens nicht mit Kontaktfahnen zu versehen, sondern mit einer Schraub- oder Lötösenleiste.

Selbstverständlich sind auch zwei Zellen eines Nickel-Eisenakkumulators als Heizbatterie verwendbar. Beide Zellen hintereinander geschaltet ergeben 2,4 V, so daß dann der in den nachfolgenden Schaltungen eingezeichnete Schaltwiderstand in der Heizleitung durch einen einfacheren Ausschalter ersetzt werden kann. Für tragbare Geräte ist dieser Akku jedoch nicht zu empfehlen, da zwei NiFe-Zellen allein schon mehr Raum beanspruchen als der Batteriekasten.

Spulendaten werden im einzelnen nicht angegeben, da die handelsüblichen Abstimmpulsen ohne weiteres verwendbar sind. Für die Mittelwellenabstimmung kann dabei der übliche Wert von 0,18 mH, und als Langwellensenserpule ein solcher von 1,8 mH eingesetzt werden\*).

\*) Wickelraten für die einzelnen HF-Eisenkerne können dem Nogramm in FUNK-TECHNIK Bd. 3 (1948), H. 11, entnommen werden.



Abweichungen bei der Bemessung der Kopplungsspulen, die auf Grund der geringeren Steilheit der beiden Röhrentypen (insbesondere für die Rückkopplungswindungen) notwendig sind, werden bei den Schaltungen angeführt.

Die einfachste Anordnung, mit der sich ein brauchbarer Kopfhörerempfang erzielen läßt, ist die Negadynschaltung (Abb. 1). Die Rückkopplung wird in dieser Schaltung durch Sekundärrelektren bewirkt, wobei der Rückkopplungseinsatz am Heizwiderstand HW mit Feinregelung einstellbar ist. Auch mit zwei verschiedenen großen und parallelgeschalteten Drehwiderständen ( $20 \Omega \parallel 200 \Omega$ ) ist eine Feinregelung möglich. Bei dieser Schaltung können zwei Einsatzpunkte für die Rückkopplung gefunden werden. Zum Beispiel ergab sich bei einer Anodenspannung von 6 V eine Selbsterregung des Negadyns zwischen 0,6... 1,4 V Fadenspannung; mit größerer Anodenspannung Verschiebung zu höheren Werten.

Auch eine verringerte Kreisgüte erfordert eine höhere Heizleistung für die Selbsterregung. Praktisch wird man die Betriebsspannungen so wählen, daß der „untere“ Punkt des Schwingungseinsatzes etwa zwischen 2,2... 2,4 V Heizspannung liegt. Geringe Korrekturmöglichkeiten für den Schwingungseinsatz bestehen auch durch Veränderung des Gitterableitwiderstandes. Während sich mit dieser Schaltung im Mittel- und Langwellenbereich ein recht brauchbarer Empfang ergab, konnte im üblichen KW-Bereich (15... 50 m) kein Schwingungseinsatz erzielt werden.

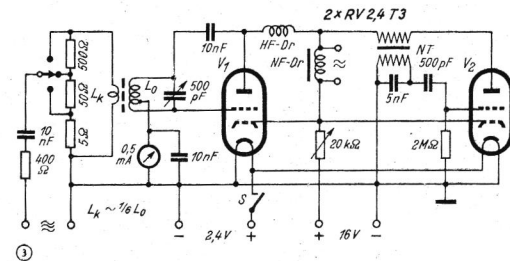
Eine Verbesserung der Empfangsleistung ist durch eine nachgeschaltete NF-Stufe erzielbar (Abb. 2). Die transformatorisch angekoppelte NF-Röhre benötigt etwa 1,5 V Gittervorspannung entweder aus einer gesonderten, in üblicher Weise anzuschließenden 1,5-V-Batterie zelle oder durch den eigenen Gitterstrom der Röhre. Hierfür ist das Steuergitter nur mit dem einen Ende der Sekundärwicklung des NF-Transformators zu verbinden, während das andere Ende der Wicklung frei bleibt. Die Gittervorspannung wird dann durch den Gitterstrom erzeugt, der an dem Isolationswiderstand des Transformators und an

der Röhrenfassung einen entsprechenden Spannungsabfall auftreten läßt. Der Einfachheit halber ist bei dieser Schaltung die positive Anodenspannung mit Erde verbunden, so daß der Schwingkreis unmittelbar zwischen Antenne und Erde liegt.

Ebenfalls mit zwei Röhren RV 2,4 T 3 läßt sich nach Abb. 3 ein sehr praktischer Service-Generator aufbauen, der in Art der Vorkriegsausführung des bekannten MPA-Gerätes für den Kundendienst der Rundfunkwerkstätten wertvoll ist. Für diesen Zweck wird das Gerät vorteilhaft in einem Koffer zusammen mit den Batterien untergebracht.

Die Röhre  $V_1$  arbeitet in normaler Dreipunktschaltung als HF-Generator und  $V_2$  mit dem NF-Transformator als 800-Hz Tonfrequenzgeber. Der Anodenstrom beider Röhren fließt durch die NF Drossel, wodurch der HF-Generator moduliert wird. Außerdem ist an der Drossel die Tonfrequenz zu Prüfzwecken abnehmbar. In der Anodenleitung liegt weiterhin ein 20-kOhm-Regelwiderstand zum Ausgleich der Spannungsänderung bei alternierenden Batterien. Zur Kontrolle wird dabei im HF-Generator der Gitterstrom gemessen, der stets wieder auf den bei der Eichung des Gerätes angezeigten Wert einzuregulieren ist. Die Anzapfung an der Schwingkreispule  $L_0$  liegt etwa bei  $\frac{1}{2}$  der Gesamtwindungszahl vom Gitterende aus gerechnet. Zur Auskopplung der HF hat die Spule  $L_k$  etwa  $\frac{1}{3}$  der Windungszahl der Abstimmpule. Der dreistufige HF-Spannungsteiler soll mit induktionsfreien Widerständen ausgeführt sein. Zweckmäßig wird dieser Prüfgenerator in einem geschlossenen Abschirmkasten untergebracht und aus einem Akku betrieben, da dieser seine Spannung über einen längeren Zeitraum konstant hält als eine Trockenbatterie. Neben Kontroll- und Abgleicharbeiten läßt sich dieser Service-Generator auch noch als Schwingkreisprüfer zur Einzelteilprüfung benutzen. Die Resonanz Einstellung ist hierbei durch einen leichten Rückgang des mA-Meters feststellbar [1].

Die in Abb. 1 beschriebene Negadynschaltung läßt sich natürlich auch mit der „Pentode“ P 45 durchführen. Für eine universelle Verwendbarkeit des Emp-



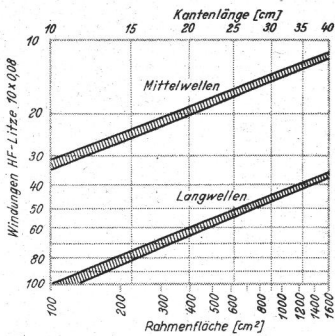
Im nebenstehend gezeichneten Service-Generator kann ggf. auch ein umschaltbarer Einkreis-Spannungsteiler für KML-Bereiche eingebaut werden. Bei geringeren Ansprüchen sind auch Steckspulen brauchbar



ist ebenfalls eine P 45 vorgesehen, die jedoch hier als Dreipolröhre geschaltet ist. Man gewinnt bei zwar geringerer Stufenverstärkung eine etwas größere Leistungsabgabe. Es empfiehlt sich nicht, in dieser Endstufe, die auf einen kleinen Lautsprecher arbeiten kann, eine „Triode“ T 3 einzusetzen, da deren Anodenbelastung etwa um die Hälfte geringer ist als die der P 45.

Da die Leistung dieses Vierröhren-Empfängers auch bei schlechteren örtlichen Verhältnissen einen brauchbaren Empfang der nächstgelegenen Sender ermöglicht, kann man die Schaltung Abb. 6 u. U. mit einer Rahmenantenne versehen. Allerdings erhält man dann eine — gegenüber der normalen Eingangsschaltung — geringere Empfangsspannung. Der Unterschied kann überschlägig etwa gleich der Verstärkung einer HF-Stufe angesetzt werden. Der Rahmeneingang lohnt sich also nur bei größeren Empfangsfeldstärken, bzw. bei einer ggf. durchzuführenden Rahmen-Rückkopplung.

Der zum Gleichlauf mit den anderen Schwingkreisen des Empfängers erforderliche Abgleich der Rahmenantenne



ist mit einer Serieninduktivität durchzuführen, die auf einen abgleichbaren HF-Eisenkern gewickelt wird. In Abb. 7 ist eine entsprechende Eingangsschaltung für Mittel- und Langwellen skizziert. Als Faustregel kann gelten, daß die für den Abstimmkreis erforderliche Selbstinduktion etwa zu gleichen Teilen auf dem Rahmen und auf der Verlängerungsspule unterzubringen ist. Bei diesem Verfahren sind für den Rahmen bei der

später erwähnten Dimensionierung etwa um ¼ geringere Windungszahlen erforderlich. Dabei wird natürlich auch die Empfangsspannung geringer. Da diese aber mit der Güte des ganzen Eingangskreises multipliziert an das Gitter der Röhre gelangt, und die Güte der HF-Eisenkernspule erheblich größer ist als die des Rahmens, so kann man ggf. bei zweckmäßiger Bemessung beider eine noch bessere Empfangsleistung erzielen als ohne Verlängerungsspule.

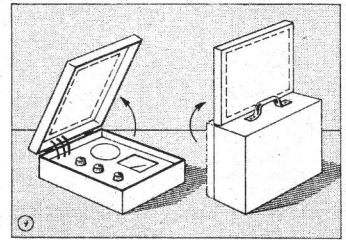
Wie in Abb. 7 gezeichnet ist, sollen für den Zweibereich-Rahmeneingang getrennte Paralleltrimmer vorgesehen werden. Damit durch Absorption in der Langwellenspule keine „Empfangslöcher“ im Mittelwellenbereich auftreten, wird zweckmäßig an der Stelle X noch ein Schalter eingefügt, der für Mittelwellen zu öffnen ist.

Die Windungszahl einer quadratischen Rahmenantenne kann an Hand des Diagrammes in Abb. 8 ermittelt werden. Es ist dort die Windungszahl in Abhängigkeit von der Seitenlänge des Rahmens aufgetragen. Das Diagramm kann auch für alle übrigen Rahmenformate benutzt werden, wenn man die entsprechende Seitenlänge aus der Fläche des anderen Formates bestimmt. Für diesen Zweck ist am unteren Rand noch eine Skala angegeben, die unmittelbar aus der errechneten Fläche die Seitenlänge eines entsprechenden Quadrates abzulesen gestattet. — Um eine große Eingangsspannung an das Gitter der ersten Röhre zu bekommen, soll der Rahmen so verlustfrei wie möglich sein. Man wird ihn zweckmäßig mit HF-Litze nicht unter 10x0,08 wickeln und ihn tunlichst im Deckel des Gehäuses unterbringen. Er kann dann beim Betrieb aufgeklappt werden [3], wie es in Abb. 9 skizziert ist, und er befindet sich darauf in größerer Entfernung von den dämpfenden Metallteilen des eigentlichen Empfängers.

Grundsätzlich lassen sich natürlich auch Überlagerungsempfänger mit der P 45 bauen. Allerdings ist dabei zu bedenken, daß der Superhet dem Geradesausempfänger bei gleicher Röhrenzahl unterlegen ist: einmal sind bei der unvermeidlichen Mischröhre nur etwa 25...30 % der normalen Röhrenheitlichkeit für die Stufenverstärkung wirksam, und zum anderen ist der Innenwiderstand der P 45 verhältnismäßig gering, so daß ZF-Bandfilter nur bedingt brauchbar sind. Die ZF-Verstärkung mit lose angekoppelten oder angezapften Resonanzkreisen ist zwar leistungsmäßig besser,

jedoch leidet hierbei wieder die Trennschärfe des Empfängers.

Für einen Superhet muß man also mindestens zwei Stufen mehr aufwenden, wenn man bessere Empfangsleistungen erzielen will als sie das in Abb. 6 skizzierte Gerät ermöglicht. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß vier Röhren etwa die Grenze der Belastung darstellen, die man vernünftigerweise Trok-



kenbatterien zumuten kann, wenn der Betrieb nicht zu unwirtschaftlich werden soll. — Z. B. beträgt der Heizstrom des Vierröhren-Empfängers insgesamt etwa 240 mA, so daß bei guten Monozellen als Heizbatterie mit etwa achttündigem unterbrochenem Betrieb gerechnet werden kann, während die Anodenbatterie mit etwa 15 mA belastet wird und dementsprechend länger hält. Aus diesen Gründen ist vom Bau eines transportablen Koffer- oder Miniatursuperhets abzuraten. Insbesondere dürfte es für den Gelegenheitsbastler auch nicht ganz einfach sein, eine direkt geheizte „Pentode“ als selbstschwingende Mischröhre gut in Funktion zu bringen.

Spielt jedoch der Aufwand (Gewicht, Raumbedarf, Stromverbrauch) keine Rolle, so sei für den Fall eines stationären Empfängers in Abb. 10 noch eine Schaltung angeführt, die allerdings zum Aufbau schon eine gewisse Erfahrung erfordert. Dieser 7-Röhren-Superhet besitzt als Eingangsmischröhre eine P 45, eine T 3 als getrennten Oszillator, der auf das Bremsgitter der Eingangsröhre arbeitet. Der richtige Arbeitspunkt der Mischröhre hängt von der Gittervorspannung ab, die am Potentiometer P<sub>1</sub> einmalig auf den günstigsten Wert einzustellen ist. Zur Abstimmung soll ein Zweifachdrehkno verwendet werden, der angebaute Trimmer enthält. Der zweistufige ZF-Verstärker arbeitet auf rd. 465 kHz mit einfachen Resonanzkreisen.

(Fortsetzung auf Seite 398)

