

FUNKSCHAU

München, 1. Jan. 1939

12. Jahrg. **Nr. 1**

Im Einzelabonnement
monatlich 60 Pfennig

Inhalt: Besuch in der Luftnachrichtenschule Halle/Saale | Das Funkwesen bei der deutschen Wehrmacht | Wo steht die Wechselrichtertechnik? | Warum eine Vorstufe im Superhet? | Ein Hochspannungs-Prüfgerät für die Funkwerkstatt.

Besuch in der Luftnachrichtenschule Halle/Saale



In der Hörsaalmaschine beim praktischen Unterricht.

(Aufnahmen: Weltbild - 2)

Unterricht im Hören und Geben, dem „täglichen Brot“ des Funkers.

Das Funkwelen bei der deutschen Wehrmacht

Ein Besuch bei der Heeres- und Luftnachrichtenschule in Halle/Saale

Welcher unter den jüngeren Lesern der FUNKSCHAU hätte nicht den Wunsch, seinen Wehrdienst bei den „Funkern“ zu leisten, also zu einer Nachrichtenabteilung zu kommen, in der er seine technischen Fähigkeiten zum Wohl des Reiches ausnutzen kann! Die „Hohe Schule“ der Nachrichtentruppen aber ist die Heeres- und Luftnachrichtenschule in Halle/Saale, der wir heute einen Besuch abstatten wollen.

Es ist allgemein bekannt, daß eine moderne Wehrmacht, wie sie Deutschland besitzt, heute auf keinen Fall mehr ohne eine gut ausgebildete Nachrichtentruppe auskommen kann, die die moderne Technik in ihre Dienste stellt und besonders auf den Funk großen Wert legt. Deutschland hat im Jahre 1934 zur Ausbildung der Nachrichtentruppe bei Halle an der Saale einmal die Heeresnachrichtenschule, später die Luftnachrichtenschule ins Leben gerufen, beide die einzigen in Deutschland. Sie liegen beide unmittelbar zusammen, haben aber vollkommen getrennte Aufgaben, wengleich auch manche Einrichtungen gemeinsam benutzt werden. Bei der Luftwaffe ist der Nachrichtendienst eine Dauer-einrichtung, während er beim Heer eigentlich nur im Ernstfall in Frage kommt. Der Funker ist in der Luftfahrt der Mann, der die Verbindung zwischen der fliegenden Maschine und dem Boden herstellt, und das Kernstück der Ausbildung auf der Luftnachrichtenschule liegt — wie man bei einer Pressebesichtigung feststellen konnte — in der Funkerausbildung.

Einzig in der Welt: die automatische Gebezentrale.

Die Luftnachrichtenschule besitzt als einzige in der Welt eine automatische Gebezentrale, eine Anlage zur Ausbildung im Hören. Diese ist im großen Lehrgebäude mit etwa 1000 Plätzen verbunden und kann das Morseschreiben bis ins Einzelne genau kontrollieren.

Wichtig ist ferner für den Luftnachrichtendienst die Ausbildung in der Ausbesserung zerstörter Kabel. Dazu werden vielfache Schaltübungen gemacht, ferner Übungen zur Feststellung von Störungen und örtlichen Fehlerquellen verschiedener Art. Ein wesentlicher Ausbildungszweck auf der Nachrichtenschule ist außerdem das Fernschreiben.

Die eigene Sendestelle der Schule.

Die Luftnachrichtenschule verfügt auch über eine eigene Sendestelle mit zwölf Sendern verschiedener Leistung; die schwächsten haben eine Stärke von 5 kW.

Eine überdurchschnittliche Arbeit haben in der Praxis die Peilfunker zu leisten, und gerade bei ihnen kommt es auf eine sehr sorgfältige Ausbildung an, denn sie müssen bei Nacht und Nebel vom Boden aus ein oft weit entferntes Flugzeug sicher bis zum Flughafen leiten und die Landung selbst bei schlechter Sicht auf dem Funkwege überwachen. Das erfordert sehr starke Nerven und bestes Können.

Eine bezeichnende Episode in Tempelhof.

Wie unvorstellbar schwierig z.B. die Arbeit eines Peilfunkers ist, zeigt ein Beispiel, das sich vor Jahresfrist bei ungünstigem Wetter auf dem Flughafen Berlin-Tempelhof ereignete. Zwischen verschiedenen deutschen Verkehrsflugzeugen schickte sich auch ein französisches Flugzeug zur Landung an. Diese selbst auszuführen, wagte sich allerdings der Franzose zufolge der durch die Witterung gegebenen schwierigen Landeverhältnisse nicht. Der Tempel-

hofer Peilfunker, der ihn heranholen mußte, machte alle nur erdenklichen Anstrengungen, um den Franzosen zur Landung zu bewegen. Die Situation wurde von Minute zu Minute kritischer. Es verging aber noch fast eine Stunde, ehe sich der Franzose zur Landung entschloß und diese durch den Peilfunk auch sicher ausführte. Die Nervenanspannung aber war für den Peilfunker zu groß gewesen, so daß er ohnmächtig zusammenbrach und längere Zeit krank daniederlag.

Natürlich setzt die Luftnachrichtenschule ihre Angehörigen auch zur praktischen Funkerausbildung in die Flugzeuge, und für den gemeinsamen Unterricht steht z.B. ein sogen. „fliegender Hörsaal“ zur Verfügung.

Was wird auf der Heeresnachrichtenschule gelehrt ?

Bei der mit der Luftnachrichtenschule unmittelbar zusammenliegenden Heeresnachrichtenschule wird gelehrt: Nachrichtengerät-lehre, Nachrichtentechnik, -betrieb, -taktik usw. Im letzten Jahr hat diese Schule 2155 Mann, darunter 750 Offiziere ausgebildet. In der Schule befindet sich eine Mustersammlung teils sehr wertvoller Apparate zur Nachrichtenübermittlung, die entweder selbst gebaut oder von den Spezialfirmen zur Verfügung gestellt wurden. Ein großer Raum ist beispielsweise der Mustersammlung allen Funkgerätes vorbehalten, das es jemals im deutschen Heer gegeben hat und noch gibt. Dort ist alles vertreten, vom kleinen Sender oder Empfänger, der im Tornister mitgeführt werden kann, bis zum starken Großsender. Gegenwärtig gibt es im Heere ungefähr 15 verschiedene Typen von Sendern. Eine große Kraftstation versorgt die beiden Schulen mit dem notwendigen Strom und kann Spannungen von 500 bis 1000 Volt für alle Zwecke liefern.

Lehrfilme für den Unterricht.

Bei der Besichtigung der Heeresnachrichtenschule war auch Gelegenheit, im Film die Tätigkeit der Fernsprechbaukompanien zu erleben, die es fertig bringen, in einer Stunde rund 15 Kilometer Luftleitungen zu verlegen. Nicht minder wertvoll und interessant ist die Arbeit des Fernkabeltrupps.

Eine geräumige Kraftwagenhalle beherbergt 85 verschiedene Musterfahrzeuge, und an die Wagenhalle schließen sich ausgedehnte Funklehrwerkstätten an.

Der Sender der Führerrede aus Jägerndorf.

In der Heeresnachrichtenschule steht auch die fahrbare Sendestation, die am 17. Oktober die Rede des Führers aus Jägerndorf im Sudetenland übertrug und über den Sender Oppeln an den deutschen Rundfunk weitergab. Diese Station hat einen 25 m hohen Mast, der teleskopartig auseinandergeschoben werden kann. An dem Mast befinden sich 12 große Antennen mit entsprechenden Gegengewichten.

Besonders interessant ist das Arbeiten in der Nachrichtenübermittlung mit Lichtsprechern, die unsichtbar für den Gegner arbeiten, indem sie Licht in Ton umsetzen.

*

Vorstehende Zeilen geben selbstverständlich nur einen kleinen Ausschnitt aus dem mannigfachen Arbeitsgebiet der Nachrichtenschule, deren Symbol ein Schwert mit sprühenden Blitzen am Schwertgriff ist, als Sinnbild dafür, daß die scharfe Waffe der Kampftruppe untrennbar verbunden ist mit der Tätigkeit der Nachrichtentruppe.

Ein frohes und erfolgreiches Neues Jahr

wünscht die FUNKSCHAU allen Lesern und Freunden!

Wo steht die Wechselrichtertechnik?

Die neuzeitliche Wechselrichtertechnik ist dem FUNKSCHAU-Leser früher schon durch verschiedene Aufsätze nahegerückt worden, auch von der praktischen Seite (wir denken hier z. B. an die Baubeschreibung des Wechselrichters TG 70/1 bzw. des späteren TG 100/1). Daher tauchen in letzter Zeit verständlicherweise Fragen danach auf, wie nun die Wechselrichtertechnik jetzt nach dem neuesten Stand aussehen mag, besonders, nachdem die vergangene Rundfunkausstellung bei namhaften Firmen Neuerscheinungen auf diesem interessanten Gebiet gebracht hat. In Beantwortung dieser Fragen ist nach Sichtung der erreichbaren industriellen Unterlagen festzustellen, daß sich eine gewisse Standardisierung der Anordnungen in Anlehnung an die beiden Pionier-Firmen Philips und NSF. Bahn bricht, aber nur eine gewisse; es gibt auf diesem Gebiet eben noch immer Außenseiter und Überraschungen! Das kommt zum Teil auch darin zum Ausdruck, daß ein Teil der in Betracht kommenden Firmen es für zweckmäßig hält, ihre Schaltbilder nicht zu publizieren, d. h. wer an denselben ernstlich interessiert ist, bleibt darauf angewiesen, sich einen Wechselrichter der betreffenden Firma zu kaufen und ihn dann zu analysieren oder zu sezieren!

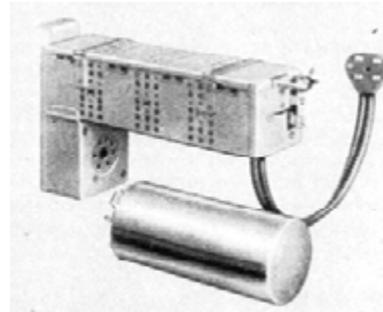
In einem Punkt sind sich offenbar jetzt alle Konstrukteure einig:

Fremdsteuerung ohne Ausnahme!

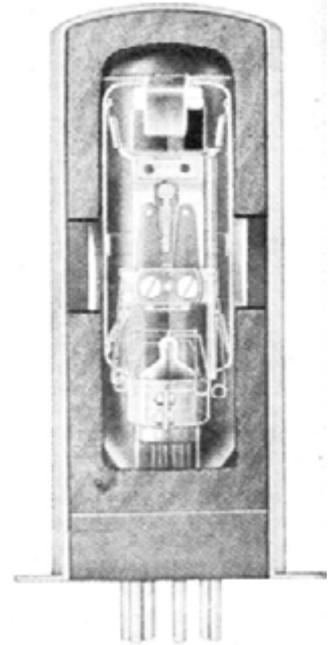
Um die Bezeichnung „Fremdsteuerung“ verständlich zu machen, muß vorausgeschickt werden, daß bisher die Spule des Elektromagneten, der den Antrieb der Schaltvorrichtung des Zerkhackers vorzunehmen hat, fast immer unmittelbar mit dem primären Stromkreis des Wechselrichters zusammenhing, so daß der Zerkhacker gewissermaßen von der von ihm selbst erzeugten Wechselspannung in Schwingungen versetzt und schwingend erhalten wurde. Diese Art der Steuerung ist unseren Lesern aus früheren Beschreibungen bekannt. Man kann Sie als „Selbststeuerung“ bezeichnen, oder, wenn man an die Nomenklatur der selbsttätigen Regelschaltungen denkt, als „Rückwärtssteuerung“, da ja die Steuerung durch Rückführung des Endprodukts, also der erzeugten Wechselspannung, erfolgt.

Die Selbststeuerung konnte an sich zu guten Ergebnissen gebracht werden; von Haus aus kann sie jedoch keine so große Betriebssicherheit ergeben wie die Fremdsteuerung, die sich vor allem hinsichtlich der Anspruchsicherheit überlegen zeigt. Verständlicherweise muß ja auch ein Zerkhacker, der unabhängig von der Last gleichmäßig durchschwingt, zuverlässiger arbeiten als ein anderer, bei dem der Lastkreis und der Triebspulenkreis unmittelbar voneinander abhängen. Der Vorteil der Last-Unabhängigkeit bei der Fremdsteuerung kommt aber vor allem beim Anlauf zur Geltung, weil der Lastkreis (d. h. die Primärwicklung des Wechselrichter-Transformators) vorwiegend induktiv ist und daher bei den kleinen und kleinsten Frequenzen, die im Anlauf-Vorgang durchlaufen werden müssen, eine sehr kleine Impedanz besitzt, d. h. die Last ist beim Anlauf viel größer, als im normalen Betrieb. Bei der Fremdsteuerung werden also die Schaltkontakte des Zerkhackers ganz unabhängig von der Last in Tätigkeit gesetzt. Um dies zu erreichen, ist bei dem neuen Telwa-Wechselrichter ein recht ungewohnter Weg begangen worden: Die Schaltkontakte werden von einer Nockenwelle betätigt, die durch einen kleinen Elektromotor gedreht wird. Ungewohnt erscheint uns dieser Weg heute, aber neu ist er bestimmt nicht, denn jeder physikalisch Bewanderte wird sich der Funkeninduktoren mit Motor-Steuerung wohl entsinnen. Wer zugleich Kraftfahrer ist, wird aus der beigegebenen Abbildung des Telwa-Zerkhackers weiter erkennen, daß diese Konstruktion nicht mehr und nicht weniger ist, als ein kunstgerecht umkonstruierter „Unterbrecher“, wie ihn in ähnlicher Form jeder mit Batterie-Zündung arbeitende Verbrennungsmotor besitzt. Daraus ist zu schließen, daß diese Neukonstruktion, da sie aus bewährten Teilen besteht, eine sehr gute Betriebssicherheit besitzen muß, wozu die Möglichkeit kommt, einzelne Kontakte nach Verschleiß leicht selber auszuwechseln und evtl. nachzustellen.

(Werkbilder: Mende, NSF, Telefunken, Telwa - 8)



Der neue Mende-Einbau-Wechselrichter.



Der akustisch hervorragend gedämpfte Zerkhacker der NSF.

So wird denn auch der Telwa-Wechselrichter vorwiegend für höhere Leistungen verwendet, für die außerdem der im Vergleich mit normalen schwingenden Zerkhackern erhöhte Anschaffungspreis leichter zu tragen ist. Der Zerkhacker wird allein oder in einen entstörten Wechselrichter für Primärspannungen zwischen 0 und 220 Volt fertig eingebaut geliefert.

Beim normalen Heimempfänger muß der Wechselrichter aber natürlich mit dem geringstmöglichen Aufwand auskommen; man verwendet daher hier nach wie vor die bewährten schwingenden Zerkhacker. Die Fremdsteuerung wurde hier durch die Einführung eines besonderen, allein für die Speisung der Triebspule verwendeten Kontaktpaares gelöst, welches entsprechend schwach bemessen sein kann und daher auch nicht viel kostet. Diese Art Zerkhacker wird heute, wie gesagt, praktisch ohne Ausnahme verwendet, auch bei Niedervolt-Anlagen für Kraftwagenempfänger und gleichgültig, ob es sich um Luft- oder Wasserstoff-Zerkhacker handelt.

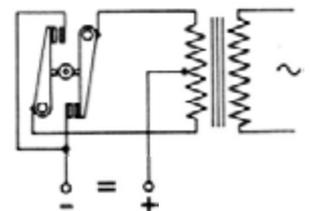
Hier Luft - hier Wasserstoff!

Damit sind wir bei einem neuen wichtigen Punkt angelangt: Soll man zur völligen Unterbindung der Kontakt-Oxydation den Zerkhacker unter Luftabschluß in Wasserstoffgas arbeiten lassen, oder arbeitet er auch an der freien Luft befriedigend? Letzteres ist, natürlich konstruktiv einfacher und billiger und wird auch schon seit Jahren bei den bekannten Philips-Wechselrichtern durchgeführt, denen man nicht nachsagen wird, daß sie schlecht sind. Dennoch muß zweifellos von zwei gleich gut und mit den gleichen Werkstoffen gebauten Zerkhackern derjenige die höhere Lebensdauer erreichen, der in Wasserstoff betrieben wird. Auf Grund dieser durch Dauerversuche erhärteten Erkenntnis ist die Firma NSF bei ihren Wasserstoff-Zerkhackern geblieben; sie konnte diese trotz ihres höheren Preises bei der Mehrzahl der mit Wechselrichtern arbeitenden deutschen Empfängerfabriken durchsetzen. Andererseits ruhen aber auch noch nicht die Versuche, den Luft-Zerkhackern zu erhöhter Lebensdauer zu verhelfen, wie z. B. der Wechselrichter-Vorsatz WR 1 von Mende, Siemens und Telefunken gezeigt hat: Dieser Vorsatz enthält einen an der freien Luft arbeitenden, fremdgesteuerten Gegentakt-Zerkhacker, der jedoch während des Anlauf-Vorganges dadurch geschont wird, daß das

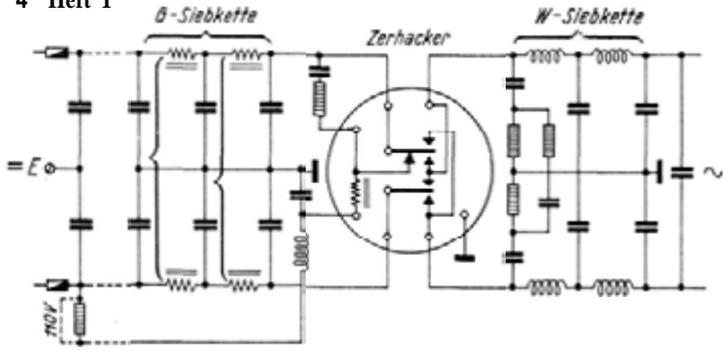


Das Unterbrechersystem des Telwa-Wechselrichters.

Der vollständige Telwa-Wechselrichter. Rechts: Der Unterbrecher.



Schema des Telwa-Wechselrichters.



Schaltbild des Wechselrichter-Einsatzes WRE 2 von Telefunken.

Einschalten des Gerätes nicht ruckartig mit einem Schalter geschieht, sondern durch einen handbetätigten Anlasser; eine Feder und ein Relais sorgen bei diesem Anlasser dafür, daß er in die Anfangsstellung zurückschnellt, falls die Stromzuführung etwa durch Abschalten der betreffenden Lichtsteckdose oder durch Ziehen des Netzsteckers unterbrochen worden ist — wie wir sehen, keine ideal einfache Lösung! Sie wird auch bei den neuen Einsatz-Wechselrichtern der gleichen Firmen jetzt nicht mehr verwendet, aber wir sehen, in welcher Richtung die Versuche liegen: Schonung des Zerkhacker während des Anlaufs, weil er gerade hier am höchsten beansprucht wird. Daraus erhellt zugleich, daß Lebensdauer-Vergleiche zweier Wechselrichter ganz verschieden ausfallen können, je nachdem, ob man einen ununterbrochenen Dauerbetrieb mit nur einmaligem Anlaufen durchführt, oder ob man die Vergleichsstücke im Laufe der Prüfung vielmals anlaufen läßt, was natürlich der Praxis näherkommt, als der ununterbrochene Dauerbetrieb. Das beste Prüfverfahren müßte also nach Ansicht des Verfassers von einer statischen Feststellung ausgehen, wie oft etwa ein Durchschnittshörer seinen Empfänger in tausend Betriebsstunden einzuschalten pflegt. Man kann wohl annehmen, daß diese Zahl in der Größenordnung von etwa 1000 mal liegen wird, und daraus sieht man erstens, wie falsch es ist, Wechselrichter reinen ununterbrochenen Dauerprüfungen zu unterwerfen, zweitens, daß die Versuche, den Anlauf „schonend“ zu gestalten, durchaus noch nicht überlebt sind!

Bei Wechselrichter-Einsätzen nur noch Umpol-Zerkhacker.

Seinerzeit wurde schon bei der Besprechung des Philips-Wechselrichter-Einsatzes darauf hingewiesen, daß dieser im Gegensatz zu den gewohnten Wechselrichter-Vorsatzgeräten (z. B. dem zum Selbstbau beschriebenen TG 100/1) nicht mit einem Gegentakt-Zerkhacker ausgerüstet ist, sondern mit einem Umpol-Zerkhacker, neuerdings auch als Wendepol-Zerkhacker bezeichnet. Der Vorteil dieser Zerkhacker liegt darin, daß die Primärwicklung des nachfolgenden Transformators nicht mehr eine Gegentaktwicklung zu sein braucht. Es kann vielmehr eine normale Primärwicklung verwendet werden, nur muß diese eine zusätzliche Anzapfung bei etwa 30 Volt erhalten, die beim Wechselrichter-Betrieb an Stelle des am Wechselstromnetz verwendeten normalen „Nullpunktes“ angeschlossen wird; so arbeitet der Transformator primärseitig beim Wechselrichter-Betrieb mit etwas geringerer Windungszahl als beim Wechselstrom-Betrieb, was bekanntlich grundsätzlich notwendig ist, um in beiden Fällen sekundärseitig annähernd die gleiche Spannung zu erhalten. Diese Anordnung hat sich inzwischen bei den Einsatz-Wechselrichtern deswegen allgemein durchgesetzt, weil man eine wesentliche Verteuerung des Netztransformators oder gar einen besonderen Zwischentransformator nirgends in Kauf nehmen will. Dennoch verwendet man in Vorsatz-Wechselrichtern, wie das beigegebene Schaltbild des „WR 1“ zeigt, nach wie vor den an sich etwas zuverlässigeren Gegentakt-Zerkhacker — auch unser Selbstbau-Gerät arbeitet mit einem solchen. Dieser Unterschied zwischen den Vorsatz-Geräten und den Einsatz-Geräten beruht einfach darauf, daß die Vorsatzgeräte so und so einen Sonder-Transformator

enthalten müssen; diesen mit einer Gegentaktwicklung auszurüsten, fällt bei weitem nicht so ins Gewicht, als wenn man dies bei ganzen Serien von Empfänger-Transformatoren tun würde.

Die Gestaltung der Siebketten.

Wir haben uns bisher vorwiegend mit dem Zerkhacker als dem „Herzen“ jedes Wechselrichters befaßt. Bekanntlich besteht jedoch ein moderner Wechselrichter-schaltungstechnisch zu überwiegender Teil aus Siebketten, die deshalb nicht weniger Aufmerksamkeit verdienen.

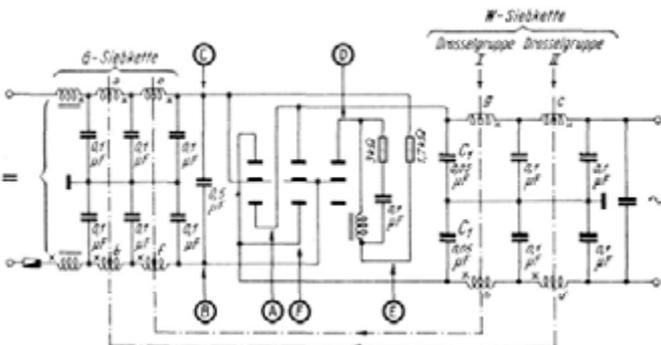
Im Grunde finden wir hier immer wieder dasselbe, wie bei unserem Selbstbau-Gerät TG 100/1: Vom Zerkhacker ausgehend je eine sorgfältig ausgebildete Siebkette einerseits nach der Gleichstromseite und andererseits nach der Wechselstromseite, von den stets unentbehrlichen Funkenlösch-Kondensatoren natürlich abgesehen. Über die Notwendigkeit jedoch, in der Gleichstrom-Siebkette netzseitig eine kleine Eisenkern-Doppeldrossel zur Abriegelung verhältnismäßig niedriger Störfrequenzen zu verwenden, gehen die Meinungen auseinander. Wir kennen diese kleine Eisendrossel von dem Philips-Wechselrichter her und finden sie jetzt auch u. a. bei Telefunken und AEG, wo sogar die bekannten zwei Erdungsblöcke unmittelbar am gleichstromseitigen Anschlußstecker wiederkehren, aber auch bei anderen wichtigen Firmen, wie z. B. Sachsenwerk und Mende. Telefunken und AEG gehen sogar so weit, die ganze Gleichstrom-Siebkette mit Eisendrosseln auszuführen, was insofern überraschen muß, als an den Zerkhacker-Kontakten doch Hochfrequenzspannungen auftreten, die mit Drosseln dieser Art nicht immer leicht zu sperren sind, weshalb bei anderen Firmen sogar vielfach die zerkhackerseitige Drosselgruppe der Gleichstrom-Siebkette kleiner, also für höhere Frequenzen bemessen wird, als die netzseitige. Man kann sogar ganz ohne Eisen auskommen, wie der Vorsatz WR 1 von Mende/Siemens/Telefunken und das FUNKSCHAU-Selbstbaugerät TG 100/1 bewerten. Zu diesem Punkt kann man also wohl offen sagen: Man weiß noch nicht sicher, wie die ideale Lösung aussieht, die Lösung also, die keinen Kondensator, keine Drossel und keinen Eisenkern zu viel und keinen zu wenig enthält! Dazu wäre nämlich eine grundlegende Durchforschung des ganzen Problems nötig, während bisher wohl die meisten beteiligten Laboratorien ihre Untersuchungen abschließen mußten, sobald eben ihr Wechselrichter unter tragbarem Aufwand störungsfrei zu arbeiten begann.

Wechselstromseitig ist die Vereinheitlichung besser fortgeschritten, während wir bei den Funkenlösch- und Triebspulenschaltungen wiederum ziemlich große Unterschiede finden. Gehen wir vom Philips-Wechselrichter als dem ältesten Modell vergleichsweise aus, so können wir feststellen, daß Sachsenwerk und Mende, welche offensichtlich stark unter dem Einfluß der NSF-Technik stehen, ihr Gerät vereinfachen konnten, während Telefunken/AEG sie kompliziert hat. Interessant ist, daß man im Triebspulenkreis der NSF-Zerkhacker vielfach keine Spannungsumschaltung mehr findet, weil die Firma die Zerkhacker in zwei verschiedenen Ausführungen liefert, wahlweise für 110 Volt oder für 220 Volt, wobei der Unterschied hauptsächlich in der Triebspule liegt. Auch das erinnert an Philips, ist aber nach Ansicht des Verfassers eine Lösung, von der man im Interesse der Lagerhaltung und wirklich universeller Empfänger wieder abkommen sollte: Jeder Rundfunkhörer würde es ja auch ablehnen, etwa beim Wechsel der Netzspannung seine Röhren auszutauschen, und gerade der Wechsel der Netzspannung von 110 auf 220 Volt ist bei Gleichstromnetzen ein alltäglich vorkommender Fall.

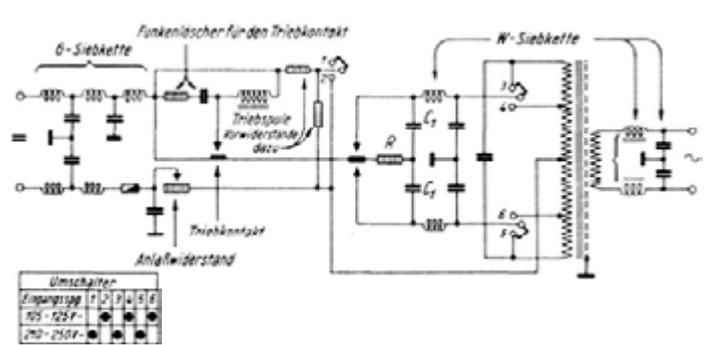
Und die Bastelei?

Daß der Bastler auf dem interessanten Wechselrichter-Gebiet durchaus mit an der Spitze des Fortschritts marschieren kann, hat die FUNKSCHAU bereits tatkräftig bewiesen. Allerdings: Der Bau von Einsatz-Wechselrichtern nach Art der neuen Industrie-Modelle hat für den Bastler wenig Anreiz, denn wenn es ihm lediglich darum zu tun ist, einen Wechselstromempfänger am G-Netz zu betreiben, so wird er diesen Empfänger wohl meist umbauen, vorzugsweise dann, wenn er ansichschon mit den universellen E-Röhren bestückt ist.

H.-J. Wilhelmy.



Schaltung des neuen Mende-Wechselrichters WR 39.



Schaltung des Gegentakt-Wechselrichter-Vorsatzes WR 1 von Mende, Siemens, Telefunken.

Warum eine Vorstufe im Superhet?

In diesem Jahr finden wir in mehreren Superhetempfängern Vorstufen angewandt — ja in einer Preisklasse gibt es nebeneinander Empfänger ohne und mit Vorröhre. Was hat die Vorröhre für Vorteile? Soll man einen Superhet mit Vorstufe kaufen oder einen solchen mit einfachem Bandfilter-Eingang? Der nachfolgende Aufsatz will auf diese Fragen Antwort geben.

In den Überlagerungsempfängern, die vor nahezu zehn Jahren im Gebrauch waren, war die Hochfrequenzverstärkerstufe vor der Mischröhre, die sogenannte „Vorstufe“, eine Selbstverständlichkeit. Da indirekt geheizte Röhren aber noch nicht zur Verfügung standen, konnten nur batteriegeheizte Röhren zur Anwendung kommen; gleichfalls war es nicht möglich, die Vorteile der Mehrgitterröhren auszunutzen, weil diese ebenfalls erst später entwickelt wurden. So war man genötigt, die nur wenig verstärkenden Dreipolröhren zu verwenden. Dieser Umstand und auch die Tatsache, daß es damals 100- und 150-kW-Sender nicht gab, die Sender vielmehr im günstigsten Fall eine Energie von 10 kW hatten, führten zu Überlagerungsempfängern mit großer Röhrenzahl. Und um das zu empfangende Hochfrequenzsignal schon vor dem Mischvorgang zu verstärken, wurde durchweg eine Vorröhre verwendet.

Das änderte sich aber, sobald die indirekt geheizten Röhren und vor allen Dingen die Mehrgitterröhren mit ihrem großen Verstärkungsfaktor eingeführt wurden. Hier konnte man um so leichter auf die Vorverstärkung verzichten, als fast gleichzeitig die Leistung der meisten Sender auf 100 bis 150 kW erhöhte wurde. Wie die Leistungsfähigkeit der HF-Verstärkeröhren gesteigert werden konnte, zeigt die nachstehende Tafel:

Entwicklungs-jahr	Typ	Steilheit norm. mV/V	Innen-widerstand MΩ	Verstärkungs-faktor (S • Ri)	Kapazität Steuergitter/Anode pF
1927	H 406/RE 074	0,9	0,011	10	4
1928	H 406D/RES 094	0,7	0,4	280	< 0,02
1929	H 4080 D/RENS 1204	1	0,4	400	< 0,02
1931	H 4111 D/RENS 1264	2	0,45	900	< 0,006
1933	H 4128 D/RENS 1284	2,5	2	5000	< 0,006
1935	AF 7	2,1	2	4000	< 0,003
1938	EF 12	2,1	> 1,5	> 3000	0,002

Die im Jahre 1933 durch die Typen H 4128 D/RENS 1284 erklommene Spitze wurde in den später erschienenen Typen nicht ganz erreicht. Zweifellos wurden die Anforderungen etwas zurückgesteckt aus Gründen größerer Betriebssicherheit.

Mit den Sechs- und Achtpolröhren waren wirkliche Mischröhren für die Überlagerungsempfänger geschaffen worden. Die Verwendung zweier Röhren für den Mischvorgang — HF-Verstärkeröhre und Oszillatorröhre — wurde dadurch überflüssig. Ein weiterer Röhrentyp, der für die Vervollkommnung des Überlagerungsempfängers von großer Bedeutung wurde, ist die HF-Verstärkeröhre mit Regelkennlinie. Die Entwicklung dieser Röhrenart zeigt eine ähnliche Aufwärtsbewegung, wie die normale HF-Verstärkeröhre:

Ungeregelt:

Entwicklungs-jahr:	Typ	Steilheit norm. mA/V	Innen-widerstand MΩ	Verstärkungs-faktor (S • Ri)
1931	H 4125 D/RENS 1214	1	0,3	300
1932	H 4115 D/RENS 1274	2	0,35	700
1933	H 4129 D/RENS 1294	2	1	2000
1935	AF 3	1,8	1,2	2200
1938	EF 13	23	> 0,5	> 1200

Heruntergeregelt:

Entwicklungs-jahr:	Typ	Steilheit norm. mA/V	Innen-widerstand MΩ	Verstärkungs-faktor (S • Ri)
	H 4125 D/RENS 1214	0,005	> 10	
	H 4115 D/RENS 1274	0,005	> 10	
	H 4129 D/RENS 1294	0,005	> 10	
	AF 3	0,002	> 10	
	EF 13	0,015	> 10	

Kapazität Steuergitter/Anode:

Entwicklungs-jahr:	Typ	Kapazität Steuergitter/Anode pF
	H 4125 D/RENS 1214	0,006 pF
	H 4115 D/RENS 1274	0,003 pF
	H 4129 D/RENS 1294	0,006 pF
	AF 3	0,003 pF
	EF 13	0,005 pF

Die zweifellos eingetretene höhere Leistungsfähigkeit der Röhren in Verbindung mit der verstärkten Senderenergie ermöglichten eine Verminderung der Röhrenzahl im Empfänger und machten von der Röhrenseite aus die Verwendung einer Vorröhre unnötig. Wenn dennoch in den letzten Jahren, besonders aber in den diesjährigen Überlagerungsempfängern, die Vorröhre steigende Verwendung findet, so hat das andere Ursachen, die hier näher untersucht werden sollen.

Typisch für jeden Überlagerungsempfänger ist ein Rauschen, das besonders stark während der Abstimmung auf einen Sender oder dann in Erscheinung tritt, wenn der eingestellte Sender gerade nicht moduliert wird. Außer im Langwellen- und Mittelwellenbereich tritt das Rauschen besonders stark im Kurzwellenbereich auf. Da auch der Empfang von Kurzwellen immer mehr an Bedeutung gewinnt, mußten Mittel und Wege gefunden werden, um diese Erscheinung soweit wie möglich zu beseitigen.

Das Empfängerrauschen kann zerlegt werden in:

1. Widerstandsrauschen,
2. Kreisrauschen,
3. Röhrenrauschen.

Das Röhrenrauschen¹⁾ kann wiederum aufgeteilt werden in:

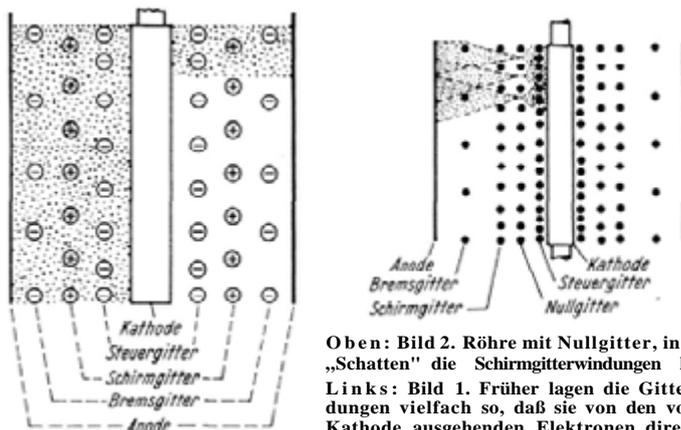
1. Kathodenstromrauschen (Schrotrreffekt),
2. Stromverteilungsrauschen.

Das Kathodenstromrauschen.

Die Austrittsgeschwindigkeit der Elektronen aus der Kathode ist nicht gleichmäßig. Infolgedessen ist der Aufprall der Elektronen auf der Anode zeitlich verschieden. Jedes aufprallende Elektron verändert die an der Anode liegende Spannung. Wenn es sich auch nur um eine winzig kleine Spannungsschwankung handelt, so haben wir hier auf jeden Fall eine Wechselspannung erhalten. Wenn nun die dem Steuergitter zugeführte Wechselspannung kleiner ist, als die durch den Elektronenaufprall entstandene Rauschspannung (das ist immer der Fall, wenn der eingestellte Sender nicht moduliert ist oder wenn von einem Sender zu einem anderen gegangen werden soll), so wird diese Wechselspannung nicht verstärkt. Alle Wechselspannungen, die so groß oder kleiner sind als die Rauschspannung, gehen demnach im Kathodenstromrauschen unter. Gegen das als „Schrotrreffekt“ bezeichnete Kathodenrauschen gibt es an sich kein Mittel.

Das Stromverteilungsrauschen.

Jede in einer Elektronenröhre vorhandene Elektrode, die positiv geladen ist, nimmt — genau wie die Anode — Elektronen auf. Auch diejenigen Elektroden, die an sich eine negative Spannung erhalten, können Elektronen aufnehmen, wenn ihre eigene negative Spannung auf ein gewisses Minimum herabsinkt und die Geschwindigkeit der Elektronen so groß wird, daß sie gegen eine negative Spannung anlaufen können (Beispiel: Der Gitterstrom des Steuergitters, der bei vielen Röhren einsetzt, wenn die negative Gitterspannung auf —1,3 Volt herabgesunken ist). Je mehr positiv geladene Elektroden in einer Röhre vorhanden sind, desto mehr Teilströme entstehen in dieser. Wenn wir vorerst annehmen, daß die Elektroden mit negativen Spannungen keinen Strom aufnehmen, so haben die zur Zeit gebräuchlichen Mischröhren außer dem Anodenstrom folgende Ströme:



Oben: Bild 2. Röhre mit Nullgitter, in dessen „Schatten“ die Schirmgitterwindungen liegen. Links: Bild 1. Früher lagen die Gitterwindungen vielfach so, daß sie von den von der Kathode ausgehenden Elektronen direkt getroffen wurden. Die Folge: ein großer Schirmgitterstrom und starkes Rauschen.

¹⁾ Siehe auch FUNKSCHAU Heft 38/1938, Seite 298.

Achtpolröhre: 3 positive Gitter = 3 Gitterströme,
Sechspolröhre: 2 positive Gitter = 2 Gitterströme,
Dreipol-Sechspolröhre: 3 positive Gitter = 3 Gitterströme.

Sehen wir von der Oszillatoranode (Gitter 2) in der Achtpolröhre und der Oszillatoranode in der Dreipol-Sechspolröhre ab, so bleiben für alle Mischröhren zwei positive Gitter = zwei zusätzliche Stromverzweigungen übrig. In den beiden Fällen entstehen, wie an der Anode, Wechselspannungen mit hohen Frequenzen, die das Rauschen herbeiführen.

Von dem Steuergitter der Röhre ausgehend liegen folgende Spannungen vor:

Eingangssignalspannung,
Rauschspannung des Gitterkreises,
Rauschspannung der Röhre.

Diese drei Spannungen werden gleichmäßig verstärkt; das Verhältnis der Eingangssignalspannung zu den Rauschspannungen des Gitterkreises und der Röhre bestimmt, wie weit das Rauschen als Störfaktor auftritt. Je schwächer das Eingangssignal also ist, desto stärker tritt das Rauschen in Erscheinung. Das Röhrenrauschen sowohl wie auch das Widerstands- und Kreisrauschen ist frequenzunabhängig, d.h. es verteilt sich gleichmäßig über das gesamte Frequenzband. Dennoch wird das Rauschen um so größer, je höher die zu empfangende Frequenz ist. Das Rauschen tritt deshalb besonders stark hervor, wenn Kurzwellen empfangen werden sollen.

Der äquivalente Rauschwiderstand.

Um das Verhältnis der Eingangssignalspannung zur Rauschspannung der Röhre zu ermitteln, muß man die Röhre als Rauschquelle durch einen gedachten Widerstand ersetzen, der ebenso viel Rauschen verursacht, wie die Röhre, und der in deren Gitterkreis liegt. Dieser Widerstand ist der äquivalente Rauschwiderstand $R_{\text{äq}}$.

Es wird hier davon abgesehen, die Errechnung des Rauschwiderstandes zu erläutern. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die Röhrenfabriken dazu übergehen, in den technischen Röhrendaten den äquivalenten Rauschwiderstand anzugeben. Es liegen unter anderem folgende Angaben vor:

EK 3 = 50000 Ω
EF 8 = 3200 Ω
EF 13 = 2500 Ω

Hieraus geht schon hervor, daß der Rauschwiderstand bei Mischröhren erheblich größer ist, als bei Fünfpolröhren. Auch Rathheiser gibt in seinem Buch „Rundfunkröhren“ an, daß der Rauschwiderstand $R_{\text{äq}}$ bei Mischröhren etwa 90 bis 100 k Ω beträgt.

Nun kommt noch folgendes hinzu:

Die Impedanz des Eingangskreises kann dargestellt werden durch einen Widerstand R und eine Kapazität C. Die Kapazität des Steuergitters/Kathode beeinflusst als Parallelkapazität die Impedanz des Eingangskreises. Wichtig für die Röhrenfabriken ist also, die schädlichen Röhrenkapazitäten so klein wie möglich zu halten. Diese müssen innerhalb gewisser Toleranzen bleiben, da sonst ein einfaches Auswechseln der Röhren später unmöglich wird. Aber auch die Eingangskreise dürfen nicht völlig verlustfrei aufgebaut sein, weil sonst beim späteren Röhrenwechsel und auch bei der Regelung eine Verstimmung eintritt. Auf Grund der zur Zeit erreichbaren kleinsten Röhrenkapazitäten besteht folgende Faustregel:

Die Kreise sind so gut zu machen, daß ihre Impedanz so viel mal tausend Ω beträgt, wie die Wellenlänge in Metern (das gilt für Wellenlängen von 5 bis 60 m). Für eine Wellenlänge von 12 m würde sich so eine Impedanz von 12000 Ω errechnen. Im Mittel- und Langwellengebiet treffen wir abgestimmte Kreise mit einem Wert von etwa 100000 Ω , bei Bandfiltern solche von etwa 50000 Ω an.

Wird nun ein solches Bandfilter an eine Mischröhre angeschlossen, so müssen diese 50000 Ω des Bandfilters mit dem Widerstand $R_{\text{äq}}$ addiert werden. Nehmen wir an, daß dieser 50000 Ω beträgt, so erhalten wir 100000 Ω . Dieser Wert gibt uns den Eindruck des Gesamtrauschens.

Vergleichen wir dieses Gerät mit einem Geradeausempfänger, der als erste Röhre eine Fünfpolröhre hat, so erhalten wir folgende Beträge:

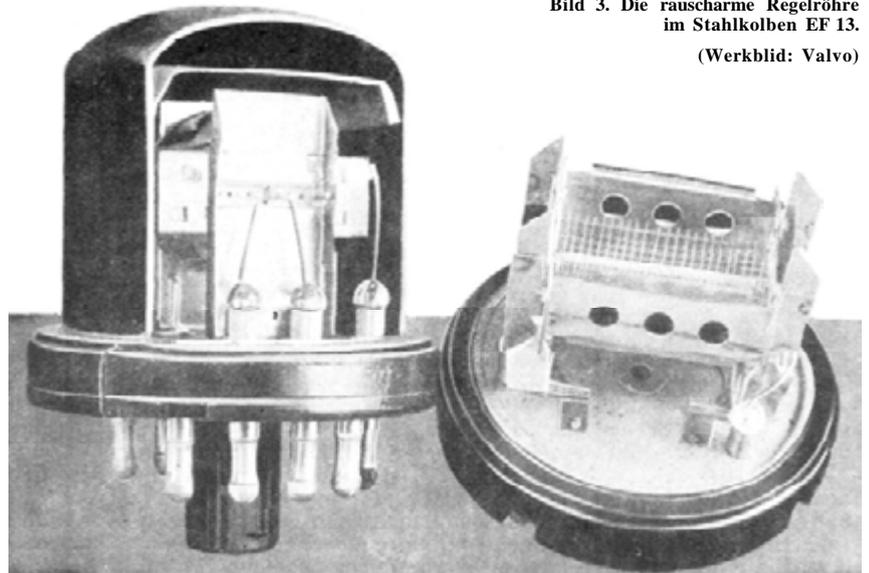
Wert des abgestimmten Kreises (kein Bandfilter) = 100000 Ω
Wert des äquivalenten Rauschwiderstandes $R_{\text{äq}}$
einer EF 13 = 2500 Ω

Gesamtwiderstand: 102500 Ω

Solange das HF-Signal außer Betracht gelassen wird, ist also in diesen beiden Fällen kein großer Unterschied im Rauschen vorhanden. Nun sind aber die HF-Signale hinter einem Bandfilter nur etwa halb so groß, als hinter einem einfachen abgestimmten

Bild 3. Die rauscharme Regelröhre im Stahlkolben EF 13.

(Werkbild: Valvo)



Kreis, und somit erhält die Fünfpol-Regelröhre im Geradeausempfänger doppelt so starke Signale, wie die Mischröhre im Superhet. Selbst dann, wenn die HF-Signale so schwach sind, daß sie im Rauschen der Mischröhre versinken, werden sie in der Fünfpolröhre noch so stark sein, daß sie hier weit über dem Rauschpegel liegen.

Die Impedanz des Eingangskreises kann als Kondensator aufgefaßt werden, an dem eine Wechselspannung liegt. Bei kleiner Frequenz (langer Welle) ist der Wechselstromwiderstand dieses Kondensators groß. Je größer aber die Frequenz wird (je kürzer die zu empfangende Welle ist), desto kleiner wird der Widerstand, und so kommt es, daß bald der Widerstand des Kreises erheblich kleiner wird, als der Rauschwiderstand $R_{\text{äq}}$. Dadurch erklärt es sich, daß das Rauschen um so größer wird, je kürzer die zu empfangende Welle ist. Es kommt darauf an, im Eingang eine Röhre zu verwenden, die einen möglichst kleinen $R_{\text{äq}}$ hat und die das HF-Signal kräftig verstärkt, so daß dieses auch bei schwachem HF-Signal über dem Rauschpegel liegt. Wir haben gesehen, daß dieses bei einer Fünfpol-Regelröhre erreichbar ist. Deshalb wird neuerdings in Überlagerungsempfängern wieder eine Fünfpolröhre vor die Mischröhre gesetzt, also eine Vorstufe angewendet. Selbstverständlich muß der Rauschfaktor dieser Röhre so klein wie möglich gehalten werden. Das führte zur Konstruktion rauscharmer Fünfpolröhren. Von den beiden Faktoren, die das Röhrenrauschen verursachen, kann, wie wir gesehen haben, zur Zeit nur das Stromverteilungsrauschen erfolgreich bekämpft werden. Früher wurden die Windungen der Gitter mit positiven Spannungen so gelegt, wie die elektrischen Eigenschaften der Röhre es erforderten. Dadurch kommen vielfach Windungen dieses Gitters so zu liegen, daß sie von dem von der Kathode kommenden Strom direkt getroffen werden (Bild 1). Die Folge ist ein verhältnismäßig großer Schirmgitterstrom und damit verbunden relativ starkes Stromverteilungsrauschen. Zwei Wege, die dieses Rauschen erheblich verringern, sollen kurz geschildert werden.

Erste Möglichkeit:

Zwischen Steuergitter und Schirmgitter wird ein weiteres Gitter angebracht, dessen Windungen so liegen, daß die Windungen des positiven Schirmgitters im „Schatten“ dieses Hilfsgitters liegen (Bild 2). Das neue Gitter erhält keine Spannung, notfalls sogar eine schwache negative Spannung. Durch die Windungen dieses Gitters wird der Elektronenstrom eingeschnürt, gebündelt. Nach Passieren des Gitters verbreitert sich der Elektronenstrom zwar wieder; er ist jedoch jetzt so gerichtet, daß die meisten Elektronen an dem Schirmgitter vorbeifliegen. Der von diesem Schirmgitter aufgenommene Strom ist sehr klein. Er beträgt bei der normalen Fünfpol-Regelröhre AF 3 im Mittel 2,6 mA; bei der oben beschriebenen Röhre (dem Typ EF 8 aus der „Roten Serie“) dagegen nur 0,25 mA, also nicht einmal den zehnten Teil! Der Rauschfaktor einer solchen Röhre ist gegenüber der AF 3 fünfmal kleiner. Das ist für jeden Empfang vorteilhaft, ganz besonders aber für Kurzwellen.

Messungen haben ergeben, daß bei Vorhandensein eines Totalrausch-

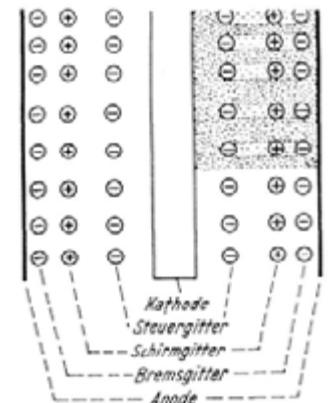


Bild 4. Bei dieser Röhrenbauart liegen die Schirmgitterwindungen im „Schatten“ der Steuergitterwindungen. (Zeichnungen: Kerger - 3)

Widerstandes R ein Signal von mindestens U Volt erforderlich ist, um rauschfrei zu empfangen, und zwar:

$$U = 10^{-5} \sqrt{R}$$

Wenn $R = 14000 \Omega$ angenommen wird (bis 12 m Wellenlänge Impedanz $12000 \Omega + 200 \Omega R_{\text{eq}}$), würde man einen wirklich rauschfreien Empfang haben bei einem Signal von

$$U = 10^{-5} \sqrt{14000} = 1,2 \text{ mV}$$

Es hat sich gezeigt, daß an der Grenze der Brauchbarkeit ein Signal liegt, das 70 mal schwächer ist.

Zweite Möglichkeit:

Eine weitere Lösung dieser Frage stellt die Konstruktion der EF 13 aus der Stahlreihe dar (Bild 3). Diese Röhre hat — genau wie eine normale Fünfpolröhre — drei Gitter. Die Windungen des Schirmgitters sind so gelagert, daß Sie durchweg im „Schatten“ des Steuergitters liegen (Bild 4). Das Schirmgitter ist in der Mitte mit der gleichen Steigung gewickelt, wie das Steuergitter. Hätte es eine gleichmäßige Steigung über die ganze Länge, so würde es in der Mitte, wo das Steuergitter Windungen mit weitem Abstand hat (Regelgitter), wieder einen relativ großen Strom aufnehmen. Durch die besondere Konstruktion des Schirmgitters konnte der Schirmgitterstrom auf 0,6 mA im Mittel herabgesetzt werden. Der Innenwiderstand und die Gitter-Anoden-

Kapazität werden durch ein solches Schirmgitter allerdings ungünstig beeinflusst; deshalb wird das Bremsgitter mit einer ähnlichen Steigung gewickelt.

Die beiden beschriebenen Röhren in anderen Stufen zu verwenden als in der Vorstufe im Überlagerungsempfänger, ist zwecklos. Als Vorröhre sind sie dagegen geradezu ideal. Sie sind deshalb in einer Reihe diesjähriger Überlagerungsempfänger verwandt worden.

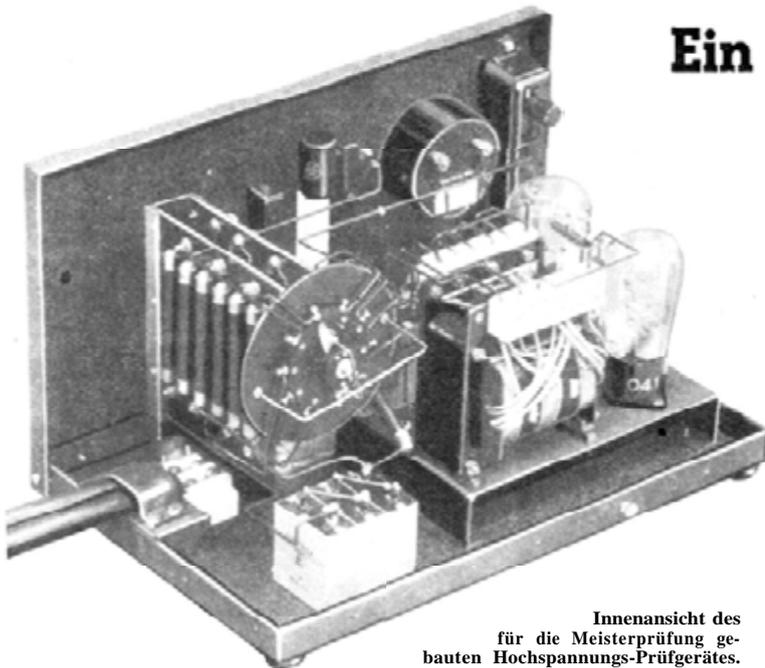
Zum Schluß sei noch auf folgendes hingewiesen: Es führt zu einem falschen Ergebnis, wenn man zwei Überlagerungsempfänger ohne weiteres hinsichtlich des Rauschens miteinander vergleicht. Das geht deshalb nicht, weil die Bandbreite verschieden ist und weil ferner durch die in den Geräten vorhandenen R-C-Glieder die Bandbreite mehr oder weniger beschnitten wird. Auch der Klangfarbenregler beschnidet die Bandbreite. Wenn man nun auf die eine oder andere Weise das Frequenzband beschnidet, verschwindet das Rauschen. Dieses geschieht aber, da damit die hohen Frequenzen fortfallen, auf Kosten der naturgetreuen Wiedergabe. Der Rauschfaktor eines Gerätes kann infolgedessen nur durch umfangreiche und exakte Messungen festgestellt werden.

C. Kerger.

Schrifttum: Philips Technische Rundschau, Jahrgang 1937, Heft 11 und Jahrgang 1938, Heft 7.

Die Telefunken-Röhre, Sonderheft August 1938.

Ein Hochspannungsprüfgerät für die Funkwerkstatt



Innenansicht des für die Meisterprüfung gebauten Hochspannungs-Prüfgerätes.

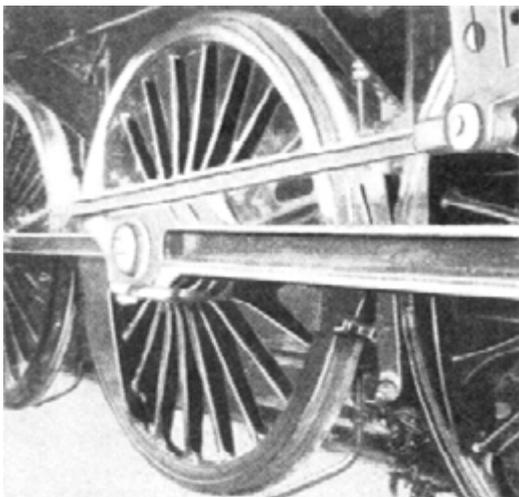
Für den fortgeschrittenen Bastler erwünscht, für die gut eingerichtete Werkstatt jedoch unentbehrlich ist ein zuverlässiges Hochspannungsprüfgerät. Neben Papierblocks aller Größen können insbesondere Transformatoren und Drosseln auf Schluß geprüft werden, ferner Drehkondensatoren, Röhren (Gleichrichter!), isoliert aufgefetzte Schaltteile auf Schluß gegen Gestell, Meßinstrumente auf Gehäuseschluß, Netzanschlußschnüre und Prüflitzen auf Durchgang... Wir können nur einen kleinen Teil all der vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten des Gerätes aufzählen: jeder Funkpraktiker wird ihre Liste unschwer zu erweitern in

der Lage sein. Alle nur möglichen Prüfungen auf Spannungsfestigkeit rundfunktechnischer und elektrischer Einzelteile und fertiger Geräte können schnell und sicher ausgeführt werden. Natürlich bietet das nachfolgend beschriebene Gerät vollständigen Schutz gegen Zerstören des zu prüfenden Einzelteiles oder Gerätes durch die hohe Prüfspannung, da der Kurzschlußstrom durch geeignete Maßnahmen ungefährlich klein gehalten wird.

Die Schaltung.

Wie das Schaltbild zeigt, stellt das Gerät im wesentlichen einen Hochspannungsgleichrichter dar. Der Netztransformator — eine Sonderausführung — besitzt 7 cm^2 Eisenquerschnitt und trägt folgende Wicklungen: Primär 1450 Windungen $0,3 \text{ mm}$ Durchmesser (für 220 Volt Wechselspannung); sekundär: für die Anoden 2×5150 Windungen $0,12 \text{ mm}$ Durchmesser, für die Heizungen 2×28 Windungen $0,5 \text{ mm}$ Durchmesser. Es kommt Kupferdraht, zweimal mit Seide besponnen, zur Verwendung. — Primärseitig liegt nach dem doppelpoligen Netzschalter und der Feinsicherung von 350 mA noch eine Glühlampe, die den Betriebszustand anzeigt.

Die beiden Gleichrichterröhren RGN 504 (bzw. G 504) liegen in Reihe; diese Anordnung wurde gewählt, um die notwendige hohe Gleichspannung mit handelsüblichen Röhren zu erreichen. Natürlich ist es möglich, auch mit einer Gleichrichterröhre auszukommen (z. B. Sonderröhren von Gundelach, Telefunken usw.), wenn deren Konstruktion die auftretende Belastung aushält. — An den Anoden beider Gleichrichterröhren liegen je 770 Volt Wechselspannung eff., ein Wert, der lt. Röhrenliste zu hoch ist, da dieser Röhrentyp eigentlich nur mit 500 Volt Wechselspannung betrieben werden darf. Hält man aber die Gesamtbelastung der Röhren innerhalb des zulässigen Wertes von 15 Watt pro Röhre,



GEWALTIG

AN LEISTUNG-
PRÄZIS 
IN JEDEM EINZELTEIL



TUNGSRAD Radioröhren

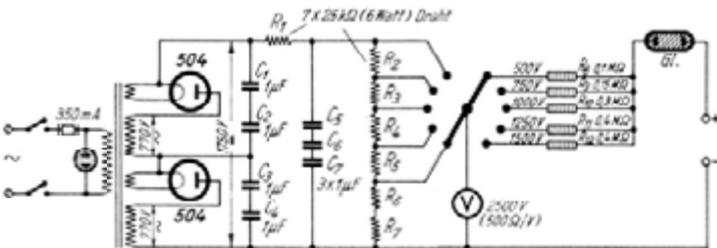
so ist es ohne weiteres möglich, die angelegte Wechselspannung um die Hälfte der „erlaubten“ zu erhöhen, nur muß dann der entnommene Gleichstrom geringer sein. Unsere Versuche ergaben jedenfalls, daß die Röhre 504 die angegebene Transformatorspannung sehr gut aushält.

Als Ladungskondensatoren finden vier Becher von je 1 μF Kapazität und 1500 Volt Prüfspannung Anwendung. Je zwei liegen in Reihe, so daß jede Röhre einen resultierenden Ladungskondensator von je 0,5 μF /3000 Volt Prüfspannung erhält. Dies ergibt eine Gleichspannung im Leerlauf (ohne Kurzschlußstrom im Ausgang, jedoch mit Querstrom der Spannungsteiler und Verbrauch des Voltmeters) von 1750 Volt.

Als Siebwiderstand R_1 wird ein Drahtwiderstand 25 $\text{k}\Omega$ /6 Watt benutzt, ein gleicher Typ, wie die sechs Stück der Siebkette. Drei Becherblocks von wieder 1 μF /1500 Volt Prüfspannung bilden den Siebkondensator, dessen Gesamtkapazität sich also auf 0,33 μF bei 4500 Volt Prüfspannung stellt. Da im Siebwiderstand R_1 — wie man leicht ausrechnen kann — 250 Volt vernichtet werden, liegen an den Serienblocks $C_5/C_6/C_7$ noch 1500 Volt Gleichspannung, so daß die Prüfspannung, die bekanntlich den dreifachen Wert der Arbeitsspannung erreichen soll (bei Benutzung von Papierkondensatoren), voll ausreicht.

Jeder der 25- $\text{k}\Omega$ -Widerstände im Spannungsteiler vernichtet weitere 250 Volt, so daß mittels des Stufenschalters die Prüfspannung um diesen Spannungsbetrag jeweils geändert werden kann. Die positive Spannung liegt nun über den jeweils passenden Vorwiderstand (Massewiderstand, 2 Watt belastbar) an der Leuchtröhre G1 (Preßler, LR 220) und weiter an der positiven Prüfspitze.

Zeigt der Prüfling Kurzschluß, sind also die beiden Prüfspitzen leitend miteinander verbunden, so leuchtet die Glimmlampe G1 auf. Ihr Strom ist aber begrenzt; er beträgt durchschnittlich 3 mA, so daß es unmöglich erscheint, daß der Prüfling Schaden nehmen kann, selbst wenn es sich um sehr empfindliche Teile handelt.



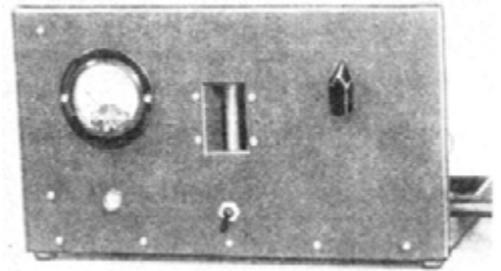
Die Schaltung des Hochspannungs-Prüfgerätes.

Das eingezeichnete Voltmeter hat einen Meßbereich von 0 bis 2500 Volt bei einem inneren Widerstand von 500 Ω /Volt. Man kann es natürlich sehr gut entbehren, wenn man sich beim Aufbau des Gerätes streng an die Daten unserer Schaltung hält; dann nämlich liegen die Spannungstufen fest, wie in der Schaltung angegeben.

Der Aufbau.

Die Ausführung unseres Mustergerätes wurde mit verhältnismäßig großem Aufwand durchgeführt, da es sich um das Meisterstück für die Prüfung zur Erlangung der Würde eines Rundfunkmechaniker-Meisters handelt. Wir wol-

(Aufnahmen und Zeichnung von den Verfassern)



Die Frontplatte des Prüfgerätes.

len daher auch verzichten, einen genauen Bauplan mit Bohr- schablone und Stückliste herauszugeben, sondern werden uns auf die wichtigsten Angaben beschränken. Es dürfte dem geschickten Bastler und fortschrittlichen Rundfunkhändler nicht schwer fallen, an Hand der Schaltung und der beigegebenen Abbildungen den Aufbau durchzuführen, wobei es sehr leicht gelingt, mit einfacheren Mitteln zum Ziele zu kommen.

Das Gerät wurde auf ein Blechgestell aufgebaut, dessen Grundfläche 335x220 mm beträgt. Die Frontplatte von 202x335 mm trägt in der Mitte das Fenster für die Leuchtröhre G1, darunter sitzt der doppelpolige Netzausschalter und links davon die Netzglimmlampe, die den Betriebszustand anzeigt. Rechts von der Leuchtröhre, die bei Kurzschluß des Prüflings aufleuchtet, sitzt der Umschaltknopf, mit dem die gewünschte Spannungsstufe eingestellt wird. Links findet das Voltmeter seinen Platz. Über das Gerät wird eine gelochte Blechhaube gestülpt, die rechts eine Aussparung für die Hochspannungskabel besitzt. Es handelt sich um reichlich bemessenes sogen. Neonkabel, das zum Teil in zwei Gummischläuchen verläuft. Als Prüfspitzen wurden zwei vorhandene, kräftige Stücke benutzt, die ursprünglich an einem Netzspannungsprüfer montiert waren. Besser ist es allerdings, Sonderausführungen zu verwenden, deren Metallspitzen verdeckt liegen. Diese werden erst unmittelbar beim Prüfvorgang durch Druck auf einen Hebel an der Prüfspitze herausgeschoben, so daß im unbenutzten Zustand völlige Berührungssicherheit besteht.

Das erste Bild erläutert den inneren Aufbau. Rechts sieht man den Sonder-Netztransformator mit den beiden Gleichrichterröhren auf einem kleinen Sondergestell, das auch noch die Ladungskondensatoren C_1 bis C_4 trägt. Man erreicht durch diesen Zwischenboden eine sehr saubere, unauffällige Leitungsführung zu den Röhrenfassungen hin. Links im Vordergrund erkennt man die drei Becher (C_5 bis C_7) von je 1 μF , die den Siebkondensator bilden, sowie ein Stück vom Siebwiderstand R_1 .

Besonderer Wert wurde auf die Ausbildung der umschaltbaren Siebkette R_2 bis R_7 gelegt. Zwei U-Bleche aus Messing tragen zwei Hartpapiertafeln, auf denen links die sechs Widerstände der Siebkette, auf der anderen Seite die fünf Vorwiderstände der Leuchtröhre G1 befestigt sind. Das eine U-Blech trägt noch eine dünne Hartpapierschleife, auf der eine 10 polige Umschalter sitzt, dessen verlängerte Achse — aus Isolierstoff — zwischen den Widerstandsträgern hindurch zum Frontplattenknopf führt. Das Prüfkabel endet an einem Calit-Klemmstein; gegen Zug ist es durch eine kräftige Messingschelle ausreichend geschützt.

Natürlich kann der Aufbau auch anders, dabei viel einfacher, geschehen; doch muß unter allen Umständen auf sauberste Drahtführung geachtet werden, denn es treten recht hohe Spannungen auf, so daß die Drahtführung gut überlegt werden soll.

Das Gehäuse des Mustergerätes besteht aus Eisenblech, das mit Eisblumenlack gespritzt wurde, nachdem es fertig gebohrt war. Vier Gummifüßchen schützen den Arbeitstisch vor Kratzern. Hinten trägt das Gehäuse eine Schraube, an die zweckmäßig eine Erdleitung gelegt wird, sobald mit dem Gerät gearbeitet werden soll. Man verhindert damit, daß ein eventl. Gehäuseschluß im Prüfgerät für den Bedienenden gefährlich wird.

Wie diese Beschreibung ergibt, konnte das Hochspannungsprüfgerät bis auf den Netztransformator mit handelsüblichen Einzelteilen aufgebaut werden. Die höchste Prüfspannung von 1500 Volt Gleichspannung dürfte wohl in allen Fällen genügen.

Karl Tetzner und Kurt Weigel.

Rekordbrecher-Sonderklasse
7-Kreis-5-Röhren-Superhet
Meisterstück
7-Kreis-Stahlröhren-Superhet
Beide Geräte verkörpern den neuesten Stand des Bastelns!
Kurzwellen, magisches Auge, Gegenkopplung.
Baubeschreibungen kostenlos! Baupläne und Bauteile sofort lieferbar!

Besitzen Sie schon das **Bastler-Preis- und Schaltungsbuch 1938/39 R.**, das eine überreiche Einzeltellschau, wertvolle Tabellen, viele Illustrationen, über 30 Schaltbilder und lehrreiche Kurzaufsätze enthält? Bestellen Sie es sonst noch heute! Sie erhalten es **kostenlos!**

Radio - Holzinger
der Förderer der Bastlerzunft
München, Bayerstraße 15
Ecke Zweigstraße - Telefon 59269, 59259 - 6 Schaufenster

Die Funkchau gratis
und zwar je einen Monat für jeden, der unserem Verlag direkt einen Abonnenten zuführt, welcher sich auf wenigstens ein halbes Jahr verpflichtet. Statt dessen zahlen wir eine **Werbeprämie von RM. -70.** Meldungen an den Verlag, München, Luisenstraße Nr. 17.

BASTLER! Sie versäumen etwas Wichtiges, wenn Sie nicht noch heute das **RIM - Bastel - Jahrbuch 1939** anfordern. 112 Seiten. Viele erprobte Schaltungen vom einfachsten Gerät bis zum Stahlröhren-Großsuper mit genau Werten. Zahlreiche Tabellen und gute Bilder gegen 45 Pfg Voreinsendung von **RADIO - RIM MÜNCHEN, BAYERSTRASSE 25**