

Inhalt: Funknavigation sichert den Flugverkehr / Ein Ur-Superhet / Der Schwundausgleich - Grundätzliche Wirkung und einfache zahlenmäßige Zusammenhänge / Die Anchalung des zweiten Lautsprechers / Der Bereichmelder im „Weltmeister“ / Das Meßgerät: Der Umbau von Meßinstrumenten - Wir messen mit Kompensationschaltungen.

Funknavigation sichert den Flugverkehr

Ein Flug über kleine und größere Strecken ist heute bei der hohen Sicherheit des Luftverkehrs in neuzeitlichen, bequem eingerichteten Maschinen wirklich ein Vergnügen, zumal die Flugpläne infolge des umfassenden Einsatzes der Funktechnik während des Fluges und bei der Landung mit großer Genauigkeit eingehalten werden können. Seit man mit Hilfe der Ultrakurzwellentechnik gelernt hat, auch den Schlechtwetterflug zu beherrschen, stellen sich z. B. der Abwicklung eines programmmäßigen Winterflugplanes keine Hindernisse mehr entgegen.

13 Jahre Flugfunkpeilung.

Die Entwicklung der Funkpeilung steht im engen Zusammenhang mit der schrittweisen Sicherung des Luftverkehrs, die heute schon eine hohe Vollendung erreicht hat. In den Jahren 1911 bis 1925 erlebten wir die erste Einführung der Funkpeilung in der Schifffahrt. Vom Jahre 1926 ab findet die Funkpeilung auch in der Luftfahrt eine immer größer werdende Anwendung. 1926 erhält beispielsweise das Luftschiff LZ 126 den ersten Telefunken-Bordpeiler; 1930 werden Flugzeug-Bordpeiler eingeführt, die sich 1931 bei den Weltflügen von Gronaus hervorragend bewähren. Im übernächsten Jahr 1933 erscheint das Zielflug- und Peilgerät von Telefunken, 1934 werden Zielflugpeilanlagen in Brasilien und 1935 in China eingeführt, 1936 gelingt dem Flugzeug Ju 86 der Deutschen Luftfahrt mit Hilfe des Zielflugpeilers ein Ohne-Halt-Flug auf der Strecke Berlin-Bathurst.

Wie ist die Flugführung organisiert?

Voraussetzung für die Sicherung des Flugverkehrs durch die drahtlose Funktechnik bildet eine wohlgedachte Organisation des Funkverkehrs und der Flugführung. Zu diesem Zweck hat man das deutsche Reichsgebiet in bestimmte Flugverkehrsbezirke aufgeteilt, in denen alle Flugmaschinen nur mit einer zuständigen Bodenfunkstelle Verkehr abwickeln dürfen. Dabei sind die Frequenzen auf die einzelnen Stationen so verteilt, daß der Funkverkehr gegenseitig nicht gestört wird. Eine ähnliche Gebietsaufteilung finden wir in den meisten europäischen Ländern. Eine besonders sorgfältige Betreuung durch die Bodenorganisation der Reichsflugführung erfährt naturgemäß der Blindflug, um bei Annäherung der einzelnen Flugzeuge an den Flughafen eine gefahrlose Landung sicherzustellen. Die Bewegungsvorgänge der einzelnen Maschinen werden genauestens überwacht und geleitet. Sobald auf einem Flughafen die Schlechtwetterbedingungen erklärt worden sind, verteilt der Peilflieger der Reichsflugführung auf Grund der Bewegungskontrolle, die durch Funkverkehr mit den einzelnen Maschinen vorgenommen wird, die Flughöhen

und setzt die jeweilige Reihenfolge der Landungen nach den verschiedenen Schlechtwetterlandungsverfahren fest. Die Peilflieger unterstützen die Flugzeuge bei der Landung ferner noch auf verschiedene Weise, beispielsweise durch Abhören des Motorgeräusches usw. Da die Peilflieger selbstverständlich in enger Zusammenarbeit mit dem Flugbetrieb stehen müssen, setzt man heute die Flieger der Deutschen Luftfahrt nach entsprechender Schulung und Prüfung gleichzeitig vom Reich als Peilflieger ein.

UKW-Funkbaken für Schlechtwetterlandung.

Mit der allgemeinen Einführung der Schlechtwetterlandung auf allen größeren Flughäfen Europas konnte in der Regelmäßigkeit und Sicherheit des Flugverkehrs ein bedeutender Fortschritt erzielt werden. Die einzelnen Funkbaken für die Schlechtwetterlandung arbeiten auf den europäischen Flughäfen im Ultrakurzwellenbereich, da sich diese Frequenzen für Richtzwecke vorzüglich eignen und Störungen des normalen Flugfunkverkehrs auf alle Fälle vermieden werden. Die Ansteuerungsbaken der Schlechtwetterlandungsanlagen senden mit 0,5 kW Antennenleistung auf der 9-m-Welle den Ton 1150 Hz aus. Sie verfügen über Richtantennen und werden bekanntlich mit den Morfezeichen „e“ und „t“ derart getastet, daß der Bordfunker mittels Spezialempfänger für Bakenlandung einen Dauerstrich hört, wenn er auf richtigem Kurs, also in der Anflugbahn fliegt. Sobald sich das Flugzeug rechts von der Anflugbahn befindet, wird das Zeichen „e“ hörbar, während links von der Anflugbahn im Empfangsgerät der Buchstabe „t“ ertönt. Der Flugzeugführer kann in Ergänzung der akustischen Kurskontrolle auch den richtigen Kurs an Instrumenten erkennen. Außer der eigentlichen UKW-Landebake benutzen die Schlechtwetterlandungsanlagen zwei Einflugzeichenfender, deren Antennen die Hochfrequenzenergie unmittelbar nach oben abstrahlen. Der Sender des sogenannten Voreinflugzeichens befindet sich in etwa 3 km Abstand und sendet auf der Welle 7,9 m den Ton 700 Hz aus. Der Sender des Haupteinflugzeichens steht dagegen am Flughafenrand. Er benutzt die gleiche Welle (7,9 m), ist aber mit dem Ton 1700 Hz moduliert. Für die Aufnahme der Einflugzeichen verwendet die Bordfunkanlage einen besonderen UKW-Empfänger, der vor den NF-Teil des eigentlichen UKW-Empfängers für die Aussteuerungsbake geschaltet ist und gleichfalls eine optische Anzeige ermöglicht.

Eigenpeilung entlastet den Funkverkehr.

Wenn der Flugzeugführer bei fehlender Erdsicht zum Blindflug gezwungen ist, benutzt er heute zur Überprüfung seines Kurses und seines Standortes fast ausschließlich die Funkpeilung. Durch



Arbeit an Telefunken-Peilgeräten in einer Luftfahrt-Peilstelle. Links: Impulsgerät, rechts: einfaches Peilgerät.

Unterstützung der auf allen größeren und mittleren Flughäfen Deutschlands und Europas vorhandenen Bodenpeilstellen wird dem Flugzeug nach dem Fernpeilverfahren, zu dem keine Navigationsgeräte, sondern nur die aus Sender und Empfänger bestehende Bordfunkstelle vorhanden sein müssen, jede gewünschte Peilung bekanntgegeben. Diese Peilung liefert auf der Karte des Bordfunkers eine sogenannte Standlinie. Sofern gleichzeitig zwei Peilstellen herangezogen werden, erhält er zwei sich kreuzende Standlinien, aus denen sich der Standort im Augenblick der Peilung ergibt. Durch die Fremdpeilung entsteht naturgemäß bei dem heutigen, ausgedehnten Luftverkehr eine nicht unerhebliche Belastung des normalen Funkverkehrs, so daß die Eigenpeilung immer mehr an Bedeutung gewinnt. Die Deutsche Lufthansa verwendet in allen größeren Flugzeugen die Telefunken-Zielflugpeilanlage, die es dem Bordfunker ermöglicht, Peilungen nach dem Eigenpeil- oder Funkfeuertverfahren selbst ohne fremde Hilfe zu bekommen. Als Sender für diese Eigenpeilungen dienen in ganz Europa Navigationsfunkfeuer. Es sind Sender größerer Leistung, die mit ungedämpfter Telegraphie und Rundstrahlern arbeiten und fortlaufend ihre Kennung und Peilstriche ausstrahlen. Man hat diese Funkfeuer in Europa in Navigationsdreiecken verteilt. Neben Funkfeuern werden auch Rundfunksender gern zur Eigenpeilung herangezogen, sofern sie sich in Betrieb befinden. Die Zielflugpeilanlagen gestatten neben der Vornahme von Eigenpeilungen auch Zielflüge auf einen Sender zu, so daß sich namentlich auf kürzeren Strecken die Navigation beachtlich vereinfacht.

Die störende Peilstrahlwanderung.

Die Fremdpeilungen im Mittelwellenbereich werden zur Zeit der Dämmerung und während der Nacht durch den Nachteffekt unangenehm beeinträchtigt. Während tagsüber bei den Fremdpeilungen nur die ohne weiteres peilbare Bodenwelle wirksam ist, tritt in den Übergangszeiten und nachts durch Beugung der Wellen an der Ionosphäre die Raumwelle am Peilort störend in Erscheinung. Es entstehen Schwundercheinungen und Peilstrahlwanderungen, die man als Nachteffekt bezeichnet. Diese Erscheinungen werden noch dadurch verstärkt, daß die Flugzeugender häufig mit vertikal geneigten Schleppantennen arbeiten, die bekanntlich eine größere Raumstrahlung als Horizontalantennen aufzuweisen haben. Nachdem gerade zur Nachtzeit und im Winter die Fremdpeilungen sehr wichtig sind, wurden Peilanlagen für fehlerfreie Peilungen eingefetzt.

Impulspeilanlage und Adcock-Peilverfahren.

Als vor einigen Jahren das unabhängig von Plendl (Deutschland) und Ekersley (England) vorgeschlagene Impulspeilverfahren praktische Anwendung fand, wurde es ohne umfangreiche Antennenanlagen möglich, die Bodenwelle getrennt von der Raumwelle zu peilen. Dieses Verfahren nutzt den Wegunterschied zwischen Boden- und Raumwelle aus und setzt voraus, daß der peilende Sender mit bestimmten kurzen Impulsen getastet wird. Da der



Anordnung der Luftfahrt-Peilstellen in Europa nach dem Stand vom Jahr 1938.

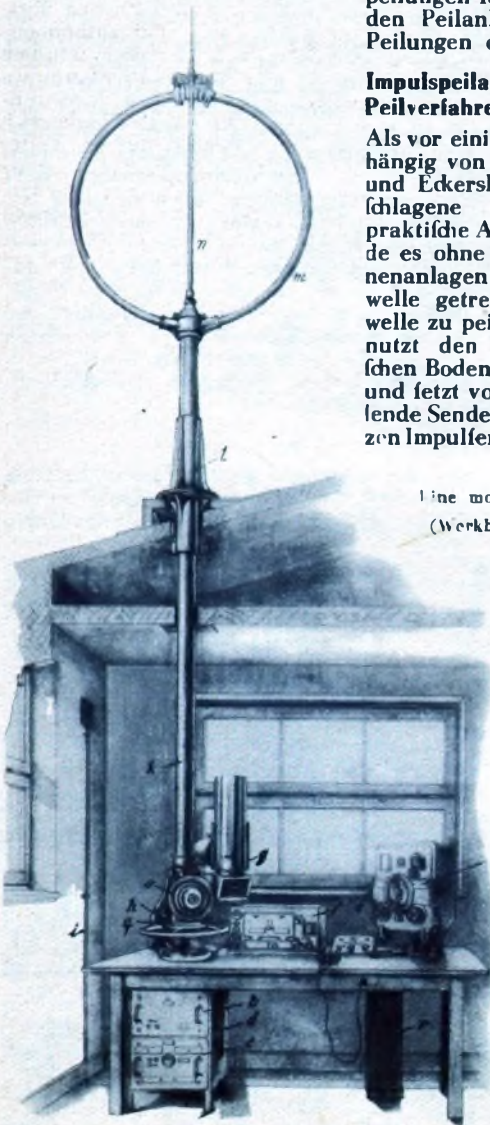
Impuls der Raumwelle zeitlich etwas später am Empfangsort auftrifft als der Impuls der Bodenwelle, ist es möglich, mit der Impulspeilanlage beide nacheinander ankommenden Impulse auf dem Bildschirm einer Braunföhen Röhre getrennt sichtbar zu machen und die Bodenwelle getrennt von der Raumwelle zu peilen. Dieses Verfahren wird heute in vielen Bodenpeilstellen des Flugverkehrsdienstes verwendet, hat leider jedoch zwei grundsätzliche Nachteile. Einmal erfordert es an Bord des Flugzeuges einen besonderen Senderzusatz für die Impulstastung, dann treten durch die Impulsänderungen des übrigen Funkverkehrs ein, abgesehen davon, daß Impulspeilungen längere Peilzeiten benötigen als einfache Gehörpeilungen.

Es wird daher erklärlich, daß für nachteffektfreie Fremdpeilungen die schon länger bekannten Adcock-Peilanlagen aus diesen Gründen sehr wichtig sind. Die Adcock-Peiler verlangen senderseitig keine besonderen Zusatzeinrichtungen, benötigen keine längere Peilzeit als Gehörpeilungen und vermindern den Nachteffekt-Peilfehler auf wenige Grade. Allerdings sind die Antennenanlagen dieses Peilverfahrens ziemlich kostspielig und umfangreich. Auf den Bodenpeilstellen verwendet man besondere Richtantennen, die nur die peilbaren Bodenwellen aufnehmen. Grundsätzlich finden vier an den Ecken eines Quadrates aufgestellte Vertikalantennen, die durch abgeschirmte Horizontalleitungen mit dem Peilhaus in Verbindung stehen, Verwendung. Beim U-Adcock-Verfahren werden die Vertikalantennen isoliert aufgestellt und die horizontalen Zuführungen unter dem Erdboden verlegt. Diese Antennenanlage zeichnet sich durch größere Empfindlichkeit aus. Die Antennen des H-Adcock-Verfahrens bestehen aus vier freitragenden Dipolantennen, wobei die Speiseleitungen horizontal zum Peilhaus geführt werden. Diese letzte Antennenform kommt hauptsächlich für Gelände mit schlechter Bodenleitfähigkeit in Betracht. Voraussetzung für einwandfreie Arbeitsweise bildet bei allen Adcock-Peilantennen die sorgfältige Anlage der horizontalen Zuleitungen, die keine Empfangsspannung aufnehmen dürfen.

Der einfache Funkverkehr

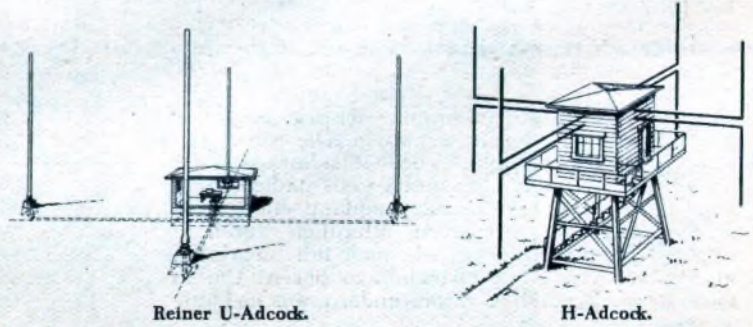
übermittelt als weiteres nicht unwichtiges Flugverkehrsmittel schließlich alle wichtigen Nachrichten für das Flugzeug, namentlich über die Wetterlage auf den Flughäfen, Höhenwinde usw. Mit der Bordfende- und Empfangsanlage können andererseits alle Mitteilungen über den Verlauf des Fluges ständig der Bodenstelle bekanntgegeben werden.

Werner W. Dieffenbach.



Eine moderne Impuls-Peilanlage. (Werkbilder: Telefunken - 5.)

- a Peilempfänger
- b NF-Verstärker
- c Zeittaktgeber
- d Schrank für b u c
- e Bedienungsgerät
- f Betriebsempfänger
- g Braunschweiger Rohr
- h Peiltrieb
- a abgeschirmte Antenne f Betriebsempfänger
- k Peilrahmenschiene
- l Lagerbock
- m Peilrahmenring
- n Hilfsantenne
- o Peilskala
- p Kapfächer Ansichtskast
- q Hallvorrichtung
- r Rubelbrett



Reiner U-Adcock.

H-Adcock.

Ein Ur-Superhet . . .

Liest man irgendeine Buch- oder Zeitschriftenveröffentlichung über die Arbeitsweise des Superhets, so findet man wohl meist ein Schema ähnlich dem in Bild 1 wiedergegebenen: Die Empfangsspannung wird von der Antenne zusammen mit der im Hilfsüberlagerer \bar{U} erzeugten Hilfschwingung dem „1. Detektor“ zugeleitet. Dort erfolgt die Gleichrichtung, dann die Aushebung der niedriger als die Empfangsfrequenz liegenden Zwischenfrequenz am Eingang des Zwischenfrequenzverstärkers ZV, schließlich abermalige Gleichrichtung im „2. Detektor“ und endlich die Niederfrequenzverstärkung (NV) für Lautsprecherwiedergabe (Lspr). Die Bezeichnungen „1. und 2. Detektor“ haben sich in Deutschland nicht gehalten, wohl aber werden sie — trotz Verwendung modernster Mischröhren an Stelle des ersten Detektors — in USA auch heute noch vielfach angewandt.

Bei den Vorarbeiten zu einem Bastelbuch verfiel der Verfasser auf den Gedanken, dem Leser einmal an Hand eines solchen Superhets in seiner ursprünglichen Fassung — mit modernsten Mitteln aufgebaut — die Grundlagen der Superhetschaltung und ihre Arbeitsweise vor Augen zu führen. Da bereits von vorher beschriebenen Versuchen mit einfachen Detektor-Fernempfängern und Röhrenempfängern verschiedene Bestandteile vorhanden waren, wurden diese mit für die Versuche herangezogen. Außerdem sollte die Übersicht durch noch weitergehende Vereinfachung erhöht werden.

Auf dem Papier entstand zunächst das Schema Bild 2, das neben dem Detektorempfänger, also dem ersten Detektor, nur noch den Überlagerer und einen Zwischenfrequenzempfänger, der durch einen zweistufigen Einkreifer (Rückkopplungs-Audion und Endröhre) gebildet wird, enthält. Zwar bestanden zunächst Zweifel, ob außer dem Ortsfender irgend etwas würde empfangen werden können, ob irgendeine nennenswerte Trennschärfe zu erwarten stand u. a. m., aber die Tatsache, daß an der dem Verfasser zur Verfügung stehenden 50 m langen, frei über dem Hof aufgehängten Außenantenne bereits der Primär-Detektorempfänger mit

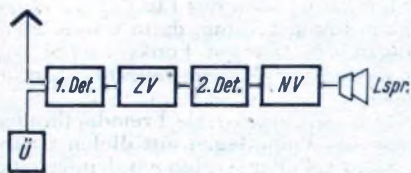


Bild 1. Gebräuchliches Superhet-Schema.

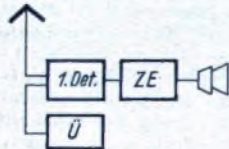
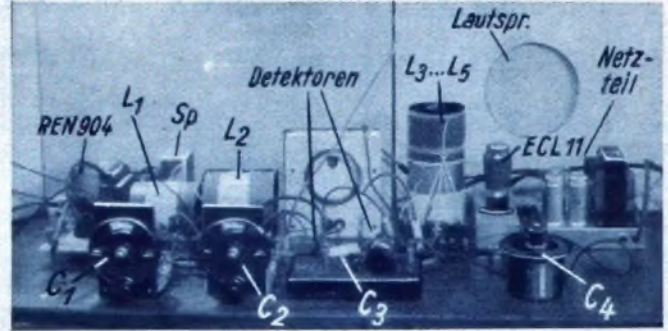


Bild 2. Schema des Ur-Super.

lofer Antennen- und Detektorkreiskopplung unter Zuhilfenahme eines Sperrkreises abends den lautstarken Kopfhörerempfang von etwa 15 Sendern ermöglichte, berechnete zu einigen Erwartungen. So wurde an die Stelle des Kopfhörers der Antenneneingang des Einkreisempfängers gehalten und ein getrennter Überlagerer mit einer Röhre KC 1 und etwa 50 Volt Anodenspannung aufgebaut, der allerdings dann wegen Ausfalls einer Batterie auf die Röhre REN 904 mit Netzanflußbetrieb aus dem Zwischenfrequenzempfänger umgestellt wurde. Letzterer war mit der neuen Röhre ECL 11 bestückt.

Die Abstimmung ging — nach Einstellung des Sperrkreises auf den in etwa 6 km Entfernung befindlichen Ortsfender Berlin-Tegel (der allerdings zur Zeit mit verringerter Leistung wegen Antennenarbeiten sendete) — zunächst so vor sich, daß bei abgestimmtem bzw. verstimmtm Überlagerer und ZF-Empfänger mit Kopfhörer und Detektorgerät allein auf irgendeinen gut zu empfangenden Sender abgestimmt wurde. Dann wurde der Überlagerer in Betrieb gesetzt und seine Abstimmung so lange verändert, bis der Interferenzton — oder richtiger der lauteste von einer großen Zahl von Interferenztönen — hörbar wurde. Damit war ein Anhalt für die Überlagerereinstellung vorhanden, denn beiderseits dieser Einstellung mußte ja die eine der Überlagerereinstellungen für den Empfang mit dem nunmehr anzuschaltenden ZF-Empfänger zu finden sein. Letzterer wurde zunächst auf Langwellenbereich gehalten und die Abstimmungskapazität auf etwa 2000 pF erhöht, so daß die Zwischenfrequenz in der Größenordnung von 70 bis 75 kHz lag, also die „obere“ und „untere“ Überlagerereinstimmung ziemlich nahe der ursprünglichen Einstellung zu finden sein mußten. Die Rückkopplung des ZF-Empfängers wurde bis kurz vor die Schwinggrenze angezogen und jeweils nachgeregelt. Auf diese Weise gelang der Empfang einer recht großen Anzahl von Sendern, allerdings waren so ungefähr alle Pfeifstellen, die man sich theoretisch ausrechnen kann, auch wirklich zu hören! Um so mehr ist demgegenüber zu bewundern, was im Laufe



Mit fliegenden Leitungen wurde der Ur-Superhet aufgebaut, aber die Hauptfläche — er ging!

der Entwicklung aus dem Superhet geworden ist, bei dem man es ja heute schon sehr übel nimmt, wenn überhaupt die eine oder die andere Pfeifstelle einmal zu hören ist.

Das Auftreten so zahlreicher Pfeifstellen konnte an sich natürlich nicht überraschen, denn bei der sehr niedrigen Zwischenfrequenz ist ja der Abstand der Spiegelfrequenzen von den zugehörigen Empfangsfrequenzen recht klein; dazu war praktisch infolge der Gleichrichtung (additiven Mischung) mit weiteren Pfeifstellen zu rechnen, und außerdem bestand in der vorhandenen Anordnung ja praktisch kaum eine Sperrung des Zwischenfrequenzempfängers gegen direkte Aufnahme, wodurch sich weitere Störmöglichkeiten ergaben. Die Tatsache, daß der Oberfrequenzfreiheit des Überlagerers keinerlei besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde, trug zur Vermehrung der Pfeifstellen kaum bei.

Nach Umschaltung des ZF-Empfängers auf den Mittelwellenbereich und Verkleinerung der Kapazität auf etwa 500 pF sowie Verkleinerung der Überlagererripule ergab sich zwar eine etwas geringere Verstärkung entsprechend der höheren Zwischenfrequenz, dafür aber auch eine wesentliche Verminderung der Pfeifstörungen, wie das zu erwarten stand. Zwar ist ihre Zahl und Stärke im Vergleich mit der Störungsfreiheit eines modernen Superhets noch unerhört hoch, immerhin aber gegenüber dem ersten Versuch wesentlich günstiger. Mit diesem Aufbau (Bild 3), der übrigens mit „fliegenden“ Verbindungen auf dem Tisch zusammengehalten war (s. oben), wurde eine Reihe von Empfangsversuchen gemacht, die abends etwa 30 Sender des Mittelwellenbereiches in Lautsprecherstärke und am Tage Leipzig und Prag einwandfrei in den Lautsprecher brachten. Auf dem Langwellenbereich wurden keine Versuche angestellt. Trotz der primitiven Mittel konnte beispielsweise der Sender Straßburg mit nur ganz schwacher Störung durch Berlin zuweilen empfangen werden. Durch geringe Verstimmung des ZF-Empfängers war Pfeifstellen verhältnismäßig leicht auszuweichen; normalerweise wurden nur Abstimmkondensator, Überlagererkondensator und Rückkopplung bedient, allerdings mußten auch Antennen- und Detektorkopplung noch für besten Empfang nachgestellt werden. Die Ankopplung des Überlagerers an den ersten Detektor erfolgte einfach durch Nebeneinanderstellen der großen Zylinderpulven; sie brauchte praktisch nicht geändert zu werden. Als erster Detektor fand ein üblicher Bleiglanzdetektor Verwendung.

Bei der Beurteilung der Empfangsergebnisse ist zu berücksichtigen, daß zur Zeit die Abendsfeldstärken einer ganzen Anzahl von Sendern hoch sind, so daß etwa im August, dem Monat der geringsten durchschnittlichen Feldstärken, mit einem brauchbaren Empfang von nur etwa 10 Sendern zu rechnen sein wird. Immerhin ist dieser Versuch gleichzeitig eine eindrucksvolle Demonstration für den Wert einer guten Antenne!

Rolf Wigand.

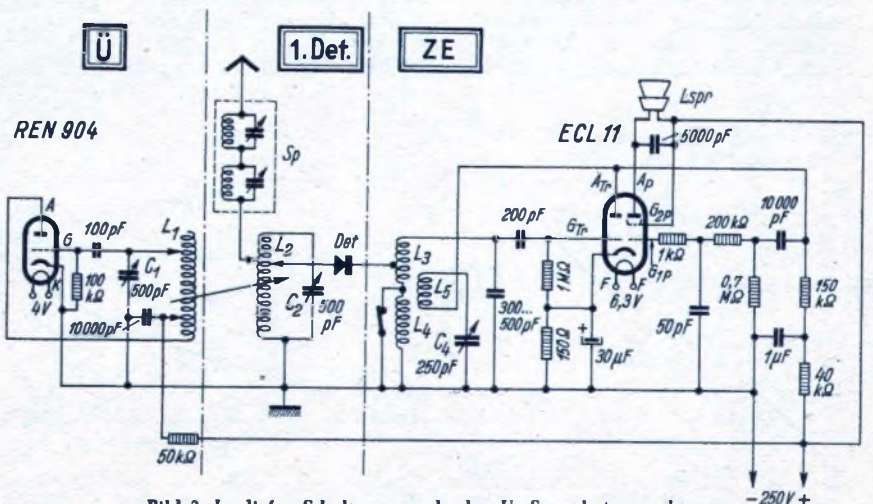


Bild 3. In dieser Schaltung wurde der Ur-Superhet erprobt.

DER SCHWUNDAUSGLEICH

Grundätzliche Wirkung und einfache zahlenmäßige Zusammenhänge

Grundätzliche Wirkungsweise.

Der Schwundausgleich wird mit Hilfe einer Regelgleichspannung durchgeführt, die aus dem Durchschnittswert der verstärkten Empfangsspannung oder der zu ihr gehörigen Zwischenfrequenzspannung gewonnen wird. Die Regelspannung dient als zusätzliche negative Gittervorspannung, die die Steilheit der geregelten Röhren herabsetzt und dadurch die Verstärkung vermindert. Je höher die Empfangsspannung ausfällt, desto weniger verstärkt also der mit Schwundausgleich arbeitende Empfänger. Die Schwankungen des Empfanges werden demgemäß durch entgegengesetzte Schwankungen der Verstärkung ganz oder teilweise ausgeglichen, wobei ein Ausgleich natürlich nur möglich ist, wenn der Empfänger — auf Grund der ihm zur Verfügung gestellten Empfangsspannung und der ihm möglichen Höchstverstärkung — in der Lage ist, seine Endstufe auch während den Zeiten des schwachen Empfanges noch voll auszufeuern. Dies wird nicht immer genügend beachtet. Man trifft z. B. gar nicht selten mit Schwundausgleich ausgerüstete Empfänger an, die an wenig leistungsfähigen Antennen arbeiten müssen und deshalb nicht in der Lage sind, das Abflinken des Empfanges aus einem Überfluß an Antennenpannung auszugleichen.

Die notwendigen Unterlagen.

Um die Zusammenhänge zahlenmäßig überblicken zu können, brauchen wir die nachstehend genannten Unterlagen:

1. Den Wert der Niederfrequenzspannung, der für die Steuerung des Niederfrequenzteiles zur Verfügung stehen muß;
2. den Zusammenhang zwischen dem Wert der Niederfrequenzspannung und dem Wert der regelnden Gleichspannung;
3. die Steilheits-Kennlinien der geregelten Röhren und gegebenenfalls die Steilheitswerte der nicht geregelten Röhren;
4. die anodenseitigen Widerstandswerte, die mit der Steilheit vervielfacht die Verstärkungsgrade ergeben;
5. wenn es uns auf die absoluten Werte der Eingangsspannung ankommt, auch noch die im Eingangskreis oder im Eingangsbandfilter auftretende Spannungsüberhöhung.

In den folgenden Abschnitten werden die Punkte 1 mit 4 einzeln behandelt, woran sich Angaben über deren Auswertung zunächst für Schaltungen ohne Verzögerungsspannung und dann für Schaltungen mit Verzögerungsspannung angeschlossen. Bei der Behandlung der Auswertung wird auch Punkt 5 berücksichtigt.

Die Niederfrequenzspannung für die Endstufe.

Wir beschäftigen uns zunächst mit dem Niederfrequenzspannungshöchstwert, der zur vollen Aussteuerung der Endstufe gehört. Um diese Spannung zu erhalten, ziehen wir für indirekt geheizte Röhren von dem Wert der negativen Gittervorspannung 1,5 V ab, da bei richtiger Anpassung bis zum Gitterstrom-Einsatz angesteuert werden kann und dieser bei rund 1,5 V liegt. Hat eine Endröhre z. B. eine negative Gittervorspannung von 10 V, so beträgt der zur vollen Aussteuerung gehörige Höchstwert der Niederfrequenzspannung $10 - 1,5 = 8,5$ V. Diese Niederfrequenzspannung wird über den Lautstärkeregelner entweder unmittelbar oder über eine oder zwei Niederfrequenz-Verstärkerstufen vom Empfangsgeräth abgenommen.

Da wir auch mit schwacher Tonprägung — sonst sagt man Modulation — zu rechnen haben, wollen wir für verzögerte Regelung voraussetzen, daß die Endstufe für den üblicherweise vorausgesetzten Prägungs- bzw. Modulationsgrad von 30% schon voll angesteuert ist, wenn am Lautstärkeregelner nur $\frac{1}{3}$ der gesamten Niederfrequenzspannung abgenommen wird.

Die für die Endstufe vorgegebene Niederfrequenzspannung muß hierbei gleich dem dreifachen Wert der zur vollen Aussteuerung der Endstufe gehörigen Spannung sein. Also:

$$\text{Höchstwert der Niederfrequenzspannung für die Endstufe} = 3 \times (\text{negative Gittervorspannung der Endstufe} - 1,5).$$

Spannungshöchstwert bei Vorhandensein einer Niederfrequenz-Verstärkerstufe.

Die eben behandelte Spannung ist für unsere Betrachtungen unmittelbar nur maßgebend, wenn sie ohne Vermittlung einer zwischengeschalteten Verstärkerstufe am Empfangsgeräth selbst abgenommen wird. Falls eine Verstärkerstufe benutzt wird, so müssen wir den für die Endstufe ermittelten Höchstwert durch den Verstärkungsgrad dieser Stufe teilen.

Niederfrequenzspannung und Regelspannung.

Die heutigen Regelspannungserzeuger arbeiten mit Zweipolröhren, weshalb wir uns hier auf diese Röhren beschränken können. Führen wir einer mit einer Zweipolröhre arbeitenden Gleichrichterhaltung eine Hochfrequenzspannung zu, so erhalten wir in dieser Schaltung eine Gleichspannung, wobei die Anode der Zweipolröhre negativ wird. Die Gleichspannung ist ungefähr gleich dem durchschnittlichen Höchstwert der Hochfrequenzspannung. Nimmt man — mittleren Verhältnissen gemäß — eine Modulation von 30% an, so beträgt der zugehörige Höchstwert der Niederfrequenzspannung rund $\frac{2}{7}$ des durchschnittlichen Höchstwertes der Niederfrequenzspannung und damit rund $\frac{2}{7}$ der Gleichspannung, die bei der Gleichrichtung auftritt.

Meist wird der in den beiden vorhergehenden Abschnitten behandelte Höchstwert der Niederfrequenzspannung als Ausgangspunkt gewählt, wobei sich die Gleichspannung als das 3,5-fache dieser Spannung ergibt.

Mitunter aber rechnet man — in Erinnerung an die Starkstromtechnik — statt mit den Höchstwerten mit den „wirksamen Werten“, die man gelegentlich leider immer noch als „Effektivwerte“ bezeichnet oder dadurch kenntlich macht, daß man an Stelle von „Volt“ „Volt effektiv“ sagt (Abkürzung: V_{eff}). Die Verwendung der wirksamen Werte setzt voraus, daß sowohl die Hochfrequenzspannung wie auch die Niederfrequenzspannung zeitlich sinusförmig verlaufen, was für die Niederfrequenzspannung fast nie zutrifft. Abgesehen hiervon ist die Verwendung der wirksamen Werte schon deshalb unzweckmäßig, weil diese den Zusammenhang mit der Gleichspannung und mit dem Aussteuerbereich nicht unmittelbar erkennen lassen.

Um das Nachlesen der unzweckmäßigerweise mit V_{eff} geschriebenen Abhandlungen zu erleichtern, sei erwähnt, daß die wirksamen Werte gleich dem 0,7-fachen der Höchstwerte oder die Höchstwerte gleich dem 1,4-fachen der wirksamen Werte sind.

Mit den wirksamen Werten gilt also: Die Gleichspannung ist bei 30% Modulation rund gleich dem 5-fachen der Niederfrequenzspannung.

Fassen wir das in diesem Abschnitt — aber mit dem Höchstwert ausgedrückte — Ergebnis (siehe weiter oben) mit dem Ergebnis des vorhergehenden Abschnittes zusammen, so ergeben sich folgende Zusammenhänge:

Bild 1. Die Steilheits-Kennlinie einer regelbaren Röhre (AK 2).

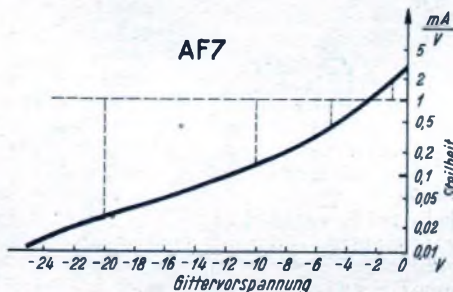
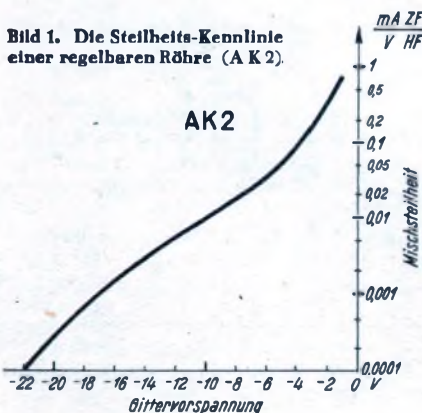


Bild 2. Steilheits-Kennlinie der Röhre AF 7.

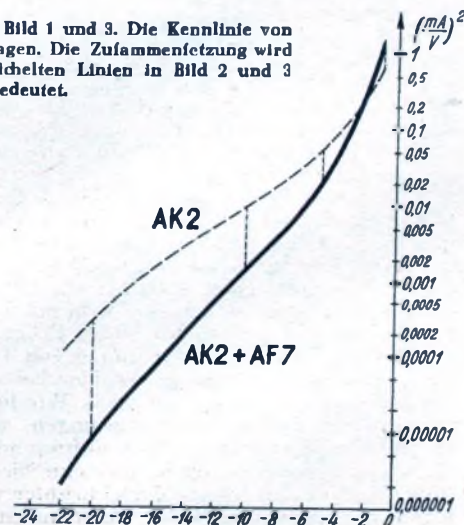


Bild 3. Gesamt-Kennlinie zu Bild 1 und 3. Die Kennlinie von Bild 1 ist gestrichelt eingetragen. Die Zusammenfassung wird durch die senkrechten gestrichelten Linien in Bild 2 und 3 angedeutet.

1. Für den Fall, daß keine Niederfrequenzstufe vorhanden ist:
 Regelnde Gleichspannung = $3,5 \times 3 \times$ (negative Gittervorspannung der Endstufe - 1,5)
 oder, da wir hier $3,5 \times 3$ rund gleich 10 setzen dürfen:
 Regelnde Gleichspannung = $10 \times$ (negative Gittervorspannung der Endstufe - 1,5);
2. für den Fall, daß eine Niederfrequenzverstärkung angewandt wird:
 Regelnde Gleichspannung = $10 \times$ (negative Gittervorspannung der Endstufe - 1,5) : Verstärkungsgrad.

Die Steilheitsangaben.

Für die geregelten Röhren benötigen wir Kennlinien nach Bild 1, wobei zu einer Röhre für den Fall der gleitenden Schirmgittervorspannung mehrere Kennlinien gehören. Für die nicht geregelten Röhren genügt statt der Kennlinie die Angabe der im Arbeitspunkt vorhandenen Steilheit. Bei Mißröhren bezieht sich die Steilheit, wie Bild 1 erkennen läßt, auf den Zwischenfrequenz-Anodenstrom und die Empfangsspannung an dem zu ihr gehörigen Steuergitter.

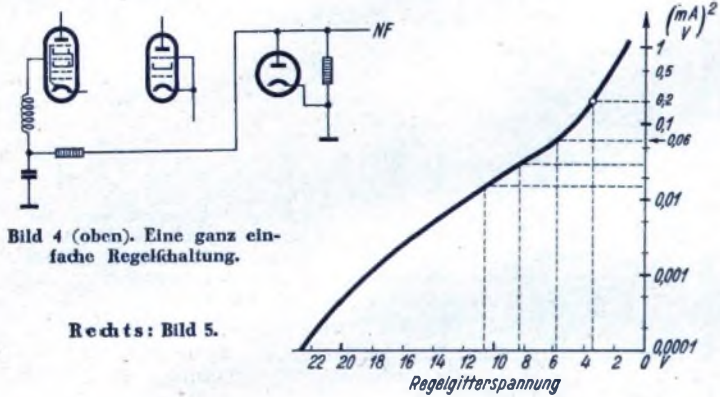


Bild 4 (oben). Eine ganz einfache Regelschaltung.

Rechts: Bild 5.

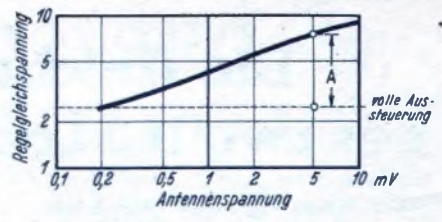
Die Anodenwiderstände.

Der erzielte Verstärkungsgrad folgt daraus, daß man die Steilheit mit dem auf der Anodenseite vorhandenen Außenwiderstand vervielfacht, wobei es wohl stets zulässig ist, den Innenwiderstand der zugehörigen Röhre außer acht zu lassen. Als Außenwiderstände kommen hier Resonanzwiderstände in Betracht, und zwar für die Hochfrequenz-Vorröhre der Resonanzwiderstand eines abstimmbaren Hochfrequenzkreises sowie für die Mißröhre und die Zwischenfrequenzröhren die Resonanzwiderstände der Zwischenfrequenzbandfilter. Von diesen Bandfiltern ist das letzte durch den Empfangsgleichrichter besonders belastet, weshalb sein Resonanzwiderstand den geringsten Wert hat. Für unsere überschlägigen Rechnungen dürfen wir die Resonanzwiderstände der sämtlichen hier genannten Abstimm-Mittel für den Rundfunkwellenbereich mit $0,1 \text{ M}\Omega$ veranschlagen. Tun wir das, so können wir die Einzel-Steilheiten sämtlicher verstärkender Röhren rechnerisch in eine Gesamtkennlinie zusammenfassen. Das geschieht, indem wir die Einzelsteilheiten miteinander vervielfachen. Bei logarithmischem Steilheitsmaßstab entspricht das Vervielfachen einer gewöhnlichen Verschiebung, wie das für Bild 1 und Bild 2 in Bild 3 gezeigt ist. Die Verstärkung ergibt sich in diesem Fall, indem wir den aus den Einzelsteilheiten gewonnenen Gesamtwert so oft mit 100 vervielfachen, als Verstärkungsstufen und damit Einzelsteilheiten vorhanden sind. Ein Beispiel folgt weiter unten.

Die Zusammenhänge, an einem einfachen Fall betrachtet.

Wir betrachten zunächst einen ganz einfachen Fall, der durch die in Bild 4 angedeutete Schaltung gegeben ist. Darin wird die Regelspannung mit Hilfe einer Zweipolröhre erzeugt und anschließend dem zweiten Steuergitter der Achtepol-Miße röhre zugeführt. Zwischen dieser und der Gleichrichterstufe, in der die Regelspannung entsteht, ist eine mit einer Röhre AF 7 bestückte, also nicht geregelte Verstärkerstufe eingefügt. Als Endröhre dient eine solche des Typs AL 4, die über einen Lautstärkeregler unmittelbar von dem Empfangsgleichrichter gesteuert wird. Wir ermitteln zunächst die zu voller Aussteuerung gehörige Regelspannung, wobei wir hier wegen des Fehlens einer Regelspannungsverzögerung einen voll aufgedrehten Lautstärkeregler voraussetzen wollen. Dazu erhalten wir als Höchstwert der Niederfrequenzspannung — bei -6 V negativer Gittervorspannung — $6 - 1,5 = 4,5 \text{ V}$, wozu bei einem Prägungs-(Modulations-)grad von 30% eine Regelgleichspannung von $3,5 \times 4,5 =$ rund 16 V gehört. Diese Regelspannung, die hier bei voller Aussteuerung der Endstufe auftritt, ist viel zu groß. Wir sind deshalb bei Verzicht auf die Verzögerung dazu gezwungen, entweder nur einen Teil der am Empfangsgleichrichter auftretenden Gleichspannung für die Regelung zu verwenden, oder eine Niederfrequenz-Verstärkerstufe zwischen den Empfangsgleichrichter und die Endstufe einzufügen, oder schließlich beide Maßnahmen zu ergreifen.

Rechts: Bild 6.



Wir wollen hier eine Niederfrequenz-Verstärkerstufe wählen. Für diese Stufe nehmen wir eine Verstärkung von 1 : 20 an und setzen einen auf $\frac{1}{3}$ des Höchstwertes eingestellten Lautsprecher voraus. Damit erhalten wir als geringste Regelspannung, die auch bei schwächstem Empfang auftritt, $16 \cdot 3 : 20 = 2,4 \text{ V}$, was zusammen mit einer Grund-Gittervorspannung von $1,1 \text{ V}$ eine Mindest-Gittervorspannung von $3,5 \text{ V}$ ergibt. Bevor wir hiermit weiterfahren, wollen wir die Gesamtsteilheits-Kennlinie aus Bild 1 mit der für die Röhre AF 7 geltenden Steilheit von $1,8 \text{ mA/V}$ entwickeln. Wir schieben also die Kennlinie von Bild 1 um $1,8 \text{ mA/V}$ hinaus und erhalten die in Bild 5 aufgetragene Gesamt-Kennlinie. Die hierin enthaltenen Werte müssen — den beiden Anodenständen von je $100 \text{ k}\Omega$ gemäß — mit $100 \times 100 = 10000$ vervielfacht werden. Zu der negativen Gittervorspannung von $3,5 \text{ V}$ erhalten wir aus Bild 5 einen Wert von $0,2 \text{ (mA/V)}^2$, womit sich eine $0,2 \times 10000 = 2000$ fache Verstärkung ergibt. Der durchschnittliche Höchstwert der Hochfrequenzspannung beträgt somit im vorliegenden Fall am Steuergitter der Röhre $AK 2 2,4 : 2 = 1,2 \text{ mV}$. Wenn durch die Resonanz in der Eingangsschaltung eine Spannungsüberhöhung von 1 : 6 auftritt, so bedeutet das eine Antennenspannung von $1,2 : 6 = 0,2 \text{ mV}$ oder $200 \mu\text{V}$.

Nun habe die Spannung am Empfangsgleichrichter den doppelten Wert. Dazu gehört auch die doppelte Regelspannung, so daß die gesamte Gittervorspannung der Röhre $AK 2 1,1 + (2 \times 2,4) = 5,9 \text{ V}$ beträgt. Das gibt aus der Kennlinie von Bild 5 einen Wert von rund $0,06 \text{ (mA/V)}^2$, wozu eine Verstärkung von $0,06 \times 10000 = 600$ und eine Antennenspannung von $2 \times 2,4 : (6 \times 0,6) =$ rund $1,3 \text{ mV}$ gehören.

Wir können diese Rechnung nun auch noch für den dreifachen und vierfachen Wert der ursprünglich am Empfangsgleichrichter angenommenen Spannung durchführen. Das entspricht den in Bild 5 gestrichelten Linien. Hiermit erhalten wir eine genügende Anzahl von Wertepaaren, um die in Bild 6 gezeigte Regelkennlinie der von uns angenommenen Schaltung zeichnen zu können. Diese Kennlinie macht es deutlich, daß der Schwundausgleich im vorliegenden Fall nicht sehr stark ist: Für eine Schwankung der Antennenspannung von $0,2$ bis 10 mV ergibt sich immer noch eine Schwankung der Spannung am Gleichrichter von $2,4 \text{ V}$ bis $9,6 \text{ V}$. Wegen des verhältnismäßig kleinen Ausgleichsgrades folgt hier entweder für kräftigen Empfang eine Übersteuerung der Endstufe, oder für schwachen Empfang ein merkliches Abinken der Lautstärke.

Wir waren bei unserer Berechnung davon ausgegangen, daß die Endstufe bei schwachem Empfang ($0,2 \text{ mV}$ Antennenspannung) voll ausgesteuert ist. Daraus folgen bei stärkerem Empfang nennenswerte Übersteuerungen. Um die Ergebnisse für den Fall zu erhalten, daß die Endstufe erst z. B. für eine Antennenspannung von 5 mV voll ausgesteuert wird, brauchen wir die gesamte Kennlinie in Bild 6 nur um die Strecke A nach unten zu schieben.

Wir haben nun kennengelernt, wie man den Schwundausgleich eines Empfängers rechnerisch erfaßt. Wir beschränkten uns dabei auf einen Schwundausgleich ohne Verzögerung und auf eine einzige geregelte Stufe. Ein weiterer Aufsatz zeigt uns zunächst, in welcher Weise man durch Verwendung mehrerer Regelstufen und durch Verzögerung der Regelspannung beträchtliche Vorteile erlangen kann. Daran anschließend werden wir uns mit der Frage der Anordnung der geregelten Stufen im Empfänger und endlich mit der Entwicklung praktisch wichtiger Regelschaltungen befassen, wofür uns Auszüge aus Industriefschaltbildern als Beispiele dienen.
 F. Bergtold.

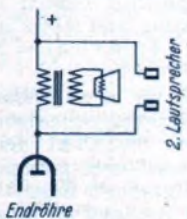
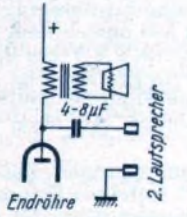
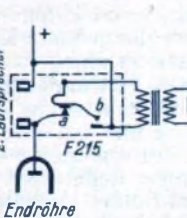
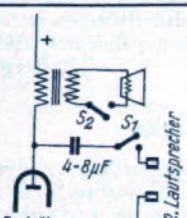
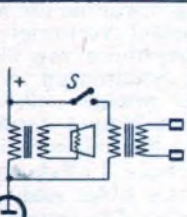
Deutsche Studio-Anlagen für Rom und Turin

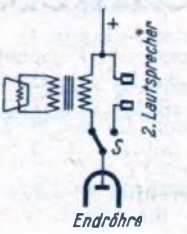
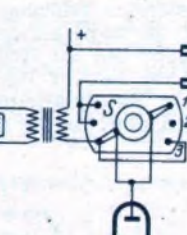
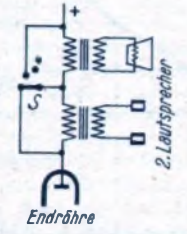
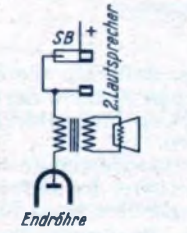
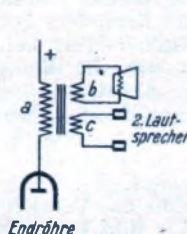

Von der EIAR (Ente Italiano Audizioni Radiofoniche) wurden bei Telefunken Studio-Anlagen für die Rundfunkstudios Rom und Turin in Auftrag gegeben. In diesen Tagen sind die Entwicklungs- und Fabrikationsvorbereitungsarbeiten beendet worden. Bei der Durchbildung der Verstärker für diese Anlagen wurden die neuesten Entwicklungsergebnisse auf diesem Gebiet verwertet. Die Durchführung der für die gleichzeitige Abwicklung von bis zu acht Rundfunkprogrammen erforderlichen Schaltungen erfolgt nach einem fernbedienten, also mehr oder weniger selbsttätig arbeitenden System. Dieses System ist gekennzeichnet durch die Verwendung hierzu eigens entwickelter logen. Spezialtonrelais. Die Fabrikation selbst wird nach den Berliner Unterlagen in Mailand durchgeführt, um der Forderung der EIAR nach weitgehend nationaler Fertigung gerecht zu werden. Die ersten Teile der Anlage wurden soeben fertiggestellt und von der EIAR glänzend begutachtet. Die Inbetriebnahme der Studioanlagen wird noch im Laufe dieses Jahres erfolgen.

Die Anschaltung des zweiten Lautsprechers

Jeder zeitgemäße Rundfunkempfänger der Industrie besitzt heute einen Anschluß für einen zweiten Lautsprecher, und zwar liegen die Anschaltbuchsen für den zweiten Lautsprecher zumeist einfach der Primärspule des Ausgangstransformators parallel. Dies hat folgende Nachteile:

1. Die Zuleitung zum zweiten Lautsprecher steht unter einer Spannung von 250 Volt gegen Erde. Bei den heutigen starken Endröhren mit 40 mA Anodenstrom muß demnach diese Leitung starkstrommäßig verlegt werden.
2. Wird der zweite Lautsprecher eingeschaltet, so spielt der eingebaute Lautsprecher auch stets mit. Es ist also nicht möglich, nur den zweiten Lautsprecher oder an dessen Stelle ein Schneidgerät für Schallplattenfölbstufnahme zu betreiben.
3. Der Ausgangstransformator des eingebauten Lautsprechers ist der Endröhre des Empfängers angepaßt. Durch die Zuschaltung des zweiten Lautsprechers wird diese Anpassung verschlechtert. Wenn auch Abweichungen bis zu 50 v. H. sich noch nicht ungünstig auswirken, so bietet eine richtige Anpassung doch immer den Vorteil bester Ausnützung der Endröhre. Der Bastler, aber auch der handwerklich nicht ganz ungeübte Rundfunkhörer, kann nun den zweiten Lautsprecheranschluß leicht so durchführen, daß er allen Anforderungen entspricht. Die Kosten

	<p>Bild 1: Die in Industrie-Empfängern allgemein vorhandene Schaltung. - Die Anschaltbuchsen für den zweiten Lautsprecher liegen parallel zur Primärspule des Ausgangstransformators und führen die volle Anodenpannung. Lautsprecherleitungen müssen starkstrommäßig verlegt werden. Durch Anschaltung des zweiten Lautsprechers wird Anpassung verschlechtert.</p>
	<p>Bild 2: Spannungstreie Anschaltung des zweiten Lautsprechers über ausreichend großen Blockkondensator. Normaler Zimmerleitungsdraht genügt für Leitung. Als Rückleitung kann auch eine gute Erde benutzt werden. Anpassung wie in Bild 1.</p>
	<p>Bild 3: Durch eine Doppelschaltbuchse (F 215) wird hier erreicht, daß bei Einführung des Anschlußsteckers des zweiten Lautsprechers der Kontakt a öffnet und der Kontakt b den eingebauten Lautsprecher kurzschließt. Es kann also stets nur ein Lautsprecher spielen. Anpassung immer richtig (Ausgangstransformator des zweiten Lautsprechers muß natürlich der Endröhre des Empfängers angepaßt sein).</p>
	<p>Bild 4: entspricht Bild 2. Durch Schalter S₁ kann zweiter Lautsprecher, durch Schalter S₂ eingebauter Lautsprecher abgeschaltet werden.</p>
	<p>Bild 5: Für zweiten Lautsprecher ist besonderer Übertrager eingebaut, der Endröhre und Lautsprecher angepaßt sein muß. Besitzt zweiter Lautsprecher ein niederohmiges dynamisches System, so darf Leitung zum zweiten Lautsprecher nicht länger als 20 m sein (starken Draht verwenden!). Durch S wird zweiter Lautsprecher abgeschaltet. Ein zweiter Schalter (S₂ in Bild 4) kann zur Ausschaltung des eingebauten Lautsprechers ebenfalls vorgesehen werden.</p>

	<p>Bild 6: Der einpolige Umschalter ermöglicht, entweder den eingebauten oder den zweiten Lautsprecher spielen zu lassen. Es ist zweckmäßig, wenn keine Kontakte so eng beieinander stehen, daß der Anodenstrom der Endröhre beim Umschalten nicht unterbrochen wird, dann können in der Mittelstellung des Schalters auch beide Lautsprecher gleichzeitig arbeiten. Im übrigen Nachteile wie Bild 1 (Spannung auf Leitung, Verschlechterung der Anpassung).</p>
	<p>Bild 7: Der Umschalter S übernimmt hier folgende Aufgaben: Stellung 1: Der eingebaute Lautsprecher ist eingeschaltet. Stellung 2: Der zweite Lautsprecher arbeitet. Stellung 3: Beide Lautsprecher sind parallel geschaltet.</p>
	<p>Bild 8: Hier ist für den zweiten Lautsprecher ein Ausgangstransformator eingebaut, der mit dem des eingebauten Lautsprechers in Reihe geschaltet ist. Durch den Schalter S kann wahlweise je ein Lautsprecher kurzgeschlossen werden, so daß also dieselben Schaltmöglichkeiten wie in Bild 7 erreicht werden.</p>
	<p>Bild 9: Auch hier wird der zweite Lautsprecher in Reihe mit dem eingebauten Lautsprecher geschaltet. Es wird eine sog. Röhrenschutzbuchse verwendet, die bei herausgezogenem Stecker über einen eingebauten Kontakt nach der anderen Buchse weiter verbindet.</p>
	<p>Bild 10: Eine außerordentlich günstige Schaltung, die einen Ausgangstransformator mit drei Wicklungen erfordert. Wicklung a ist der Endröhre angepaßt; Wicklung b dem eingebauten Lautsprecher. Wicklung c entspricht dem zweiten Lautsprecher (siehe Erläuterung zu Bild 5) oder ist — bei größeren Entfernungen zwischen Empfänger und zweiten Lautsprecher — für Leitung bemessen. Durch Schalter in b und c (siehe Bild 4) kann jeder Lautsprecher einzeln abschaltbar gemacht werden.</p>
	<p>Bild 11: Hier schließlich eine Schaltung*), die ebenfalls allen Ansprüchen genügt. Der Umschalter U führt folgende Schaltungen aus: Stellung 1: Der eingebaute Lautsprecher ist eingeschaltet. Stellung 2: Beide Lautsprecher sind parallel geschaltet. Stellung 3: Der zweite Lautsprecher arbeitet. Stellung 4: Beide Lautsprecher sind hintereinander geschaltet. *) Diese Schaltung ist in dem Zweifender-Empfänger „Gral“ verwendet worden (siehe FUNKSCHAU 1939, Heft 14).</p>

hierfür sind gering, und es sind hierzu nur wenige Leitungen zu verlegen. Den beistehenden Abbildungen kann der Leser die für ihn geeignete Schaltung entnehmen.

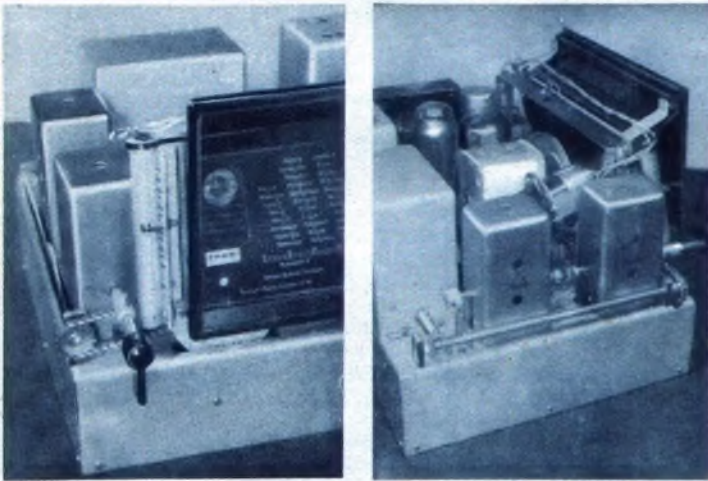
Die beiden Buchsen für den zweiten Lautsprecheranschluß sowie der etwa in Frage kommende Schalter sind schnell nachgezogen. Als Lautsprecherstecker ist der VDE-mäßige Stecker mit drei Stiften (Blindstift in der Mitte) zu benutzen. Zwischen den Lautsprecherbuchsen ist für den Blindstift eine Bohrung vorzusehen.

Hans Sutaner.

Der Bereichsmelder im »Weltmeister«

In selbstgebauten Rundfunkgeräten macht man im allgemeinen von einem Bereichsmelder weniger Gebrauch, da die konstruktiven Schwierigkeiten nicht unerheblich sind und sich bei Rundfunkgeräten ohne Kurzwellenteil meist nicht lohnen. Sobald aber ein Empfangsgerät mehrere Kurzwellenbereiche besitzt, wie dies bei den drei Kurzwellenbereichen im Sechskreis-Fünfröhren-Super „Weltmeister“¹⁾ der Fall ist, bedeutet ein Bereichsmelder eine beträchtliche Bedienungs erleichterung, so daß sich die zusätzliche Mühe und Unkosten unbedingt bezahlt machen.

Beim Einbau eines Bereichsmelders bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten, von denen jede ihre Vorzüge und Nachteile hat. In Selbstbauempfängern findet man häufig die elektrische Bereichsanzeige mit einem Mehrfachschalter, der mit dem Wellenschalter gekoppelt ist und verschiedenfarbige Skalenlämpchen je nach dem gewählten Wellenbereich einschaltet. Ein Bereichsanzeiger dieser Art ist verhältnismäßig einfach auszuführen, erfordert allerdings einen erhöhten Aufwand an Wellenschalterkontakten oder einen zusätzlichen Schalter und eine Skala mit entsprechenden Ausschnitten für die einzelnen Lämpchen. Nachdem die im „Weltmeister“ benutzte Flutlichtkala Ausschnitte für die Anordnung von sechs verschiedenen Lämpchen nicht besitzt, kommt dieses Verfahren der Bereichsanzeige nicht in Betracht.



Die beiden Bilder lassen alle Einzelheiten des Bereichsmelders gut erkennen.

Eine andere Art der Bereichsanzeige erzielt man auf mechanische Weise dadurch, daß beispielsweise eine mit dem Wellenschalter mechanisch gekuppelte Drehscheibe im Blickfeld der Abstimmkala die einzelnen Bereiche anzeigt. Dieses Prinzip wurde beim Bereichsmelder für den Sechskreis-Fünfröhren-Super angewandt, nachdem die verwendete Flutlichtkala unter dem Magischen Auge einen Ausschnitt sowie an der Rückseite der Skala eine Drehscheibe besitzt. Die einfachste Lösung des mechanischen Bereichsmelders ergäbe sich, wenn an Stelle der ZF-Transformatoren die beiden HF-Transformatoren für den Vorkreis und Oszillator angeordnet wären. Es würde dann die Befestigung eines Kettenrades auf der Wellenschalterachse für den Antrieb der Bereichsanzeigehelpe genügen. Beim Entwurf der Konstruktion wurde auch diese Möglichkeit erwogen, jedoch verworfen, da die kleinen Abmessungen des Empfängergeräts nicht beibehalten werden könnten, ferner die Verlegung des Bandbreitenreglerknopfes auf die linke oder rechte Seite bei der Bedienung recht ungünstig wäre.

Wie die Bilder zeigen, ist es jedoch auch bei parallel zur Frontplatte liegender Wellenschalterachse einwandfrei möglich, mit der Wellenbereichschaltung den Bereichsmelder an der Abstimmkala zu betätigen. Zu diesem Zweck erhält die Wellenschalterachse auf der Seite der ZF-Transformatoren ein Kegelzahnrad. In einem Winkel von 90 Grad befestigen wir mit etwa 10 mm Abstand eine 220 mm lange Metallachse mit 6 mm Durchmesser. Sie läuft in zwei Lagern, die sich in der Höhe der Wellenschalterachse befinden. Die beiden Achsenträger erhalten unten je zwei Gewindelöcher für 3-mm-Schrauben und werden von der Unterseite des Aufbaugestelles her auf dem Gestell festgedraht. Beim Einbau der Achse

muß allerdings der Federkontakt für die automatische Ein-Ab-schaltung des Klangfarbenkondensators vom Bandbreitenregler aus abmontiert und, wie das Bild zeigt, unterhalb des Aufbau-gestells, jedoch an gleicher Stelle eingebaut werden derart, daß der Federkontakt aus dem Gestell herausragt und von der Schalt-nocke des Bandbreitenreglers betätigt werden kann. Während am rückwärtigen Ende der Achse ein weiteres Kegelzahnrad ange-bracht wird, befestigen wir am anderen Achsende ein Ketten-rad (Durchmesser 24 mm) mit Nabe. Danach legen wir die Band-kette auf, die den Bereichsmelder betätigt. Um einen einwandfreien Transport zu erzielen, müssen wir die Kette so anbringen, daß die Öfenenden der Bandkette, von oben aus betrachtet, unten liegen. Zur Abstimmkala werden durchsichtige Bereichsbildchen mitge-liefert, die wir schließlich auf der Bereichsmelderscheibe der Skala mittels Cohesin festkleben. Nachdem hinter dem Bereichsmelder eine Skalenlampe am Skalenrahmen befestigt ist, leuchtet der Be-reichsmelderauschnitt bei der Einschaltung des Gerätes hell auf. Die einzelnen Bereichsbezeichnungen erscheinen daher auch aus einiger Entfernung vom Gerät betrachtet sehr deutlich.

Werner W. Diefenbach.

Das Meßgerät

Der Umbau von Meßinstrumenten

Wie ermittelt man den Wert des Endauschlags?

Der Rundfunkmechaniker und -Baftler hat ab und zu die Mög-lichkeit, einen Gelegenheitskauf in Meßinstrumenten zu machen. Wir wollen annehmen, es handelt sich dabei um ein Drehspul-instrument, z. B. um ein mA-Meter mit dem Endauschlag 250 mA oder um ein Voltmeter mit dem Endauschlag 150 Volt. Fast in jedem Fall wird dabei der neue Besitzer den Umbau des Dreh-spulinstrumentes in ein Instrument mit mehreren Meßbereichen oder einen besonders gut geeigneten Meßbereich beabsichtigen. Um zu erfahren, ob das umzubauende Drehspulinstrument als Spannungsmesser mit mehreren Meßbereichen für unsere funk-technischen Arbeiten in Betracht kommt und um gleichzeitig die dann nötigen Vorhaltwiderstände ausrechnen zu können, müssen wir den Endauschlag des Meßwerks allein kennen.

Zu diesem Zweck ist es nötig, das Instrument zu öffnen und alle vorhandenen Vor- und Nebenwiderstände mindestens einseitig abzulöten, so daß die Drehspule allein angeschlossen werden kann. An diese Drehspule wird jetzt mit größter Vorsicht eine zunächst kleine Spannung gelegt, wobei der mit ihr starr ver-bundene Zeiger natürlich ausschlägt. Wir erhöhen die Spannung so weit, bis der Zeiger bis zum Ende ausschlägt und messen mittels eines guten Strommessers (0 bis 2 oder 0 bis 5 mA) die dabei durch die Drehspule fließende Stromstärke, z. B. 3,6 mA. Nach dem Ohmschen Gesetz $R = U : I$ können wir nun auf die bekannte Weise den oder die Vorhaltwiderstände für die Meß-bereiche, die wir herstellen wollen, ausrechnen, z. B. für den Meß-bereich 0 bis 500 Volt:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{500}{0,0036} = 139\,000 \Omega.$$

Hievon müßte allerdings — genau genommen — der Ohmsche Widerstand der Drehspule selbst — etwa 10 bis 100 Ω — abge-zogen werden; aber das ist praktisch nur bei ganz kleinen Span-nungsmessbereichen nötig. Dagegen müssen die Vorwiderstände hinsichtlich ihrer Belastbarkeit zwei- bis viermal größer gewählt werden, als dies an sich nötig erscheint, denn sie sollen sich während des Betriebs nicht merklich erwärmen und ihren Wert nicht ändern. Hierauf wird meist zu wenig geachtet! Außerdem müssen die Vorwiderstände selbstverständlich eine Genauigkeit von beispielsweise ± 1 v. H. ihres aufgedruckten Wertes besitzen. Die Aufgabe besteht also darin, an die Drehspule allmählich ansteigend eine erst sehr kleine Spannung anzulegen und diese äußerst vorsichtig zu steigern, damit die Spannung keinesfalls plötzlich zu sehr ansteigt und der Zeiger gegen den Endauschlag „knallt“. Die Spannung muß z. B. mit 0,01 Volt beginnen und langsam erhöht werden können, da man ja damit rechnen muß, daß das Drehspulmeßwerk sehr empfindlich ist und schon bei geringen durchfließenden Stromstärken bis zum Ende ausschlägt.

¹⁾ Siehe die Bauanleitung in Heft 20 und 21 der FUNKSCHAU.

Einzelteilliste zum Bereichsmelder

Fabrikat und Typ der im Mustergerät verwendeten Einzelteile teilt die Schriftleitung auf Anfrage gegen Rückporto mit. Bezahlen Sie diese Einzel-teile durch Ihren Rundfunkhändler! Sie erhalten sie hier zu Originalpreisen.

- 2 Kegelzahnräder
- 1 Achse, 6 mm Durchmesser, 220 mm lang
- 1 Kettenrad für Bereichsanzeige, 24 mm Durchmesser
- 1 Bandkette etwa 40 cm lang

Bild 1. Der einfache Auf-bau des Kupfer-Zink-Ele-mentes mit den angechal-teten Instrumenten.





Bild 2. In dieser Schaltung können die elektrischen Werte eines Drehspul-Meßwerkes festgestellt werden.

Man könnte als Spannungsquelle eine Tauchenlampenbatterie von 1,5 bis 4,5 Volt Spannung benutzen und ihr einen Drehspannungsteiler von beiläufig 50 bis 100 Ω Gesamtwert parallel schalten. Das durchzumessende Drehpulmeßwerk mit einem dazu in Reihe liegenden mA-Meter als Normalinstrument würde dann an den Schleifer und ein Ende dieses Drehspannungsteilers gelegt und die Spannung von Null ausgehend allmählich erhöht werden. Es kann aber fein, daß wir keinen solchen Spannungsteiler zur Hand haben oder dieser einen zu hohen Ansprungwert besitzt, so daß wir Behelfsmäßigungen des vielleicht sehr hochwertig aussehenden Meßwerkes befürchten.

Der Verfasser verwendet deshalb ein Wasserglas und füllt es mit Leitungswasser. Dann wird ein Kupfer- und ein Zinkstück (Reste von der Größe eines alten Fünfmärkstückes bis einer halben Postkarte) in das Wasser getaucht, wobei aber die oberen Ränder aus dem Wasser herausstehen sollen; daran werden zwei Leitungen befestigt. Wir fertigen uns also ein ganz einfaches galvanisches Element an. Je nach der Größe der beiden Platten und ihrem Abstand voneinander fließt jetzt (eine beschränkte aber mehr als ausreichende Zeit lang) ein Strom von Bruchteilen eines mA bis gut 1 mA durch das angeschaltete und zu untersuchende Meßwerk und den damit in Reihe liegenden Normal-Strommesser. Dabei kann nichts geschehen. Wenn wir aber besonders vorsichtig fein wollen, dann stellen wir die beiden Platten zuerst einmal in ein trockenes Glas und schütten langsam Wasser zu. Wir könnten so selbst die Endauschläge von äußerst empfindlichen Instrumenten messen.

Nehmen wir an, das abzugleichende Instrument habe eine Skala von 0 bis 100 Grad. Nach der Anschaltung an unser Element zeigt sich ein Ausschlag von sagen wir 37 Grad. Der mit dem zu untersuchenden Instrument in Reihe liegende Strommesser zeigt einen Ausschlag von z. B. 1,1 mA an. Wir könnten jetzt zwar ausrechnen, welche Stromstärke durch die beiden Instrumente fließen würde, wenn der Zeiger des abzugleichenden Instrumentes auf 100 Grad stünde; aber dies ist ungenau. Die Skaleneichnungen der Drehpulinstrumente sind nicht völlig gleichmäßig. Besser ist es, durch Zufüttern von Kochsalz oder Akkumulatoren säure (tropfenweise) die Spannung des Elementes und damit die Stromstärke immer höher zu treiben, bis der Zeiger des abzugleichenden Instrumentes auf genau 100 Grad steht. Jetzt lesen wir schnell (obgleich es auf eine Sekunde nicht ankommt) am Normal-Strommesser ab, welche Stromstärke fließt, z. B. 3 mA. Dieser Wert ist also in die obige Formel einzusetzen.

Man könnte — dies sei nur nebenher erwähnt — auch noch einen hochwertigen Spannungsmesser parallel zu unserem behelfsmäßigen Element schalten und wäre dann unter Berücksichtigung des bekannten Widerstandes des Normal-Strommessers imstande, den Ohmischen Widerstand der Drehspule des abzugleichenden Instrumentes und seine Spannungsempfindlichkeit festzustellen bzw. auszurechnen. Das ist jedoch praktisch nicht besonders wertvoll, denn der Umbau eines Drehpulinstrumentes auf verschiedene Strommeßgeräte geschieht zweckmäßig durch Versuche, weil in den meisten Fällen die Meßmittel zur genauen Untersuchung kleinster Widerstände fehlen, wie sie als Nebenwiderstände (Shunts) gebraucht werden. Immerhin sei auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht.

Erich Wrona.

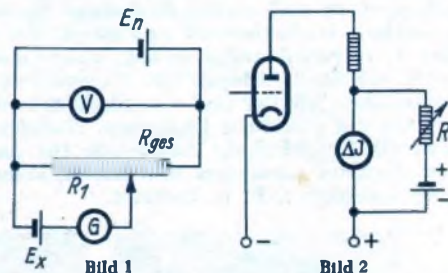
Wir messen mit Kompensationschaltungen

Gleichspannungen.

Gleichspannungsmessungen ohne Energieentnahme aus der zu messenden Spannungsquelle werden mit Hilfe des Kompensationsverfahrens durchgeführt. Der Meßspannung wird eine gleich große, leicht zu messende Spannung entgegengesetzt. Poggendorf gab schon 1841 die noch heute allgemein gültige Kompensationschaltung an.

Wir messen also nach diesem Verfahren die wirklichen nicht durch den Stromverbrauch des Meßinstruments gefälschten Spannungen von Batterien oder auch solche Spannungen, die an hochohmigen Widerständen stehen.

E_n ist die Spannung unserer Normalspannungsquelle, Batterie oder Gleichstromnetz; sie wird mit einem Spannungsmesser gemessen und an einen Spannungsteiler gegeben. Die zu messende Spannung legt man mit gleicher Polung über ein Galvanometer G (empfindlicher, ungeeichteter Strommesser) an den Spannungsteilerabgriff. Durch Verstellen dieses Abgriffes wird Stromlosigkeit im Galvanometerzweig eingestellt (Bild 1).



Dann errechnet man aus den Spannungen und dem Widerstandsverhältnis die Größe der unbekanntem Spannung:

$$E_x = E_n \frac{R_1}{R_{ges}}$$

Stromänderungen.

Ebenso wichtig ist für Messungen in der Funktechnik das Kompensationsverfahren nach der Unterdrückungsmethode, die erst später von Brooks (1906) entwickelt wurde. Es wird hier der Anfangsbereich einer Spannungs- oder Strommessung unterdrückt, der Restbetrag dagegen gemessen.

Es sollen z. B. kleinste Anodenstromschwankungen gemessen werden (Bild 2). Man unterdrückt einen großen Teil des Hauptstromes durch Entgegenhalten eines durch R regelbaren Kompensationsstromes; den Restbetrag kann man dann an einem empfindlichen Meßinstrument ablesen.

Bei dieser Schaltung ist zu beachten, daß bei Unterbrechung eines Stromkreises das empfindliche Meßinstrument durch den gesamten anderen Strom überlastet wird. Der Vorwiderstand R im Kompensationskreis soll mindestens 5 bis 10 mal so groß sein, wie der Innenwiderstand des Instrumentes; andernfalls wird der Meßfehler durch den Nebenwiderstand zu groß.

Nach diesem Meßverfahren lassen sich bei Strömen bis einigen 100 mA Stromschwankungen von $\Delta J = 0,01$ mA und weniger messen.

C.-H. Sturm.

FUNKSCHAU - Briefkasten

Da manche unserer Leser ihre Anfragen noch nach München richten, sei heute an dieser Stelle mehrfach erschienene Mitteilung wiederholt, daß alle technischen Auskünfte, einschließlich derjenigen über bestimmte Herstellerfirmen, von der Schriftleitung FUNKSCHAU, Potsdam, Straßburger Straße 8, erteilt werden. Alle Anfragen - auch die Anforderung von Einzelteilisten - sind deshalb an die Schriftleitung in Potsdam zu richten.

Während reinen Bezugsquellen-Anfragen und Anforderungen von Stücklisten nur Rückporto - am besten in Form einer 12 Pfg.-Briefmarke - beigelegt zu werden braucht, muß für alle weiteren Anfragen die Auskunftgebühr von 50 Pfg. - ebenfalls in Briefmarken - eingesandt werden. Bei der großen Fülle von Anfragen, die täglich an uns gelangen, sehen wir uns außerstande, in Zukunft Auskünfte zu erteilen, wenn die Gebühr nicht beiliegt.

Radio - Holzingen
führt alle Rundfunkgeräte

Radio - Holzingen
unterhält ein großes Lager von Schallplatten

Radio - Holzingen
hat elektr. Kühlschränke, Hand- u. Mundharmonikas, Akkordeons

Radio - Holzingen
betreut den Bastler

Fordern Sie kostenfrei Druckschriften über das, was Sie interessiert! Prompter Versand!

Radio - Holzingen
das große Versandhaus, München Bayerstraße 15, Ecke Zweigstraße Telefon 59259 und 59269

Vier fünfen einen
Rundfunkaufmann?

Veröffentlichen Sie Ihr Angebot in der »Funkschau«!

Der Preis für »Stellen-Anzeigen« ist bedeutend ermäßigt!

Eine Anzeige in dieser Größe

kostet z. B.
nur Mk. 3.75



Achtung, Bastler!

1 Funkschau - Garant - Chassis, fertig montiert mit Röhren, sehr günstig zu verkaufen. Anfragen erbeten unter M 15 an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Wenn Sie

Einzelteile für ein Gerät kaufen, das die FUNKSCHAU veröffentlicht,

beziehen Sie sich immer auf die FUNKSCHAU!

Fachlieferungen sind dann ausgeschlossen, denn auch Ihr Rundfunkhändler liest die FUNKSCHAU!