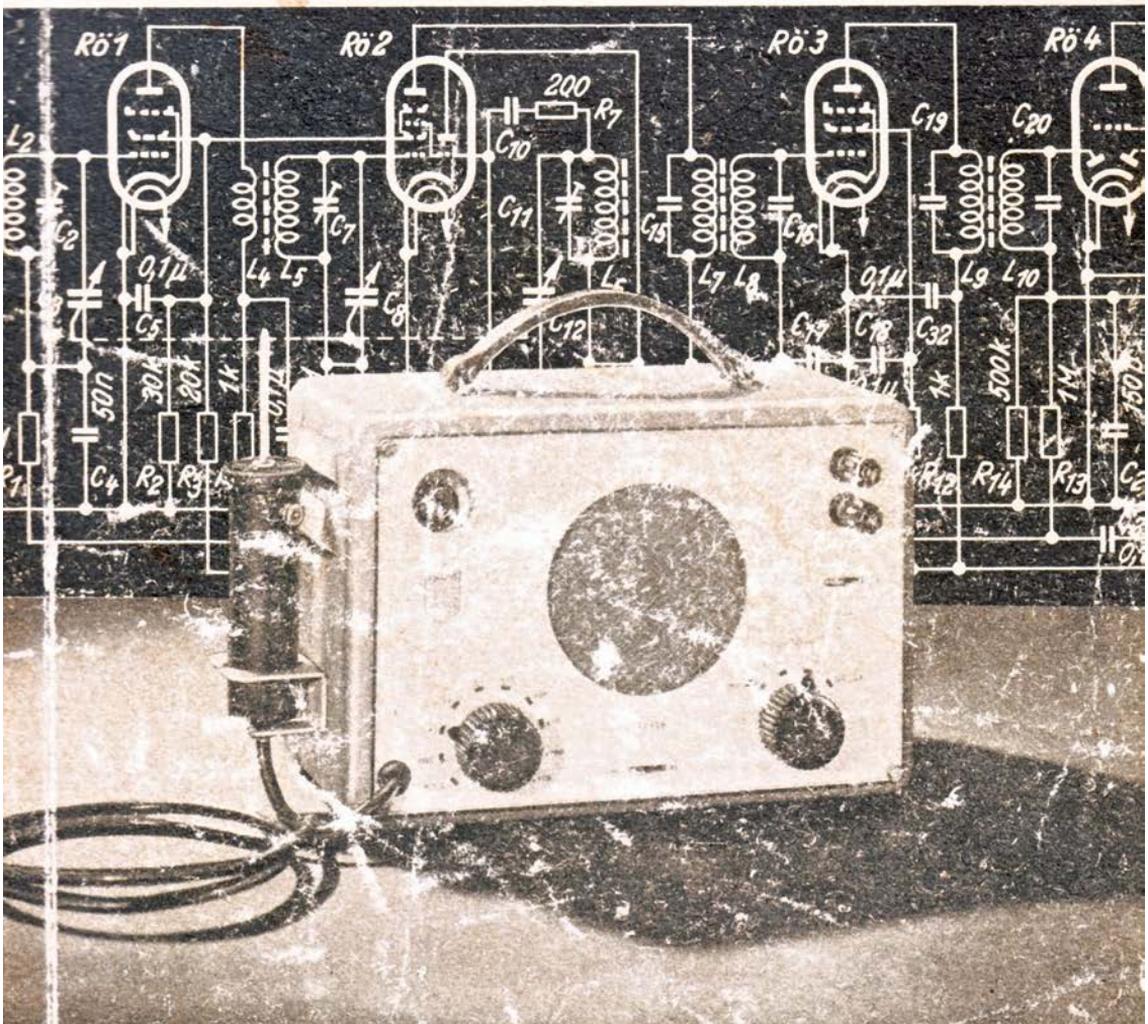


radio
PRAKTIKER
bücherei

DR. A. RENARDY
Fehlersuche
durch Signalverfolgung
und Signalführung



37/38

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN



radio PRAKTIKER bücherei

Um dem neu entstandenen Bedürfnis zu dienen, über wichtige und aktuelle Teilgebiete der praktischen Radiotechnik durch nicht zu umfangreiche, in sich abgeschlossene und vor allem billige Bändchen unterrichtet zu werden, wird die neue Radio-Praktiker-Bücherei herausgegeben. Leicht verständlich, aber technisch zuverlässig, inhaltreich und doch billig sind alle Bände dieser neuen radiotechnischen Bücherei. Namhafte Autoren sind ihre Mitarbeiter, die sich diesem neuen Vorhaben in der richtigen Erkenntnis zur Verfügung stellen, daß es heute mehr denn je darauf ankommt, jedem einzelnen Interessenten, vor allem auch dem Lernenden, dem Schüler, Studenten und Lehrling, den Aufbau einer kleinen radiotechnischen Bibliothek zu ermöglichen. Deshalb wurden Umfang, Ausstattung und Preis so aufeinander abgestimmt, daß für den aufzuwendenden niedrigen Betrag

ein Optimum an Wissensstoff und Unterlagen geboten werden kann.

Die Radio - Praktiker -Bücherei wendet sich in gleicher Weise an den Fachmann und an den Liebhaber. Dem ersteren will sie oft benötigte technische Unterlagen in bequemer Form zur Verfügung stellen, den letzteren will sie in die heute besonders interessierenden Sondergebiete einführen, ihn zu-einem tieferen Studium anregen, ihm ein steter Freund und Begleiter sein. So wird die neue Bücherei von Rundfunktechnikern und Mechanikern. von den Mitarbeitern der Laboratorien und Werkstätten in Industrie und Handel, von Radioliebhabern aller Sparten, Schülern, Lehrlingen und Studenten gern benutzt. Für jedes aktuelle Thema eine Nummer, und jede Nummer kostet nur wenig mehr als eine Mark. So ist die Radio-Praktiker-Bücherei eine Fundgrube radiotechnischen Wissens, jedem erschwinglich.

Ausführliches Verzeichnis am Schluß des Heftes oder gratis durch den Buchhandel

Jede Nr. **64** Seiten
mit vielen Bildern

Fehlersuche durch Signalverfolgung und Signalzuführung

Von

DR. A. RENARDY

Mit 53 Bildern und 3 Tabellen

1. und 2. Auflage



FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Ein Download von www.bastel-radio.de

Heft 37/38 der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI

Das Umschlagbild zeigt
den Signalverfolger Philips GM 7628

1953

Druck : G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, München 2, Luisenstraße 17

Vorwort

Das vorliegende Buch stellt im Zusammenhang Signalverfolgung und Signalzuführung als Methoden der Fehlersuche vor. Bisher war der Lernende auf einzelne Veröffentlichungen in Fachzeitschriften angewiesen, da in der gesamten deutschen Fachliteratur ein zusammenfassender und einigermaßen vollständiger Überblick fehlte. Das mag der Grund sein, warum die beiden fortschrittlichen Methoden der Fehlersuche zwar bekannt sind, in der Reparaturwerkstatt aber nur langsam Fuß fassen können.

Um die Einführung zu erleichtern, wird eine Reihe von Geräten so genau beschrieben, daß sie selbst gebaut werden können. Die Einzelteile dazu dürften in jeder Werkstatt zu finden sein, so daß große Unkosten nicht entstehen. Vor allen Dingen sei auf die Möglichkeit hingewiesen, einen Signalverfolger als *Meisterstück* zu bauen. Dem technischen Einfühlungsvermögen ist hier breitester Spielraum gelassen.

Aber auch dem Anfänger, der noch nicht mit der Reparatur zu tun hat, kann die Beschäftigung mit der Signalverfolgung und Signalzuführung sehr empfohlen werden. Für ihn ist der Rundfunkempfänger noch eine mehr oder weniger geheimnisvolle Ansammlung von Einzelteilen und Drähten, die er nur mit seiner Phantasie zu beleben vermag. Wenn aber aus dem Empfänger an den verschiedensten Stellen Musik hervorgeholt wird, so veranschaulicht das die Arbeitsweise in hohem Male.

Stolberg/Rhl.

Adolf Renardy

Inhalt

Ein Schema für alle Beispiele	5
A. Das Signal als Hauptnenner	5
1. Fehlersuche mittels des Signals	8
a) Signalverfolgung	8
b) Signalzuführung	10
2. Echte Fehlereinkreisung	12
B. Signalverfolgung	13
1. Eigenschaften von Signalverfolgern	14
2. Stufenfolge von Signalverfolgern	14
a) Signalverfolger mit abgestimmtem Hf-Verstärker	18
b) Signalverfolger mit aperiodischem Verstärker	20
c) Signalverfolger mit Hf- und Nf-Verstärker	22
d) Signalverfolger mit Tastkopf-Demodulator	24
e) Probleme des Tastkopfes	26

3. Signalverfolgung mit einfachen Mitteln	32
a) Der Kopfhörer	32
b) Kopfhörer mit Tastkopf	34
c) Tastkopf und Mikroamperemeter	34
d) Aperiodische Verstärker	34
e) Die Verfolgung magnetischer Störfelder	35
4. Konstruktionen verschiedener Signalverfolger	36
a) RCA Rider-Chanalyst	37
b) Chanalyst mit deutschen Röhren	43
c) Signalverfolger Elotast Detektiv II	46
d) Philips-Signal erfolger GM 7628	49
e) Ontraskop/3	53
f) Fehlersuchgerät Politest II	56
g) Störsignalverfolger der Tonolux	58
5. Anwendung und Durchführung der Signalverfolgung	59
a) Der Signalverfolgung vorausgehende Prüfungen	61
b) Die Wahl des zu verfolgenden Signals	61
c) Untersuchung des Geräteeinganges und der Vorstufe	62
d) Verstärkungsmessung mit dem Prüfgenerator	65
e) Untersuchungen an der Mischstufe	66
f) Untersuchungen am Oszillator	69
g) Untersuchungen an der Zf-Verstärkerstufe	70
h) Untersuchungen am Demodulator und an der Regelspannungs- erzeugung	71
i) Kontrolle der Gegenkopplung	75
k). Untersuchungen an der Endstufe	76
l) Suche von Aussetzfehlern durch Signalverfolgung	78
m) Verfolgung von Geräuschen, Brummen, Pfeifen, Schwingen und Verzerrungen	80
6. Würdigung der Signalverfolgung als Fehlersuchmethode	83
7. Signalverfolgung mit dem Katodenstrahl-Oszillograf	84
C. Signalzuführung	85
1. Geräte zur Signalzuführung	87
a) Prüfspitzen für den Generator	87
b) Das Outputmeter als Anzeigeeinstrument	89
c) Die Erzeugung breiter Frequenzspektren	90
d) Die Summerschaltung	90
e) Finger und LötKolben als Signalquelle	94
f) Der Multivibrator	94
g) Ausführungsbeispiele von Multivibratoren	97
2. Durchführung der Empfängerprüfung durch Signalzuführung	102
a) Signalzuführung an der Endstufe	104
b) Signalzuführung am Demodulator und am Nf-Spannungsverstärker	106
c) Signalzuführung an der Zf-Verstärkerstufe	108
d) Signalzuführung an der Misch- und Oszillatorstufe	110
e) Signalzuführung an der Vorstufe	113
f) Suche von Aussetzfehlern durch Signalzuführung	114
g) Nachstimmen mit Prüfgenerator und Multivibrator	114
h) Ausbau des Multivibrators zum Hf-Generator	116
i) Durchprüfen der Bereiche mit dem Multivibrator	118
k) Messung der Verstärkung durch Signalzuführung	119
3. Würdigung der Signalzuführung als Fehlersuchmethode	123
Literaturverzeichnis	124
Stichwortverzeichnis	126

Ein Schema für alle Beispiele

In diesem Buch ist eine Fülle von Anwendungen der Signalverfolgung und der Signalzuführung zu zeigen, wobei Teilschaltbilder wiedergegeben werden müssen. Um trotz vieler Einzelbilder eine gewisse Einheitlichkeit zu wahren, werden die Beispiele dem in **Bild 1** dargestellten Gesamtschaltbild eines 6-Röhren-7-Kreis-Supers mit Rimlockröhren entnommen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß die Einzelschaltbilder nicht allzu ausführlich gehalten sein müssen, und daß einmaliges Einarbeiten in die Gesamtschaltung zum Verständnis der größeren Zusammenhänge genügt. Es kann unbedenklich angewendet werden, weil es nicht der Zweck der Darstellung ist, Schaltungsmöglichkeiten zu zeigen, sondern bestimmte Methoden der Fehlersuche.

Um für jeden Fall ein Beispiel zur Hand zu haben, wurde eine in der Praxis etwas ungewöhnliche Schaltung gewählt. Ferner wurde um der besseren Übersicht willen auf mehrere Wellenbereiche verzichtet. Da Geräte mit Vorröhre verhältnismäßig selten sind, muß man sich für den Normalfall, d. h. bei der Mischröhre als erster des Empfängers, L_1 mit L_5 gekoppelt denken. Dann fällt $Rö_1$ mit samt ihrem Schaltungsaufwand fort. Zur Klangverbesserung wurde Stromgegenkopplung gewählt, weil sich dieses Verfahren immer mehr durchsetzt und deshalb in den Gang der Fehlersuche einbezogen werden muß. Dagegen wurde ein Magisches Auge als überflüssig erachtet, weil sein Anschluß an die Regelspannungsleitung ohne weiteres klar sein dürfte. Die Spiegelfrequenzsperre C_1, L_3 ist der Vollständigkeit halber eingezeichnet.

A. Das Signal als Hauptnenner

Die zahlreichen Möglichkeiten zur methodischen Fehlersuche in elektronischen Geräten entbehren des inneren Zusammenhanges. In den meisten Fällen werden Äußerlichkeiten geprüft und gemessen — Spannungen, Ströme, Widerstände, Röhren —, die mit dem ordnungsmäßigen Arbeiten des Gerätes nur indirekt zusammenhängen; sie sind die Voraussetzungen zum

Funktionieren, nicht aber das Wesen des Gerätes. Darum gelingt es beispielsweise fast regelmäßig, durch Spannungs- und Widerstandsanalyse den Fehler eines Rundfunkempfängers zu finden, während die Entdeckung der Ursachen von Verzerrungen, Pfeifen oder Brummen mit diesen Methoden nur selten glückt. Daß ein solch offensichtlicher Mangel den meisten Praktikern gar nicht auffällt, liegt wohl an der großen Erfahrung, die zur erfolgreichen Reparatur notwendig ist. Mängel, die die methodische Fehlersuche nicht zu klären vermag, werden auf Grund zahlreicher Erfahrungen mehr oder weniger systematisch gesucht und gefunden. Gelingt das nicht, so bleibt immer noch die Möglichkeit, bestimmte Anordnungen abzuschalten und dadurch ein zufriedenstellendes Arbeiten des Empfängers zu erzwingen. Offenbar ist das ein Ausweg, nicht aber eine vollkommene Lösung, weil dadurch an der vom Hersteller entwickelten Schaltung Änderungen vorgenommen werden.

Ganz anders sieht sich das Problem an, wenn man vom Signal ausgeht. Behält der Reparateur das Signal auf seinem Wege durch den Empfänger im Auge, so befaßt er sich mit dem Wesen des Gerätes selbst und kontrolliert mit dem Verhalten des Signals auf seinem Wege von Stufe zu Stufe nebenbei die zahlreichen Voraussetzungen zu seiner Verstärkung, Umwandlung oder Beeinflussung. Nicht eine fehlende Spannung, ein vom Sollwert abweichender Strom oder ein falscher Widerstandswert verraten den Fehler, sondern das Signal selbst übernimmt diese Aufgabe. Dazu sagt es über das Arbeiten des gesamten Gerätes bedeutend mehr aus, als sich mit einfachen Instrumenten feststellen läßt.

In einem Punkt aber versagt das Signal als Prüfstein der Fehlersuche. Es verrät wohl die Stufe des Empfängers, in der es verschwindet, Verzerrungen erleidet oder unerwünschte Zusätze erhält, aber es läßt in keiner Weise die eigentliche Ursache des Fehlers oder Mangels erkennen. Dem Ausführenden der Fehlersuche genügt aber die Entdeckung der fehlerhaften Stufe, denn dadurch erhält er den Hinweis, wo er den Hebel genauer Messungen und Kontrollen anzusetzen hat. Die Zahl der in einem Gerät möglichen Messungen und Prüfungen

wird durch den vom Signal gegebenen Hinweis auf einen kleinen Bruchteil herabgesetzt. Das ist ein Vorteil, den der berufsmäßige Reparatur wegen der damit verbundenen Zeitersparnis, der Lernende und Amateur aber darum begrüßt, weil die Lösung des für ihn undurchsichtigen Problems auf verhältnismäßig wenige Einzelteile und Tatsachen beschränkt wird.

Damit ist die Zahl der Vorteile, die sich durch Beachtung des Signals ergeben, noch nicht erschöpft. Das Signal ist nicht nur das Wesentliche eines Rundfunkempfängers, sondern aller Geräte schlechthin, mögen es nun Kurzwellen-, UKW- oder Fernsehempfänger sein oder Sender, medizinische Hf-Geräte, Generatoren zur Hf-Erwärmung usw. Das Signal ist eben der Hauptnenner aller hochfrequenztechnischen Geräte, der den Weg weist, wie sie bei der Suche nach aufgetretenen Fehlern alle nach einer Methode geprüft werden können.

1. Fehlersuche mittels des Signals

a) Signalverfolgung

Zur Darlegung des umfassenden Wertes des Signals bei der Fehlersuche gibt **Bild 2** ein Blockschema des Empfängers nach **Bild 1**. Darin sind alle Stufen einzeln angedeutet, auch wenn sie im Schaltbild durch Kombinationsröhren verwirklicht werden. Ferner sind die Wandlungen angedeutet, die das Signal von der Antenne durch den Empfänger hindurch bis zum Lautsprecher erfährt. Schließlich ist die Leitung für die Schwundregelspannung schematisch wiedergegeben. Innerhalb einer jeden Stufe deutet das Symbol eines Steuergitters den Eingang und das Symbol einer Anode den Ausgang an. Wenn jetzt die Antenne dem Empfänger ein Hf-Signal zuführt, kann mit einem geeigneten Gerät der Weg des Signals von Stufe zu Stufe verfolgt werden, wobei das Prüfgerät dem jeweiligen Zustand des Signals angepaßt sein muß. Es muß Hf-Spannungen verschiedener Frequenz und Niederfrequenz anzeigen. So kommt ganz selbstverständlich die durch Kreise und Pfeile angezeigte Reihenfolge der Untersuchungen zustande. Dabei soll vorerst die Art der Anzeige des Prüfgerätes nicht interessieren. Stellt sich im Gange einer solchen Untersuchung

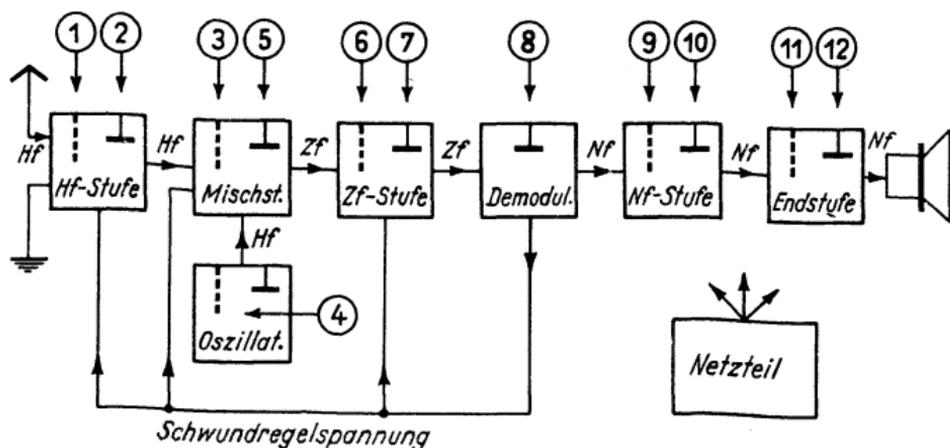


Bild 2. Der Weg des Signals von der Antenne zum Lautsprecher

heraus, daß bei 6 das Signal noch vorhanden ist, bei 7 dagegen nicht mehr, so liegt der Fehler offensichtlich in der Zf-Verstärkerstufe. Bietet das Prüfgerät dazu die Möglichkeit, nicht nur das Vorhandensein des Signals festzustellen, sondern auch seine Qualität und Stärke, so läßt sich auf dem gleichen Wege die Stufe bestimmen, in der es verzerrt wird oder Zusätze erhält. Schließlich ist es auch möglich, das Anwachsen des Signals von Stufe zu Stufe zu messen. Durch letztere Möglichkeit bietet sich eine Empfängeruntersuchung dar, wie sie bis zum Augenblick in den Reparaturwerkstätten noch wenig gebräuchlich ist. Es läßt sich nämlich überschlagen, wieviel jede Stufe des Empfängers zur Gesamtverstärkung beitragen muß, damit die vom Hersteller angegebene Gesamtempfindlichkeit erreicht wird. Damit ist ein Mittel in die Hand gegeben, jedes Gerät auf seine ursprüngliche Leistung zu bringen.

Gegenstand der Untersuchung ist immer eine *Wechselspannung*, sei sie nun hoch- oder niederfrequenter Art. Die *Schwundregelspannung* aber ist eine Gleichspannung, die mit dem für die Untersuchungen von Wechselspannungen der verschiedenen Frequenzen eingerichteten Prüfgerät nicht erfaßt werden kann. Hierin liegt eine der Grenzen der Fehlersuche durch Beobachtung des Signals. Dasselbe gilt in gleicher Weise für den Netzteil und all die zahlreichen im Empfänger vorkommenden Gleichspannungen. Um sie zu messen, bedarf es besonderer Spannungsmesser.

Das vorstehend skizzierte Verfahren der Fehlersuche wird entsprechend seinem Ablauf als *Signalverfolgung* bezeichnet: Im englischen Sprachbereich wird es als *Signal Tracing* (the trace = die Spur; tracing = Spuren) bezeichnet, doch findet man in seltenen Fällen auch die Bezeichnung *Signal Chasing* (Signaljagd).

b) Signalzuführung

Auf den gleichen Grundgedanken beruht eine zweite Methode der Fehlersuche mittels des Signals. Zu ihrer Durchführung wird dem zu untersuchenden Gerät vom Ausgang zum Eingang fortschreitend ein Signal zugeführt. Wurde bei der Signalverfolgung untersucht, bis zu welcher Stelle etwa ein Rundfunkempfänger arbeitet, so wird durch diese zweite Methode festgestellt, von welcher Stelle an er funktioniert. Die Stufe, in welcher der Fehler zu suchen ist, liegt vor derjenigen, die das Signal noch verarbeitet. Soll ein Empfänger nach **Bild 2** untersucht werden, so wird zuerst bei Punkt 12 ein Signal zugeführt und beobachtet, ob der Lautsprecher es wiedergibt. So wird bis zu Punkt 1 fortgefahren. Gelangt von dort aus ein Signal verstärkt und ohne Verzerrungen oder Zusätze zum Lautsprecher, so ist das Ziel der Reparatur erreicht.

Von Punkt zu Punkt sind in einem solchen Falle an das Signal, das dem Empfänger zugeführt wird, verschiedene Forderungen zu stellen. Vom Lautsprecher bis zum Eingang des Nf-Verstärkers muß es ein tonfrequentes Signal sein, damit das Ohr des Reparierenden den Erfolg seiner Verarbeitung im Empfänger kontrollieren kann. Dem Demodulator kann sowohl ein niederfrequentes wie auch ein hochfrequentes Signal zugeführt werden. In beiden Fällen müssen die Voraussetzungen zu seiner Verarbeitung und Wiedergabe durch den Lautsprecher erfüllt sein. Vor dem Demodulator würde grundsätzlich ein Hf-Signal genügen, doch ist ein niederfrequent moduliertes Hf-Signal zweckmäßiger, weil dann nach der Demodulation Niederfrequenz übrig bleibt, die zur Kontrolle des Nf-Teils erforderlich ist. Aber es genügt nicht jedes Hf-Signal den gestellten Forderungen. Zwischen Demodulator und Geräteeingang liegen Abstimmkreise verschiedener Resonanzfrequenz. Infolgedessen

muß das zugeführte Signal innerhalb des Zf-Verstärkers die Zwischenfrequenz enthalten, vor der Mischröhre aber diejenige Frequenz, auf die die veränderlichen Schwingungskreise gerade eingestellt sind. Eine Sonderstellung nimmt in diesem Falle der Oszillator ein. Es ist ja gerade seine Aufgabe, das zu tun, was bei der Fehlersuche durch Zuführung von Signalen geschieht; er hat der Mischröhre ständig eine jeweils festliegende Frequenz zu liefern. Daß es auch hier eine besonders befriedigende Lösung gibt, soll später gezeigt werden.

Ebenso wie bei der Signalverfolgung handelt es sich immer um Wechselfspannungen, deren Verarbeitung durch den Empfänger untersucht wird. Für Gleichspannungen ist keine Kontrollmöglichkeit vorgesehen. Infolgedessen müssen Fragen nach dem Arbeiten der Schwundregelung und nach Art und Höhe der verschiedenen Gleichspannungen im Netzteil und Empfänger offen bleiben.

Im englischen Sprachgebrauch wird das hier skizzierte Verfahren der Fehlersuche recht anschaulich als *Signal Injection* (Signaleinspritzung) bezeichnet. Der Verfasser hat für den deutschen Sprachgebrauch die Bezeichnung *Signalzuführung* vorgeschlagen, obgleich dadurch die Vorgänge weniger drastisch bezeichnet werden, als es die amerikanische Fachsprache zu tun beliebt.

Durch das als Hauptnenner bezeichnete Signal miteinander verknüpft, sind Signalverfolgung und Signalzuführung gar nicht so sehr verschiedene Methoden der Fehlersuche, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. Bei der Signalverfolgung wird das Signal ständig an der gleichen Stelle in das untersuchte Gerät hineingegeben und das anzeigende Instrument wandert von Stufe zu Stufe, wobei es seine Eigenschaften insofern ändern muß, als das Signal auf seinem Wege zum Empfängerausgang Veränderungen erleidet. Bei der Signalzuführung bleibt das anzeigende Gerät ständig an der gleichen Stelle, nämlich am Geräteausgang, und das zuzuführende Signal wandert von Stufe zu Stufe in Richtung auf den Empfängereingang. Dabei muß die Art des Signals ständig geändert werden, entsprechend den Eigenschaften der gerade in der Untersuchung begriffenen Stufe. Die Richtungen des Ganges der Unter-

suchungen laufen bei Signalverfolgung und Signalzuführung einander entgegen. Deshalb bezeichnet man gelegentlich die Signalzuführung als umgekehrte Signalverfolgung.

2. **Echte Fehlereinkreisung**

In der Reparaturpraxis spricht man manchmal von Fehlereinkreisung, wenn in Wirklichkeit nur eine Fehlersuche vorliegt. Offenbar verführt die fortschreitende Ausschaltung von Fehlermöglichkeiten zu dieser ungenauen Benennung. Tatsächlich schließt der als Erfolg des Mühens gefundene Fehler nicht aus, daß das Gerät nicht noch einen weiteren oder gar noch eine ganze Reihe weiterer Fehler aufweist. Unter Fehlereinkreisung muß man sich dagegen die eindeutige Feststellung denken, daß an der gefundenen Stelle ein Fehler liegt, daß daneben aber kein weiterer vorkommt, es sei denn, auch sein Ort läge genau fest.

Die Forderung nach exakter Einkreisung eines Fehlers ist sehr hoch geschraubt und läßt sich mit einer einzigen Methode der Fehlersuche allein nur in seltenen Fällen erfüllen. Durch die Kombination von Signalverfolgung und Signalzuführung kann sie aber verhältnismäßig leicht befriedigt werden. Durch Signalverfolgung vom Eingang her läßt sich zweifelsfrei feststellen, bis zu welcher Stufe ein Empfänger arbeitet. Ergibt dann die Signalzuführung, daß der Empfänger von der schadhaften Stufe bis zum Ausgang funktioniert, dann ist der Fehler tatsächlich eindeutig eingekreist. Sollte ein zweiter Fehler vorhanden sein, so weist die Signalzuführung auf die Stufe, in der er liegen muß; erst ein dritter Fehler könnte sich zwischen den beiden defekten Stufen verborgen halten.

Im Empfänger nach Bild 2 soll ein Fehler im Demodulator vorliegen. Dann läßt sich ein Signal vom Empfängereingang bis Punkt 7 verfolgen und von Punkt 9 an zuführen; der Fehler wäre eingekreist. Ergäbe aber Signalverfolgung an Punkt 5 das letzte feststellbare Signal und käme erst ein an Punkt 10 zugeführtes Signal zum Empfängerausgang, so bestände durchaus die Möglichkeit, daß neben der Zf- und der N f -Stufe auch der Demodulator nicht in Ordnung wäre.

B. Signalverfolgung

Mit einfachen Worten stellt Signalverfolgung nichts anderes dar als eine Reihe von Stichproben an solchen Stellen des zu untersuchenden Gerätes, deren Folge sich aus dem Gang des Signals vom Eingang zum Ausgang ergibt. Bei der ersten Anwendung dieses Verfahrens ist die Zahl der Stichproben gering, denn es wird lediglich untersucht, bis zu welcher Stufe das Signal noch ordnungsmäßig verarbeitet wird. Diese Feststellung genügt der durchschnittlichen Reparaturwerkstatt vollauf, denn es herrscht jetzt Klarheit, wo Messungen mit dem Volt- und Ohmmeter, Untersuchungen an Röhren und Einzelteilen zu beginnen haben. Durch Signalverfolgung wird eine zeitsparende Auslese getroffen.

Darüber hinaus ist aber noch eine ganze Reihe wertvoller Untersuchungen möglich. Ein Fehler liegt nicht nur dann vor, wenn das Signal auf seinem Weg durch den Empfänger verschwindet, verzerrt wird oder Zusätze erhält; es kann auch sein, daß es auf Abwege gerät und dadurch Schaden anrichtet. Das gilt vor allen Dingen für diejenigen Fälle, in denen es Rück- oder Gegenkopplung verursacht. Dann gerät der Empfänger ins Schwingen und schließt jeden Empfang aus, oder die Verstärkung wird unter das Maß des Notwendigen herabgedrückt. Es kann nun Sache der Signalverfolgung sein, verirrt den Signalen nachzuspüren, um zu entdecken, wo sie den vorgeschriebenen Weg verlassen. Auf die gleiche Art können Beimischungen zum Signal, Pfeifen oder Brummen, von der Stelle ihres Auftretens im Signal bis zu ihrer Quelle verfolgt werden. Ist erst ihr Ursprung gefunden, dann ist die Quelle schnell gestopft.

Daß durch die Signalverfolgung auch die Messung der Verstärkung einer jeden Stufe möglich ist, sei vorerst nur erwähnt, doch sei zugleich darauf hingewiesen, daß von dieser Möglichkeit nur sehr selten Gebrauch gemacht wird. Der Reparierende verläßt sich zur Feststellung des Erfolges seiner Arbeit aus verständlichen Gründen lieber auf sein Gehör als auf eine umständliche Messung.

1. Eigenschaften von Signalverfolgern

Das Reparaturgerät, mit dem Signalverfolgung durchgeführt wird, heißt „*Signalverfolger*“. Seine notwendigen Eigenschaften werden durch seine Aufgaben vorgeschrieben. Der Signalverfolger muß in der Lage sein, das Signal so zu verarbeiten, wie er es an der zu untersuchenden Stelle des Empfängers antrifft. Es kann sich um modulierte Hochfrequenz handeln, um reine Hochfrequenz im Oszillator und um Niederfrequenz im Nf-Verstärker. Ferner können alle diese Frequenzen in der verschiedensten Stärke vorkommen, denn es liegt in der Natur der Sache, daß sie verstärkt werden.

Der Signalverfolger muß einmal für diese verschiedenen Möglichkeiten eingerichtet sein und die auftretenden Wechselspannungen verstärken können, damit sie entweder zur Anzeige gebracht oder im Lautsprecher hörbar gemacht werden können. Für Arbeiten vor dem Demodulator muß er in der Lage sein, das dem Empfänger vor dessen Gleichrichter entnommene Signal zu demodulieren. Es müssen also alle Vorkehrungen getroffen sein, um nötigenfalls alle Aufgaben eines Empfängers übernehmen zu können. Dabei ist die Empfindlichkeit des Signalverfolgers von erheblicher Bedeutung. Bei Untersuchungen an Eingangskreisen können die zur Verfügung stehenden Wechselspannungen so klein sein, daß der Signalverfolger eine erhebliche Empfindlichkeit aufweisen muß. Gelegentlich muß er in der Lage sein, die Wirksamkeit einer Antenne zu prüfen, denn wenn ein Empfänger schweigt; kann dies ja auch daran liegen, daß die Antenne einen Schluß aufweist. Große Empfindlichkeit ist aber auch notwendig, wenn es darauf ankommt, die Herkunft eingestreuter Störspannungen zu erforschen oder dem Verbleib verirrter Signale nachzuspüren. Aus allen diesen Gründen ist es zweckmäßig, daß die zur Aussteuerung der anzeigenden Einrichtung erforderliche Spannung bei wenigen Mikrovolt Eingangsspannung liegt. Der Signalverfolger müßte dann eine Empfindlichkeit von der Größenordnung eines Großsupers besitzen.

2. Stufenfolge von Signalverfolgern

Unter diesen Gesichtswinkeln haben sich grundsätzlich drei Arten von Signalverfolgern herausgebildet:

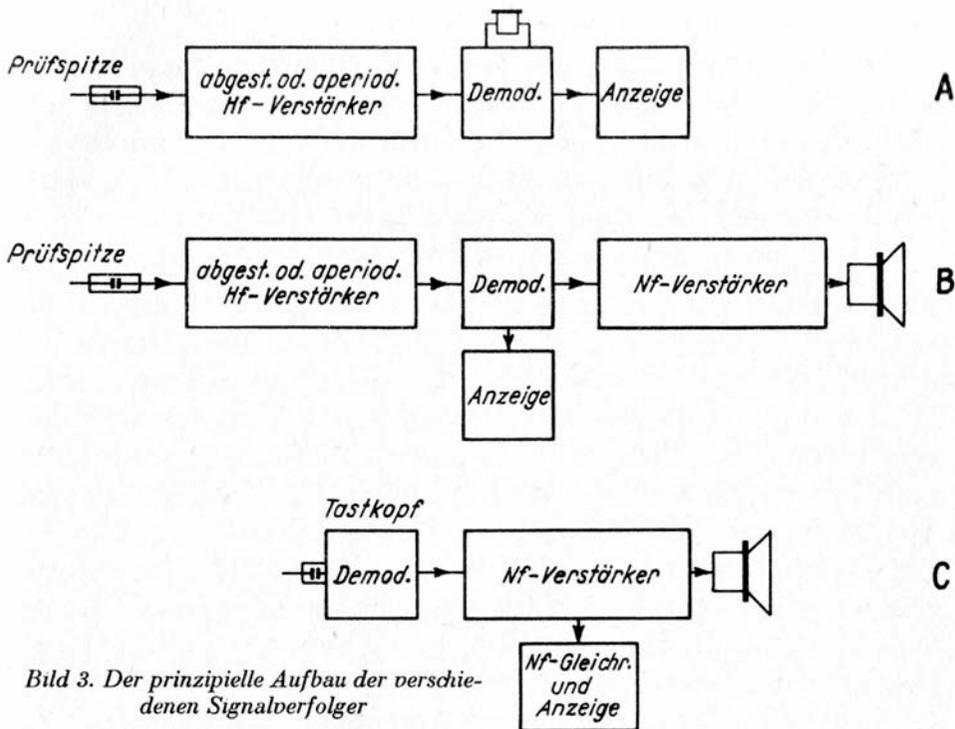


Bild 3. Der prinzipielle Aufbau der verschiedenen Signalverfolger

1. Signalverfolger mit abgestimmtem oder aperiodischem Hf-Verstärker, Demodulator und Anzeigevorrichtung, wobei auf die Hörbarmachung des Signals geringer Wert gelegt wird. Der Aufbau der Stufen erfolgt in diesem Falle nach dem Schema **Bild 3 A**.

2. Signalverfolger mit abgestimmtem oder aperiodischer Hf-Verstärker, Demodulator, Anzeigevorrichtung und Nf-Verstärkung. Die Wiedergabe erfolgt in diesem Falle durch den Lautsprecher (**Bild 3 B**).

3. Signalverfolger, die mit einem Demodulator beginnen und dahinter einen Nf-Verstärker aufweisen. Zum Zwecke der Anzeige wird entweder die Nf-Spannung gleichgerichtet oder direkt einer Anzeigevorrichtung zugeführt. Der Schwerpunkt liegt auf der Wiedergabe durch den Lautsprecher (**Bild 3 C**).

Schon dieser Überblick und erst recht die Schaltbilder der einzelnen Arten von Signalverfolgern zeigen die große Ähnlichkeit mit Empfängern auf der einen Seite und mit Röhrenvoltmetern auf der anderen. Ein Signalverfolger nach 1) sieht einem

Zwei- oder Dreikreis-Geradeusempfänger zum Verwechseln ähnlich, wenn ihm auch der Nf-Verstärker fehlt. Dasselbe ist bei einem Aufbau nach 2) der Fall. Dagegen entsprechen Signalverfolger nach 3) dem Einkreiser. Um die Analogie mit Empfängerarten vollständig zu machen, fehlt lediglich ein auf dem Überlagerungsprinzip aufgebauter Signalverfolger.

Die Ähnlichkeit des Signalverfolgers mit dem Röhrenvoltmeter beruht auf der Tatsache, daß er es gestattet, die Größe von Wechselspannungen nach entsprechender Verstärkung zu messen. Von der dabei notwendigen und tatsächlich erreichten Meßgenauigkeit darf man sich allerdings keinen falschen Begriff machen. Es genügen die Messung von Wechselspannungen nach der Größenordnung oder der exaktere Vergleich zweier Wechselspannungen. Mit diesen geringen Anforderungen ist in der Praxis auszukommen, weil in der Regel damit gerechnet werden kann, daß nötigenfalls die Spannung des in den Empfänger gegebenen Signals definiert ist. In diesem Falle können Messungen auf die Größe der Eingangsspannung bezogen werden, wenn am Ausgang des Signalverfolgers Spannungsgleichheit festgestellt wird. Einzelheiten solcher Messungen werden bei den Ausführungen über die Anwendung des Signalverfolgers zu behandeln sein.

In **Bild 3** ist wie bei allen Arten von Signalverfolgern am Eingang ein Kondensator angedeutet. Er ist notwendig, um Gleichspannung fernzuhalten. In sehr vielen Fällen, beispielsweise in allen Anodenkreisen, ist die zu untersuchende Wechselspannung einer Gleichspannung überlagert. Damit die Gleichspannung im Signalverfolger keinen Schaden anrichtet, wird sie durch einen Kondensator gesperrt, der dem Wechselspannungsanteil einen von der Frequenz abhängigen Widerstand entgegensetzt.

Die Größe dieses Eingangskondensators ist für die Anwendung der Signalverfolgung von größter Bedeutung. In **Bild 4** ist zum Ausdruck gebracht, was geschieht, wenn der Signalverfolger an den Gitter- und den Anodenkreis einer Zf-Verstärkerstufe angelegt wird. In diesen Fällen wird parallel zu den Kondensatoren C_{16} und C_{19} der auf die Zwischenfrequenz abgestimmten Kreise die aus dem Eingangskondensator des Signalverfolgers C_e und der Kapazität der Zuführungsleitung

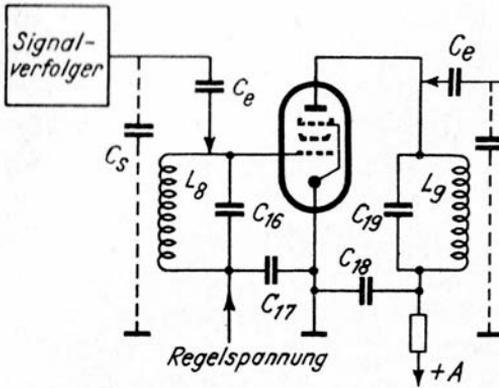


Bild 4. Verstimmende Wirkung des Signalverfolgers bei einer Zf-Stufe

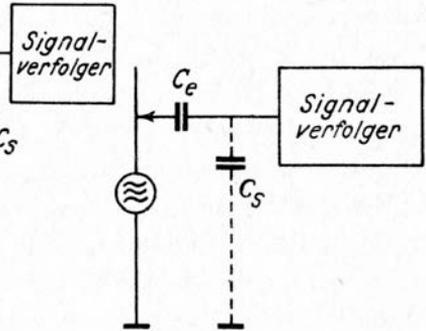


Bild 5. Der Eingang des Signalverfolgers als kapazitiver Spannungsteiler

C_s gebildete Kapazität geschaltet, wodurch eine Verstimmung der Kreise verursacht wird, die nicht übergangen werden kann. Nun kann sich die Verstimmung bei der verhältnismäßig hohen Zwischenfrequenz von etwa 470 kHz in tragbaren Grenzen halten. Sie stellt aber den Wert des gesamten Verfahrens in Frage, wenn es sich um Kurzwellen- oder gar UKW-Kreise handelt.

Die erforderliche Kapazität des Eingangskondensators C_e steht in direktem Zusammenhang mit der Empfindlichkeit des Signalverfolgers. Wie **Bild 5** erkennen läßt, bilden die Kapazitäten C_e und C_s einen Spannungsteiler, von dem die zwischen den beiden Kapazitäten herrschende Spannung in den Signalverfolger gelangt. Ist dessen Empfindlichkeit groß, so kann mit einem kleinen Kondensator C_e gearbeitet werden; ist sie aber klein, so darf eine verhältnismäßig große Kapazität C_e nicht unterschritten sein. Tatsächlich kommen in ausgeführten Geräten Eingangskondensatoren von 1,5...10 000 pF vor. Die Schwierigkeit der Dimensionierung dieses Kondensators wird durch die Tatsache erhöht, daß sein Wechselstromwiderstand mit fallender Frequenz wächst. Ist er so bemessen, daß bei den Frequenzen der klassischen Rundfunkbänder und bei den üblichen Zwischenfrequenzen gerade das der Empfindlichkeit entsprechende Spannungsminimum in den Signalverfolger gelangt, so ist zwar die verstimmende Wirkung gering, doch ist sein Wechselstromwiderstand bei Tonfrequenzen viel zu groß. Da

die Größe des Eingangskondensators eine Frage der Empfindlichkeit des Signalverfolgers ist, bestimmt sie den erforderlichen Aufwand. Man kann die Feststellung treffen, daß bei allen ausgeführten Signalverfolgern hier die verschiedensten Kompromisse geschlossen worden sind, eine in jeder Beziehung befriedigende Lösung aber nicht gefunden wurde.

Schließlich bliebe der Ausweg, den Eingangskondensator der zu verarbeitenden Frequenz anzupassen. Das bedeutet, daß zumindest zwei verschiedene Prüfspitzen mit verschiedenen dimensionierten Kondensatoren erforderlich wären, eine für Hochfrequenz und eine für Niederfrequenz. Ein solcher Ausweg würde aber dem Prinzip der Signalverfolgung zuwiderlaufen, nämlich schnell einen Empfänger in allen seinen verschiedenen Stufen untersuchen zu können. Sollte in einem solchen Falle die Eingangsspannung gemessen werden, so ergäben sich zwei Messbereiche, für jeden Eingangskondensator einer.

a) Signalverfolger mit abgestimmtem Hf-Verstärker

Ein Signalverfolger mit abgestimmten Hf-Verstärkerstufen nach Bild 3 A ist in **Bild 6** im Schaltschema wiedergegeben. Der Kondensator C_e in der Prüfspitze ist 50...100 pF groß. Die Eingangsspannung gelangt an das Steuergitter der ersten Hf-Verstärkerpentode. Verstärkt gelangt sie über abstimmbare Kreise an die Steuergitter zweier weiterer Röhren gleicher Art und Schaltung. Das Bild eines Vierkreis-Geradeausempfängers wäre vollkommen, wenn auch der Eingangskreis sichtbar wäre. Er liegt jeweils im untersuchten Gerät, ist also auch vorhanden. Nach Verstärkung in drei Stufen erfolgt Gleichrichtung durch eine Diodenstrecke, die Bestandteil eines Röhrenvoltmeters ist. Vorkehrungen zum Abhören des gleichgerichteten Signals sind nicht getroffen. Die Diode ist über einen Kondensator an den letzten Resonanzkreis angeschlossen. Die positiven Halbwellen der hochfrequenten Schwingungen verursachen einen Strom im Diodenkreis, in dem ein Milliampere-meter als Anzeigeelement liegt. Damit der Anlaufstrom der Diode keinen Ausschlag des Instrumentes verursacht, wird die Diodenanode durch die Batterie B negativ vorgespannt. Die Größe der Vorspannung kann am Potentiometer P eingestellt werden. Das Potentiometer dient also der Nullpunktkorrektur. Es wird nur der von

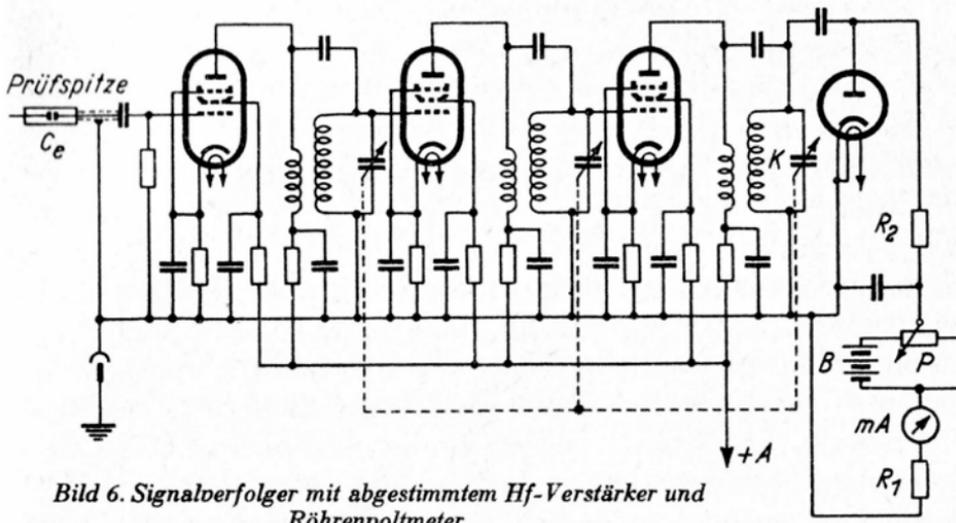


Bild 6. Signalverfolger mit abgestimmtem Hf-Verstärker und Röhrenvoltmeter

Hochfrequenz verursachte Strom angezeigt. Er ist das Maß für die Höhe der am Kreis K herrschenden Resonanzspannung und damit zugleich für die Hf-Spannung an der Prüfspitze. Es liegt auf der Hand, daß die absolute Eichung einer solchen Anordnung auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen würde, weil dazu absolute Stabilität des Hf-Verstärkers Voraussetzung wäre. Außerdem wäre die Anzeige frequenzabhängig, weil für jedes L/C-Verhältnis der Abstimmkreise bei gleicher Eingangsspannung eine verschiedene Resonanzspannung am Kreis K herauskommt. Da es aber nicht Aufgabe eines solchen Signalverfolgers ist, Hf-Spannungen genau zu messen, genügt die Anordnung allen zu stellenden Anforderungen, wenn es darauf ankommt, die Verstärkung von Stufe zu Stufe messend zu verfolgen. Die relativen Werte der Anzeige vor und hinter einer Empfängerstufe geben ein durchaus zutreffendes und aufschlußreiches Bild, denn es wird bei beiden Messungen mit der gleichen Frequenz gearbeitet.

Selbstverständlich stellt ein solcher Verstärker mit drei auf der gleichen Frequenz arbeitenden Stufen besondere Anforderungen an den Aufbau. Die Stufen müssen gegeneinander auf das sorgfältigste abgeschirmt sein. Außerdem ist Entkoppelung der gemeinsamen Leitungen unumgänglich notwendig. Darum liegen in der Anodenstromzuführung für jede Stufe Glieder aus

Widerstand und Kondensator, die zur Spannungsreduktion keineswegs erforderlich sind.

Bei einem Signalverfolger nach **Bild 6** wäre der beträchtliche Aufwand samt einem nicht eingezeichneten Netzteil getrieben worden, um mit Frequenzen eines einzigen Rundfunkbandes — etwa des Mittelwellenbereichs — arbeiten zu können. Für den Kurz-, Lang- und Zwischenfrequenzbereich ließe sich schließlich noch eine Spulenumschaltung ähnlich derjenigen des Geradeausempfängers vorsehen, doch könnten dann Tonfrequenzen noch immer nicht untersucht werden. Die Anwendung eines solchen Signalverfolgers wäre auf den Hochfrequenzteil der Empfänger beschränkt. Tatsächlich werden ähnliche Schaltungen in amerikanischen Signalverfolgern verwendet. Sie stellen dann aber nur einen von mehreren Kanälen dar, den sogenannten Hoch- und Zwischenfrequenzkanal. Für Tonfrequenzen ist daneben ein besonderer Kanal vorgesehen und dazu noch einer für die Untersuchung von Oszillatorspannungen. Aus so vielen Teilen setzt sich der bekannte Rider-Chanalyst zusammen, von dem später noch die Rede sein wird. Daneben umfaßt er noch ein Gleichspannungs-Röhrenvoltmeter und ein elektronisches Wattmeter.

b) Signalverfolger mit aperiodischem Verstärker

Das Gegenstück zu dem im vorausgehenden Kapitel behandelten Signalverfolger mit abgestimmtem Hf-Verstärker ist die in Bild 7 wiedergegebene Schaltung. Hier handelt es sich um einen dreistufigen Verstärker mit RC-Kopplung, auf den die gleiche Röhrenvoltmeteranordnung folgt. Ein solcher Signalverfolger ist hauptsächlich für Frequenzen unter 100 kHz, d. h. für Tonfrequenzen, bestimmt. Danach sind auch die Kopplungskondensatoren zwischen den Stufen dimensioniert. Aber auch der Eingangskondensator in der Prüfspitze C_e kann für Niederfrequenz bemessen sein, weil beim Antasten von Leitungen in Tonverstärkern keine Verstimmungen eintreten, wie sie bei Hf-Verstärkern immer zu befürchten sind. Darum kann der Eingangskondensator unbedenklich 10.000 pF haben. Die Frage, wie sich der Eingangskreis bei Geräteprüfungen schließt, beantwortet sich durch den Hinweis, daß auch die Bezugsleitung dieses Gerätes geerdet ist.

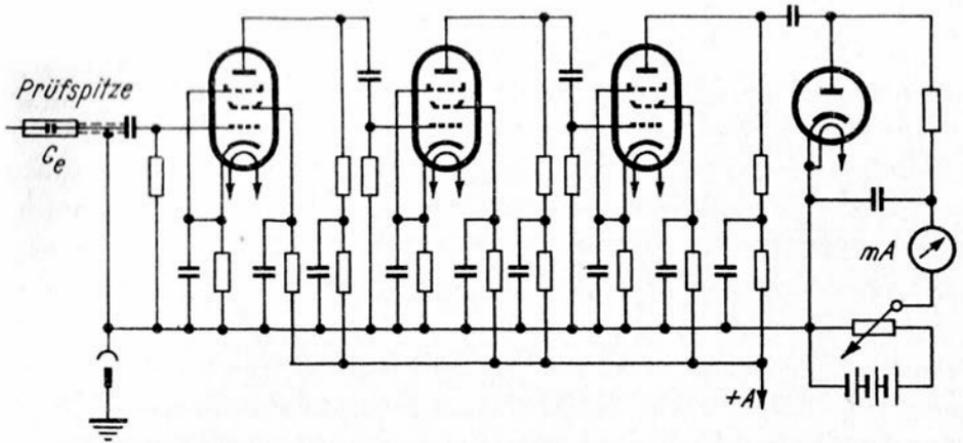


Bild 7. Signalverfolger mit aperiodischem Verstärker und Röhrevoltmeter

Ein dreistufiger Spannungsverstärker erfordert beim Aufbau die gleiche Aufmerksamkeit wie der zuvor beschriebene abgestimmte Hf-Verstärker. Auch hier ist Abschirmung notwendig, und es muß auf die Entkopplung Niederfrequenz führender Leitungen geachtet werden. Obwohl die Aussichten, einen solchen Spannungsverstärker im Betrieb stabil halten zu können, größer sind als beim entsprechenden Hf-Verstärker, wird auf die absolute Eichung des Röhrevoltmeters nach Eingangsspannungen an der Prüfspitze verzichtet. Man begnügt sich beim Messen von Verstärkungszahlen mit dem Vergleich der relativen Anzeigen des Instruments.

Obwohl der Signalverfolger nach **Bild 7** fast ausschließlich für die Untersuchung von Nf-Verstärkern in Frage kommt, wird auf das Abhören verzichtet. Das ist ein Mangel, der den Gebrauch in der Reparaturwerkstatt ausschließt. Daneben wären Bau oder Anschaffung eines solchen Gerätes schon deshalb untragbar, weil neben ihm zumindest noch ein Signalverfolger nach **Bild 6** vorhanden sein müßte.

Trotzdem wäre durch besondere Schaltmaßnahmen ein aperiodischer Verstärker denkbar, der sowohl Hoch- als auch Niederfrequenz verarbeiten, anzeigen und hörbar machen könnte. In einem solchen Falle wäre aber mangels Selektion die Arbeit mit einem solchen Signalverfolger in Hf-Verstärkern sehr erschwert. Gerade die Verstärkung eines beschränkten Hf-Bandes ergibt gelegentlich Vorteile, auf die man nicht verzichten möchte, wenn so großer Aufwand an Prüfgeräten getrieben wird.

c) Signalverfolger mit Hf- und Nf-Verstärker

Einen nach Bild 3 B aufgebauten Signalverstärker zeigt **Bild 8**. Auf einen mit zwei Pentoden 6 K 7 bestückten aperiodischen Hf-Verstärker folgt das Doppeldiodensystem der Röhre 6 Q 7 als Demodulator; zugleich wird aber die am Demodulator herrschende Spannung vom magischen Auge 6 E 5 angezeigt. Die gewonnene Niederfrequenz wird über ein Potentiometer **P2** dem Triodensystem der Röhre 6 Q 7 zugeführt, verstärkt und zur Steuerung der Endröhre 6 F 6 benützt, die den Lautsprecher betreibt. Mittels eines sechsstufigen Umschalters S1 kann der Signalverfolger sehr vielseitig verwendet werden. In Schalterstellung 1 ist die Prüfspitze über einen kapazitiven Spannungsteiler an den Eingang des Hf-Verstärkers gelegt. Dabei hat der vierstufige Spannungsteiler die Aufgabe, die Eingangsspannung trotz verschiedener an der Prüfspitze liegender Tastspannungen konstant zu halten. Das geschieht grob durch drei Kondensatoren von 0,1 μF , 10 nF und 1000 pF. Zwischen den einzelnen durch die Größe der Kondensatoren bestimmten Stufen erfolgt Feinregulierung durch Veränderung der Gittervorspannung der ersten Röhre am Potentiometer P_1 . In Stellung 5 legt der Schalter S2 einen Abstimmkreis mit angekoppelter Antennenspule an den Eingang, so daß in diesem Falle der Signalverfolger als Rundfunkempfänger arbeiten kann. In Stellung 2 des Schalters S_1 wird die Prüfspitze an das Potentiometer P2 gelegt. Die beiden Hf-Verstärkerstufen sind dann umgangen. In dieser Stellung erfolgt die Prüfung von Niederfrequenz, wobei am Potentiometer eine beliebige Eingangsspannung abgegriffen werden kann. Anzeige durch das Magische Auge erfolgt in diesem Falle nicht. Dazu dient Schalterstellung 4, bei der die Prüfspitze unmittelbar an das Steuergitter des Magischen Auges gelegt wird. Diese Möglichkeit ist sehr nützlich für die Kontrolle der Schwundregelspannung des zu untersuchenden Empfängers. In Schalterstellung 3 wird die Prüfspitze über einen Kondensator an den Anodenkreis des Triodensystems der Röhre 6 Q 7 und damit an das Steuergitter der Endröhre gelegt. Bei den Schalterstellungen 5 und 6 wird ein Summer aus einer Batterie in Betrieb gesetzt. In Stellung 5 wird die ganze vom Summer erzeugte Hf-Spannung über einen Kondensator der

Prüfspitze zugeführt, in Stellung 6 nur ein am Potentiometer P3 abzugreifender Teil. Diese letzten Möglichkeiten haben mit dem Signalverfolger nichts mehr zu tun; sie sind angenehme Ergänzungen zur Untersuchung von Empfängern nach den Grundsätzen der Signalführung, auf die im zweiten Teil dieses Buches näher eingegangen wird.

Ein Signalverfolger nach **Bild 8** stellt ein sehr vielseitiges und in der Reparaturwerkstatt mit großem Nutzen verwendbares Gerät dar. Es besitzt für alle bei der Reparatur vorkommenden Fälle eine Kontrollmöglichkeit. Durch eine weitere Umschaltung könnte auch noch der Lautsprecher unabhängig gebraucht werden. Damit er bei der Reparatur nicht lästig wird, kann er abgeschaltet werden, und zwar geschieht dies auf der Sekundärseite des Ausgangstransformators, damit die Endröhre auch bei abgeschaltetem Lautsprecher Anodenstrom aufnimmt; dadurch bleibt die Spannung des Netzgerätes auch in diesem Falle konstant. Allerdings ist darauf zu achten, daß die Bleche des Ausgangstransformators gut gestopft sein müssen, damit sie nicht schwingen und die Modulation nicht als sehr störendes Geräusch doch zu Gehör bringen können. Daß schliesslich noch ein Anschluss für einen Katodenstrahl-Oszillografen vorgesehen ist, erhöht den Gebrauchswert des Signalverfolgers für exakte Tonanalysen.

d) Signalverfolger mit Tastkopf-Demodulator

Während die bisher behandelten Arten von Signalverfolgern in Deutschland keine rechte Anwendung gefunden haben, stellt das Gerät mit Tastkopf-Demodulator nach **Bild 3 C** die bei uns gebräuchliche Type dar, und zwar deshalb, weil es nicht üblich ist, im Gange der Reparatur die Verstärkung der Stufen eines Empfängers auszumessen.

Bild 9 zeigt das Schaltschema eines solchen Signalverfolgers. Seine Ähnlichkeit mit einem Einkreisempfänger ist unverkennbar. Das dem Empfänger entnommene Signal wird sogleich im Tastkopf demoduliert, wobei kein Unterschied gemacht wird, ob es sich um Hoch- oder um Niederfrequenz handelt. Die gewonnene niederfrequente Spannung wird einem Potentiometer zugeführt, von dem der Schleifer die zu verstärkende Spannung

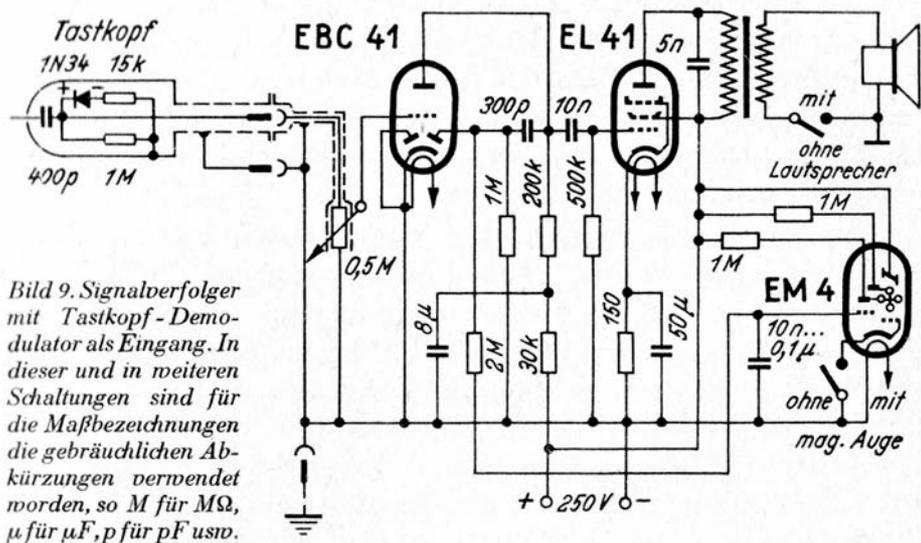


Bild 9. Signalverfolger mit Tastkopf-Demodulator als Eingang. In dieser und in weiteren Schaltungen sind für die Maßbezeichnungen die gebräuchlichen Abkürzungen verwendet worden, so *M* für $M\Omega$, μ für μF , *p* für pF usw.

abgreift. Nach Verstärkung im Triodensystem der Röhre EBC 41 teilt sich der Weg des Signals; er führt über einen Kondensator von 300 pF zu einer Diodenstrecke, in der Gleichrichtung erfolgt. Der größere Teil gelangt über einen Kondensator von 10 nF an das Steuergitter der Endröhre EL 41 und kann durch einen abschaltbaren Lautsprecher hörbar gemacht werden. Die Demodulation eines Teils der verstärkten Eingangsspannung ist nicht etwa erforderlich, um das Signal hörbar zu machen. Es handelt sich bereits um Tonfrequenz. Vielmehr wird durch diese Maßnahme eine von der Größe der Wechselspannung abhängige Gleichspannung gewonnen, die zur Steuerung des Magischen Auges EM 4 dient. Die Anzeige des Signalverfolgers ist sowohl hör- als auch sichtbar, doch können die entsprechenden Organe beliebig abgeschaltet werden.

Der Verstärker enthält keinerlei Besonderheit, es sei denn die Tatsache, daß Niederfrequenz gleichgerichtet wird. Die Eigenart beruht vielmehr auf der Anwendung eines im Tastkopf untergebrachten Demodulators. Einrichtungen dieser Art waren früher nur bei Röhrenvoltmetern für hohe Frequenzen üblich, bei denen die Kapazität abgeschirmter Leitungen zu untragbaren Verlusten führen würde. Darum hat man anfänglich Dioden oder Trioden in einem Tastkopf untergebracht, der wegen seines Aussehens die Bezeichnung „Gänsehals“ führt.

Aber erst die Einführung der Germaniumdetektoren brachte eine für Signalverfolger ideale Lösung. An die Stelle der für diesen Zweck zu umfangreichen Röhren trat Gleichrichtung durch die winzigen Detektoren. Aus einem recht unhandlichen Tastkopf wurde ein fast elegant zu nennendes Metallrohr von wenigen Zentimeter Durchmesser.

Ein Signalverfolger nach Bild 9 eignet sich sehr gut zum Selbstbau, wobei es eine große Zahl von Röhren gibt, die den gleichen Zweck erfüllen. Es seien nur folgende Kombinationen genannt: ABC 1, AL 4, 6 Q 7, 6 F 6, 6 SQ 7, 6 V 6, EBC 11, EL 11, EBC 1, EL 3. Es ist zweckmäßig, den Lautsprecher mit Verstärker und Netzteil in einem Gehäuse unterzubringen. Sollte das richtige Arbeiten des Magischen Auges Schwierigkeiten bereiten, so muß die Größe des Kondensators am Gitter der EM 4 ausprobiert werden. Vergrößerung führt zu immer zäherem Gang der Leuchtsektoren, bis sie schließlich gummiartig hinter den Ereignissen herhinken.

e) Probleme des Tastkopfes

Der Tastkopf-Demodulator stellt eine so wichtige Einrichtung des mit ihm ausgestatteten Signalverfolgers dar, daß es notwendig ist, sich eingehender mit ihm zu befassen. Dazu wird in Bild 10 ein mit einer Röhrendiode ausgestatteter Tastkopf mit der gleichen, aber mit dem Germanium-Detektor 1 N 34 versehenen Einrichtung verglichen. Wenn an den Eingangsklemmen eine Wechselspannung liegt, so gelangt davon über den Kondensator C_1 ein Teil an die Diodenanode. Durch die positiven Halbperioden wird die Anode positiv, so daß ein Strom fließt. Den negativen Halbperioden ist dieser Weg versperrt, so daß sie über den Widerstand R_1 abfließen und an ihm einen Spannungsabfall hervorrufen. Zwischen der Verbindung zum Steuergitter der ersten Verstärkerröhre und der Bezugsleitung entsteht also eine Spannungsdifferenz vom Verlauf der negativen Halbwellen. Nun verarbeitet aber der nachgeschaltete Verstärker keine Hochfrequenz. Darum werden die Gleichspannungsimpulse durch das Siebglied R_2, C_2 soweit geglättet, daß nur die Schwankungen der Amplitudengröße übrigbleiben. Es ist das derselbe Vorgang, wie er im Diodengleichrichter des Supers

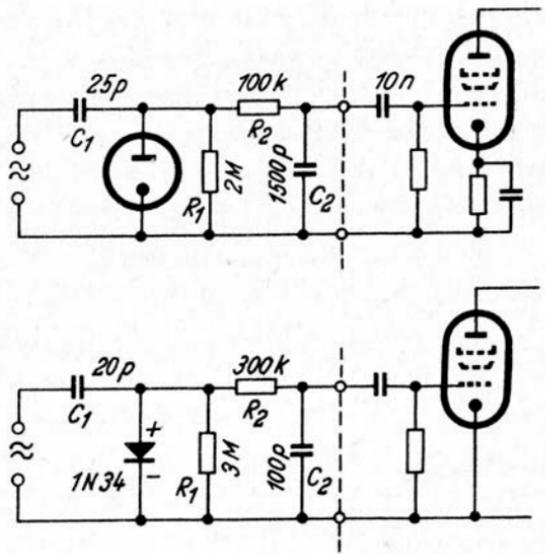


Bild 10. Tastköpfe mit Diode und Germaniumdetektor

ausgenutzt wird, und die Mittel dazu gleichen in der Anordnung denjenigen, mit denen im Netzteil der pulsierende Gleichstrom geglättet wird. Der Tastkopf bringt also nur die in der Hochfrequenz enthaltene Amplitudenmodulation an das erste Steuergitter des Verstärkers. Würde man die Zeitkonstante des Siebgliedes R_2 , C_2 bedeutend größer machen, indem man vor allen Dingen den Kondensator vergrößerte, so würde auch die Modulationsschwankung geglättet, und übrig bliebe eine von der Höhe der Eingangswechselspannung und ihrem Modulationsgrad abhängige Gleichspannung.

Das ist derselbe Vorgang, wie er im Super zur Erzeugung der Schwundregelspannung dient. Bei ihr muß die Modulation unterdrückt werden, damit diese nicht die Gitterspannung steuert und dadurch die Dynamik ausregelt. Bei Tastköpfen für Röhrenvoltmeter, die die mittlere Spannung anzeigen sollen, sind darum die Siebglieder entschieden stärker dimensioniert.

In der Praxis des Signalverfolgers wird dem Tastkopf mit Germanium-Detektor gegenüber der Röhrendiode der Vorzug gegeben. Die Gründe dafür liegen auf der Hand. Die Röhre beansprucht viel Raum im Tastkopf und bedarf darüber hinaus noch zweier Leitungen für die Heizung. Ein solcher Tastkopf muß durch eine vieraderige, abgeschirmte Leitung mit dem Verstärker verbunden sein, während der Tastkopf mit Ger-

manium-Detektor mit einem Stück Koaxialkabel auskommt, weil die Abschirmung als Erdverbindung dienen kann. Dadurch ist zugleich der Vorteil geringer Leitungskapazität gegeben. Allerdings ist der Wirkungsgrad von Röhrendioden größer als derjenige von Germanium-Detektoren, weil sie tatsächlich nur in einer Richtung einen Strom fließen lassen. Demgegenüber läßt der Germanium-Detektor auch in der Sperrichtung noch einen wenn auch kleinen Strom durch.

Wie bereits früher dargelegt wurde, stellt die Größe des Kondensators C1 ein Problem dar. Wird er groß gemacht, so verstimmt der Tastkopf die Resonanzkreise, denen er Hf-Spannung entnimmt. Ist der Kondensator klein, wie in den Beispielen Bild 10 (25 pF und 20 pF), so kann Tonfrequenz wegen des hohen Widerstandes, den ein so kleiner Kondensator bei diesen Frequenzen darstellt, nicht an die Anode gelangen. Dazu wäre ein Kondensator von etwa 5000 pF erforderlich, der bei Hochfrequenz wiederum verstimmend wirkt. Der in Bild 9 angegebene Tastkopf stellt in dieser Beziehung eine Zwischenlösung dar mit einer Kapazität von 400 pF. Die Verstimmung von Resonanzkreisen hält sich bei Mittel- und Langwellen, aber auch bei Zwischenfrequenzen um 470 kHz in tragbaren Grenzen; andererseits ist die Kapazität nicht so klein, daß Niederfrequenz nicht durch den Kondensator gelangen könnte. Tatsächlich stellt eine Kapazität von 400 pF eine tragbare Lösung dar, weil im Empfänger Hochfrequenzen mit winzigen, Tonfrequenzen demgegenüber aber mit sehr viel größeren Spannungen vorkommen.

Zum Aufbau eines Tastkopfes mit Germaniumdetektor genügt ein Messingrohr von etwa 2 cm lichter Weite und 7 bis 10 cm Länge. Ein Ende eines solchen Rohres wird von einem auf der Drehbank angefertigten Pfropfen — am besten aus Trolitul — abgeschlossen, aus dem ein Metallstift 2 cm herausragt und als Tastspitze dient. In dem mit Isolierleinen ausgefüllten Inneren des Rohres ist an diesen Metallstift unmittelbar der Eingangskondensator mit kurzer Leitung angelötet, ferner der Detektor und der Parallelwiderstand. Auch diese Einzelteile werden vorteilhaft mit Isolierleinen umwickelt. Die freien Enden von Widerständen und Detektor werden

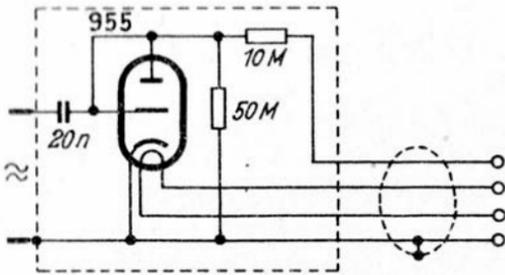


Bild 11. Tastkopf mit Eicheltriode 955 als Diode

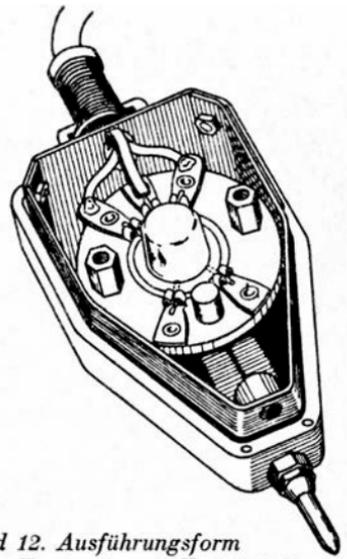


Bild 12. Ausführungsform eines Tastkopfes mit Eicheltriode

durch Löcher nach außen geführt und mit dem Metallrohr verlötet. Das andere Ende des Rohres kann mit einem gedrehten Metallpfropfen abgeschlossen werden, der ein zentrales Loch für das Anschlusskabel erhält.

Für den Gebrauch empfiehlt es sich, einen solchen Tastkopf mit einer isolierenden Schicht zu überziehen. Man soll damit bedenkenlos in einem Rundfunkempfänger herumstochern können, wobei das mit der Minusleitung verbundene Rohr Kurzschlüsse herbeiführen könnte. Denn auf dieser absoluten Sorglosigkeit, mit der man mit einem Tastkopf arbeiten kann, beruht zu einem Teil seine Beliebtheit. Daß dabei der Eingangskondensator Jeder möglichen Gleichspannung gewachsen sein muß, sei bei dieser Gelegenheit eigens erwähnt. Die Prüfspannung muß mindestens 500 V betragen; 1000 V und mehr können auf keinen Fall schaden.

Tastköpfe mit Röhrendioden lassen sich dann recht handlich ausführen, wenn die Röhren besonders klein sind. Das gilt zu einem Teil für die Stahlausführung der Duodiode b H 6, in vollem Umfange für Eichelröhren. Als Beispiel dafür zeigt **Bild 11** einen mit der Eicheltriode 955 ausgestatteten Tastkopf, der in erster Linie für ein Röhrenvoltmeter entworfen ist. Durch Verbindung des Steuergitters mit der Anode ist die

Röhre als Diode geschaltet. Der Siebwiderstand ist mit 10 MOhm so groß bemessen, daß die Kapazität des Kabels als Siebkondensator genügt.

Wenn man daran denkt, daß Eichelröhren nicht wesentlich größer sind als ein Daumennagel, kann man sich die Ausmaße eines nach **Bild 11** geschalteten Tastkopfes vorstellen, wie ihn **Bild 12** zeigt. Trotzdem wird ein solcher Tastkopf durch das vieladerige Anschlußkabel klobiger als jede Ausführung mit Germaniumdiode.

Eine sehr geschickte Lösung für einen Tastkopf stellt der zum Philips-Signalverfolger GM 7628 gehörige dar (**Bild 13**). Durch Drehen des Tastkopfdeckels kann ein Schalter betätigt werden, der entweder den Eingangskondensator überbrückt und die Diode EF 50 abschaltet oder den Kondensator freigibt und die Diode anschließt. Da im nachfolgenden Verstärker eine entsprechende Umschaltung vorgesehen ist (siehe Bild 21), können in der gezeichneten Stellung des Schalters Hoch-, Zwischenfrequenzen und Oszillatorspannung, in der oberen Schwundregelspannungen und Niederfrequenz geprüft werden. Regelspannungen werden unter Umgehung des Verstärkers dem Magischen Auge direkt zugeführt. Das letztere ist auch in der gezeichneten Stellung des Schalters bei der Antastung der Oszillatorspannung eines Supers der Fall. Dann ist die von der Diode gleichgerichtete Spannung so hoch, daß sie direkt zur Steuerung des Magischen Auges genügt.

Daß die Funktion des Tastkopfes nicht auf Demodulation beschränkt zu sein braucht, und daß er auch zur Verstärkung beitragen kann, zeigt die Schaltung **Bild 14**. Im Tastkopf ist die Triode 6 F 5 untergebracht, deren Gitter an einen Kopfanschluß geführt ist. Dadurch wird der Aufbau eines einfachen Audions mit einem Gitterkondensator von 50 pF und einem Gitterableitwiderstand von 2 MOhm auch mechanisch einfach. Der Vorzug eines Audions im Tastkopf liegt in der Verstärkung, die es neben der Demodulation erzielt; demgegenüber sind Röhrendiode und Germaniumdetektor auf Demodulation ohne jede Verstärkung beschränkt. **Bild 14** zeigt auch die Eingangsschaltung des Verstärkers, die sich von der Schaltung Bild 9 nur durch einen Anoden- und einen Siebwiderstand sowie

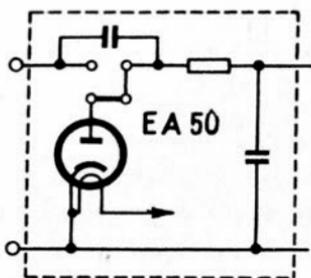


Bild 13. Tastkopf des Philips-Signalverfolgers GM 7628

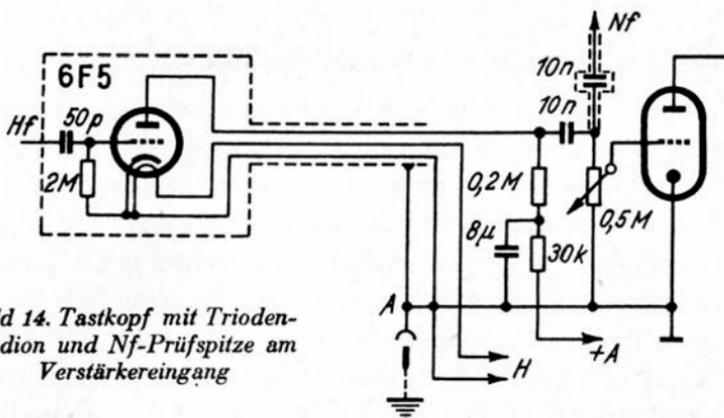


Bild 14. Tastkopf mit Trioden-Audion und Nf-Prüfspitze am Verstärkereingang

durch einen Beruhigungskondensator unterscheidet, weil der Triode im Tastkopf Anodenspannung zugeführt werden muß.

Durch die Verstärkung des Tastkopfes wird der Aufbau eines solchen Signalverfolgers kritisch. Vor allen Dingen muß vermieden werden, daß durch die Heizleitungen im Kabel Brummspannung in der Anodenleitung induziert wird. Zweckmäßig ist die Zusammenführung aller zu erdenden Punkte des Tastkopfs und seiner Abschirmung, aber auch des Verstärkers unmittelbar an dem Erdungspunkt A. Das Chassis des Verstärkers soll nicht als Bezugsleitung dienen. Nötigenfalls sind (die Heizleitungen im Kabel verdreht zu führen und die Anodenleitung besonders abgeschirmt nebenher.

Als Tastkopftriode eignen sich zahlreiche Röhren, wobei selbstverständlich diejenigen den Vorzug genießen, die sich durch kleine äußerliche Abmessungen auszeichnen.

Selbstverständlich eignet sich ein Tastkopf nach **Bild 14** nur zur Prüfung von Hochfrequenz. Daneben können Tonfrequenzen durch eine Prüfspitze mit Kondensator angetastet werden, wie es in dem Schema durch die an das Eingangspotentiometer angeschlossene, abgeschirmte Leitung angedeutet ist. Die Grenzen der Anwendung des Audions als Tastkopf-Demodulator sind durch die schnell eintretende Übersteuerung gegeben. Sie tritt leicht an solchen Stellen des Empfängers ein, an denen das Signal bereits erheblich verstärkt vorliegt.

3. Signalverfolgung mit einfachen Mitteln

Bisher wurden nur umfangreiche und kostspielige Signalverfolger behandelt, deren Verwendung sich notwendigerweise auf die Werkstatt beschränken muß. Werden hinsichtlich der Zahl der mit einem Gerät durchführbaren Prüfungen geringere Anforderungen gestellt, so kommt man bereits mit erstaunlich einfachen Mitteln aus. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß der Kopfhörer vor allen Messinstrumenten das ganz allgemein verwendete Reparaturgerät war. In der Zeit der Batteriegeräte gehörte er zu jedem Empfänger und war infolgedessen bei jedem Versager sofort zur Hand.

Wenn hier auf so einfache Mittel und Geräte zur Durchführung der Signalverfolgung verwiesen wird, so geschieht das aus der Erkenntnis, daß die Durchschnittswerkstätte Neuerungen abhold ist. Wenn aber eine neue Methode mit vorhandenen Mitteln durchgeführt werden kann, dann ist man zu Versuchen geneigt. Vielleicht erkennt mancher bei dieser Gelegenheit den Wert der Signalverfolgung und bedient sich ihrer regelmäßig. Schließlich sind einfache Mittel immer erwünscht, wenn Reparaturen außer dem Hause durchzuführen sind. Jedes Reparaturgerät, das nicht in einer Aktentasche Platz findet, hat so gut wie keine Aussicht, je außerhalb der Werkstatt verwendet zu werden.

a) Der Kopfhörer

Es wurde bereits einmal gesagt, daß Niederfrequenz in Empfängern immer mit nennenswerter Spannung vorkommt, weil der Demodulator sie mit einigen Volt hervorbringt. Darum kann

der Weg der Tonfrequenzen vom Gleichrichter an mit einem Kopfhörer verfolgt werden. Allerdings sind dazu Vorkehrungen notwendig, damit der Kopfhörer keinen Schaden nimmt, wenn eine hohe Gleichspannung angetastet wird. Zu dem Zweck liegt in jeder seiner Zuführungen ein Kondensator von $0,1 \mu\text{F}$, wie es **Bild 15 A** zum Ausdruck bringt. Zwischen den Kopf-

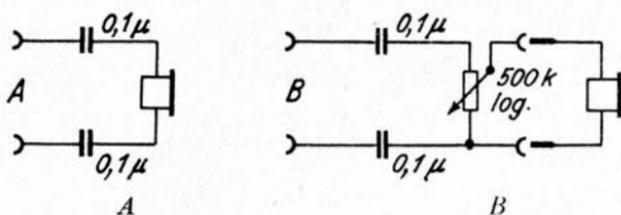


Bild 15. Kopfhörer als Signalverfolger in Nf-Verstärkern

hörersteckern und Prüfspitzen stellen sie keinerlei Belästigung bei der Arbeit dar, wenn man Ausführungen in Isolierstoffröhrchen wählt.

In größeren Verstärkern, aber auch in der Endstufe eines Rundfunkempfängers ist mit großen Lautstärken zu rechnen, die bei der Arbeit lästig sind und die Beurteilung der Qualität erschweren. Darum sei das kleine Zusatzgerät nach **Bild 15 B** vorgeschlagen, das in einem Kästchen zwei Kondensatoren von je $0,1 \mu\text{F}$ und ein Potentiometer von $0,5 \text{ MOhm}$ umfaßt. Am Potentiometer kann jeweils die geeignete Spannung abgegriffen werden. Bei Arbeiten in Kraftverstärkern ist wegen der darin vorkommenden hohen Anodenspannungen darauf zu achten, daß die Prüfspannung der Kondensatoren dieser Tatsache angepaßt ist.

Auf keinen Fall darf mit dem Kopfhörer ohne Kondensatoren oder nur mit einem Block in einer Zuleitung gearbeitet werden. Es kann immer ein Schluß zwischen Leitung und Gehäuse des Kopfhörers eintreten, wodurch die Anordnung bei jedem Empfänger, gewiß aber beim Allstromgerät tödlich wirken kann. Selbst wenn eine Zuleitung geerdet ist, kann Lebensgefahr bestehen, wenn irrtümlich eine gegen Erde Spannung führende Leitung berührt wird.

b) Kopfhörer mit Tastkopf

Soll der Kopfhörer auch vor dem Demodulator verwendet werden können, so kann das in Verbindung mit einem der bereits erwähnten Tastköpfe geschehen, die ja einen Gleichrichter enthalten und infolgedessen Niederfrequenz abgeben, wenn modulierte Hochfrequenz angetastet wird. Wenn ein starker Ortssender zur Verfügung steht, können mit Tastkopf und Hörer bereits Untersuchungen am Eingangskreis eines Empfängers durchgeführt werden. Im Zf-Verstärker dürfte das immer möglich sein. Bei dieser Gelegenheit verrät der Kopfhörer eine seiner hervorragendsten Eigenschaften, seine große Empfindlichkeit. Es gibt auch heute nur wenige Instrumente, die auf so niedrige Wechselspannungen ansprechen wie er.

c) Tastkopf und Mikroamperemeter

Wird mit einem Tastkopf ein gutes Mikroamperemeter verbunden, so lassen sich Hf-Spannungen recht genau messen. Da neuzeitliche Universal-Volt-Amperemeter über hervorragende Mikroamperemeter verfügen, sei die Kombination zur einfachen Signalverfolgung empfohlen.

Unter der Bezeichnung HF-Multizet bringt Siemens solch ein Instrument in den Handel. Es umfaßt fünf Meßbereiche, deren Maximalausschlag 1; 2; 5; 10 und 20 V beträgt. Das Instrument arbeitet mit einem eingebauten Detektor, den Siemens „Richtleiter“ nennt. So können an den Klemmen Spannungen bei Frequenzen von 500 Hz bis 10 MHz gemessen werden. Für Messungen bei Frequenzen von 1 bis 100 MHz kann ein Tastkopf angeschlossen werden. Wenn man von den Eingangsstufen eines Empfängers absieht, können mit dem HF-Multizet — besonders im Zf-Verstärker — für die Fehlersuche wertvolle Messungen angestellt werden.

d) Aperiodische Verstärker

Unabhängig von der Signalverfolgung hat sich die Reparaturtechnik bereits frühzeitig sogenannter aperiodischer Verstärker bedient. Sie wurden ebenso verwendet wie der Signalverfolger mit dem Unterschied, daß zum Tasten einfache Prüfstrippen ohne Kondensator und erst recht ohne Diode oder Detektor be-

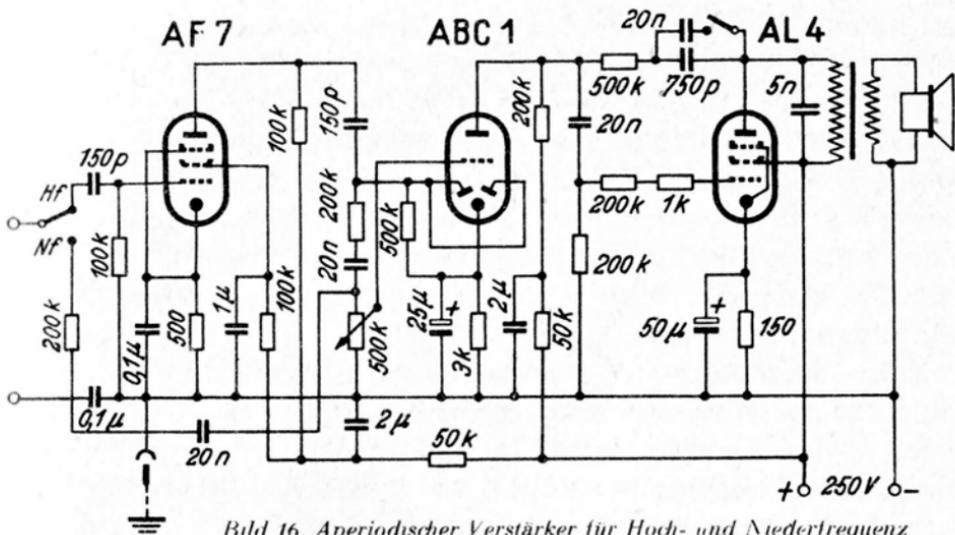


Bild 16. Aperiodischer Verstärker für Hoch- und Niederfrequenz

nutzt wurden. Dadurch war der verstimmende Einfluß natürlich besonders groß. Durch einfache Umschaltung können solche Verstärker sowohl Hoch- als auch Niederfrequenz verarbeiten. Da sie sich sehr gut zum Selbstbau eignen, sei in **Bild 16** ein Schaltbeispiel gegeben. Durch die Benutzung einer Prüfspitze mit einem Kondensator für die Antastung Hochfrequenz führender Leitungen wird aus dem aperiodischen Verstärker ein echter Signalverfolger, und das erst recht, wenn die Schaltung um ein Magisches Auge nach **Bild 9** erweitert wird.

Der aperiodische Verstärker nach Bild 16 besitzt zwei Eingänge, einen für Hochfrequenz, die der Pentode AF 7 zugeführt wird, und einen für Niederfrequenz, die über ein Potentiometer unter Umgehung der Pentode an das Steuergitter der Röhre ABC 1 gelangt. Zwischen Vor- und Endröhre des Nf-Verstärkers ist ein Gegenkopplungskanal vorgesehen, in dem durch einen Schalter verschiedene Grade von Gegenkopplung eingestellt werden können. An den Verstärker kann bei der Stellung Nf auch ein Tastkopf angeschlossen werden.

e) Die Verfolgung magnetischer Störfelder

Üblicherweise zählt das Aufsuchen magnetischer Felder in Empfängern und Verstärkern nicht zur Signalverfolgung. Trotzdem sei hier kurz darauf eingegangen, weil sich mit sehr

einfachen Mitteln Fehler frühzeitig ausschließen lassen, deren Beseitigung hinterher notwendig und äußerst lästig ist. Meist handelt es sich um magnetische Wechselfelder, die von netzgespeisten Transformatoren und Drosseln ausgehen und durch Induktion in Leitungen oder Einzelteile Brummen verursachen. Diese Erscheinungen treten besonders oft beim Neu- oder Umbau von Empfängern und Verstärkern auf, wenn bei der Anordnung der Einzelteile nicht genügend Rücksicht auf die Magnetfelder genommen wurde.

Zum Aufsuchen magnetischer Wechselfelder benutzt man eine eisengefüllte Spule mit großer Windungszahl, etwa eine hochohmige Drossel oder die Sekundärseite eines Niederfrequenztransformators, an die man einen Kopfhörer oder bei gründlicher Untersuchung einen Nf-Verstärker anschließt. Gelangt die Spule in das Wechselfeld, so wird in ihr eine Wechselspannung induziert, die Kopfhörer oder Lautsprecher hörbar machen. Man bekommt dadurch ein Bild von der Lage des Störfeldes im Raum und kann ihm durch geeignete Anordnung der Einzelteile aus dem Wege gehen. Notfalls bekommt man auf diese Weise einen Begriff, wo eine magnetische Abschirmung angebracht werden muß. Bei der Aufstellung von Niederfrequenztransformatoren kann man deren größte Wicklung selbst benutzen und durch Drehen diejenige Stellung finden, in der sich die Induktionswirkungen eines Wechselfeldes aufheben,

4. Konstruktionen verschiedener Signalverfolger

Hinsichtlich der gewerblichen Herstellung von Signalverfolgern besteht zwischen der alten und der neuen Welt ein wesentlicher Unterschied. Während auf dem amerikanischen Markt etwa zwei Dutzend verschiedene Typen von Signalverfolgern angeboten werden, ist die Auswahl in Deutschland nicht sonderlich groß. Das liegt wohl daran, daß die Signalverfolgung als Mittel methodischer Fehlersuche in den USA entwickelt worden ist. Sie spielt drüben bei der Reparatur eine weitaus größere Rolle als bei uns. Es soll nicht zuletzt der Zweck dieses Bändchen der „Radio-Praktiker-Bücherei“ sein, den deutschen Reparaturwerkstätten die Signalverfolgung als zeitsparende Arbeitsmethode schmackhaft zu machen.

Zwischen deutschen und amerikanischen Signalverfolgern läßt sich ein grundlegender Unterschied erkennen, der nicht zuletzt seinen Grund in unserer Armut hat. Während amerikanische Geräte bis zu 15 Röhren haben und mit abstimmbaren Hf-Verstärkern arbeiten, setzt sich in Deutschland langsam der Signalverfolger mit höchstens 5 Röhren durch, wobei man gerne auf Hf-Verstärkung verzichtet und Geräte mit demodulierendem Tastkopf bevorzugt. Diese letztere Tatsache dürfte durch den Umstand zu erklären sein, daß wir den Signalverfolger in erster Linie zur schnellen Fehlersuche und weniger zur Messung der Stufenverstärkung benutzen.

a) RCA Rider-Chanalyst

Wohl der bekannteste und am meisten verbreitete Signalverfolger ist der von *John F. Rider* entworfene und von der Radio Corporation of America seit mehr als einem Jahrzehnt gebaute „Chanalyst“. Er gilt als der Prototyp des Signalverfolgers schlechthin, und das aus dem Grunde, weil J. Rider die Signalverfolgung in seinen Laboratorien zum System ausgebaut und über die Signalverfolgung ein umfangreiches Buch geschrieben hat. *Er gilt als der Vater dieser Methode der Fehlersuche.*

Der Rider-Chanalyst umfaßt folgende Einzelgeräte in einem Gehäuse •

1. Hoch- und Zwischenfrequenzkanal 96...1700 kHz,
2. Oszillator-Kanal 600...15 000 kHz,
3. Niederfrequenz-Kanal 150...50 000 Hz,
4. Elektronisches Wattmeter 30...250 W,
5. Gleichspannungs-Röhrenvoltmeter

Bereiche 0... 5 V

0... 25

0...100 V

0...500 V

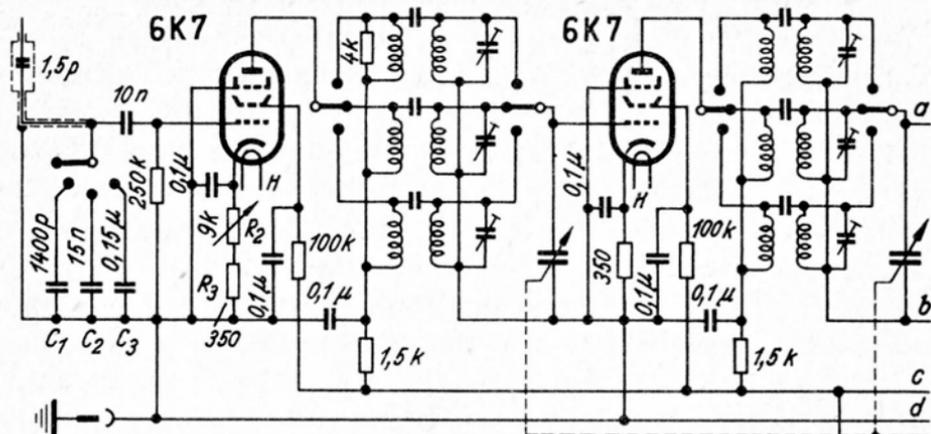
Mit gleichrichtendem Tastkopf zwei Hf-Spannungsbereiche:

0... 5 V

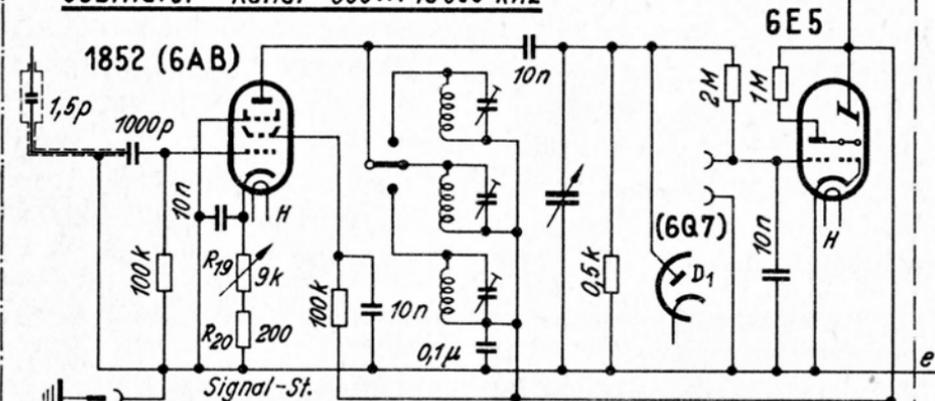
0...20 V

6. Netzteil.

Hoch- u. Zwischenfrequenz-Kanal 96... 1700 kHz



Oszillator-Kanal 600... 15000 kHz



Tonfrequenz-Kanal 150... 50000 Hz

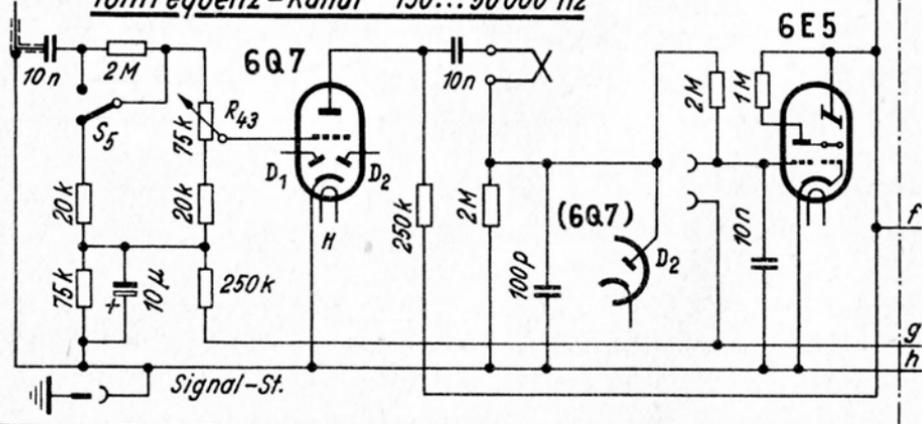
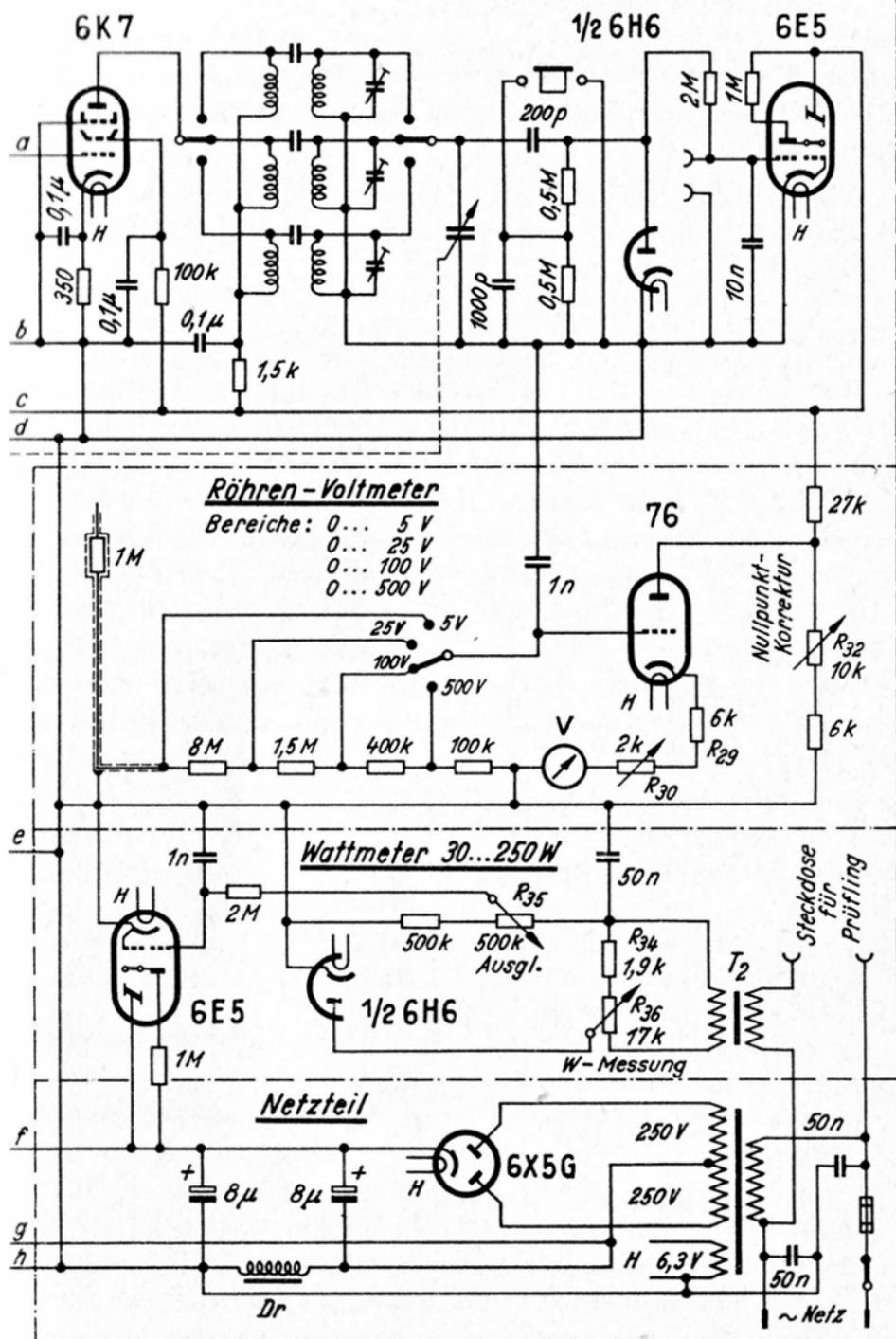


Bild 17. Schaltung des



Rider Channel Analyzer der RCA

Davon sind eigentlich nur die drei erstgenannten Bestandteile eines echten Signalverfolgers. Wattmeter und Gleichspannungsröhrenvoltmeter wurden hinzugefügt, um den Chanalyst zur völligen Ausrüstung eines Reparaturplatzes zu vervollständigen.

Wie das Schaltschema **Bild 17** zeigt, kann der Chanalyst mit jedem Großsuper konkurrieren, was die Zahl der Röhren und der Einzelteile betrifft.

Der Hoch- und Zwischenfrequenz-Kanal besteht aus drei Hf-Verstärkerpentoden, einer Diodenstrecke und einem Magischen Auge. Er ist als Vierkreis-Geradeausverstärker geschaltet. Dadurch wird eine Verstärkung erzielt, die etwa bei 100 000 liegt. Unter diesen Umständen kann im Eingang ein äußerst kleiner Kondensator liegen, der einfach aus einer Unterbrechung zwischen Tastspitze und Zuleitung zur ersten Stufe besteht; seine Kapazität beträgt 1,5 pF. Trotzdem könnte der Verstärker übersteuert werden, wenn im Eingang nicht ein kapazitiver Spannungsteiler vorgesehen wäre. Dadurch, daß über den Eingang durch den Schalter S_1 Kapazitäten von 1400 pF, 15 nF und 0,15 μ F gelegt werden, kann die Empfindlichkeit auf den zehnten, hundertsten und tausendsten Teil herabgesetzt werden. Übergangslose Feineinstellung zwischen diesen Stufen erfolgt durch Änderung der Gittervorspannung der ersten Röhre durch den veränderlichen Widerstand R_2 , dessen Skala geeicht ist. Man kann den gesamten Kanal als Röhrenvoltmeter auffassen, bei dem das Magische Auge 6 E 5 als Anzeige dient.

Nun gestattet das Magische Auge keine genaue Ablesung. Dieser Mangel wird durch den genau definierten Spannungsteiler im Eingang ausgeglichen. Wird zur Spannungsmessung verschiedener Hochfrequenzen der Spannungsteiler so reguliert, daß sich das Magische Auge jedes Mal ganz schließt, so verhalten sich die Spannungen offenbar ebenso wie die Teilungsverhältnisse im Eingang. Auf die Messung von Hf-Spannungen in Volt kommt es nicht an, weil es u. a. der Zweck dieses Kanals ist, die Verstärkung von Empfängerstufen zu ermitteln. Ganz nebensächlich wird das Abhören des verfolgten Signals be-

handelt. Es ist lediglich eine Anschlußmöglichkeit für einen Kopfhörer vorgesehen. Einen Lautsprecher, der für deutsche Begriffe aus dem Signalverfolger nicht fortzudenken ist, gibt es im ganzen Chanalyst nicht.

Der Oszillator-Kanal besteht aus der Pentode 1852, einer Diodenstrecke und einem Magischen Auge. Daß ein solcher Kanal neben demjenigen für Hoch- und Zwischenfrequenzen vorgesehen ist, beweist die Großzügigkeit, mit der man beim Entwurf zu Werke gegangen ist, denn die Feststellung, ob der Oszillator eines Empfängers schwingt, kann man ebenso gut mit dem Hf-Zf-Kanal treffen.

Die Prüfspitze des Oszillatorkanals ist dieselbe wie die für Hoch- und Zwischenfrequenz. Das zu erwähnen erscheint deshalb wichtig, weil die geringe Eingangskapazität Untersuchungen an empfindlichsten Empfängerteilen ohne Verstimmung gestattet. Im Anodenkreis der Eingangspentode liegt ein Sperrkreis, der eine Kontrolle der Frequenz des Oszillators ermöglicht. Da bei Oszillatoren regelmäßig mit beträchtlichen Spannungen zu rechnen ist, genügt eine Verstärkerstufe, deren Verstärkung durch den veränderlichen Katodenwiderstand R_{19} reguliert werden kann. Der Bereich ist mit 600...15 000 kHz größer als derjenige des Hf-Zf-Kanals, umfaßt aber nicht die Frequenzen des europäischen Langwellenbereichs.

Der Tonfrequenz-Kanal ist mit dem Triodenteil der Röhre 6 Q 7 als Verstärker bestückt, während die Diodenstrecken dieser Röhre als Gleichrichter im Oszillator- und im Nf-Kanal dienen. Die Empfindlichkeit des Kanals kann durch den Schalter **S5** in zwei Grobstufen und durch das Potentiometer **R43** feinreguliert werden. Auch hier ist die Skala des Potentiometers geeicht, so daß Stufenverstärkungen gemessen werden können. Der Eingang des Magischen Auges ist ebenso mit einem Buchsenpaar verbunden wie derjenige desselben Organs im Hf-Zf- und Oszillator-Kanal. Dadurch ist mehrfach Gelegenheit geboten, den Gang von Regelspannungen durch die Anzeigevorrichtung eines gerade nicht benutzten Kanals sichtbar zu verfolgen.

Das Gleichspannungs-Röhrenvoltmeter besitzt einen Spannungsteiler, dessen Widerstandswert bei allen Meßbereichen 10 MOhm beträgt. Dadurch kommt für den kleinsten Meßbereich ein Widerstand von 2 MOhm/V zustande, für den größten ein solcher von 20.000 Ohm/V; letzterer liegt also niedriger als der moderner Drehspulinstrumente, die bis zu 100.000 Ohm/V haben. Durch einen Widerstand von 1 MOhm in der Prüfspitze ist eine Vorkehrung getroffen, um Gleichspannungen an solchen Leitungen zu messen, die daneben auch noch Hochfrequenzen führen. So kann beispielsweise die Regelspannung einer Röhre unmittelbar am Gitter-Kontakt der Röhrenfassung gemessen werden, ohne den an das gleiche Gitter angeschlossenen Schwingungskreis nennenswert zu verstimmen oder zu bedämpfen. Im Übrigen weicht die Schaltung des Voltmeters nicht von bekannten Ausführungen ab. Am Widerstand R_{30} kann der Messbereich geeicht werden und am Widerstand R_{32} wird jeweils der Nullpunkt korrigiert. Selbstverständlich können mit dem Voltmeter alle in einem Empfänger vorkommenden Gleichspannungen ohne wesentliche Verfälschung der Werte gemessen werden. Durch Anschluß eines Tastkopfs mit Gleichrichter wird das Gleichspannungsvoltmeter um die Wechselspannungsbereiche 0...5 V und 0...20 V erweitert.

Das elektronische Wattmeter weicht am meisten von bekannten und gebräuchlichen Schaltungen ab. Für die Stromversorgung des zu untersuchenden Empfängers ist am Chanalyst eine besondere Steckdose vorgesehen. Der abgenommene Strom durchfließt einen kleinen Spezialtransformator T_2 , der keinen nennenswerten Spannungsabfall verursacht. Die in der Sekundärwicklung induzierte Spannung hängt von der Größe des Primärstromes und damit von der Aufnahme des Prüflings ab. Die Sekundärseite ist durch den Widerstand R_{34} und das Potentiometer R_{36} zum Stromkreis geschlossen. Aus dem letzteren kann am Potentiometer Spannung abgegriffen und in einer Diodenstrecke gleichgerichtet werden.

Die dabei gewonnene Gleichspannung zeigt das Magische Auge an. Auch in diesem Falle zeigt das Wattmeter nur einen bestimmten Zustand an, bei dem die Aufnahme des Prüflings an der Skala des Potentiometers abgelesen werden kann. Das

Potentiometer R₃₅ gestattet die Einstellung der Empfindlichkeit der Anzeige durch den Schattenwinkel.

Der Aufwand erscheint für ein Wattmeter übertrieben groß zu sein, doch hat man sich offenbar zu dieser Lösung entschlossen, um das Prinzip aller Messungen des Chanalyst und die Art der Anzeige nicht zu durchbrechen.

Bemerkenswert an der Anwendung des Chanalyst, auf die später noch eingegangen wird, ist sowohl die Vielseitigkeit der möglichen Untersuchungen als auch deren Gleichzeitigkeit. Dadurch, daß der Prüfling über das Wattmeter gespeist wird und jede seiner Stufen an einen für diesen Zweck eigens eingerichteten Kanal angeschlossen ist, bekommt der Reparierende sofort ein umfassendes Bild über den Zustand und das Funktionieren des Empfängers auf der Werkbank. Das ist ein unverkennbarer Vorteil, der aber mit erheblichem Aufwand und einem dementsprechend hohen Preis erkaufte ist.

b) *Chanalyst mit deutschen Röhren*

Die großen Vorzüge des Chanalyst und die Tatsache, daß er in Deutschland nicht zum Verkauf gelangt, haben zu einer ähnlichen Entwicklung mit deutschen Röhren geführt, die wir W. Diefenbach verdanken. Unter Verzicht auf Watt- und Röhrenvoltmeter sind die drei den eigentlichen Signalverfolger ausmachenden Kanäle unseren Verhältnissen entsprechend ausgebaut (**Bild 18**). Dabei konnte die Zahl der Stufen im Hf-Zf-Kanal durch größere Steilheit der verwendeten Röhren und die Zahl der letzten durch Verwendung von Kombinationstypen und eines Sirutors herabgesetzt werden. Dafür wurde der Tonfrequenzkanal um eine End-Tetrode erweitert, damit ein Lautsprecher betrieben werden kann.

Den europäischen Verhältnissen entsprechend sind im Hf-Zf-Kanal A vier Frequenzbereiche vorgesehen, denen Wellenbereiche von 13...37 m, 36...100 m und 680...2000 m entsprechen.

Der Oszillatorkanal B bestreicht in drei Bereichen die Frequenzen 15...4,8 MHz, 1650...5000 kHz und 400...1650 kHz.

Im Tonfrequenzkanal dient das Triodensystem der Röhre ECL 11 als Spannungsverstärker. Ein Teil der verstärkten Tonfrequenz wird durch einen Sirutor Sr gleichgerichtet und

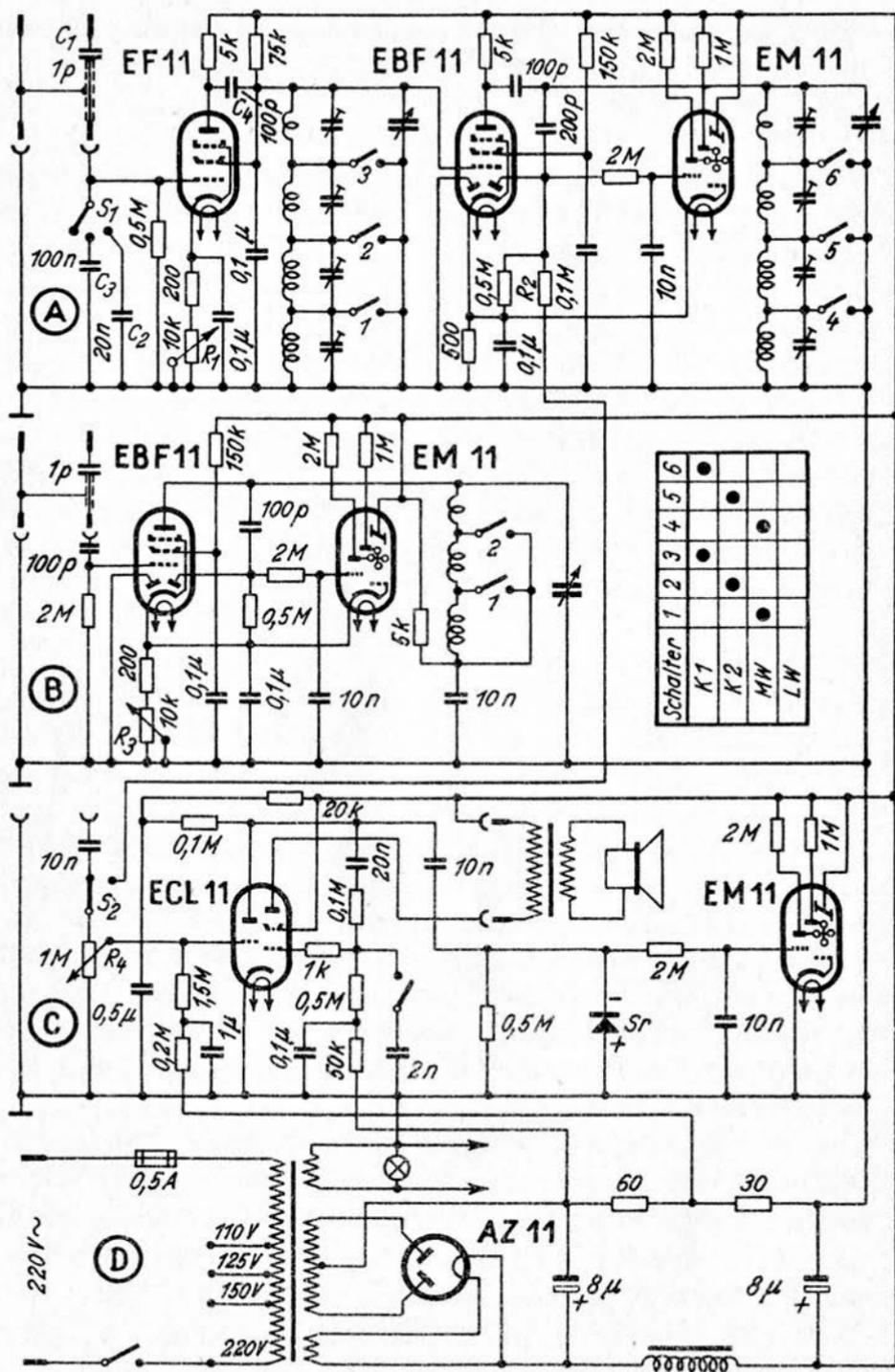


Bild 18. Signalverfolger mit drei Kanälen ähnlich dem Rider Chanalyser, aber mit deutschen Röhren

dient zur Steuerung des magischen Auges EM 11. Der andere Teil steuert das 4-Watt-Tetrodensystem, das auf einen permanentdynamischen Lautsprecher arbeitet. Im Gegensatz zum Rider-Chanalyst kann also die angetastete Tonfrequenz nicht nur gemessen sondern auch gehört werden, was bei der Kontrolle auf Verzerrungen von entscheidendem Wert ist. Durch einen zuschaltbaren Kondensator kann die Klangfarbe der Wiedergabe am Steuergitter der Tetrode beeinflusst werden. Es wäre vielleicht wünschenswert, den Gitterableitwiderstand der Tetrode als Potentiometer auszubilden, an dem die Steuerungspannung für das Endsystem nach Belieben abgegriffen werden könnte, und zwar unabhängig von der Stellung des Eingangspotentiometers des Kanals, die sich nach den Erfordernissen der Anzeige durch das Magische Auge zu richten hat.

Insgesamt gesehen steht das Gerät dem Chanalyst nicht nach, wenn man bedenkt, daß die Schalttafel der allermeisten Werkstätten bereits über ein Wattmeter verfügt, und daß für Gleichspannungsmessungen Röhrenvoltmeter oder Drehspulinstrumente unabhängig vom Signalverfolger notwendig und in der Regel vorhanden sind.

c) Signalverfolger Elotast Detektiv II

Unter der Bezeichnung „Elotast Detektiv II" wurde ein Signalverfolger hergestellt, dessen Schaltung in **Bild 19** und dessen Äußeres in **Bild 20** dargestellt ist. Es handelt sich dabei um einen Aufbau nach **Bild 3 B**, wobei allerdings durch geschickte Schaltung Hoch- und Niederfrequenz teilweise in einem Kanal verstärkt werden können. Die Anzeige erfolgt durch das Magische Auge 6 E 5 und durch Wiedergabe im Lautsprecher. Da das Eingangspotentiometer geeicht ist, können auch Verstärkungsmessungen vorgenommen werden.

Sehr geschickt ist die Prüfspitze ausgestattet. Sie besteht aus zwei Teilen, die durch einen Bajonettverschluss miteinander verbunden sind. Dadurch ist es möglich, den Eingangskondensator auszuwechseln oder auch durch einen Widerstand zu ersetzen. Mit einem Widerstand als Hf-Sperre kann vorn Empfängerdemodulator Niederfrequenz abgenommen und ge-



Bild 20. Der Elotast-Detektiv-Signalverfolger mit Prüfspitze

prüft werden, mit einem kleinen Kondensator Hochfrequenz. Schließlich kann auch ein Germaniumdetektor eingesetzt und damit die Prüfspitze zum Tastkopf ausgebaut werden.

Der Doppelschalter S_1 hat vier Stellungen. Stellung 1 gibt den Hf-Eingang frei. Im Weg der Hochfrequenz zum Gitter der Röhre EF 6 sperrt eine Drossel alle Frequenzen unter 30 kHz. Bei Stellung 2 gelangt alle angetastete Hoch- und Niederfrequenz in den gemeinsamen Verstärkanal. Bei Stellung 3 können Tonfrequenzen bis zu einer Spannung von 20 V getastet werden. Zur Verstärkungsmessung ist die Skala des Potentiometers von 1 mV bis 20 V geeicht. Hf-Anteile werden bei Stellung 3 des Schalters durch ein RC-Glied ferngehalten. Bei Stellung 4 können höhere Nf-Spannungen angetastet und gemessen werden; zu letzterem Zweck sind auf der Potentiometerskala Eichpunkte bis zu 300 V vorgesehen.

Der Nf-Kanal umfaßt als erste Stufe die Pentode EF 6 (bif.) und als zweite das Hexodensystem der Röhre ECH 4. Der größte Teil der Anodenwechselspannung kann über ein Potentiometer dem Steuergitter der Endröhre EBL 1 zugeführt und durch den Lautsprecher wiedergegeben werden. Der

kleinere Teil wird im Triodensystem der Röhre ECH 4 nochmals verstärkt, durch eine Diodenstrecke der Röhre EBL 1 gleichgerichtet und die dabei gewonnene Gleichspannung vom Magischen Auge 6 E 5 angezeigt. Da die obere Grenzfrequenz des Kanals bei 100 kHz liegt, arbeitet die optische Anzeige noch, wenn die akustische Wiedergabe des Lautsprechers notwendigerweise bei etwa 10 000 Hz versagen muß.

Die dem Gitter der Röhre EF 6 zugeführte Hochfrequenz wird in der als Audion geschalteten Röhre demoduliert. Tonfrequenzen werden in der beschriebenen Weise angezeigt. Der verstärkte Hf-Träger gelangt nach der Demodulation ebenfalls zum Hexodensystem der Röhre ECH 4. Da ihm der Weg zum Steuergitter der Endröhre versperrt ist, läuft er zum Triodensystem der Röhre ECH 4 und von dort verstärkt an die Diodenstrecke und damit zur Anzeige durch das Magische Auge. Es werden also Träger und Modulation gleichzeitig angezeigt. Durch eine zuschaltbare Sperre aus Drossel und Kondensator kann Niederfrequenz zurückgehalten werden, so daß in diesem Falle nur der Hf-Träger oder auch eine angetastete, reine Hf-Spannung zur Anzeige gelangt. Es kann also auch untersucht werden, ob der Oszillator eines Superschwingt; dabei spielt die Frequenz keine Rolle, weil der Hf-Kanal aperiodisch verstärkt.

Zur Erhöhung der Vielseitigkeit des Signalverfolgers sind verblockte Eingänge B.2 ... B4 vorgesehen, die die Zuführung von Nf-Spannungen zu den einzelnen Stufen gestatten. Durch eine Stellung des Schalters S2 wird das Magische Auge an die Buchsen B9 und B₁₀ gelegt, so daß Regelspannungen kontrolliert werden können. Schließlich ist der Lautsprecher abschaltbar, und durch Anzapfungen der Sekundärwicklung des Ausgangstransformators können Lautsprecher verschiedener Schwingspulenimpedanz angeschlossen und geprüft werden.

Der Hersteller des „Elotast Detektiv H“ gibt folgende Verwendungsmöglichkeiten an:

1. Fehlerortbestimmung und Feststellung von defekten Einzelteilen;
2. Feststellung von elektrischen Störquellen und Rundfunkstörungen;

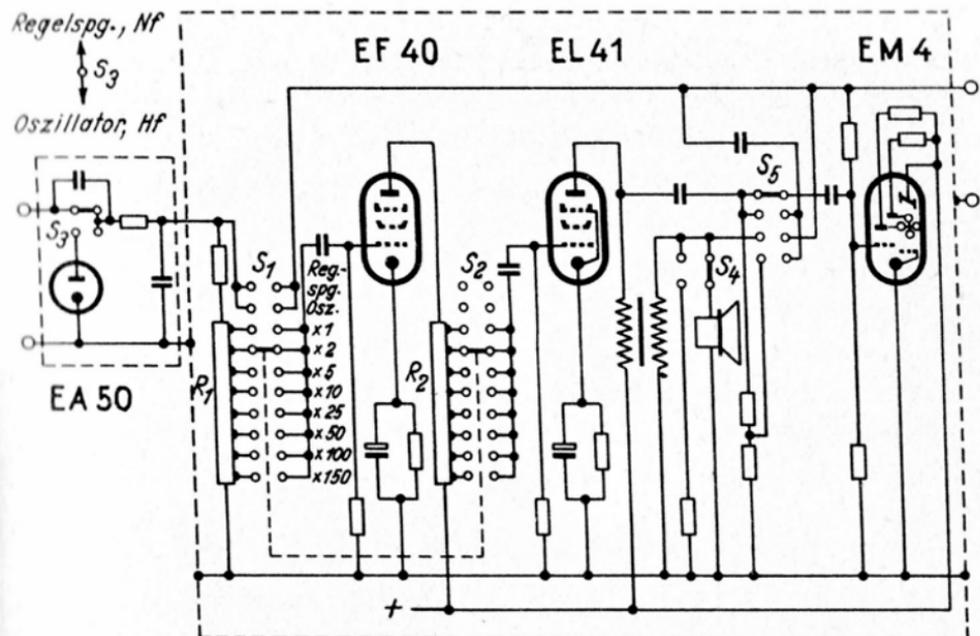


Bild 21. Prinzipschaltbild des Philips-Signalverfolgers GM 7628

3. Festlegung von Brumm-, Schwingungs- und Kopplungsräumen und deren Quelle;
4. Messung von Regel- und Vorspannungen;
5. Bestimmung von Verstärkungs- und Dämpfungsgraden;
6. Feststellung von Undichtigkeiten bei Abschirmungen und Käfigen;
7. Einzelteilprüfung;
8. Hoch- und niederohmige Lautsprecherprüfung;
9. Vergleich und Messung von Nf-Generatoren, Tonabnehmern und dergleichen;
10. Prüfung von Antennen, Vergleich von Feldstärken.

(1) Philips-Signalverfolger GM 7628

Der Philips-Signalverfolger GM 7628 ist wohl dasjenige Reparaturgerät, das in Deutschland die weiteste Verbreitung gefunden hat. Es handelt sich bei ihm um ein Fünf-Röhren-Gerät mit Diodentastkopf (**Bild 21**), das sehr gut durchkonstruiert ist und infolgedessen mit verhältnismäßig geringem Aufwand viel erreicht. Insbesondere bewährt sich die Einstell-

möglichkeit für die verschiedenen Aufgaben, die durch die mechanische Kombination der Schalter S_1 und S_2 geschickt gelöst ist. Zusammen mit dem Schalter S_3 im Tastkopf lassen sich folgende Schaltungen herstellen:

1. Diode in Betrieb. Verstärkung gleichgerichteter, demodulierter Hochfrequenz oder Zwischenfrequenz durch zwei-stufigen Nf-Verstärker. Anzeige durch Magisches Auge und Lautsprecher.
2. Diode in Betrieb. Schalter S_1/S_2 in Stellung Osz. Die verhältnismäßig hohe Gleichspannung, die sich durch Gleichrichtung der Oszillatorspannung ergibt, wird unmittelbar dem Steuergitter des Magischen Auges zugeführt und angezeigt.
3. Diode außer Betrieb. Niederfrequenz gelangt über die als Spannungsteiler geschalteten Widerstände in den Verstärker. Anzeige durch Magisches Auge und Lautsprecher.
4. Diode außer Betrieb. Schalter S_1/S_2 in Stellung Regelspg. Die Tastspitze liegt unmittelbar am Steuergitter des Magischen Auges, das die angetastete Regelspannung anzeigt.

In acht Stufen wird die Spannung abgegriffen, die von den Widerständen R_1 und R_2 an das Steuergitter der jeweils nächsten Röhre gelangt. Die Abgriffe sind so gewählt, daß sich eine Abschwächung auf den 2., 5., 10., 25., 50., 100. und 150. Teil des bei 1 eingestellten Vollausschlages des Magischen Auges ergibt. Dadurch ist es möglich, sowohl Hoch- als auch Niederfrequenzspannungen zum Zwecke der Verstärkungsmessung in ein zahlenmäßig bestimmtes Verhältnis zueinander zu bringen, wobei für Hochfrequenz eine Modulationsfrequenz voll 400 Hz und ein Modulationsgrad von 30% zugrunde gelegt sind, für Niederfrequenz 400 Hz.

Während der Schalter S_4 die Abschaltung des Lautsprechers und den Ersatz seiner Impedanz durch einen Widerstand gestattet, können durch den vierstufigen Schalter S_5 verschiedene Punkte der Schaltung an ein Buchsenpaar gelegt werden. Hier können ein Katodenstrahl-Oszillograf oder Röhrenvoltmeter angeschlossen werden, mit denen genaue Messungen und die Sichtbarmachung von Kurven möglich sind.

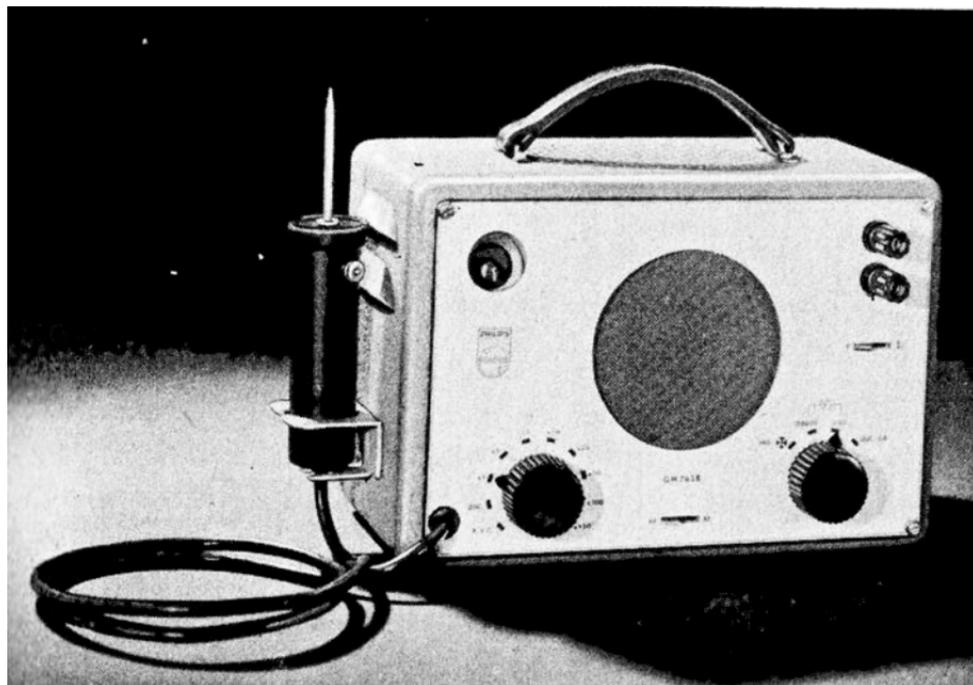


Bild 22. Ansicht des Philips-Signalverfolgers GM 7628

Der Tastkopf weist eine Eingangskapazität von etwa 10 pF auf und hält gegen Erde eine Gleichspannung von 250 V plus 100 V Wechselspannung aus. Bei eingeschalteter Diode beträgt die Eingangsdämpfung etwa 0,2 MOhm bei 1,5 MHz. Bei abgeschalteter Diode beträgt der Eingangswiderstand 12 MOhm, falls kein Gerät an den Ausgangsklemmen liegt.

bei angeschlossener Diode und der Stellung 1 der Schalter S_1/S_2 schließt sich das Magische Auge gerade bei einer Tastspannung von 100 mV modulierter Hochfrequenz; 50 mV ergeben halben Ausschlag und 15 mV bringen noch eine wahrnehmbare Veränderung des Schattenwinkels zustande. Bei abgeschalteter Diode und Schalterstellung 1 schließt sich das Magische Auge gerade bei 100 mV angetasteter Nf-Spannung; 20 mV verursachen halben Ausschlag und 2 mV werden noch angezeigt. Stehen die Schalter S_3 , S_1/S_2 auf Osz. oder Regelsp., so schließt sich das Magische Auge bei ungefähr 18 V Gleichspannung und ergibt bei 1 V noch einen wahrnehmbaren Ausschlag. Das Maximum der an den Lautsprecher abgegebener Leistung beträgt bei 1000 Hz etwa 0,9 W mit 10% Verzerrung.

Als Anwendungen des Signalverfolgers GM 7628 nennt die Gebrauchsanweisung:

1. Messung modulierter Hf -Signale,
2. Messung von Nf-Signalen,
3. Messung der Verstärkung,
4. Kontrolle der Regelspannung,
5. Messung der Oszillatorspannung,
6. Nachweis von Verzerrungen (durch den Lautsprecher),
7. Anzeigemöglichkeiten.

Bei den letzteren handelt es sich um die Möglichkeit der Anschaltung verschiedener Zusatzgeräte, wie Katodenstrahl-Oszillograf und Röhrenvoltmeter.

Von besonderem Interesse ist die Art der Verstärkungsmessung. Dazu wird das aus dem Prüfgenerator in den zu untersuchenden Empfänger gegebene Signal so einreguliert, daß sich bei Antasten des Einganges einer Stufe das Magische Auge gerade schließt. Am Stufenausgang würde sich dann auf Grund der Verstärkung ein wesentlich größerer Ausschlag des Magischen Auges ergeben, der aber nicht zur Anzeige gebracht werden kann. Darum wird nun der Schalter S_1/S_2 zurückgedreht, bis der Schattenwinkel gerade sichtbar werden will. Stand bei der Messung am Stufeneingang der Schalter auf 1, so ergibt die reduzierte Empfindlichkeit des Signalverfolgers bei der Messung am Stufenausgang infolge der Eichung der Schaltstufen sogleich die Verstärkung an. Ohne eine Spannungsmessung wird also durch Herbeiführung ein und desselben Endzustandes des Magischen Auges der Verstärkungsfaktor einer Stufe ermittelt und unmittelbar abgelesen. Wie später gezeigt wird, ist das gegenüber anderen Meßverfahren nach dem gleichen Prinzip eine recht einfache und schnell zu einem Zahlenwert führende Methode.

Den äußeren Aufbau des Philips-Signalverfolgers GM 7628 zeigt **Bild 22**. Auf ihm erkennt man deutlich den Aufbau des Tastkopfes, der zwischen den Tastungen durch eine Klammer an der Seitenwand des Gerätes gehalten wird.

e) Ontraskop/3

Die Ontra-Werkstätten, Berlin, die den Bau von Signalverfolgern seit einer Reihe von Jahren pflegen, bringen unter der Bezeichnung Ontraskop/3 einen äußerst vielseitigen und durch die Art der Tastung einmaligen Signalverfolger heraus. Wie das Schema **Bild 23** erkennen läßt, handelt es sich um ein umschaltbares Gerät, bei dem verschiedene Arten von Kopplung zwischen den Stufen gewählt werden können. Sperrkreiskopplung oder solche durch angezapfte Resonanzkreise ergibt einen zweikreisigen Signalverfolger mit der Eigenschaft, aus einem Frequenzgemisch eine bestimmte Frequenz auszulesen und ihre Höhe auf der geeichten Skala der Drehkondensatoren zu bestimmen. Daneben gestatten die Schalter T_1 und T_2 in den Stufen A bzw. D den Übergang zu Widerstands- oder Drosselkopplung. Insgesamt sind neun Frequenzbereiche und Schaltarten vorgesehen, über die **Tabelle 1** Auskunft gibt. Durch neun beschriftete Drucktasten gestaltet sich die Bedienung des Ontraskop/3 sehr einfach.

Als Abschluss der Tastleitung sind zwei verschiedene Sonden vorgesehen, eine induktive und eine kapazitive, wie sie neben dem Schaltschema angedeutet sind. Die kapazitive Sonde ist als

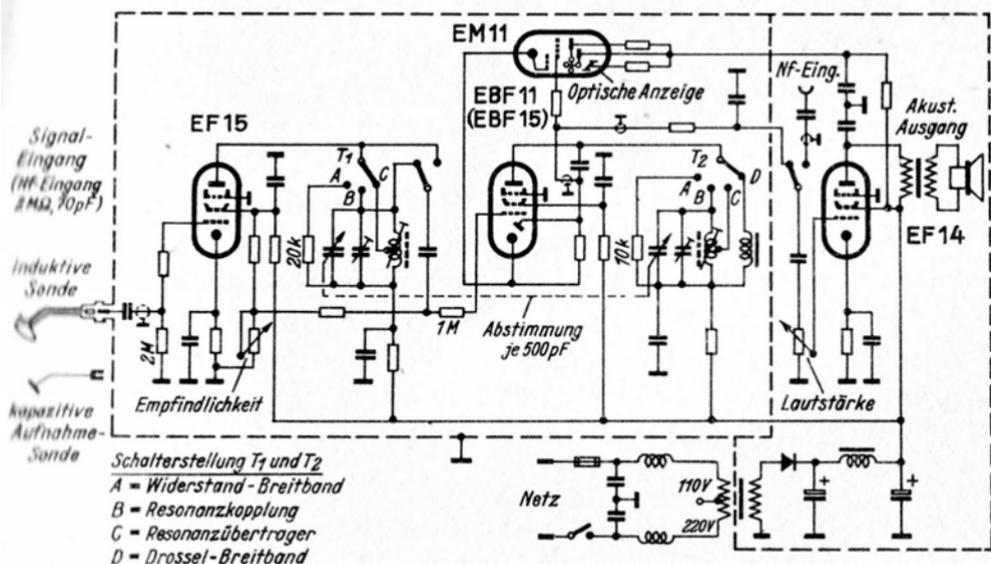


Bild 23. Prinzipielles Schaltbild des Ontraskop/3

Tabelle I. Eigenschaften und Anwendung des Ontraskops/3

Frequenzbereich	25 MHz ← → 11 MHz ← → 3,5 MHz ↔ 1,3 MHz ↔ 500 kHz			
Drucktaste Nr.	1 (KW ₁)	2 (KW ₂)	3	4 (MW)
Anwendung	Eing. KW Oszill. Fernseh-Zf	Eing. KW Oszill. UKW-FM-Zf	MW Oszill. Kommerz.-Funk	Eing. MW Oszill. Rundfunk
Empfindlichkeit	50 . . 1 m V	1 . . 0,1 m V	100 μ V	75 μ V
günstigste Sonde	kap.	kap.	ind.	ind.
Schaltung	1. Stufe	Resonanz	Resonanz	Resonanz
	2. Stufe	Drossel	Resonanz	Resonanz

Plättchen ausgebildet, das dem zu untersuchenden Punkt lediglich genähert wird; es bildet dann mit ihm einen Kondensator, durch den Hf-Spannung zum Eingang des Signalverfolgers gelangt. Neuartig ist die induktive Sonde, die mit einer kleinen Spule ausgestattet ist, in der die zu untersuchende Hochfrequenz induziert wird. Dadurch werden die Empfindlichkeit und Vielseitigkeit des Gerätes erheblich gesteigert. Vor allen Dingen braucht mit keiner der beiden Sonden galvanische Verbindung hergestellt zu werden; ihr verstimmender Einfluß dürfte fast immer zu vernachlässigen sein. Sehr eindrucksvoll läßt sich ihre Anwendung durch den Nachweis von Hf-Spannungen (etwa der Zf- oder der Oszillatorfrequenz) an Stellen demonstrieren, an denen man sie gar nicht vermutet, weil man irrtümlicherweise der Abschirmung eine größere Wirkung zutraut. Die Ausführung der Sonden geht u. a. aus der Wiedergabe des Ontraskops, **Bild 24**, hervor.

Die induktive Sonde gelangt unter der Bezeichnung Hf-Puste getrennt in den Handel. Sie dient dann als Ausgang eines Prüfgenerators, durch den bestimmten Punkten eines Empfängers Hf-Spannung zugeführt werden kann. Auf diese Art der Anwendung geht der zweite Teil dieser Ausführungen näher ein.

Fortsetzung von Tabelle 1

500 kHz ↔ 400 kHz ↔ 150 kHz ↔ 45 kHz ↔ 15 kHz				aperiodisch 10MHz 400Hz	Nf-Verst 50Hz-10kHz
5 Zf	6 (LW)	7	8	9 (HF, NF)	≈ Eing.
Zf um 470 kHz	Eing. LW Oszill. Zf um 125 kHz	Techn. Frequ. Drahtfunk Kommerz. Trägerfrequ. Ultraschall Impulsfrequ.	Techn. Frequ. Aufsprechfr. Fernseh- Zeilenkippr. Ultraschall	allgemeine Signal- verfolgung	Tonfrequ.
75 μV	70 μV	60 μV	50 μV	50mV, 0,5mV	0,1 V
kap. u. ind.	ind.	ind.	kap. u. ind.	kap. u. ind.	galv. Verbdg.
Resonanz Reson.-Trafo	Resonanz Reson.-Trafo	Reson.-Trafo Reson.-Trafo	Reson.-Trafo Reson.-Trafo	Widerstand Widerstand	Widerstand- Nf-Verst.

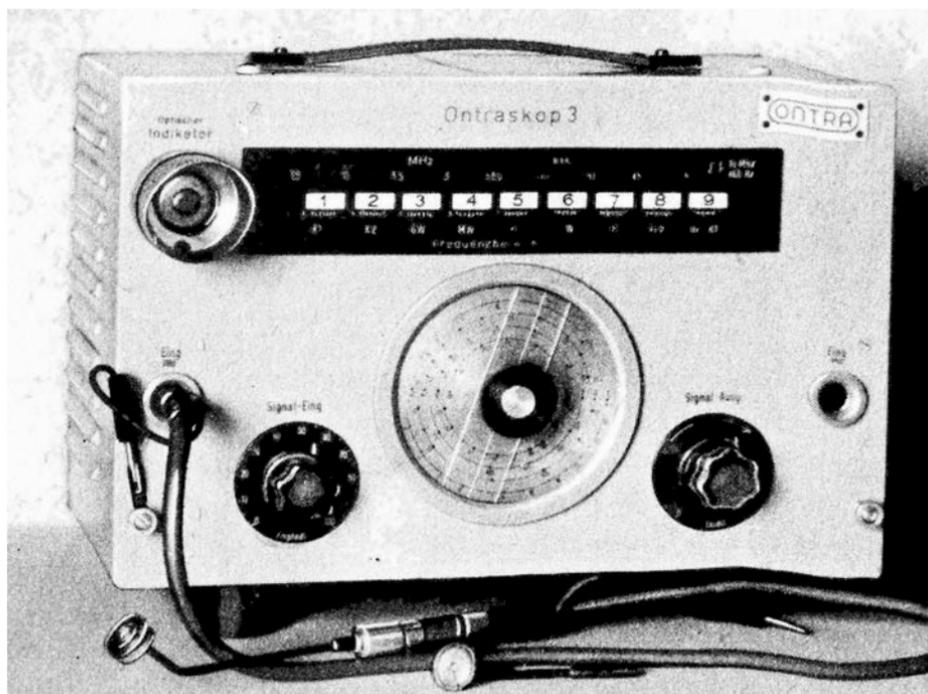


Bild 24. Ansicht des Ontraskop/3; davor die beiden Sonden

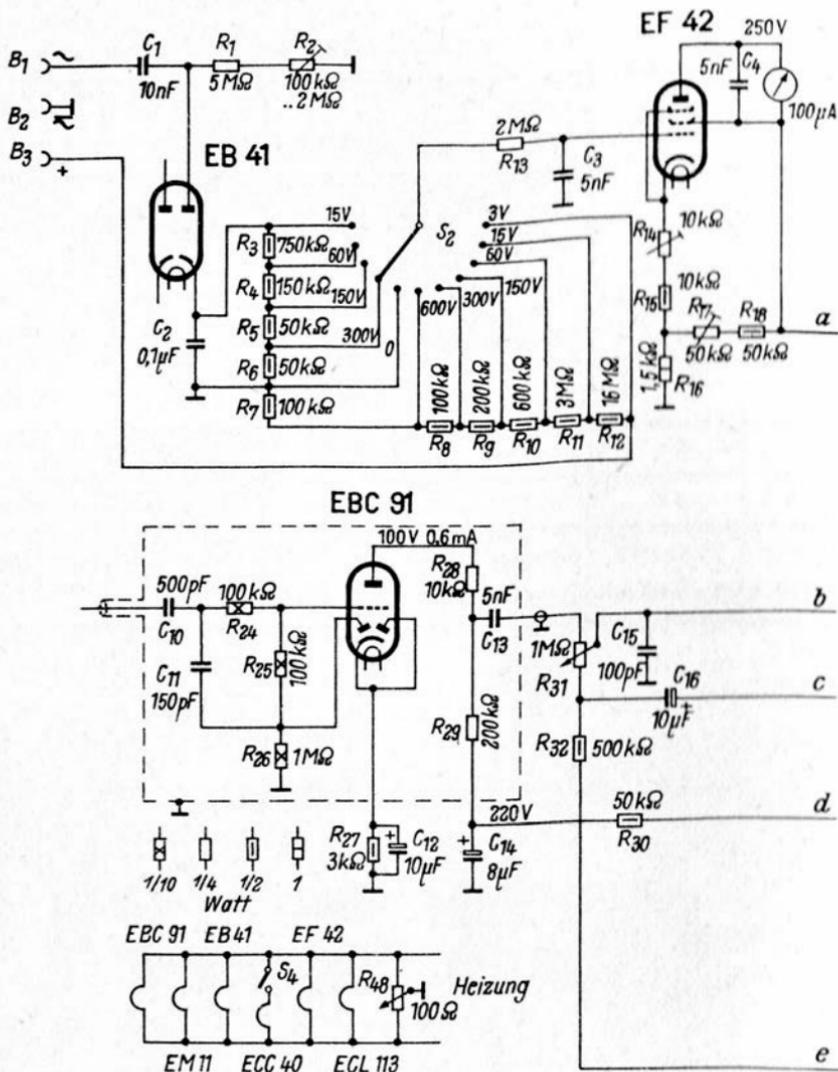
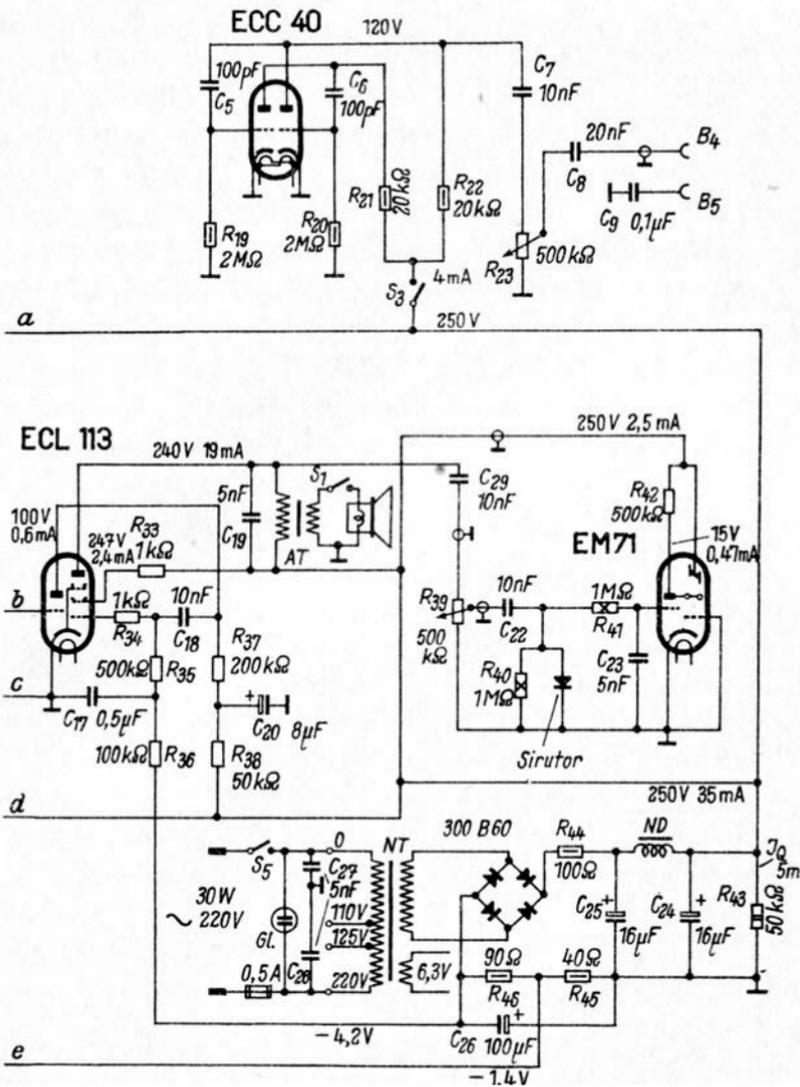


Bild 25. vollständiges Schaltbild des Fehlersuchgerätes „Politest II“ aus einem Signalver-

1) Fehlersuchgerät Politest II

Unter der Bezeichnung Politest II haben Diefenbach und Martin ein Fehlersuchgerät entwickelt und in der „Funkschau“ (1952, Heft 8 u. 9) eingehend beschrieben, das neben einem Signalverfolger einen Multivibrator und ein Röhrenvoltmeter umfaßt. Es stellt einen vollständigen Meßplatz für eine Reparaturwerkstatt dar und gestattet fortschrittliche Fehlersuche nach den in diesem Bändchen behandelten Methoden. Der Signalverfolger,



folger, einem Multivibrator u. einem Röhrevoltmeter für Gleich- und Wechselspannung

der im vorliegenden Zusammenhang besonders interessiert, ist mit der Miniaturröhre EBC 91 und der Triode-Heptode ECL 113 bestückt. Als Anzeige dient neben einem Lautsprecher der Magische Fächer EM 71. Die Duodiode-Triode EBC 91 ist mit ihren Schaltelementen in einem Tastkopf untergebracht, den in **Bild 25** die geerdete Abschirmung andeutet. Neuartig ist an diesem Tastkopf die Trennung von Hoch- und Niederfrequenz, die automatisch je einem Kanal zugeführt werden.

Der Tastkopf-Eingangskondensator C_{10} von 500 pF stellt in seiner Bemessung einen Kompromiss dar, weil er Hochfrequenz ohne erhebliche Verstimmung eines angetasteten Kreises, daneben aber auch Niederfrequenz durchläßt. Niederfrequenz gelangt über den Widerstand R_{24} direkt an das Gitter des Triodensystems, während Hochfrequenz über den Kondensator C_{11} einer Diodenstrecke zugeleitet wird; erst nach der Gleichrichtung kommt sie über den Widerstand R_{25} zur weiteren Verstärkung an das Steuergitter. Beim Arbeiten mit diesem Tastkopf findet also automatisch eine sofortige Verstärkung von Niederfrequenz statt, während Hochfrequenz infolge des geringeren Widerstandes des Kondensators C_{11} für sie erst gleichgerichtet wird.

•

Eine weitere Spannungsverstärkerstufe und eine Endstufe sind in der Kombinationsröhre ECL 113 zusammengefaßt. arbeitet auf den sekundär abschaltbaren Lautsprecher. Ein Teil der Ausgangsleistung wird über den Kondensator C_{29} abgezweigt, durch einen Sirutor gleichgerichtet und dient zur Betätigung des Magischen Fächers EM 71. Dabei gestattet es das Potentiometer R_{39} , verschiedene Spannungen abzugreifen. Wenn es mit einer Skala versehen wird und eichbar ist, kann es zu Verstärkungsmessungen herangezogen werden; in diesem Falle muß das als Lautstärkenregler dienende Potentiometer R_{31} voll aufgedreht sein.

g) Störsignalverfolger der Tonolux

Ein industriell hergestellter Signalverfolger besonderer Art ist das von der Firma Tonolux in Neuenbürg/Württ. erzeugte Störsuchgerät, dessen Schaltung **Bild 26** wiedergibt. Als Hilfsmittel bei der Entstörung von Automobilen geplant, stellt es eine wertvolle Ergänzung bei Entstörungsarbeiten aller Art dar. Gelangen an die Prüfspitze Störspannungen, so werden sie von der Diodenstrecke gleichgerichtet, die von der mit dem Schirmgitter zusammenschalteten Anode und der Katode gebildet wird. Wenn das der Fall ist, fließt auch vom Steuergitter ein Elektronen-Strom zum Bezugspunkt der Anordnung, der von einem Mikroamperemeter angezeigt wird, wobei die Empfindlichkeit der Anzeige durch einen veränderlichen Widerstand von 5 kOhm

eingestellt werden kann. Für gleichen Ausschlag des Instruments stellt der zugeschaltete Widerstandswert das Maß für die Höhe der Störspannung dar. Das Gerät ist im Gebrauch deshalb besonders bequem, weil es lediglich zweier Monozellen zur Heizung der Miniaturpentode DL 92 bedarf. Damit der Stromverbrauch aus der Batterie so klein wie möglich gehalten werden kann, ist die Unterbrechung im Heizkreis als Druckschalter ausgebildet, der nur im Augenblick der Messung betätigt wird.

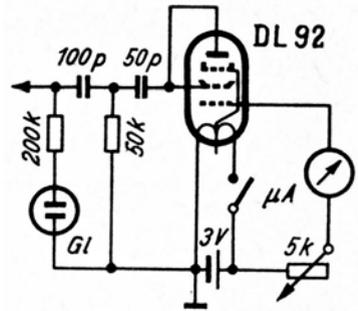


Bild 26 Schaltschema des Stör-signalverfolgers der Tonolux

An der Prüfspitze liegt unabhängig von der Störanzeigeschaltung hinter einem Widerstand eine Glimmlampe, die bei Spannungen über 90 V anspricht. Sie kann Aufschluss geben über hohe Spannungen am angetasteten Punkt, kann aber auch als Polsucher dienen.

Dem kleinen, in einem handlichen Kästchen untergebrachten Gerät ist deshalb besonderer Wert beizumessen, weil man bei der Entstörung von Automobilen manchmal vor der unlösbar erscheinenden Frage steht, woher eine Störung stammt. Darauf gibt es schnell und sicher Antwort. Aber auch bei der Entstörung von Elektroanlagen und bei der Suche nach schadhaft gewordenen Entstörungskondensatoren kann es die Arbeit wesentlich erleichtern. Man sollte auf seine Anwendung vor Beginn der Entstörungsarbeiten nicht verzichten, weil dann tatsächlich nur diejenigen Maßnahmen getroffen werden, die wirklich notwendig sind.

5. Anwendung und Durchführung der Signalverfolgung

Aus den bisherigen Ausführungen ging bereits eine große Zahl von Vorzügen der Signalverfolgung hervor. Ihr größter Vorteil aber liegt in der Tatsache, daß sie ohne Rücksicht auf die Art des zu untersuchenden elektronischen Gerätes und ohne Rücksicht auf die an angetasteten Punkten herrschende Gleichspannung durchgeführt werden kann, wenn der die Prüfspitze oder den Tastkopf abschließende Kondensator dieser Spannung gewachsen ist.

Das sind Vorteile, die nicht nur der erfahrene Praktiker, sondern vor allem auch der Anfänger zu schätzen weiß. Darüber hinaus trifft der Signalverfolger unter den zahlreichen Fehlermöglichkeiten, die jeder defekte Empfänger umschließt, sofort eine beschränkte Auswahl. In der Regel läßt er diejenige Stufe erkennen, in der der Fehler steckt; er erspart also Sucharbeit und dadurch Zeit.

Es gibt aber auch scheinbar hoffnungslose Fälle, in denen die meisten der bekannten Methoden der Fehlersuche teilweise oder gänzlich versagen. Dazu zählen mangelhafte Siebung trotz ausreichender Mittel, auf unerkennbaren Wegen eingestreute Störspannungen und nicht zuletzt Aussetzfehler. In allen diesen Fällen kann der Signalverfolger bei richtiger Anwendung erschöpfende Auskunft erteilen und endloses Suchen oder Herumprobieren ersparen. Wenn auch der erfahrene Praktiker schwimmt, weil alle Möglichkeiten der Messung erschöpft sind, dann hilft Signalverfolgung dank der großen Empfindlichkeit weiter. Über ein Gerät, das sowohl bei den alltäglichsten Arbeiten als auch in schwierigsten Fällen nützlich ist, kann es nur ein Urteil geben: *niemand soll sich seine Hilfe entgehen lassen.*

Es erscheint unmöglich, die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten des Signalverfolgers bei der Fehlersuche lückenlos darzustellen. Von Fall zu Fall muß Überlegung zur besten Ausnutzung führen, wobei vor allen Dingen die unumgänglich notwendigen, theoretischen Kenntnisse die beste Grundlage sind. Wie weit die Anwendung gehen kann, hängt nicht zuletzt auch von der Empfindlichkeit des benutzten Signalverfolgers ab. Zum Aufsuchen der defekten Stufe eines Empfängers genügt bereits ein einfaches, wenig empfindliches Gerät. Dagegen kann beim Aufsuchen von Störspannungen und wilden Kopplungen in dieser Beziehung schwerlich genug getan werden. Dieser Umstand begrenzt auch die Möglichkeiten des Selbstbaues eines Signalverfolgers. Ein Gerät zur einfachen Fehlersuche dürfte jeder leidlich erfahrene Praktiker zustande bringen; ein hochempfindliches aber verlangt bei Entwurf und Aufbau große Erfahrung und noch mehr Erproben.

Um den Leser mit Einzelheiten der Anwendung des Signalverfolgers vertraut zu machen, wird zuerst einmal seine Be-

nutzung in den einzelnen Empfängerstufen gezeigt, wobei immer wieder auf das Empfangsgerät nach **Bild 1** zurückgegriffen wird. In späteren Kapiteln werden dann die schwierigeren Fragen der Verstärkungsmessung und der Suche von Störspannungen behandelt.

a) Der Signalverfolgung voraufgehende Prüfungen

Es liegt auf der Hand, daß alle Fehlersuche durch Signalverfolgung nutzlos ist, wenn der Netzteil des zu untersuchenden Empfängers versagt. Normalerweise wird diese Feststellung durch den Anschluß des Prüflings an ein Watt- oder Ampere-meter auf der Schalttafel des Reparaturplatzes getroffen. Die Stromaufnahme gibt sogleich ein Bild, ob der Netzteil in Ordnung ist; meist kann auch durch den nach dem Anheizen der Röhren ansteigenden Verbrauch darauf geschlossen werden, daß Anodenstrom fließt, der Netzteil also arbeitet. Einfacher und schneller führt aber eine Spannungsmessung am Siebkondensator C_{28} zum Ziel. Wenn hier nach kurzer Anlaufzeit eine Spannung von 250 V herrscht, kann mit der Signalverfolgung begonnen werden. Die Messung der Anodenspannung an diesem Punkt ist auch deshalb nützlich, weil eine verhältnismäßig große Zahl defekter Empfänger an durchgeschlagenen oder tauben Kondensatoren des Netzteiles leidet. Bei der Inbetriebnahme eines Empfängers soll der Reparierende die Gleichrichterröhre im Auge behalten, weil sich in ihr der recht häufige Fehler eines durchgeschlagenen Ladekondensators C_{29} durch Überschläge oder Glühen der Anodenbleche bemerkbar macht. Dann muß der Empfänger so schnell wie möglich vom Netz getrennt werden, weil in wenigen Augenblicken der Heizfaden der Gleichrichterröhre durchbrennt bzw. bei Allstromgeräten die Zuführung zur Katode der Gleichrichterröhre abschmilzt.

b) Die Wahl des zu verfolgenden Signals

Das Signal, das dem Empfänger zugeführt wird, damit der Signalverfolger dessen Verarbeitung in allen Stufen zu prüfen vermag, kann aus dem Prüfgenerator oder von einem Sender — in der Regel vom Ortssender — stammen. Vor allen Dingen dann, wenn die Ursachen von Verzerrungen gesucht werden,

sind Musik und Sprache von einem Sender wertvoller als der gleichbleibende Ton aus dem Generator. Umgekehrt müssen Messungen mit einem Prüfgenerator vorgenommen werden, weil er beliebige Frequenzen einzustellen gestattet und ständig gleichen Modulationsgrad sicherstellt. Er wird dann mit der üblichen künstlichen Antenne an den Empfängereingang gelegt.

Dagegen werden Geräusche, Brummen, wilde Schwingungen und andere Störungen, die sich selbst im Lautsprecher bemerkbar machen, ohne eigens an den Empfänger gelegtes Signal verfolgt. Sie sollen ihren Ursprung selbst verraten.

Die Frequenz des Signals soll am oberen Ende des bei der Prüfung eingeschalteten Wellenbereichs liegen. Dann sind veränderliche Kondensatoren ziemlich weit eingedreht, so daß zusätzliche Kapazität durch Antasten weniger verstimmend wirkt. Auch treten bei dieser Stellung der Drehkondensatoren Plattenschlüsse in Erscheinung. Da die Untersuchung von Empfängern normalerweise bei eingeschaltetem Mittelwellenbereich durchgeführt wird, soll die Frequenz des Prüfgenerators etwa bei 600 kHz liegen. Empfänger, die nur auf einem Bereich versagen, bei allen anderen aber zufriedenstellend arbeiten, werden selbstverständlich bei eingestelltem defektem Bereich. geprüft.

c) Untersuchung des Geräteeingangs und der Vorstufe

Zur Prüfung des Geräteeinganges und der Hf-Vorstufe wird der Prüfgenerator mit künstlicher Antenne an die Antennen- und Erdbuchsen gelegt und dem Empfänger bei eingeschaltetem Mittelwellenbereich ein moduliertes Signal von 600 kHz zugeführt. Das Schema des Prüfungsganges zeigt **Bild 27**. Als erstes wird die Antennenbuchse angetastet und festgestellt, ob der Generator ein Signal liefert. Dabei wird sogleich die Stärke des abgegebenen Signals am Generator so eingestellt, daß sich das Magische Auge des Signalverfolgers gerade schließt, wenn letzterer auf größte Empfindlichkeit gestellt ist. Bleibt das Signal an 1 aus, so liegt ein Schluß im Antennenkreis vor, an dem auch die Spiegelfrequenzsperre die Schuld haben kann. Sie sperrt normalerweise alle Frequenzen bis auf ihre Resonanzfrequenz, die gleich derjenigen der Zwischenfrequenz des Empfängers ist. Ist der Antennenkreis offen, so ergibt sich zwar an 1

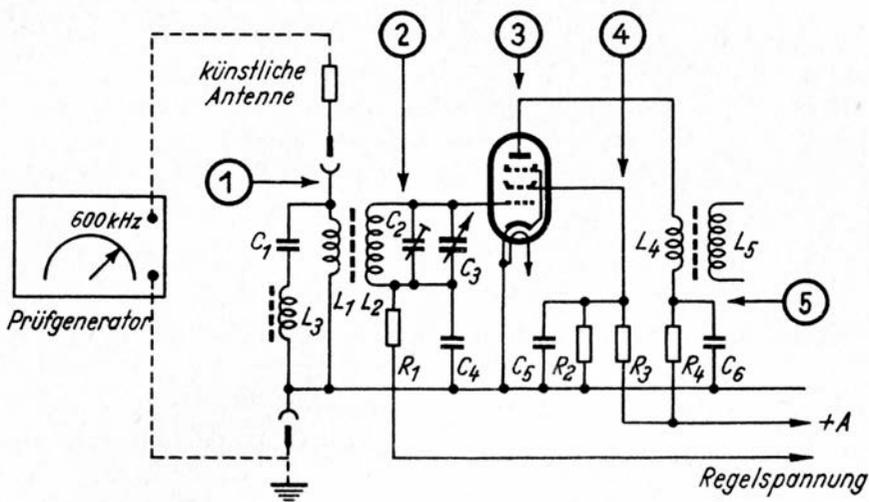


Bild 27. Schema für die Prüfung einer Vorstufe

eine Anzeige, nicht aber an 2. Fehlen des Signals an 2 kann aber auch seine Ursache in einem Schluß der Kondensatoren C_2 und C_3 , des Steuergitters der Röhre oder in einem tauben Kondensator C_4 haben. Übrigens müsste das Signal an 2 entsprechend dem Übersetzungsverhältnis des Antennentransformators mit einer höheren Spannung auftreten, doch erspart man sich diese Messung und kontrolliert dafür die Ausgangsspannung der Stufe, die dann die Wirkung der Spannungserhöhung im Transformator einschließt. Die Prüfung bei 3 kann zur ersten Messung ausgenutzt werden. Ist in der Stufe Verstärkung erfolgt, so ist die hier auftretende Wechselspannung größer, als sie zur Schließung des Schattenwinkels im Magischen Auge erforderlich ist. War das Eingangspotentiometer des Signalverfolgers bei der ersten Messung völlig aufgedreht, wenn sich der Winkel gerade schloß, so kann es jetzt ein Stück zurückgedreht werden, bis dieses Ereignis eintritt. Der Drehwinkel ist ein Maß für die in der Stufe erfolgte Verstärkung; zwar ist es kein absolutes Maß, aber im Verlaufe längerer Benutzung ein und desselben Signalverfolgers lehrt die Erfahrung, wie groß dieser Winkel sein muß, wenn eine normale Verstärkerleistung vorliegt. Ist er kleiner, so stimmt etwas nicht, denn dann liegt die erzielte Verstärkung unter dem Maß des Möglichen. Man achte bei Verstärkungsmessungen darauf, daß die Regelleitung kurz-

geschlossen ist; oder daß die Regelung noch nicht eingesetzt hat, sonst fälscht sie das Ergebnis.

Ob es jetzt oder später an der Zeit ist, den Gang der Regelspannung mit der Abstimmung zu kontrollieren, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Wird diese Prüfung als notwendig erachtet, so ist das Steuergitter des Magischen Auges direkt an U die Verbindung zwischen C_4 und R_1 zu legen. Beim Durchdrehen des Kondensators C_3 muß sich nahe dem Resonanzpunkt ein Anwachsen des negativen Wertes der Regelspannung ergeben, vorausgesetzt, daß die an die Antenne gelegte Wechselspannung hoch genug ist, um den Regelmechanismus in Gang zu setzen. Bei der gebräuchlichen verzögerten Schwundregelung führt Nichtbeachten dieses Umstandes zu Irrtümern.

Vor allen Dingen dann, wenn die erzielte Verstärkung zu gering ist, sind Untersuchungen der Punkte 4 und 5 am Platze, sofern nicht eine Prüfung der Röhre bei dieser einen Defekt zeigt. Wird 4 angetastet, so darf keine Wechselspannung festzustellen sein, weil eine solche am Schirmgitter, abhängig von der verstärkten Spannung, Gegenkopplung und dadurch Verstärkungsminderung bedeutet. Die Tastung 4 dient also der Untersuchung des Kondensators C_5 . Führt das Schirmgitter Wechselspannung, so ist dieser Kondensator zu klein oder ganz taub. Ebenso darf an 5 keine Wechselspannung festzustellen sein, es sei denn, der Kondensator C_6 wäre zu klein oder taub. Es ist nämlich die Aufgabe des Aggregats R_4, C_6 , Hochfrequenz aus der Anodenspannungsleitung fernzuhalten, damit sie nicht zu unwillkommenen Kopplungen führen kann. Eine Tastung an der Katode der Röhre wäre erforderlich, wenn ihre Gittervorspannung durch Katodenwiderstand und Überbrückungskondensator automatisch erzeugt würde. In einem solchen Falle würde Hochfrequenz an der Katode ebenfalls Gegenkopplung verursachen.

Es ist eine Frage der Empfindlichkeit des verwendeten Signalverfolgers, ob man das richtige Arbeiten der Überbrückungskondensatoren dadurch prüfen kann, daß man ihre an Erde liegenden Zuleitungen antastet. Eine über den Kondensator abfließende Wechselspannung bringt selbstverständlich auch in dieser Leitung einen Spannungsabfall hervor, der mit hochempfindlichen Mitteln meßbar ist. Auf jeden Fall zeigt eine

solche Untersuchung aber mangelhaften oder fehlenden Anschluß der Leitung an den Minuspol des Gerätes.

d) Verstärkungsmessung mit dem Prüfgenerator

Außer der erwähnten Verstärkungskontrolle, die keine genauen Ergebnisse liefert, sondern auf Erfahrung beruhen muß, besteht auch die Möglichkeit, den Verstärkungsfaktor einer jeden Empfängerstufe zu messen. Das Ergebnis einer solchen Messung kann in Anbetracht der einfachen Meßmethode keinen Anspruch auf große Genauigkeit erheben, genügt aber für alle in der Werkstatt zu entscheidenden Fragen.

Voraussetzung zur Messung der Verstärkung ist die genaue Definition der vom Prüfgenerator abgegebenen Spannung. Jeder gute, industriell hergestellte Prüfgenerator verfügt über einen Spannungsteiler, der fortlaufend oder in kleinen Stufen die Ausgangsspannung zu regeln gestattet. Seine Skala muß in Volt geeicht sein, wenn mit dem Generator Verstärkungsmessungen durchgeführt werden sollen.

Wieder wird der Prüfgenerator über eine künstliche Antenne an die Eingangsbuchsen des zu prüfenden Empfängers gelegt, und wieder wird zuerst die Antennenbuchse angetastet. Dabei ist das Eingangspotentiometer oder ist der Eingangsspannungsteiler des Signalverfolgers auf größte Empfindlichkeit gestellt. Nun wird die vom Generator abgegebene Spannung so einreguliert, daß sich das Magische Auge des Signalverfolgers gerade schließt. Wird dann, ohne etwas zu ändern, die Anode der Verstärkerröhre angetastet, so herrscht dort infolge der in der Stufe erzielten Verstärkung eine höhere Hf-Spannung, und das Magische Auge ist mehr als geschlossen. Am Prüfgenerator wird nun die Spannung solange herabgesetzt, bis der Schattenwinkel des Auges gerade aufgehen will. Aus der zuerst und der zuletzt am Generator abgelesenen Spannung wird die Stufenverstärkung berechnet.

War eine Hf-Spannung von 1 mV erforderlich, damit sich das Magische Auge des Signalverfolgers gerade schloß, wenn die Antennenbuchse angetastet wurde, und waren zum gleichen Ergebnis beim Antasten der Anode nur noch 0,1 mV notwendig, dann beträgt die Verstärkung $1 : 0,1 = 10$. Der Quotient aus den beiden Eingangsspannungen ergibt die Verstärkung.

Im vorliegenden Falle einer Hf-Verstärkerstufe (**Bild 27**) kann mit 10...20facher Verstärkung gerechnet werden. Wird sie nicht erreicht, so muß ein Fehler vorliegen. Eine Verstärkungsmessung ist gerade bei einer Vorstufe von besonderem Wert, weil mangelhafte Verstärkung oft nicht auffällt. Die nachfolgenden Stufen gleichen diesen Mangel zu einem großen Teil aus auf Kosten des Umfanges der Schwundregelung.

Auf die gleiche Art kann die Verstärkung mit dem Signalverfolger gemessen werden, wenn seine Eingangsregulierung — Potentiometer oder kapazitiver Spannungsteiler — für Spannungen an der Prüf- oder Tastkopfspitze in Volt geeicht ist. Dann wird beim Antasten der verstärkten Spannung nicht die vom Prüfgenerator abgegebene Spannung reduziert, sondern die Empfindlichkeit des Signalverfolgers herabgesetzt, bis der Schattenwinkel des Magischen Auges gerade erscheinen will. Die Errechnung der Verstärkung erfolgt durch Teilung der Spannung der letzten Messung durch diejenige der Messung an der Antennenbuchse des Empfängers.

e) Untersuchungen an der Mischstufe

Im Gange einer schnellen Fehlersuche bleibt bei einer Mischstufe nach **Bild 28** der Prüfgenerator an der Antennenbuchse. Nachdem man sich davon überzeugt hat, daß die Vorstufe arbeitet, werden nacheinander die Punkte 6 und 7 angetastet. Es besteht nun ein wesentlicher Unterschied, ob mit einem aperiodischen oder mit einem abgestimmten Signalverfolger gearbeitet wird. Es war vereinbart, daß am Empfänger ein moduliertes Signal von 600 kHz liegt. Bis zum Punkt 6 einschließlich muß auch der abgestimmte Signalverfolger auf 600 kHz eingestellt sein. Am Punkt 7 tritt aber die Zwischenfrequenz (z. B. 468 kHz) auf. Zu dieser Tastung müssen beim abgestimmten Signalverfolger in der Regel Bereich und Einstellung geändert werden. Mit diesem komplizierten Vorgang ist aber auch ein großer Vorteil verbunden; stimmt die bei Einstellung der Vorkreise auf 600 kHz erzielte Zwischenfrequenz nicht mit dem Soll (von 468 kHz) überein, so schwingt der Oszillator auf falscher Frequenz, denn die Zwischenfrequenz muß sich als Differenz zwischen Oszillator- und Signalfrequenz ergeben.

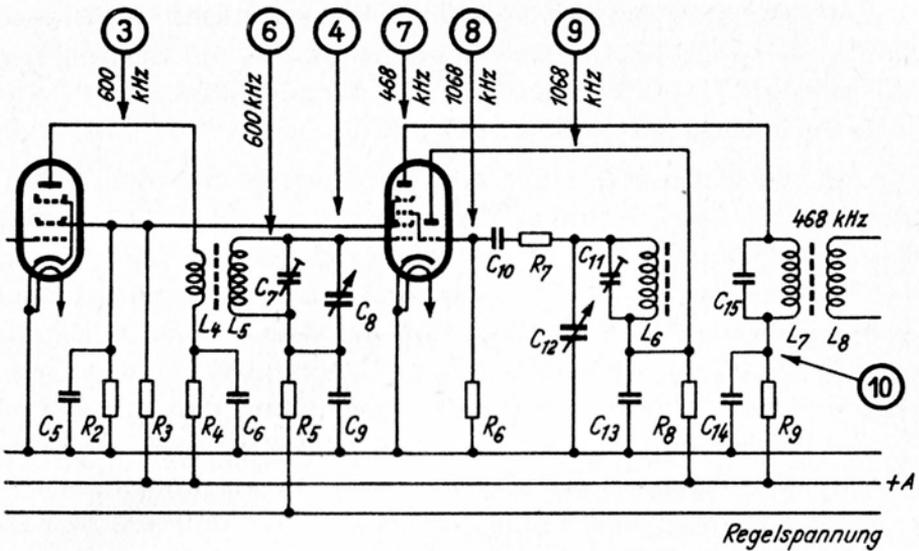


Bild 28. Schema für die Prüfung einer Mischstufe und eines Oszillators

Naturgemäß bedarf es beim aperiodischen Signalverfolger keiner Änderung bei Tastungen an den Punkten 6 und 7. Er besitzt ja keine frequenzabhängigen oder einstellbaren Glieder. Dafür geht der Vorteil der Frequenzkontrolle verloren. Übrigens lohnt es sich immer, bei angetastetem Punkt 6 die Abstimmung des Empfängers hin- und herzudrehen. Waren ursprünglich am Vorkreis 600 kHz eingestellt, so muß bei derselben Stellung des Dreifach-Drehkondensators am Eingangskreis der Mischröhre die Frequenz von 600 kHz die höchste Spannung hervorbringen. Ist das nicht der Fall, so erweist die kurze Probe das Vorhandensein einer Verstimmung und deren Richtung, ein Umstand, der das Nachstimmen erleichtert.

Wenn das Signal an Punkt 7 fehlt, so ist die Ursache fast immer beim Oszillator zu suchen; auf diesen Fall geht der nächste Abschnitt ein. Vorerst ist zu prüfen, ob Anode und Schirmgitter der Mischhexode Spannung haben. Im vorliegenden Beispiel ist die letztere Feststellung bereits durch die Untersuchung der Vorstufe getroffen, weil die Schirmgitter beider Stufen über einen Spannungsteiler gespeist werden.

Weitere Untersuchungen hätten sich auf den Gang der Regelspannung und auf das Fehlen von Hochfrequenz an Punkt 10 zu erstrecken. Bei Superhets ohne Vorröhre hat der Gang der

Signalverfolgung bei der Mischstufe zu beginnen. Dann koppelt Spule L_1 mit L_5 . In diesem Falle ist das bei der Behandlung der Vorstufe Gesagte analog auf den Eingangskreis der Mischstufe zu übertragen.

Auch die Mischstufe trägt zur Verstärkung des Signals bei, und zwar in beträchtlichem Maße. Man spricht bei ihr von der *Mischverstärkung*. Diese unterscheidet sich von der Verstärkung der übrigen Stufen des Empfängers durch die verschiedenen Frequenzen am Steuergitter und an der Anode. Dem aperiodischen Signalverfolger bereitet dieser Unterschied kaum Schwierigkeiten, weil damit gerechnet werden kann, daß er zwei so wenig differierende Frequenzen wie 600 kHz und 468 kHz gleichmäßig verstärkt. Dagegen werden Verstärkungsmessungen bei verschiedener Frequenz beim abgestimmten Signalverfolger zu zweifelhaften Ergebnissen führen.

Der Gang der Messung ist derselbe wie er bei der Behandlung der Vorstufe beschrieben wurde. Wieder wird der Spannungsunterschied gemessen, der sich am Prüfgenerator oder am Signalverfolger ergibt, wenn sich das Magische Auge beim Antasten der Punkte 6 und 7 gerade schießt. Die erzielte Verstärkung muß je nach Röhre zwischen 50 und 70 liegen, wobei 60fache Verstärkung als Norm gelten kann. Selbstverständlich kann man auch mit einem ungeeichten Signalverfolger durch Erfahrung den Drehwinkel des Eingangs-Potentiometers ermitteln, um den es beim Antasten von Punkt 7 zurückgedreht werden muß, wenn eine normale Verstärkung der Mischstufe vorliegt.

Schwierigkeiten bei der Messung der Mischverstärkung bereitet additive Mischung, wie sie sich bei UKW-Empfängern ständig stärker durchsetzt. In diesem Falle liegen Eingangs- und Oszillatorfrequenz am gleichen Gitter. Der aperiodische Signalverfolger würde in der Hauptsache die Oszillatorspannung messen und kein mit der Ausgangsspannung vergleichbares Ergebnis liefern. Ob es mit dem abgestimmten Signalverfolger gelingt, jede der beiden Spannungen auf Grund des Frequenzunterschiedes selektiv zu messen, muß bezweifelt werden. Überhaupt dürfte es ein aussichtsloses Unterfangen sein, vor dem Anodenkreis der Mischröhre eines UKW-Supers, d. h.

vor dem Auftreten der Zwischenfrequenz von 10,7 MHz, mit Methoden der Signalverfolgung arbeiten zu wollen. Und selbst bei der Zwischenfrequenz verursacht die mit Jeder Tastung verbundene Zuschaltung von Kapazität noch eine untragbare Verstimmung.

f) Untersuchungen am Oszillator

Die größte Schwierigkeit bei der Untersuchung eines Empfänger-Oszillators mit dem Signalverfolger bereitet die Tatsache, daß die von dieser Stufe erzeugten Schwingungen unmoduliert sind. Bei allen voraufgehenden Messungen wurde ja in den seltensten Fällen die Hf-Spannung selbst gemessen, sondern die nach der Demodulation auftretende Spannung der Modulationsfrequenz. Das gilt vor allen Dingen für den in Deutschland am meisten gebrauchten Tastkopf-Demodulator. Beim Antasten einer reinen Hf-Spannung gibt er eine Gleichspannung ab, die wegen der R/C-Kopplung des nachgeschalteten Verstärkers weder verarbeitet noch zur Anzeige gebracht werden kann. Hier sind der aperiodische und der abgestimmte Signalverfolger im Vorteil, sofern ersterer auch Hochfrequenz verstärkt. Wie der Philips-Signalverfolger diese Schwierigkeit geschickt umgeht, wurde bei seiner Beschreibung dargetan.

Wer über einen Signalverfolger mit Tastkopf verfügt, wird also bei der alten Methode der Oszillatoruntersuchung bleiben und die Spannung zwischen Punkt 8 und dem Bezugspunkt messen. Dabei muß sich das Steuergitter der Oszillatorröhre als negativ erweisen. Schwach positive oder fehlende Spannung zeigt einen nicht schwingenden Oszillator an.

Mit einem Hochfrequenz verarbeitenden Signalverfolger muß sowohl an Punkt 8 als auch an 9 eine Hf-Spannung festzustellen sein, wobei der abgestimmte Signalverfolger vorteilhafterweise auch die Frequenz dieser Spannung zu messen gestattet. Damit wird zugleich die Art eines der häufigsten Oszillatorfehler ermittelt, eine Kapazitätsänderung des Verkürzungskondensators C_{13} (**Bild 28**). Wenn bei einer Zwischenfrequenz von 468 kHz und einem Signal von 600 kHz die Oszillatorfrequenz stimmen soll, muß sie 1068 kHz betragen. Hat der Verkürzungskondensator einen Teil oder seine ganze Kapazität verloren, so liegt sie höher. Bei den deutschen Empfängern der ersten Nachkriegs-

Jahre findet man als Oszillatorfehler verhältnismäßig oft einen Schluß des Kondensators C_{13} . In einem solchen Fall hat die Oszillatoranode keine Spannung und der Widerstand R_8 erhitzt sich stark, weil an ihm die volle Anodenspannung liegt. Ebenso führt mangelnde Isolation des Kondensators C_{10} zum Aussetzen des Schwingens.

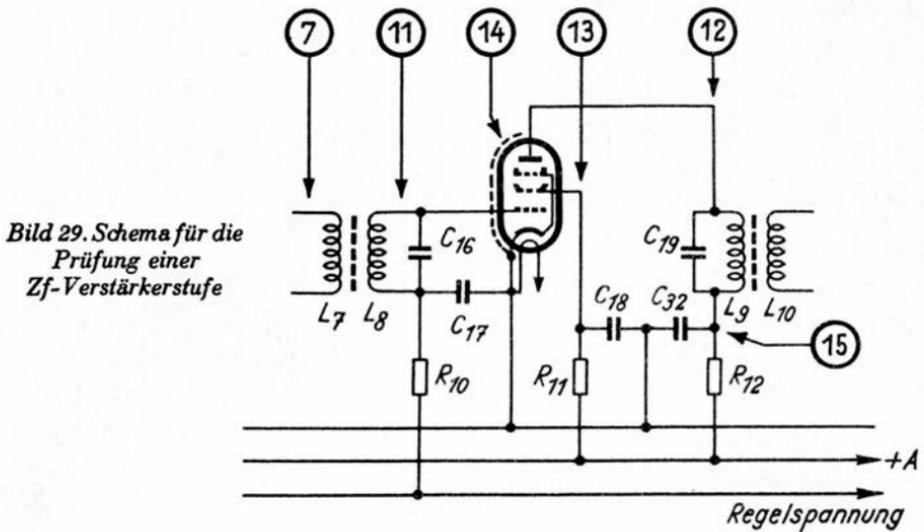
Die wenigen Beispiele zeigen, daß der Signalverfolger zur Untersuchung des Oszillators nur bedingt brauchbar ist. Bei dieser Stufe des Superhets kommt man mit dem Voltmeter entschieden schneller zum Ziel, weil sich ein mit unerwünschter Frequenz schwingender Oszillator durch die Verschiebung aller Sendereinstellungen auf der Skala vor Beginn aller Untersuchungen verrät.

g) Untersuchungen an der Zf-Verstärkerstufe

Bei Zwischenfrequenzverstärkerstufen gestaltet sich die Signalverfolgung recht einfach. In groben Zügen geben die an den Punkten 11 und 12 herrschenden Hf-Spannungen Aufschluß über das Arbeiten der Stufe. Dazu können im Falle des Versagens die Punkte 13 und 14 angetastet werden. Besondere Aufmerksamkeit ist der abschirmenden Schicht der Röhre zu widmen. Hat sie keine Verbindung mit dem Bezugspunkt, so können die auf die Zwischenfrequenz abgestimmten Kreise L_8, C_{16} und L_9, C_{19} verstimmt sein, weil die Kapazität, die die Abschirmung besonders mit der Anode bildet, parallel zu C_{19} liegt. In vielen Fällen führt mangelnde Verbindung der Abschirmung mit dem Chassis zum Schwingen der Stufe; dann fallen alle Sender mit Schwebungspfeifen ein. Die gleiche Erscheinung ruft aber auch das Fehlen des Kondensators C_{17} hervor. Es sei dahingestellt, ob es zweckmäßiger ist, den Anschluß der Röhrenabschirmung durch Antasten mit dem Signalverfolger festzustellen, wie es 14 andeutet, oder einfacher mit einem Durchgangsprüfer bzw. einem Taschenohmmeter zu arbeiten.

Zur Gesamtverstärkung des Empfängers trägt die Zf-Stufe am meisten bei. Ihr Verstärkungsfaktor liegt regelmäßig über 100. Wenn also hier ein Teil der Verstärkung verlorenggeht, sinkt die Leistung des Empfängers bedeutend. Ein oft vorkommender Fehler mit dieser Wirkung ist Kapazitätsverlust der Kondensatoren C_{16} und C_{19} . Im Gange einer Reparatur mit ein-

fachen Mitteln wird diese Tatsache dadurch erkannt, dass Drehen an den Kernen der Spulen L_8 und L_9 die Lautstärke und den Ausschlag des Outputmeters kaum beeinflusst. Bei Signal-



verfolgung kann nur eine Verstärkungsmessung zum gleichen Ergebnis führen. Beim Eingangsbandfilter ergeben sich bei fehlender Kapazität C_{16} Spannungsunterschiede zwischen 7 und 11.

Gegenüber vielen Schaltungen weist das Schema **Bild 29** insofern einen Unterschied auf, als es nicht über ein Katodenaggregat verfügt, mit dem in den meisten Fällen der Katode eine bestimmte positive Spannung erteilt wird, die auch bei fehlender Regelspannung nicht unterschritten werden kann. Ist ein solches Aggregat vorhanden, so ist die Katode anzutasten und das Funktionieren des den Katodenwiderstand überbrückenden Kondensators zu prüfen.

h) Untersuchungen am Demodulator und an der Regelspannungserzeugung

Der Demodulationsstufe des Superhets **Bild 30** fallen in der Regel zwei Aufgaben zu, die Gleichrichtung der modulierten Hochfrequenz und die Erzeugung der Regelspannung, wobei letztere sofort oder verzögert einsetzen kann. Verstärkung wird in dieser Stufe naturgemäß nicht erzielt. Der auf die Zwischen-

frequenz abgestimmte Kreis L_{10} , C_{20} liegt einseitig an den Diodenstrecken und ist auf der anderen Seite durch C_{21} hochfrequenzmäßig mit dem Bezugspunkt der Schaltung verbunden.

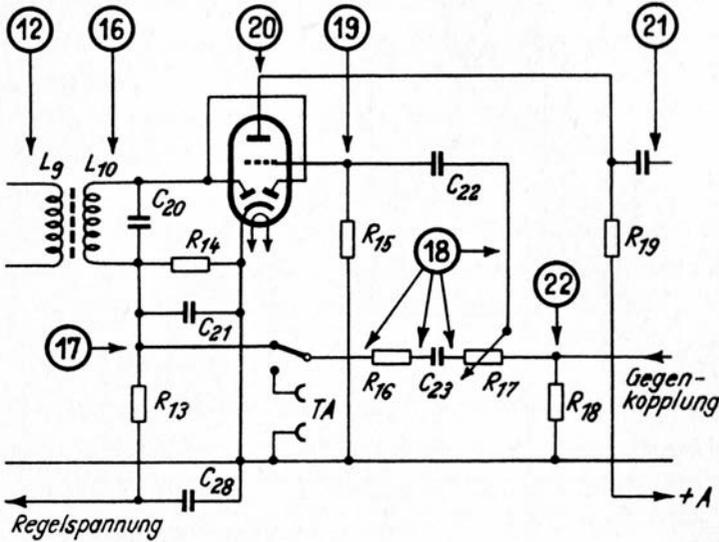


Bild 30. Schema für die Prüfung eines Demodulators, der Regelspannungserzeugung und einer Nf-Spannungsverstärkerstufe

Die Diodenstrecken leiten nur, wenn ihre Anoden positiv sind. Infolgedessen fließen die positiven Halbwellen über die Diodenstrecken ab, während die negativen, die jetzt hörbare Modulation tragen, das Potential des ganzen Abstimmkreises im Takte der letzteren schwanken lassen. An den Punkten 16 und 17 muß also Niederfrequenz zu tasten sein, dazu an 16 auch noch Hochfrequenz, wenn es sich dabei auch nur um die negativen Halbwellen handelt. Die Unterscheidung zwischen Hoch- und Niederfrequenz ist wesentlich, weil ein demodulierender Signalverfolger auch dann Niederfrequenz hörbar macht, wenn die Diode nicht arbeitet. Er richtet dann die am Kreis L_{10} , C_{20} herrschende modulierte Hf-Spannung selbständig gleich. Weitere Tastungen müssen alsdann den Weg von Punkt 17 über den Schalter, die Widerstände R_{16} , R_{17} und die Kondensatoren C_{23} , C_{22} zum Steuergitter der Triode erkunden. Dieser Weg ist durch die Tastpunkte 18 und 19 angedeutet. Als Erfolg richtigen Arbeitens muß das Nf-Signal an Punkt 20 verstärkt zum Vorschein kommen.

Es ist eine Frage der Bequemlichkeit und der Genauigkeit der Arbeit, ob alle Tastungen mit ein und demselben Tastkopf oder

mit einer Prüfspitze mit Kondensator durchgeführt werden. Grundsätzlich kann dann, wenn der Eingangskondensator groß genug ist und er infolgedessen an Kreisen verstimmend wirkt, mit dem demodulierenden Tastkopf Hoch- und Niederfrequenz hörbar gemacht werden. Allerdings wird die letztere dabei nochmals gleichgerichtet, was für die Wiedergabe durch den Lautsprecher ohne Belang ist, wenn dadurch auch die Lautstärke geringer wird. Eine in dieser Beziehung glückliche Lösung stellt ein Signalverfolger mit einem Tastkopf und einer Prüfspitze dar, wie ihn **Bild 14** zeigt. Dabei kann es sich durchaus um einen Tastkopf mit Röhren- oder Germanium-Diode handeln. Es stehen dann ein Tastkopf für Hochfrequenz und eine Prüfspitze für Niederfrequenz jederzeit zur Verfügung.

Verstärkungsmessungen können zwischen den Punkten 19 und 20 vorgenommen werden. In beiden Fällen werden Nf-Spannungen gemessen. Darum ist es unbedingt notwendig, daß das Signal einem Prüfgenerator entstammt, weil nur dadurch der für vergleichbare Ergebnisse notwendige gleichbleibende Modulationsgrad garantiert ist. Je nach Steilheit der verwendeten Triode ist mit 40...60facher, im Durchschnitt mit 50facher Verstärkung zu rechnen.

Eigenartig ist an der in **Bild 30** wiedergegebenen Schaltung die Erzeugung der Gittervorspannung der Triode. Der Gitterableitwiderstand R_{15} ist 20 MOhm. groß. Diejenigen Elektronen, die auf ihrem Wege von der Katode zur Anode auf das Steuergitter gelangen, fließen über diesen Widerstand ab. Sie stellen nur einen sehr kleinen Strom dar, der aber infolge der Größe des Ableitwiderstandes einen so hohen Spannungsabfall verursacht, daß dadurch das Gitter richtig vorgespannt ist. Die Messung der Vorspannung gestaltet sich auch mit einem Instrument hohen Innenwiderstandes in Anbetracht des durch R_{15} fließenden Stromes vom Bruchteil eines Mikroampere äußerst schwierig.

Die Schwundregelspannung kommt dadurch zustande, daß die negativen Halbwellen der gleichzurichtenden Hochfrequenz die Diodenanoden und den Kreis L_{10} , C_{20} negativ aufladen. Diese Ladung fließt über den Widerstand R_{14} ab und bringt einen Spannungsabfall hervor. Durch das Glied R_{13} , C_{28} wird diese Spannung von Tonfrequenz befreit und den Steuergittern der Vorröhren zugeführt. Bei der Prüfung dieses Mechanismus ver-

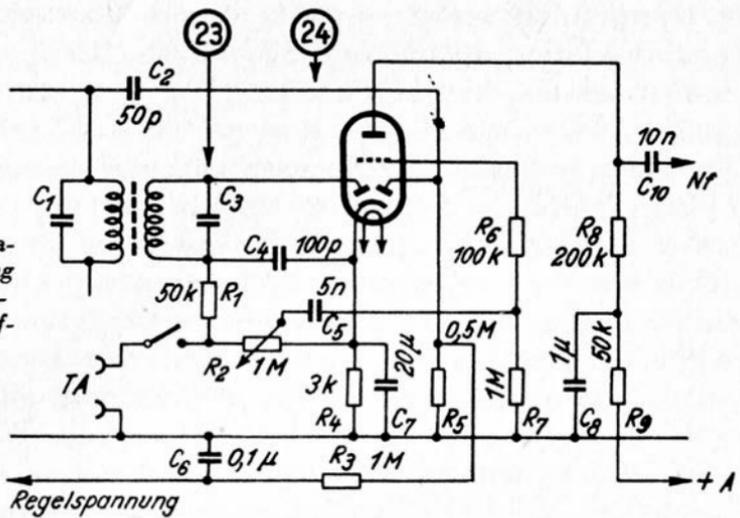
sagt der Signalverfolger, es sei denn, die Siebung funktionierte nicht und an der Regelspannungsleitung wäre Niederfrequenz zu tasten. Um diesem Mangel des Signalverfolgers abzuhelfen, ist der Rider-Chanalyst mit einem Röhrenvoltmeter versehen. Wenn in der Werkstatt ein solches Instrument nicht zur Verfügung steht, kann man die Regelspannung mit einem neuzeitlichen Universalinstrument messen, das bei 100.000 Ohm/V und dem Meßbereich 0...100 V einen Widerstand von 10 MOhm hat. Jedenfalls liefert der Demodulator nach **Bild 30** sogleich eine Regelspannung, wenn Hochfrequenz an die Diodenstrecken gelangt. Diese Schaltung ist in den letzten Jahren wieder öfters angewendet worden, weil in der Röhre EAF 41 nur eine Diodenstrecke zur Verfügung steht.

In Geräten des deutschen Marktes ist die in **Bild 31** gezeigte Schaltung bedeutend häufiger anzutreffen. Demodulation und Regelspannungserzeugung werden von getrennten Diodenstrecken vorgenommen. Die linke Diode demoduliert, die rechte erzeugt eine verzögerte Regelspannung. Die Gittervorspannung der Triode wird durch Spannungsabfall des Katodenstromes im Widerstand R_4 erzeugt. Dadurch erscheint die Katode gegenüber dem Bezugspunkt um 2...3 V positiv. Die rechte Diodenstrecke muß zuerst einmal diese Spannung durch Gleichrichtung von Hochfrequenz hervorbringen, ehe die Regelspannung negatives Potential annehmen kann. Bei schwachen Signalen ist das aber nicht der Fall, so daß dann die Verstärkung der Vorröhren nicht herabgesetzt wird. Das tritt erst beim Einfall entsprechend starker Sender ein. Damit nicht auch die linke Diodenstrecke in gleicher Weise vorgespannt wird, ist der an sie angeschlossene Kreis direkt mit der Katode verbunden.

Am Gange der Signalverfolgung ändert sich durch diese Schaltung nur wenig. Was bei der Schaltung nach **Bild 30** nur am Punkt 16 möglich war, muß jetzt an den Punkten 23 und 24 geschehen können; an beiden müssen sowohl Hoch- als auch Niederfrequenz auftreten, wobei die Schwierigkeiten der Feststellung dieselben sind, wie sie bereits weiter oben erwähnt worden sind.

Ein wesentlicher Unterschied ergibt sich bei der Kontrolle der Regelspannung. Bei verzögerter Schwundregelung darf für alle

Bild 31. Demodulator mit Erzeugung verzögerter Regelspannung und Nf-Spannungsverstärkerstufe



Signale bis zu einer bestimmten Spannung über dem Kondensator C_6 (Bild 31) keine Gleichspannung auftreten, und erst jenseits dieses Minimums muß die Regelspannung mit der Stärke des Signals zu- und abnehmen.

i) Kontrolle der Gegenkopplung

In der Schaltung nach **Bild 32** gelangt die an der Schwingspule des Lautsprechers auftretende Wechselspannung über die Siebglieder R_{23} , R_{24} und C_{25} an den Widerstand R_{18} , der mit dem Lautstärkereglern R_{17} in Reihe liegt. Aus der Wechselspannung an der Schwingspule sieben die genannten Glieder bestimmte Frequenzbereiche heraus; der Rest aber bringt an R_{18} durch Abfall eine der Modulation gegenphasige Spannung hervor. Dadurch wird die Spannung, mit der die durchgelassenen Frequenzen an das Steuergitter der Triode gelangen, geringer; sie werden also weniger verstärkt als die im Gegenkopplungskanal zurückgehaltenen Frequenzen. Mit diesem Mittel hat es der Konstrukteur in der Hand, bestimmte Frequenzen zu bevorzugen bzw. andere zu benachteiligen. Nun zählen Fehler der Gegenkopplung zu den schwierigsten, mit denen sich die Reparaturwerkstatt auseinandersetzen hat. Dies liegt daran, daß sich Veränderungen der Größe von Einzelteilen im Gegenkopplungskanal durch einen anderen als den gewünschten Frequenzgang des Verstärkers bemerkbar machen, ein Fehler, der mit dem Ohr nur sehr schlecht festzustellen ist.

Durch Signalverfolgung läßt er sich aber verhältnismäßig einfach klären, wenn auch nicht auf die Mithilfe des Ohrs verzichtet werden kann. Wird das Potentiometer von Punkt 22 gelöst und an die Minusleitung gelegt, so können am Widerstand R_{18} diejenigen Frequenzen abgehört werden, die bei der Wiedergabe durch den Lautsprecher benachteiligt werden sollen. Dient die Gegenkopplung zur Baßanhebung, so erscheinen dort die hohen Frequenzen und umgekehrt, wenn es sich um Höhenanhebung handelt. Ein Bild vom Gang der Gegenkopplung läßt sich am einfachsten gewinnen, wenn mit dem Tonabnehmer eine Heulplatte abgespielt wird, die nacheinander alle Frequenzen von den tiefsten bis zu den höchsten enthält. Wird der Lautsprecher des Signalverfolgers allein abgehört, so läßt sich leicht abschätzen, welche Frequenzen durch den Gegenkopplungskanal hindurchgelangen. Bei der Reparatur hat man sich dann genau an die vom Hersteller angegebenen Größen der Siebglieder zu halten.

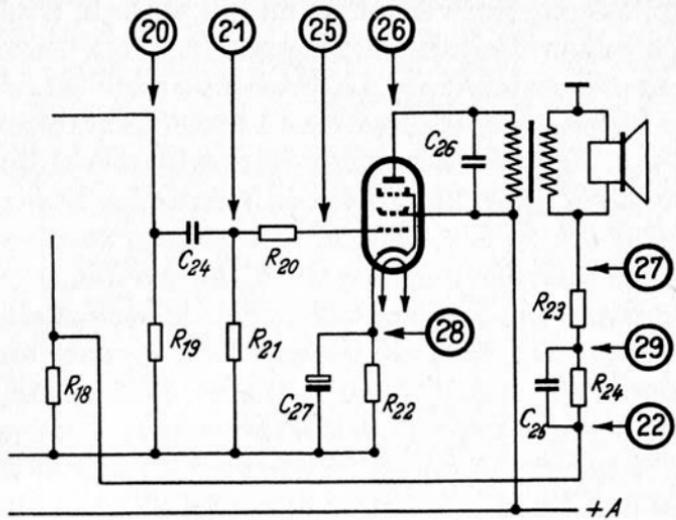
In ähnlicher Weise kann mit einem Gegenkopplungskanal von der Anode der Endröhre zur Anode der Vorröhre verfahren werden. Er wird an der Anode der Vorröhre abgetrennt und an den Eingang des Signalverfolgers angeschlossen. Meist handelt es sich bei dieser Art von Gegenkopplung um Höhenanhebung, so daß bei der Kontrolle vornehmlich tiefe Frequenzen zu hören sind.

Schließlich gibt die Verstärkungsmessung ein Mittel in die Hand, die Wirksamkeit der Gegenkopplung zu kontrollieren. Gegenkopplung bedeutet immer Herabsetzung der Verstärkung und zwar besonders bei denjenigen Frequenzen, die durch den Kanal hindurchgelangen. Wenn also nacheinander Verstärkungsmessungen mit angeschlossenem und mit offenem Gegenkopplungskanal vorgenommen werden, muß die letztere größere Verstärkung bei sonst gleichen Bedingungen ergeben. Der Verstärkungsunterschied ist zugleich ein Maß für den Gegenkopplungsgrad.

k) Untersuchungen an der Endstufe

Der Gang der Signalverfolgung an einer Endstufe ist im Schema **Bild 32** zu erkennen. Zur schnellen Feststellung, ob die Stufe arbeitet, sind die Punkte 20, 21, 25, 26 und 27 anzutasten.

Bild 32. Schema für die Prüfung einer Endstufe



Ob die Leistung den zu erwartenden Forderungen entspricht, soll in erster Linie durch Kontrolle an Punkt 28 untersucht werden. Es zählt zu den häufigsten, leistungsmindernden Fehlern an Endstufen, daß der Überbrückungskondensator C_{27} taub ist. Dabei schwankt durch wechselnden Spannungsabfall am Widerstand R_{22} die Gittervorspannung der Röhre gegenphasig zur Modulation. Diese Schwankungen können mit dem Signalverfolger an 28 abgehört werden. Versuchsweise wird dann der Katodenwiderstand durch einen Kondensator von mindestens $50 \mu\text{F}$ überbrückt. Allerdings ist darauf zu achten, ob der Hersteller des Empfängers den Widerstand nicht bewußt unüberbrückt gelassen hat. Manche Geräte erzielen durch diese Maßnahme in Verbindung mit anderen eine Korrektur des Frequenzganges. Wird in einem solchen Falle ein Überbrückungskondensator eingeschaltet, so steigt zwar die Lautstärke, zugleich aber geht der charakteristische Ton verloren.

Zwischen den Tastungen 21 und 25 darf kein Lautstärkeunterschied festzustellen sein. Der Widerstand R_{20} soll Hf-Schwingen der Endpentode verhindern und darf Niederfrequenz nicht schwächen. Er ist besonders bei Röhren mit Kopfanschluß des Gitters (EBL 1) gefährdet, weil er dann durch die von der Röhre abgegebene Wärme ständig aufgeheizt wird.

Verstärkungsmessungen zwischen den Punkten 20 und 26 müssen je nach Steilheit der verwendeten Pentode 10...20fache

Verstärkung ausweisen, wenn die Stufe in Ordnung sein soll. Erheblichen Verlust verursacht ein tauber Kondensator C_{27} , doch ist es, wie bereits angedeutet wurde, überflüssige Arbeit, sein Funktionieren durch eine Verstärkungsmessung zu prüfen.

In der Endstufe hat der im vorigen Abschnitt behandelte Gegenkopplungskanal seinen Ursprung. Durch Antasten der Punkte 27, 29 und 22 kann festgestellt werden, ob durch ihn eine Nf-Spannung an den die Gegenkopplung verursachenden Widerstand R_{18} gelangt. Welche Schwierigkeiten bei der Beurteilung des Funktionierens dieses Kanals auftreten, wurde bereits gesagt. Auf jeden Fall aber sollen zwei Verstärkungsmessungen an der Endstufe angestellt werden, eine mit geschlossenem und eine mit offenem Gegenkopplungskanal. Der Unterschied in der Verstärkung ist ein Anhaltspunkt für die Wirksamkeit der Gegenkopplung.

Durch 28 Tastungen wurde in den vorhergehenden Abschnitten die Untersuchung eines Empfängers durch Signalverfolgung gezeigt. Bei der Vielzahl der Empfängerschaltungen war es unmöglich, jeden in der Praxis vorkommenden Fall aufzuzählen. Der Gang der Prüfung hat aber zwei grundlegende Wege gezeigt, einen, der bei zwei Tastungen an jeder Stufe den Fehlerort näher bezeichnet, und den zweiten, der es gestattet, innerhalb jeder Stufe eine Menge nützlicher Feststellungen zu treffen, die nicht nur bei der Fehlersuche, sondern auch beim sogenannten Nachstimmen des Empfängers von nicht zu unterschätzendem Wert sind.

Die Untersuchung eines Allstromempfängers, wie er in dieser oder ähnlicher Schaltung in den Kriegs- und Nachkriegsjahren in vielen Modellen auf den Markt gekommen ist, zeigt **Bild 33**. Die 14 eingezeichneten Tastungen geben auch Aufschluß über die Untersuchung der Bereichumschaltung (Philetta 1940) .

1) Suche von Aussetzfehlern durch Signalverfolgung

Ihre beste Leistung vollbringt die Signalverfolgung bei der Suche sogenannter Aussetzfehler. Mit Ausnahme der Signalführung ist keine andere Methode der Fehlersuche in der Lage, so schnell und eindeutig die fehlerhafte Stufe anzugeben wie Signalverfolgung. Bei allen anderen Methoden verursacht das

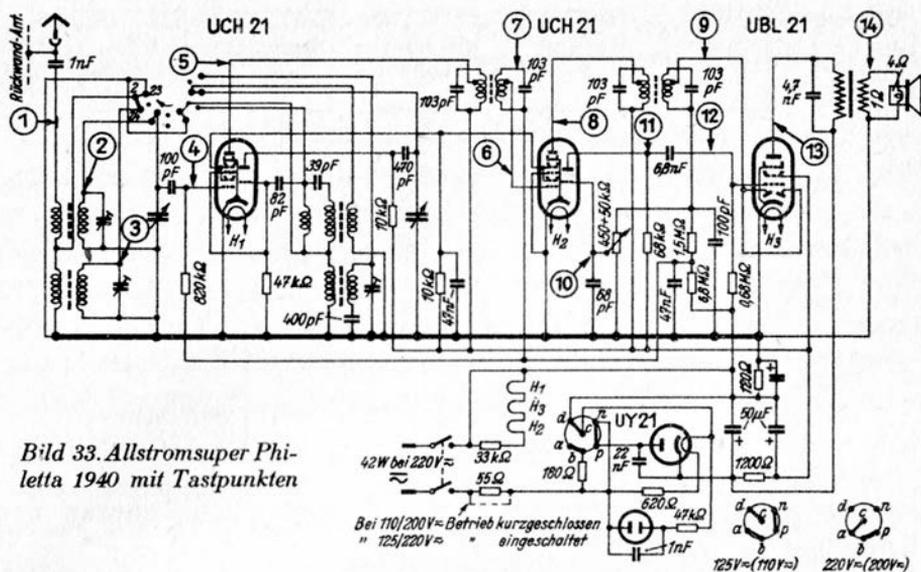


Bild 33. Allstromsuper Phi-letta 1940 mit Tastpunkten

Anlegen von Meßinstrumenten oder Reparaturgeräten ein Knacken, das den gerade auftretenden Fehler zum Verschwinden bringt oder ihn hervorruft, wenn er im Augenblick der Untersuchung nicht in Erscheinung tritt. Da Signalverfolgung die Möglichkeit bietet, jede Stufe eines Empfängers ohne Eingriff ständig unter Kontrolle zu halten, ist sie die gegebene Methode zur Suche der in jeder Werkstatt bestgehaßten Fehlerart.

Zur Suche von Aussetzfehlern geht man am besten von der Endstufe aus, schliesst den Signalverfolger an ihren Eingang an und wartet ab, ob der zufällig eintretende Aussetzfehlern sowohl im Lautsprecher des Empfängers als auch in demjenigen des Signalverfolgers hörbar wird. So wird das Prüfgerät von Stufeneingang zu Stufeneingang in Richtung auf die Antenne angelegt. Der Aussetzfehler ist in derjenigen Stufe zu suchen, an deren Eingang er sich nicht bemerkbar macht, wenn er im Empfängerlautsprecher hörbar ist. Aus langer praktischer Erfahrung sei hinzugefügt, daß Aussetzfehler immer von schlechten oder ungewollten Kontakten in solchen Leitungen herrühren, die keinen oder nur einen winzigen Strom führen. Als Ursache wurden in zahlreichen Fällen sogenannte Mikrokontakte ermittelt, die besonders dann schwer zu entdecken

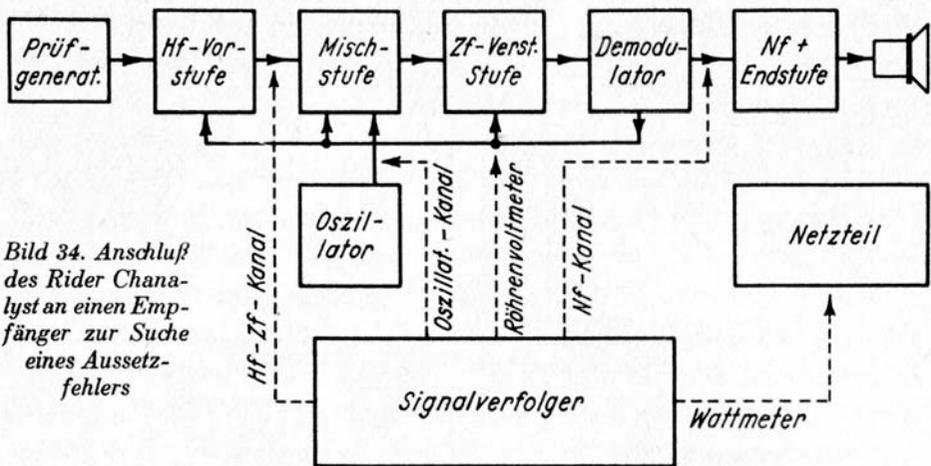


Bild 34. Anschluß des Rider Chanalyt an einen Empfänger zur Suche eines Aussetzfehlers

sind, wenn sie zwischen Belag und Zuleitung im Inneren von Kondensatoren liegen.

Von welchem Wert ein Signalverfolger mit vielen Kanälen bei der Suche von Aussetzfehlern sein kann, zeigt das Anschlußschema des Rider-Chanalyst **Bild 34**. Die drei verschiedenen Kanäle, das Röhrenvoltmeter und das Wattmeter sind gleichzeitig an diejenigen Stufen angeschlossen, über deren Arbeiten sie ihrer Natur nach etwas aussagen können. Tritt der Aussetzfehler ein, so ergibt ein Bild auf fünf Magische Augen, in welcher Stufe er steckt. Das ist ein zeitsparender Vorteil, dessen Wert bei der Seltenheit von Aussetzfehlern nicht besonders überzeugend ist. Was hier auf einmal geschieht, kann mit dem einfachen Signalverfolger in Etappen geschehen, und das mit dem gleichen Erfolg. Daß man mit Signalzuführung mit noch einfacheren Mitteln ebenso schnell zum Ziel kommt, ist bei der Besprechung dieser Methode der Fehlersuche darzulegen.

m) Verfolgung von Geräuschen, Brummen, Pfeifen, Schwingen und Verzerrungen

Es wurde bereits gesagt, daß bei störenden Beimischungen und Verzerrungen nicht mit einem Prüfgenerator als Signalquelle gearbeitet wird. Vielmehr werden Geräusche und Verzerrungen selbst oder Musik als Signal benutzt. Dabei kann man sich weniger auf die Anzeige des Magischen Auges verlassen, als vielmehr auf die Wiedergabe durch den Lautsprecher,

denn über die Qualität der vom Empfänger verarbeiteten Hoch- und Niederfrequenz sagt das Magische Auge so gut wie gar nichts aus.

Eine grobe und in der Praxis allgemein übliche Feststellung über den Ursprung von Geräuschen und Verzerrungen ist durch den Lautstärkereglern und den Tonabnehmeranschluß möglich. Der Schluß, daß die Ursache im oder vor dem Demodulator liegt, wenn der Fehler bei zugeordnetem Lautstärkereglern verschwindet und eine Schallplatte tadellos wiedergegeben wird, liegt allzusehr auf der Hand, als daß näher darauf eingegangen werden müßte. Durch Hineinhören in das schadhafte Gerät wird diejenige Stufe ermittelt, die den Fehler verursacht.

Schadhafte Kondensatoren im Netzteil sind zu alltägliche Fehler, als daß zu ihrer Entdeckung Signalverfolgung notwendig wäre. Trotzdem kann gelegentlich die Entscheidung von Bedeutung sein, ob Brummen aus dem Netzteil stammt oder andere Ursachen hat. Zu den letzteren zählt beispielsweise der Ausfall des Kondensators C_8 in **Bild 31**. In einem solchen Falle wird das Brummen durch diejenige Stufe verursacht, in der ein solcher Siebblock ausgefallen ist. Die Feststellung, um welche Stufe es sich handelt, kann durch Signalverfolgung einfach getroffen werden, weil in voraufgehenden Stufen das Brummen noch nicht vorhanden ist.

Ebenso führt die Verfolgung von Pfeifen oder Schwingen zu derjenigen Stufe, in der diese unerwünschten Zusätze entstehen. Man denke etwa an ein offenes Gitter oder einen defekten Gitterableitwiderstand, Fehler, die beide charakteristische Erscheinungen verursachen.

Verzerrungen werden in Richtung des durch den Empfänger gehenden Signals oder von der Endstufe bis zum Eingang verfolgt. Dabei ist es zweckmäßig, einen Rundfunksender einzustellen. Durch Abhören gelingt es dann leicht, die verzerrende Stufe zu finden. In der Regel wird es eine solche des Nf-Verstärkers sein, weil sich Fehler im Hf-Teil des Empfängers durch Schwächung des Signals, nicht aber durch Verzerrungen der Modulation bemerkbar machen.

Eine besonders schwierige Untersuchung mit dem Signalverfolger gilt der Feststellung, ob durch einen gemeinsamen

Weg von Brumm- und Modulationsspannung im Chassis die letztere Zusätze erhält. Dazu gehört ein äußerst empfindliches Gerät, von dessen Leistungsfähigkeit man sich ein Bild machen kann, wenn man die Verstärkung des zu untersuchenden Empfängers oder Verstärkers überschlägt. Mit einem Signalverfolger geringerer Verstärkung braucht man die Suche erst gar nicht zu beginnen.

Es kommt darauf an, durch Abgriff einer Leiterstrecke den Spannungsabfall an den Eingang des Signalverfolgers zu bekommen, der durch den im Chassis oder in einer Leitung fließenden Wechselstrom entsteht. Darum muß man den Signalverfolger am Erdungspunkt des zu untersuchenden Gerätes erden und nun mit der Prüfsitze alle Chassisanschlußpunkt in diesem Gerät abtasten, mögen sie nun am Chassis selbst liegen oder an einer besonderen, zum Erdungspunkt führenden Leitung. Da die Zuführungen von Einzelteilen zu solchen Punkten manchmal aus dünneren Drähten bestehen, die infolge ihres höheren Widerstandes größeren Spannungsabfall verursachen als das Chassis oder ein starker Draht zum Erdungspunkt, sollte man nie versäumen, die Zuführungsdrähte nahe den Einzelteilen anzutasten.

Es wurde bereits gesagt, daß solche Untersuchungen nur bei großer Verstärkung des Signalverfolgers Aussicht auf Erfolg haben. Daneben darf die Prüfspitze den zu tastenden winzigen Spannungen nur geringen Widerstand bieten. Ein Kondensator von $0,1 \mu\text{F}$ dürfte die kleinste Größe sein, mit der gearbeitet werden kann.

Die Tastung von Hf-Spannungen, die sich auf unerwünschten Wegen befinden, dürfte vor allem für Amateursender in Frage kommen. Wo es sich um größere Spannungen handelt, arbeitet der Sendeamateur meist mit der Glimmlampe, deren einen Pol er mit Erde verbindet, wenn er mit dem anderen Leitungen, Gehäuse und Einzelteile abtastet. Dieses Verfahren hat sich bei höheren Spannungen bewährt, versagt aber bei niedrigen, weil dann die Glimmlampe nicht mehr zündet. In solchen Fällen ist Signalverfolgung am Platze, doch muß das Gerät Hochfrequenz zur Anzeige bringen, es sei denn, die Untersuchungen würden an einem modulierten Telefoniesender durchgeführt.

6. Würdigung der Signalverfolgung als Fehlersuchmethode

Wie jede Methode der Fehlersuche hat die Signalverfolgung starke und schwache Seiten, doch will uns scheinen, als würde die Zahl der Vorteile diejenige der Nachteile überwiegen. Man soll ihr diejenigen Aufgaben zuweisen, die ihre besondere Stärke sind, und bei allen anderen an bewährten alten Mitteln festhalten. Der größte Vorteil der Signalverfolgung ist die schnelle Ermittlung der fehlerhaften Stufe eines Empfängers. Welcher Art der Fehler innerhalb dieser Stufe ist, läßt sich mit dem Universalvoltmeter, durch Röhrenuntersuchung und einen Prüfblock schneller feststellen als durch Tastungen.

Bei einer solchen Beschränkung der Aufgaben kommt man mit einem verhältnismäßig einfachen und billigen Signalverfolger aus, dessen Selbstbau durchaus möglich ist. Vor allen Dingen erscheint der Aufwand amerikanischer Signalverfolger im Hinblick auf ihre Leistung viel zu hoch. Die Methoden der Fehlersuche und der Reparatur, die in der Werkstatt angewendet werden, müssen elastischer sein, als es eine einzige Methode zu sein vermag. Der erfahrene Praktiker entnimmt jeder Methode der Fehlersuche diejenigen Verfahren, die ihm am besten liegen und zu deren Durchführung seine Einrichtung geeignet ist. Die Signalverfolgung als allein vollkommene Methode zu bezeichnen und zum Beweis dieser Behauptung eine Menge von einzelnen Geräten in einem Gehäuse zusammenzufassen, ist Prinzipienreiterei.

7. Signalverfolgung mit dem Katodenstrahl-Oszillograf

Empfängeruntersuchungen mit dem Katodenstrahl-Oszillograf pflegt man nicht als Signalverfolgung zu bezeichnen. Werden sie aber in der durch den Gang des Signals vorgeschriebenen Folge vorgenommen, so wird daraus eine qualifizierte Art der Signalverfolgung. Und das aus einem einfachen Grunde: Es bedarf ziemlich starker Verzerrungen, ehe das Ohr sie wahrnimmt. Das Auge hingegen bemerkt bereits kleine Änderungen der Kurve auf dem Bildschirm, ehe das Ohr die geringste Veränderung registriert. Man kann den Zusammenhang auch so ausdrücken, daß das Ohr mehr zur subjektiven Beurteilung neigt, während das Auge objektiv ist und sich nicht so leicht

Tabelle II.

Eigenschaften des Philips-Meßkopf GM 4575 in Verbindg. m. Oszillograf GM 5655

Schalterstellung am Meßkopf	Empfindlichkeit m V eff./cm	Eingangswiderstand M Ω	Eingangskapazität pF	max. Eingangsspannung V	Frequenzbereich des Hf-Signals
1	ca. 65 (30% mod)	0,82	10	250 V = + 100 V \approx	bis 30 MHz
2	ca. 650 (30% mod.)		2		

betrügn läßt. Darum dürfte Signalverfolgung mit dem Katodenstrahl-Oszillograf wohl die feinfühligste und aufschlußreichste Methode der Fehlersuche sein.

Das Einarbeiten in diese Art der Signalverfolgung stellt an den Ausführenden erhebliche Anforderungen, weil eine gänzlich neue Fertigkeit erworben werden muß, die Beurteilung von Verzerrungen nach dem Schirmbild. Dabei müssen Verzerrungen zuerst einmal als solche erkannt werden; dann muß aus Art und Größe auf die Ursache geschlossen werden. Signalverfolgung mit dem Katodenstrahl-Oszillograf ließe sich wesentlich vereinfachen, wenn man ein ganz bestimmtes, niederfrequent moduliertes Hf-Signal normen würde; es ließe sich dann ein Atlas von Schirmbildern zusammenstellen, in dem Verzerrungen und ihre Ursachen angegeben wären.

Zur Durchführung der Signalverfolgung stellt Philips den Meßkopf GM 4575 her, der eine als Audion geschaltete Pentode EF 41 enthält. Die Zuführung zu diesem Meßkopf endet in einem Dreifachstecker, der in einen Steckkontakt auf der Rückseite des Philips-Oszillografen GM 5655 paßt. Durch Drehen des Meßkopfdeckels können zwei Empfindlichkeitsstufen eingestellt werden. Es ergeben sich die Empfindlichkeiten, Eingangswiderstände und Kapazitäten, die in **Tabelle II** niedergelegt sind.

Zum Zwecke der Verstärkungsmessung arbeitet der Oszillograf mit abgeschalteter Horizontalablenkung. Eine Hf-Spannung am Eingang des Meßkopfes bringt dann auf dem Bildschirm lediglich einen vertikalen Strich hervor, dessen Länge von der Höhe der angelegten Spannung abhängt. Es lassen sich auf diese Art Verstärkungsmessungen durchführen, wobei die

Strichlänge als Maß für die Höhe der Spannung das ungenauere Verfahren darstellt, das Arbeiten mit konstanter Strichlänge und Änderung der dem Empfänger zugeführten Spannung aus dem Prüfgenerator das genauere. Da der als Audion geschaltete Meßkopf leicht übersteuert wird, ist es zweckmäßig, bis zum Demodulator des Empfängers mit dem Meßkopf, dahinter aber mit einem direkten Eingang des Oszillografen zu arbeiten.

Zur Signalverfolgung mit empfindlicheren Oszillografen (wie z. B. GM 3159) stellt Philips einen Meßkopf GM 8016 mit Kristalldiode her, der unmittelbar an den Eingang des Verstärkers für die Vertikalablenkung angeschlossen werden kann. Derselbe Meßkopf kann auch an empfindliche Röhrenvoltmeter (z. B. GM 6005 und GM 4132/05) angeschlossen werden und zur Messung von Hf-Spannungen dienen.

C. Signalzuführung

Die Bezeichnung der Signalzuführung als umgekehrte Signalverfolgung bringt die nahe Verwandtschaft der beiden Fehler-suchmethoden zum Ausdruck. Während die Signalverfolgung dem untersuchten Gerät die Verarbeitung des Signals bis zu einer bestimmten Stufe überläßt und sie dann selbst zu Ende führt, weist die Signalzuführung diese Aufgabe dem untersuchten Gerät selbst zu. Sie führt ein geeignetes Signal an den verschiedensten Stellen in einen Empfänger ein und beobachtet, in welcher Stärke und Qualität es verarbeitet vom Lautsprecher wiedergegeben wird.

Während der Signalverfolger in der Lage sein muß, reine oder modulierte Hochfrequenz und Niederfrequenz aufzunehmen, müssen bei Signalzuführung diese Frequenzarten in das untersuchte Gerät hineingegeben werden. Den Erfolg der Verarbeitung macht bei ersterer das Prüfgerät, bei letzterer der Prüfling selbst hörbar. Das ist ein Umstand, der für die Signalzuführung spricht, denn bei ihr zeigt der Prüfling ständig seine eigene Leistung.

Ein weiterer, wesentlicher Vorteil der Signalzuführung ist die Tatsache, daß zu ihrer Durchführung kein besonderes Spezialgerät erforderlich ist, vielmehr kann auf einen Teil der un-

bedingt erforderlichen Werkstattseinrichtung zurückgegriffen werden. In der Hauptsache ist das der Prüfgenerator, wie er zum Abgleichen und Nachstimmen notwendig ist. Obwohl der Lautsprecher des untersuchten Empfängers die Anzeige übernimmt, kann daneben mit Erfolg ein Universal-Volt-Ampere-meter als Outputmeter verwendet werden. Das ist notwendig, wenn durch Signalzuführung Messungen der Verstärkung durchgeführt werden sollen.

Neben den genannten Werkstattgeräten gibt es aber auch eine Reihe von einfachen Hilfsmitteln, mit denen Signalzuführung möglich ist. Sie kommen vor allen Dingen dann in Frage, wenn außerhalb der Werkstatt schnell eine Entscheidung über Art und Umfang eines Fehlers getroffen werden muß. Zum Teil sind solche Hilfsmittel in der Form von Taschenprüfern auf den Markt gekommen.

Wird Signalzuführung lediglich zur Bestimmung der fehlerhaften Stufe eines Empfängers betrieben, so läßt sie sich wesentlich durch ein Signal vereinfachen, in dem alle Frequenzen enthalten sind, das also neben Tonfrequenzen auch Hochfrequenz bis zu mehreren Megahertz umfaßt. In diesem Fall braucht nicht mehr darauf geachtet zu werden, welche Signalart jede Stelle des Empfängers erfordert. Da alle Frequenzen vorhanden sind, greift der Prüfling diejenige heraus, zu deren Verarbeitung er an der betreffenden Stelle eingerichtet ist. Die Feststellung einer bestimmten Frequenz in einem solchen Gemisch stößt auf große Schwierigkeiten. Das heißt mit anderen Worten, daß der Abgleich oder auch nur das Nachstimmen damit nur bedingt möglich sind. Wegen der Einfachheit solcher Hilfsmittel hat man immer wieder versucht, diesem Mangel abzuhelpen; bis zu einem gewissen Grade ist das mit einer Reihe von Einschränkungen auch gelungen.

Andererseits bietet ein alle Frequenzen umfassendes Gemisch Vorteile, denen die Signalverfolgung nichts an die Seite zu stellen hat. Die Quelle eines solchen Signals kann man als eine Antenne auffassen, an der ständig eine unendlich große Zahl von Sendern eines jeden Empfangsbereichs mit gleicher Stärke einfällt. Infolgedessen müssen sie auch alle mit gleicher Lautstärke wiedergegeben werden, wenn man den Bereich am Empfänger durchdreht. Wollte man dasselbe mit dem Prüfgenerator

machen, so müßte man nicht nur den Empfänger, sondern gleichlaufend auch den Generator durchdrehen. Jedenfalls lassen sich mit einer solchen Signalquelle Bereiche mangelnden Gleichlaufes und des Aussetzens — beispielsweise durch Schwinglöcher des Oszillators — mühelos feststellen.

1. Geräte zur Signalzuführung

Es wurde bereits kurz erwähnt, daß der Prüfgenerator das wichtigste Gerät für die Anwendung der Signalzuführung ist. Dabei müssen an ihn einige besondere Anforderungen gestellt werden, die bei besseren Modellen normalerweise erfüllt sind, bei anderen, insbesondere solchen zweifelhafter Herkunft dagegen nicht. Regelmäßig sind Prüfgeneratoren für die Abgabe einer bestimmten Frequenz gebaut, die rein oder mit konstanter Tiefe niederfrequent moduliert mit einer in weiten Grenzen stufenlos regelbaren Spannung abgegeben wird. Dagegen hapert es oft schon an der Festlegung der abgegebenen Spannung; die Skala des als Spannungsteiler ausgebildeten Potentiometers ist nicht geeicht. Alsdann kann manchmal die zur Modulation des Hf-Signals dienende Niederfrequenz dem Prüfgenerator nicht oder nur mit konstanter Spannung entnommen werden, obwohl für die Signalzuführung auch hier ein nach Möglichkeit geeichter Spannungsteiler erforderlich ist.

Wenn man auf Verstärkungsmessungen verzichtet, ist auch ohne Eichung der Spannungsteiler auszukommen. Trotzdem können durch Erfahrung bestimmte Stellungen der Potentiometer ermittelt werden, bei denen der untersuchte Empfänger eine bestimmte Leistung vollbringen muss, wenn er normal arbeitet. Dagegen ist der Mangel eines Potentiometers im Nf-Ausgang deshalb unangenehm, weil dann der Lautsprecher bei der Untersuchung zu laut arbeiten kann, wenn er nicht sogar übersteuert wird und dann eine Belästigung darstellt. In einem solchen Falle ist es zweckmäßig, außerhalb des Prüfgenerators ein Potentiometer vorzusehen, das dann Bestandteil der Tastleitungen werden kann.

a) *Prüfspitzen für den Generator*

Wie **Bild 2** bereits andeutete, beginnt die Signalzuführung bei der Endstufe, der eine niederfrequente Spannung an be-

stimmten, später noch näher zu erläuternden Stellen zugeführt wird. Ebenso wie bei der Signalverfolgung muß dabei die Gewähr gegeben sein, daß die Prüfspitze, mit der die Zuführung geschieht, nicht den Schluß einer Gleichspannung des Empfängers verursacht. Sie muß also mit einem Kondensator entsprechender Spannungsfestigkeit abgeschlossen sein. Dadurch unterscheidet sich die bei Signalführung verwendete Prüfspitze nicht wesentlich von derjenigen bei Signalverfolgung. Damit der Spannungsabfall an diesem Kondensator nicht groß wird, soll seine Größe mindestens 10.000 pF betragen. Wollte man dieselbe Prüfspitze auch für die Zuführung von Hochfrequenz benutzen, so würde der verhältnismäßig große Kondensator angetastete Abstimmkreise verstimmen. Darum tut man gut daran, für den letzteren Fall eine zweite Prüfspitze mit einem kleinen Abschlußkondensator zu verwenden. Seine Größe wird 50 pF fast nie zu überschreiten brauchen, doch hängt sie von der größten, vom Prüfgenerator abgegebenen Hf-Spannung ab. Um die verstimmende Wirkung möglichst klein zu halten, ist es zweckmäßig, durch Versuch den kleinsten Kondensator zu ermitteln, mit dem bei einem vorhandenen Prüfgenerator noch zufriedenstellend gearbeitet werden kann.

Bei der Signalführung sind also regelmäßig zwei Prüfspitzen abwechselnd zu benutzen. Dies bedeutet aber keine Erschwerung, weil der Prüfgenerator je einen Ausgang für Hoch- und Niederfrequenz besitzt, jede der Prüfspitzen also ständig mit den entsprechenden Buchsen verbunden bleiben kann.

Ferner ist es zweckmäßig, zwischen Prüfgenerator und Prüfspitze eine geerdete Abschirmung zu verwenden; andernfalls kann es vorkommen, daß durch die Hand des Prüfenden Störspannungen in das zuzuführende Signal eingestreut werden. Diese Gefahr besteht vor allen Dingen dann, wenn mit kleinsten Spannungen aus dem Generator Stellen mit nachfolgender großer Verstärkung des Empfängers angetastet werden sollen.

Die Verbindung des geerdeten Pols des Prüfgenerators und desjenigen des untersuchten Empfängers ergibt sich bei Wechselstromgeräten von selbst, bei Allstromgeräten über ohnehin vorhandene Kondensatoren. Nur in denjenigen Fällen, in denen Allstromempfänger keinen Erdanschluß besitzen, sondern das Netz als Gegengewicht benutzen, ist es empfehlenswert, das

Chassis über einen Kondensator von etwa 10 000 pF an Erde zu legen.

Neben der Beschickung eines Punktes durch kapazitive Verbindung mit dem Prüfgenerator besteht auch die Möglichkeit, durch ein magnetisches Feld in dem zu beschickenden Punkt eine Hf-Spannung zu induzieren, ein Verfahren, das sich für die Beschickung mit Niederfrequenz weniger gut eignet. Die bereits erwähnte induktive Sonde zum Ontraskop/3 eignet sich dazu in besonderem Maße; sie kommt für diesen besonderen Zweck unter der Bezeichnung *Hf-Puste* in den Handel. Die die Sonde abschließende Flachspule bringt ein hochfrequentes Magnetfeld hervor, wenn sie von dem vom Prüfgenerator gelieferten Hf-Strom durchflossen wird. Das Magnetfeld steht senkrecht auf der einseitig abgeschirmten Spulenebene und ist infolgedessen gerichtet. So nützlich diese Puste für die Fehlersuche und vor allem für das Auffinden von Abschirmlücken sein kann, so wenig ist sie für die noch zu behandelnden Verstärkungsmessungen geeignet, weil sie nicht in der Lage ist, einem Punkt des Empfängers eine genau definierte Spannung zuzuführen.

b) Das Outputmeter als Anzeigeeinstrument

Das Ohr ist ein schlechter Lautstärkemesser. Wie kein anderes Sinnesorgan des Menschen läßt es sich täuschen oder versagt es bei der Beurteilung der Stärke eines Reizes. Sein Vorzug liegt in der Beurteilung der Qualität des aufgenommenen Schalles, wobei von Mensch zu Mensch auch erhebliche Unterschiede bestehen können. Für exakte Feststellungen kann man jedenfalls dem Ohr allein nicht die letzte Entscheidung überlassen. Darum wird es durch ein Outputmeter ergänzt. Es ist das ein Instrument, das Tonfrequenzspannungen zur Anzeige bringt. Da es sich dabei um Wechselfspannungen handelt, eignen sich dazu die Wechselfspannungsbereiche eines jeden Universal-Volt-Ampere-meters. Nun liegt reine Tonfrequenz nur auf der Sekundärseite des Ausgangsübertragers vor, und zwar mit so kleinen Spannungen, daß die Messung schwierig wird. Man mißt darum Tonspannungen üblicherweise auf der Primärseite des Ausgangstransformators, wo sie der Anodenspannung überlagert sind. Um die Anodenspannung vorn Meßinstrument fernzuhalten, legt man in die Verbindung einen Kondensator von 0,1 μ F.

Durch die Buchsen für einen zweiten Lautsprecher ist der Anschluß eines Outputmeters denkbar einfach. Die Strippen des Messinstruments, davon eine mit dem erwähnten Kondensator, werden in diese Buchsen gesteckt. Entsprechend der wechselnden Tonfrequenzspannung folgt das Instrument nun je nach Dämpfung des Meßwerks mehr oder weniger genau der Modulation eines eingestellten Senders. Wird dagegen ein Hf-Signal mit konstanter Modulation (meist 30%) in den Empfänger gegeben, so zeigt das Outputmeter einen konstanten Ausschlag, der, wie wir später sehen werden, zu Verstärkungsmessungen benutzt werden kann.

Für einfache Feststellungen, vor allem für die Suche der fehlerhaften Stufe eines Empfängers genügt der eingebaute Lautsprecher völlig. Nur wenn es darauf ankommt, Messungen vorzunehmen, kann auf das Outputmeter nicht verzichtet werden.

c) Die Erzeugung breiter Frequenzspektren

Damit Signalzuführung ohne Rücksicht auf den beschickten Punkt des Empfängers mit einer einzigen Signalquelle durchgeführt werden kann, muß letztere ein möglichst gleichmäßig besetztes Frequenzspektrum abgeben, das von hörbaren Frequenzen mindestens bis zu denen jenseits des Mittelwellenbereichs reicht; darüber hinaus sind die den Kurzwellenbereichen entsprechenden Frequenzen erwünscht. Das Spektrum müßte also von etwa 800 Hz bis 30 MHz reichen. Tatsächlich gibt es mehrere Möglichkeiten, so weitgehenden Forderungen gerecht zu werden. Einen Anhaltspunkt dazu gibt das Verhalten von Störschwingungen, die ja auch die meisten Wellenbereiche eines Empfängers zu stören vermögen.

d) Die Summerschaltung

Den einfachsten Weg, solche Störspannungen hervorzubringen, bietet der aus dem Wagnerschen Hammer hervorgegangene Summer. Wenn sich der selbsttätige Unterbrecher öffnet, entsteht durch den Zusammenbruch des Magnetfeldes der Spule eine verhältnismäßig hohe Spannung, die einen sogenannten Extrastrom verursacht, der sich durch einen glänzenden Funken an der Kontaktstelle bemerkbar macht und ein breites Störpek-

trum hervorbringt. Bei Klingelanlagen wird er durch einen Löschkondensator unterdrückt. Durch eine Schaltung nach Bild 35 kann man das Frequenzspektrum zur Signalführung

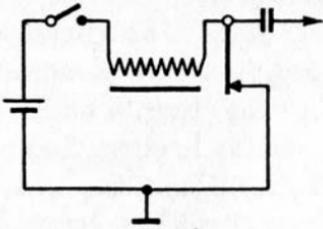


Bild 35. Der Summer als Quelle des Frequenzspektrums

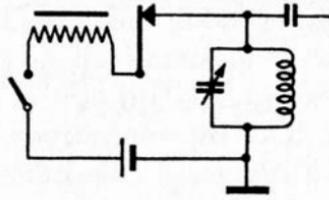


Bild 36. Die Eichhornsche Summerschaltung als Signalquelle

ausnutzen. Durch einen Kondensator und durch Masseverbindung des Gegenpols wird es in diesem Falle dem zu untersuchenden Empfänger zugeführt. Die hörbare Grundschwingung ist durch die Folge der Unterbrechung gegeben, die wieder von den mechanischen Abmessungen der Unterbrecherzunge abhängt. Praktisch kann man mit 100 bis 200 Unterbrechungen in der Sekunde rechnen.

Damit eine solche Summeranordnung auch handlich ist, wird sie am besten in einer der Stablampe ähnlichen Metallhülse untergebracht. Ebenso wie bei der Lampe ist der den Stromkreis schließende Kontakt als Drücker ausgebildet. Ein Stift, der axial und durch ein Plättchen isoliert aus der Hülse herausragt, dient als Tastspitze. Zum Betrieb genügt eine einzige Monozelle, wenn der Summer für eine Betriebsspannung von 1,5 V eingerichtet ist. Wenn der in der Schaltung bezeichnete Massepunkt mit der Hülse verbunden ist, ergibt sich über den Körper des die Untersuchung Ausführenden entweder Kontakt oder kapazitiver Schluß mit dem Empfänger. In den USA baut man solche Summerschaltungen zusammen mit einer Miniaturbatterie in eine Hülse von der Größe eines Füllfederhalters ein. Sie kommen unter der Bezeichnung „Pocket Tracer“ (Taschenverfolger) in den Handel.

Aus dem vom Unterbrecherkontakt des Summers hervorgebrachten Frequenzspektrum läßt sich durch einen Resonanzkreis ein verhältnismäßig schmales Band herausheben. Es handelt sich dann um die in den letzten Jahrzehnten fast gänz-

lich in Vergessenheit geratene Eichhornsche Summerschaltung, die in der Frühzeit der drahtlosen Telegrafie als Wellenmesser eine Rolle spielte (**Bild 36**) und in der Anfangszeit des Rundfunks ihr Dasein zur Einstellung des Detektors fristete, wenn der Sender noch nicht im Betrieb war. Jede Unterbrechung stößt den Abstimmkreis zu Schwingungen in seiner Resonanzfrequenz an, die infolge starker Dämpfung sehr schnell abklingen. Die Resonanzfrequenz tritt mitsamt breiten, benachbarten Bändern mit verhältnismäßig großer Spannung hervor. So kann man beispielsweise mit höchstens drei Einstellungen des Drehkondensators das gesamte Mittelwellenband erfassen. Wenn der Resonanzkreis so bemessen ist, daß er das obere Ende des Mittelwellenbereiches und die gebräuchlichen, bei 470 kHz liegenden Zwischenfrequenzen bestreicht, kann er bei der Signalzuführung nützliche Dienste leisten.

In der gleichen Art wie der einfache Summer, aber nach einem anderen Prinzip, arbeitet der **Vibro-Prüfer** (nach Ing. G. Paffrath), dessen denkbar einfache Schaltung in **Bild 37** wiedergegeben ist. Es handelt sich dabei um einen aus dem Netz betriebenen Taschenprüfer, dessen Eigenart die Erzeugung der störenden Unterbrechung durch elektrostatische Anziehung ist. Zwei federnde Blechstreifen a und b stehen einander in geringem Abstand gegenüber und ziehen sich unter dem Einfluß ungleichnamiger Elektrizität an. Dabei berühren sie sich, so daß die Anziehung aufhört. Zugleich bricht die Spannung hinter den beiden, das Netz abtrennenden Widerständen von 2 MOhm zusammen. Der Schluß der beiden federnden Zungen verursacht einen winzigen Funken und ein breites Störband, das durch die Tastspitze an jeden Punkt eines Empfängers gebracht werden kann. Dabei haben die beiden Widerstände eine doppelte Aufgabe. Einmal begrenzen ist bei der Berührung der beiden Bleche den Strom auf etwa 55 μA ; außerdem verhindern sie den Abfluß der Störspannungen ins Netz, wodurch sie an der Tastspitze nicht in voller Stärke zur Verfügung ständen und an unerwünschter Stelle zu Störungen Anlaß geben könnten.

Das erzeugte Störfrequenzspektrum reicht von 50 Hz bis über 1000 MHz hinaus, wobei Störfrequenzen über 10 MHz mit

einiger Energie in die Netzschnur gelangen, so daß diese möglichst fern vom Prüfobjekt gehalten werden muß.

Bei der Störungssuche im Nf-Bereich wird ein Teil der Netzspannung an den angetasteten Punkt gegeben. Es ist das diejenige Spannung, die nach Abzug des Spannungsabfalles an

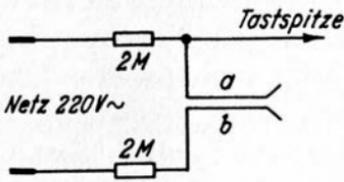


Bild 37. Schaltung des Vibro-Prüfers

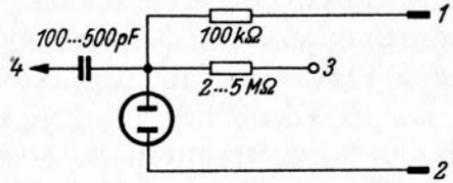


Bild 38. Glühlampen-RC-Generator als Quelle eines Frequenzspektrums

einem der Widerstände von der Spannung des Wechselstromnetzes gegen Erde übrigbleibt. Wenn ein Pol des Netzes geerdet ist, muß nötigenfalls umgepolt werden, damit eine Spannung von Netzfrequenz abgegeben werden kann. Das Verfahren ist ohne Bedenken anwendbar, weil einer der Widerstände selbst beim Antasten eines geerdeten Punktes den Strom auf wenige Mikroampere begrenzt.

Die wenigen Einzelteile des Vibro-Prüfers sind in einer isolierenden Preßstoffhülse untergebracht, deren Verschlusskappe als Kegel ausgebildet ist und oben die Tastspitze herausragen läßt. Nach Größe und Gewicht ist das preiswerte Gerät in seiner genialen Einfachheit für den Gebrauch in und außerhalb der Werkstatt bestens geeignet.

Ein Frequenzspektrum entsteht auch durch den sägezahnförmigen Verlauf der Spannung beim RC-Generator mit Glühlampe. Der in Bild 38 wiedergegebene Vorschlag zu einem solchen Hilfsgerät sieht u. a. die Verwendung der Glühlampe als Spannungspriifer vor (Anschlüsse 1 und 2). Wird dagegen Anschluß 3 an den positiven Pol der Anodenstromquelle eines Empfängers angeschlossen und 2 ans Chassis gelegt, so arbeitet die Anordnung durch den unteren Widerstand und den Kondensator als Tongenerator, wenn Anschluß 4, die Tastspitze, einen Punkt des Empfängers berührt. Die wenigen Einzelteile lassen sich bequem in einem Pertinaxrohr von der Größe eines Füllfederhalters unterbringen.

e) Finger und LötKolben als Signalquelle

Seit langem gehört es zur täglich geübten Praxis des Funktechnikers, sich dadurch schnell ein Bild über den Zustand eines Empfängers zu machen, daß er vor allem im Nf-Verstärkerteil die Steuergitter der Röhren mit dem Finger berührt. (Achtung! Keine Punkte berühren, die höhere Gleichspannungen führen!) Dadurch wird eine Störspannung — meist von Netzfrequenz — in den Verstärker hineingebracht, die im Lautsprecher hörbar ist. Da Nf-Verstärker von Empfängern meist zweistufig sind, läßt sich durch Berühren der Steuergitter der Endröhre und des Spannungsverstärkers schon etwas über den Ort eines Fehlers aussagen. Das Berühren der empfindlichen Buchse des Tonabnehmeranschlusses mit dem Schraubenzieher zählt zu den täglichen Handgriffen in der Werkstatt. Auch vor dem Demodulator lassen sich auf diese Art noch Feststellungen treffen, wenn dort das Ergebnis auch nicht so eindeutig ist.

Ein stärkeres und durch die Netzfrequenz bestimmtes Nf-Signal kann zum Zwecke gleichartiger Untersuchungen der LötKolben abgeben. Durch die Heizwicklung wird in seiner Kupferspitze immer eine geringe Wechselfspannung induziert. Infolgedessen kann man den an das Netz angeschlossenen LötKolben zur Untersuchung eines Verstärkers verwenden; mit einiger Vorsicht kann man mit ihm auch solche Punkte berühren, die Gleichspannung aus dem Netzteil des Empfängers führen. Auch vor dem Demodulator bringt das Antasten — vor allem der Steuergitter und Anoden der Röhren - - ein im Lautsprecher hörbares Geräusch hervor. Soll der LötKolben auf diese Art verwendet werden, so ist tadellose Isolation zwischen Heizwicklung und Lötspitze selbstverständliche Voraussetzung. Ferner darf eine Tastung nur kurze Zeit dauern, damit nicht Verbindungen aufgelötet werden.

f) Der Multivibrator

Die für Arbeiten in der Werkstatt am besten geeignete Quelle eines Frequenzspektrums stellt der Multivibrator dar. Wie seine Bezeichnung als Rechteckschwinger zum Ausdruck bringt, gibt er eine Wechselfspannung ab, die sich von den gebräuchlichen Wechselfspannungen dadurch unterscheidet, daß ihr Verlauf nicht

sinusförmig sondern rechteckig ist, wie es der Vergleich in **Bild 39** zeigt. Nun läßt sich rechnerisch zeigen und durch die Praxis beweisen, daß solche Rechteckschwingungen gleichbe-

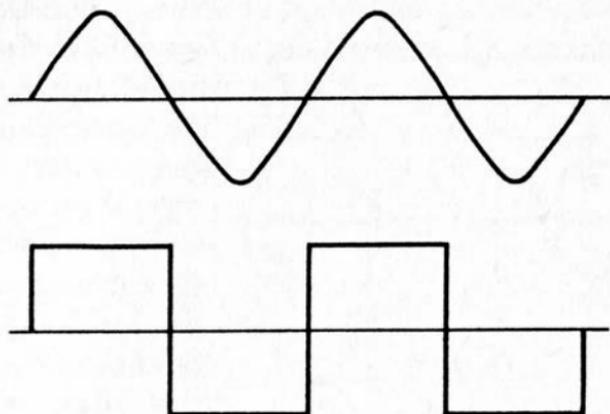


Bild 39. Vergleich einer sinusförmigen Schwingung mit einer Rechteckschwingung gleicher Frequenz

deutend sind mit einer Vielzahl sinusförmiger Schwingungen, wobei vor allen Dingen die ungeradzahigen Harmonischen stark hervortreten. Wird die Rechteckform nicht genau eingehalten, so sind auch die geradzahigen Harmonischen gut ausgeprägt. Fällt die Frequenz der Rechteckschwingungen in den Hörbereich, so besetzen Harmonische gleichmäßig ein Frequenzband, das bis jenseits der Kurzwellenbereiche geht. Damit umfaßt eine Rechteckschwingung alle diejenigen Frequenzen, die in einem Rundfunkempfänger vorkommen können. Das heißt mit anderen Worten, der Multivibrator liefert ein Frequenzspektrum, dessen Impulsfolge hörbar ist, wenn die Grundschwingung in den Hörbereich des Ohres fällt. Üblicherweise wählt man dazu diejenigen Tonfrequenzen aus, für die das menschliche Ohr am empfindlichsten ist, also 400...800Hz.

Wie das Prinzipschaltbild eines Multivibrators (**Bild 40**) zeigt, lassen sich Rechteckschwingungen verhältnismäßig einfach erzeugen. Zwei Trioden, R_ö 1 und R_ö 2, sind kreuzweise derart miteinander verbunden, daß die eine Röhre die andere zu Schwingungen anstößt. Durch einen Stromstoß soll der Anodenstrom durch R_ö 2 anwachsen; dadurch wächst der Spannungsabfall an R₄, die Anode von R_ö 2 wird weniger positiv. Den Spannungsstoß überträgt C₁ an das Steuergitter von R_ö 1, wodurch deren Anodenstrom sinkt. Durch kleineren Span-

nungsabfall an R_3 steigt die Spannung an der Anode von Rö 1, und der Kondensator C_2 überträgt diesen positiven Spannungstoß an das Gitter von Rö 2. Der Anodenstrom in Rö 2 steigt

und das Spiel beginnt von

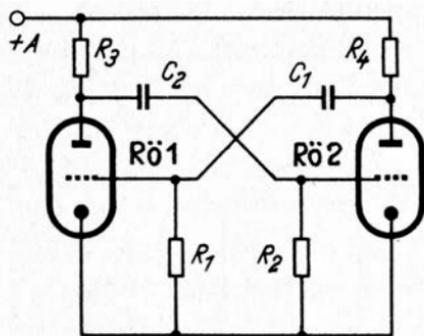


Bild 40. Prinzipschaltbild des Multivibrators

vorn. Über den Gitterableitwiderstand R_1 fließt die sperrende negative Ladung ab, und wenn die negative Spannung des Gitters klein genug geworden ist, fließt durch Rö 1 wieder ein Strom. Damit sinkt aber die Spannung an der Anode von Rö 1, und der Spannungstoß überträgt sich auf das Gitter von Rö 2.

An den Funktionen der Übertragungskondensatoren C_1 und C_2 erkennt man deren Einfluß

auf die Frequenz, mit der der Wechsel geschieht. Je größer die Kondensatoren sind, umso größer ist die Ladung, die sie an die Gitter bringen. Diese Ladung fließt umso langsamer vom Gitter ab, je größer die Ableitwiderstände sind. Maßgebend für die Dauer einer jeden Schwingung ist also die Zeitkonstante des zu einer Röhre gehörenden Kondensators und Ableitwiderstandes. Die Frequenz f ergibt sich, wenn man C in Farad, f in Hertz und R in Ohm einsetzt.

$$f = \frac{1}{C_1 \cdot R_1 + C_2 \cdot R_2}$$

Ist $C_1 = C_2$ und $R_1 = R_2$, wie es in der Praxis regelmäßig der Fall ist, dann berechnet sich die Frequenz der Rechteckschwingungen, wenn man die bereits angeführten Maßgrößen benutzt,

$$f = \frac{1}{2 \cdot C \cdot R}$$

Durch Gittervorspannung kann die Frequenz beeinflußt werden, weil positive Vorspannung die Elektronen schneller, negative langsamer abfließen läßt. Durch Abgriff der Gittervorspannungen an Potentiometern kann daher die Frequenz in mäßigen Grenzen regelbar gemacht werden.

Die Widerstände R_3 und R_4 in den Anodenkreisen der Röhren haben auf die Frequenz keinen Einfluß. Sie bestimmen den Rückkopplungsgrad und damit die Größe der Amplituden. An ihnen treten durch Spannungsabfall die Rechteckschwingungen auf; letztere können sowohl an R_3 als auch an R_4 oder auch an beiden Widerständen abgegriffen werden.

Die Grundschiwingung des Multivibrators tritt selbstverständlich im abgenommenen Frequenzgemisch mit der größten Spannung auf. Die Spannungen benachbarter Frequenzen fallen ziemlich rasch ab, doch wird der Abfall in weiterem Abstand fast konstant. Liegt die Grundschiwingung im Hörbereich, so begeht man keinen Fehler, wenn man die Spannungen der in den Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich fallenden Frequenzen als konstant und untereinander gleich annimmt. Sie liegen in der Größenordnung von einigen Millivolt. Letztere Tatsache erleichtert wesentlich den Bau von Multivibratoren. Da nur mit sehr niedrigen Hf-Spannungen zu rechnen ist, braucht keine besonders wirksame Abschirmung vorgesehen zu werden, wie sie beispielsweise beim Prüfgenerator mit Spannungen von einigen Volt unbedingt notwendig ist, wenn störende Ausstrahlung vermieden werden soll.

g) Ausführungsbeispiele von Multivibratoren

Die Schaltung eines ebenso einfachen wie brauchbaren Multivibrators mit Netzteil zeigt **Bild 41**. Sein Aufbau wird durch die Verwendung einer Doppeltriode ECC 40 oder 6 SN 7 besonders einfach. Einer der Widerstände von 10 kOhm in den Anodenkreisen ist als Potentiometer ausgebildet, an dem verschiedene Ausgangsspannungen abgegriffen werden können. Die Grundfrequenz der erzeugten Rechteckschwingungen errechnet sich aus den Kondensatoren C_1 und C_2 sowie den Gitterableitwiderständen R_1 und R_2 zu etwa 600 Hz; sie liegt also im größten Empfindlichkeitsbereich des Ohrs. Von den Einzelteilen nehmen nur der Netztransformator, die Röhre und die Siebkondensatoren einen größeren Raum ein. Trotzdem dürfte es gelingen, das ganze Gerät in einem Metallkasten kleiner als eine Zigarrenkiste unterzubringen.

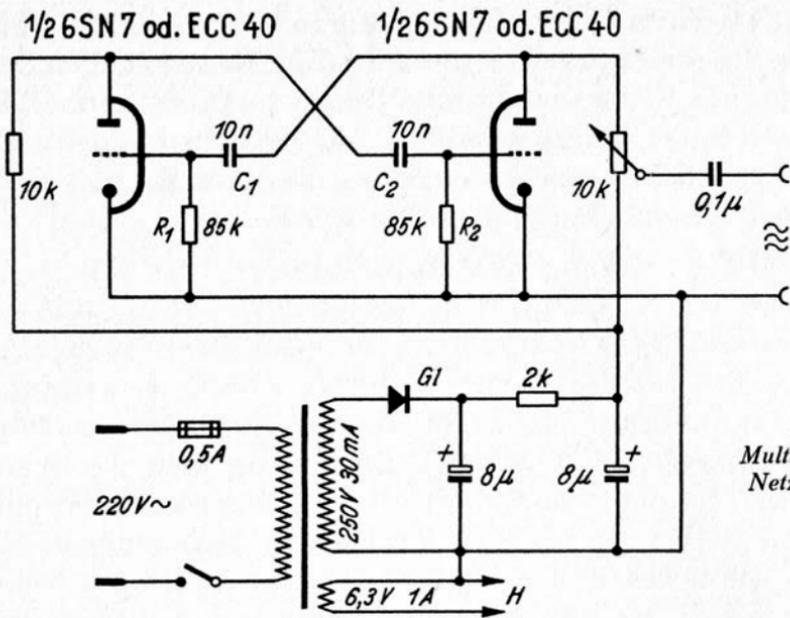


Bild 41.
Multivibrator mit
Netzanschlussteil

Wenn auf den Betrieb des Multivibrators mit Gleichstrom verzichtet wird, fallen die großen Einzelteile bis auf die Röhre fort. In diesem Falle läßt sich die ganze Anordnung in einer Röhre von der Größe einer Stablampe unterbringen. Das ist bei der Anordnung nach **Bild 42** der Fall. Bemerkenswert ist die Abnahme der Rechteckschwingungen an einem der Gitterableitwiderstände. Beim Betrieb am Gleichstromnetz unterscheiden sich die abgegebenen Signale in keiner Weise von denen eines mit einem Netzteil betriebenen Multivibrators. Am Wechselstromnetz aber wird 50mal in der Sekunde eine kurze Folge von Schwingungen abgegeben, die mit der Grundschwingung zusammen einen merkwürdigen Ton ergibt.

Als „Breitbandsender“ wird der Multivibrator nach Bild 43 (nach O. Limann) bezeichnet. Er arbeitet in Allstrombetrieb, und die Anodenspannung wird durch einen kleinen, dem Stromverbrauch angepaßten Netzteil gleichgerichtet. Zur Korrektur der Rechteckform der Schwingungen liegen zwischen den Kondensatoren und den Steuergittern noch Widerstände. Der Abgriff der Ausgangsspannung liegt wieder an einem Potentiometer in einem der Anodenkreise. Um die Ausbreitung der erzeugten Schwingungen über das Netz zu verhin-

dern, ist letzteres durch zwei Kondensatoren verblockt. Auf diese Störmöglichkeit ist beim Bau und beim Betrieb eines Multivibrators sorgfältig zu achten. Da es Aufgabe solcher

Bild 42. Schaltung eines netz-
betriebenen Multivibrators

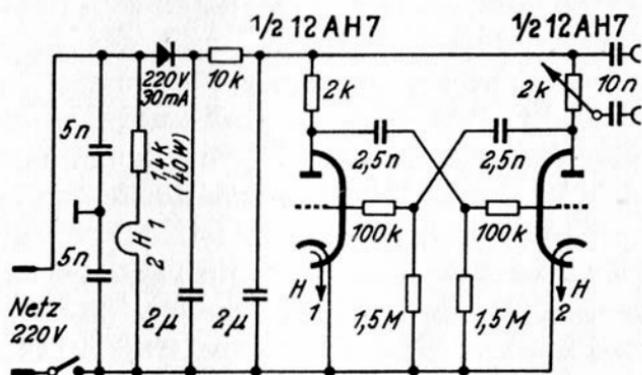
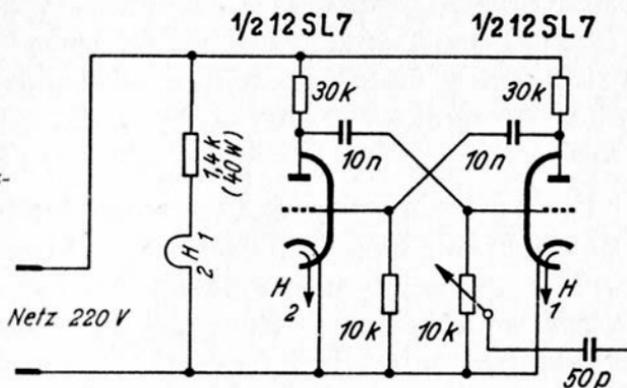


Bild 43. Breitbandsender
nach O. Limann

Geräte ist, alle Rundfunkfrequenzen zugleich hervorzubringen, können sie bei unüberlegter Konstruktion und leichtfertigem Gebrauch zu fürchterlichen Störungen in benachbarten Empfängern Anlaß geben. Das gilt vor allen Dingen dann, wenn an das zu untersuchende Gerät eine Antenne angeschlossen ist und diese angetastet wird.

Der Breitbandsender ist in einem kleinen Metallkästchen untergebracht, an das Prüfspitzen angeschlossen werden können. Die Skala des Potentiometers nimmt einen großen Teil der Vorderwand ein und ist recht fein unterteilt und gut ablesbar. Dadurch kann der Breitbandsender im Rahmen der mit einem Multivibrator durchführbaren Messungen verwendet werden.

Neben einfachen Geräten, wie sie für die Werkstatt vorzuziehen sind, gibt es auch komplizierte, bei denen durch ver-

schiedene Mittel aus dem erzeugten Frequenzgemisch bestimmte Bänder herausgezogen und besonderen Ausgängen zugeführt werden. Andererseits können in dem Frequenzspektrum bestimmte Frequenzen unterdrückt werden. Solche Vorkehrungen sind erforderlich, wenn es sich um spezielle Prüfungen an Empfängern handelt, bei denen die Anwesenheit aller Frequenzen nicht zu eindeutigen Ergebnissen führen würde.

Die Trennung von Hoch- und Niederfrequenz gestattet der Multivibrator nach **Bild 44**. Bei ihm besteht der Anodenkreiswiderstand der rechten Röhre EF 12 aus zwei Teilen, der Primärwicklung des Transformators T_1 und dem Widerstand R_2 . An der Sekundärwicklung des Transformators werden niederfrequente Schwingungen abgenommen, während Hochfrequenz nicht übertragen wird. Letztere wird an der Anode der linken Röhre EF 12 abgenommen, so daß jeder der Röhren eine besondere Funktion zufällt. Das gesamte links abgegriffene Gemisch gelangt über den Kondensator C_3 zum Spannungsteiler R_6 und von dort in einen Hf-Transformator, der so bemessen und durch Widerstände bedämpft ist, daß er den Hf-Anteil des Frequenzgemisches überträgt, nicht aber Niederfrequenz. Damit die am Hf-Ausgang herrschende Spannung genau dosiert werden kann, sieht der Stufenschalter S neben einer direkten Verbindung zum Potentiometer R_6 Anschlüsse an ein aus der Sekundärseite des Hf-Transformators, einer Anzapfung und Widerständen gebildetes Netzwerk vor. Die Stufen des Schalters ergeben die Grobeinstellung der Ausgangsspannung, das Potentiometer R_6 die Feinregulierung. Die am Hf-Ausgang herrschende Spannung ist mit der Grundfrequenz und ihren in den Hörbereich fallenden Harmonischen moduliert, enthält diese selbst aber nicht mehr. Beim Arbeiten mit diesem Multivibrator sind zwei Prüfspitzen erforderlich, von denen eine vor und eine hinter dem Demodulator des untersuchten Empfängers verwendet wird.

Speziell für die Empfindlichkeitsprüfung von Empfängern ist der nach **Bild 45** geschaltete Multivibrator eingerichtet. Neben zwei Trioden (EDD 11), die den eigentlichen Multivibrator ausmachen, ist zur Entkopplung des Ausganges eine

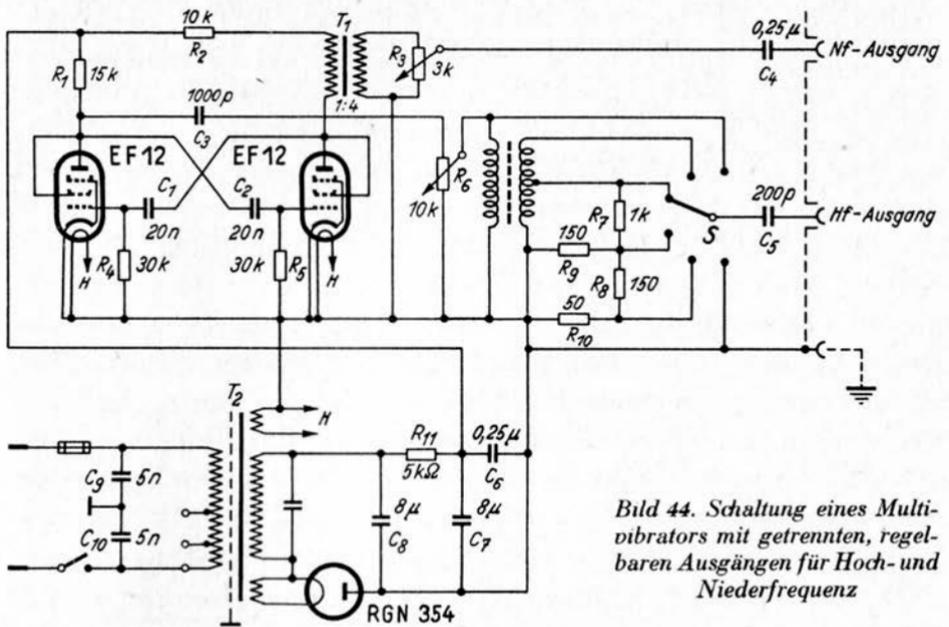


Bild 44. Schaltung eines Multi-vibrators mit getrennten, regelbaren Ausgängen für Hoch- und Niederfrequenz

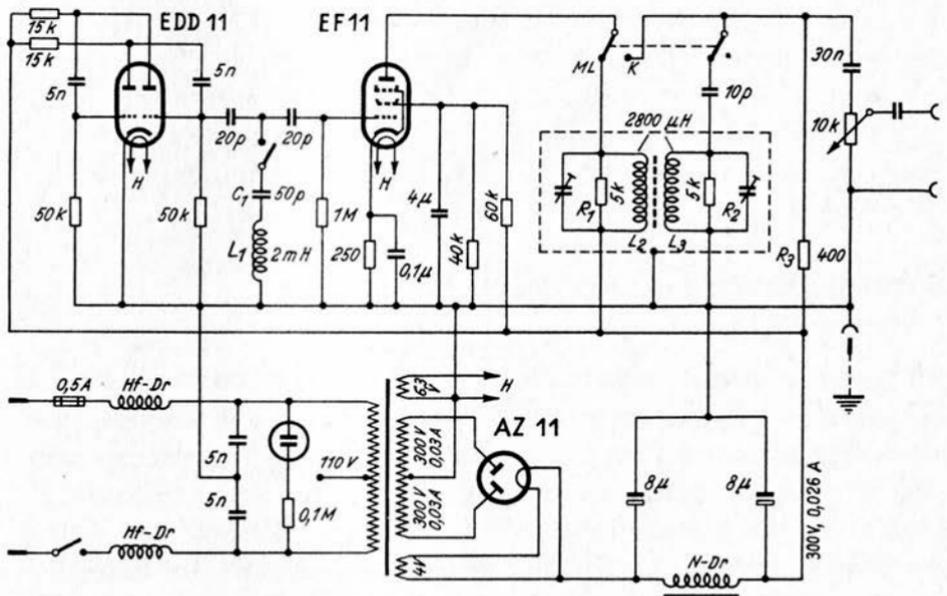


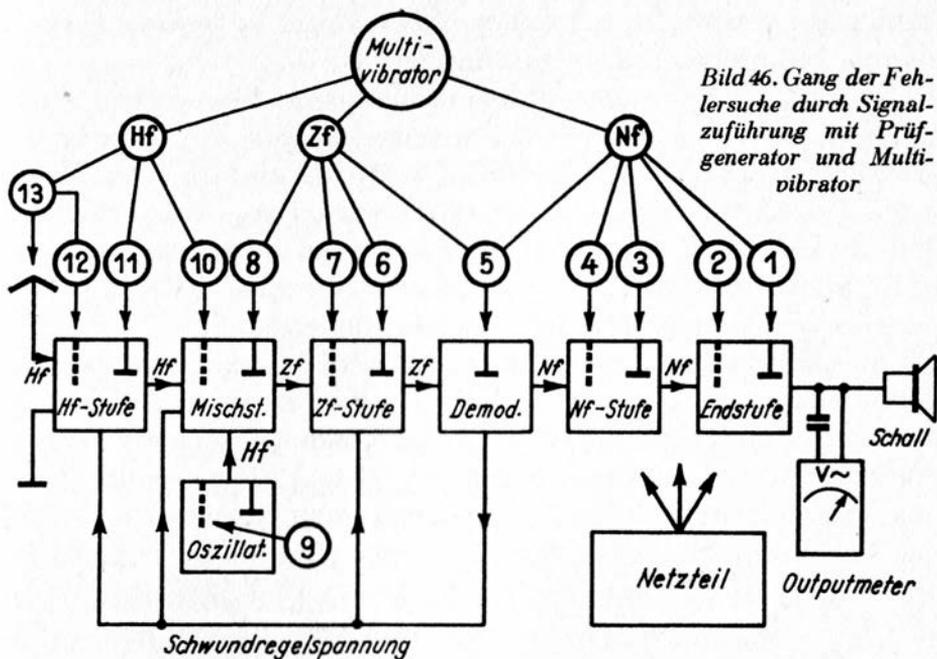
Bild 45. Multivibrator für Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich mit ausgiebiger Zwischenfrequenz

Trennröhre EF 11 vorgesehen. Die Kopplung vom Multivibrator zur Trennröhre geschieht durch zwei Kondensatoren von je **20** pF, zwischen denen der aus der Spule L_1 und dem Kondensator C_1 gebildete Reihenresonanzkreis angeschaltet werden kann. Er ist auf die Zwischenfrequenz des zu untersuchenden Empfängers abgestimmt und sperrt alle Frequenzen bis auf diese seine Resonanzfrequenz. Letztere fließt also ab und ist in dem weiterverarbeiteten Gemisch nicht mehr enthalten. Diese Maßnahme ist notwendig, damit die Zwischenfrequenz nicht neben den Bereichsfrequenzen des Empfängers an das Steuergitter der Mischröhre gelangen kann, weil sie von dort in den Zf-Verstärker gelangt und das Funktionieren des Empfängers vortäuscht, wenn beispielsweise der Oszillator nicht schwingt.

Aus dem von der Röhre EF 11 abgegebenen Frequenzgemisch überträgt ein stark bedämpfter Hf-Transformator die in den Mittel- und Langwellenbereich fallenden Frequenzen an den Ausgang, wobei die Sekundärseite künstlich eine Antenne nachbildet. Lediglich zur Prüfung der Kurzwellenbereiche kann durch den Schalter S die Anode der Röhre EF 11 direkt an den Ausgang gelegt werden; in diesem Falle arbeitet R3 als Anodenwiderstand. Mit geringen Abwandlungen in der Dimensionierung einiger Einzelteile gibt O. Limann dieselbe Schaltung in seiner „Prüffeldmeßtechnik“ für die Empfindlichkeitsprüfung über die einzelnen Bereiche zur Schlußprüfung neu hergestellter Empfänger an.

2. Durchführung der Empfängerprüfung durch Signalzuführung

Es wurde bereits gesagt, daß die Signalzuführung einen der Signalverfolgung entgegengerichteten Weg geht. Sie beginnt beim Empfängeranfang, praktisch beim Anodenkreis der Endröhre, und endet an der Antennenbuchse des Prüflings. In groben Zügen veranschaulicht das Schema **Bild 46** den Gang der Untersuchung. Darin nennen die Zahlen die Reihenfolge der Prüfungen, die zusammenfassenden Kreise darüber die Art des zu verwendenden Signals, und der oberste große Kreis trägt der Tatsache Rechnung, daß in dem von einem Multi-



vibrator abgegebenen Signal alle erforderlichen Frequenzen enthalten sind.

Als fehlerhaft stellt sich im Zuge der Untersuchung diejenige Empfängerstufe heraus, von deren Ausgang das zugeführte Signal noch ordnungsgemäß zum Lautsprecher gelangt, um von diesem unverzerrt wiedergegeben zu werden, von deren Eingang aus ein zugeführtes Signal entweder gar nicht, zu schwach oder verzerrt zum Lautsprecher kommt. Ebenso wie in Bild 2 sind auch in Bild 46 Eingang und Ausgang einer jeden Stufe durch das Symbol eines Steuergitters bzw. einer Anode angedeutet.

Auf das Outputmeter soll man bei Signalverfolgung unter keinen Umständen verzichten, es sei denn, es handele sich um eine schnelle Prüfung zur Feststellung einer defekten Stufe. In allen anderen Fällen aber gibt das Instrument so wertvolle Fingerzeige, dass man ohne seine Verwendung an wesentlichen Vorteilen dieser Fehlersuchmethode vorbeiginge. Es gehört einige Übung dazu, die Anzeige des Outputmeters richtig zu deuten und daraus u. a. Schlüsse auf die in den einzelnen Empfängerstufen erzielte Verstärkung zu ziehen. Und diese Übung erwirbt man am besten dadurch, daß man das Instrument

immer verwendet, auch wenn seine Anzeige im gerade vorliegenden Falle als unwesentlich erachtet wird.

Die Beherrschung der Fehlersuche durch Signalzuführung führt zu recht genauen Verstärkungsmessungen, die sich gegenüber denen durch Signalverfolgung durch einfache Ausführbarkeit und eindeutige Ergebnisse vorteilhaft hervorheben. Allerdings dürfen an den Genauigkeitsgrad solcher Messungen nicht allzu hohe Forderungen gestellt werden. Für die Reparaturwerkstatt ist er aber mehr als ausreichend.

Um später Verstärkungsmessungen einfach zu gestalten, gewöhne man sich an, immer mit der gleichen Ausgangsspannung am Outputmeter zu arbeiten. Aus Gründen, die noch zu erläutern sind, ist es zweckmäßig, die vom Prüfgenerator oder vom Multivibrator abgegebene Spannung so zu regulieren, daß das Outputmeter immer eine zwischen 15 und 20 V liegende Spannung anzeigt. Am besten wählt man 16 V auf dem Meßbereich 0...50 V. Wenn im Gange der Untersuchung von Stufe zu Stufe fortgeschritten wird, läßt man nicht infolge wachsender Verstärkung den Ausschlag des Outputmeters anwachsen, sondern dreht das Potentiometer der Signalquelle zurück. Dadurch lernt man sehr bald diejenigen Punkte der Potentiometerskala kennen, die bei normaler Leistung jeder Stufe eingestellt sein müssen. Fast unbeabsichtigt prüft man auf diese Art überschläglich die Verstärkung und entdeckt dadurch kleinere Fehler, die eine Stufe zwar arbeiten aber nicht hinreichend Verstärkung erzielen lassen. Daß die Buchsen für einen zweiten Lautsprecher der gegebene Anschluß für das Outputmeter sind, wurde bereits einmal gesagt.

a) *Signalzuführung an der Endstufe*

Eigentlich ist der Lautsprecher das Gerät, das die Arbeit der Endstufe auch ohne Signalzuführung anzeigt. Da aber am Ausgangstransformator und an der Schwingspule mit ihren Zuführungen eine Unterbrechung sein kann, beginnt nach dem Schema **Bild 47** die Signalzuführung an der Anode der Endröhre. Dabei wird allerdings in den meisten Fällen das Outputmeter keinen Ausschlag anzeigen, weil die von den üblichen Prüfgeneratoren abgegebene höchste Nf-Spannung zu gering ist und außerdem eine Fehlanpassung vorliegt. An Punkt 1 zeigt auch

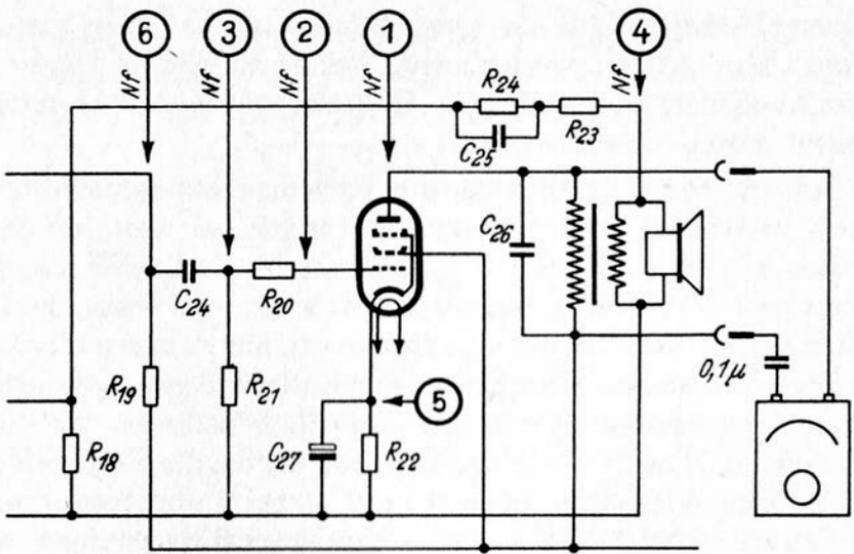


Bild 47. Prüfung einer Endstufe durch Signalzuführung

der Lautsprecher noch keine nennenswerte Lautstärke, doch dürfte es immerhin gelingen, das Signal mit einiger Aufmerksamkeit zu hören. Von Punkt 2 an ist mit etwa zehnfacher Verstärkung zu rechnen, so daß der Lautsprecher bereits vernehmlich arbeiten und das Outputmeter die geforderten 15...20 V anzeigen muß. Bei den nächsten Punkten 3 und 6 muß die Lautstärke dieselbe bleiben, wobei höchstens an 6 eine kleine Einbuße tragbar ist. Ein wesentlicher Unterschied zwischen 3 und 6 deutet auf einen Fehler des Kondensators C_{24} hin. Daß Punkt 4 im Lautsprecher merkliche Wirkung zeigt, ist in Anbetracht der geringen angelegten Spannung zweifelhaft. Dasselbe gilt für Punkt 5 bei defektem Kondensator C_{27} , weil die Spannung des Generators infolge des kleinen Widerstandes R_{22} zusammenbricht und nicht, wie beabsichtigt, einen Spannungsabfall zustande bringt, der den Anodenstrom der Endröhre steuern könnte. Deshalb ist es zweckmäßiger, ein Signal an 2 oder 3 zu geben und den Kondensator C_{27} mit einem einwandfreien Stück zu überbrücken. Wenn er taub oder wesentlich zu klein ist, macht sich diese Tatsache auch durch mangelhafte Verstärkung der Stufe bemerkbar.

Eine Prüfmöglichkeit für den Gegenkopplungskanal bietet die Signalzuführung direkt nicht. Man kann höchstens ein Signal an 2 geben und dann die Leitung zwischen R_{24} und R_{18} auf-

trennen. Dadurch muß die Ausgangsleistung bei sonst gleichen Bedingungen größer werden. Auch Verstärkungsmessungen bei angeschlossenem und offenem Gegenkopplungskanal müssen diesen Unterschied aufweisen.

Ist durch Signalzuführung die Endstufe als fehlerhaft erkannt, so kommt man mit dem Voltmeter bei weiteren Sucharbeiten schneller zum Ziel. Vor allem sei der Kopplungskondensator C_{24} der Aufmerksamkeit empfohlen, weil schon geringe Fehler seiner Isolation positive Spannung aus dem Anodenkreis der Vorröhre an das Steuergitter der Endröhre gelangen lassen, dessen Vorspannung fälschen und die Lebensdauer der Röhre herabsetzen. Eine zuverlässige Prüfung ergibt die Kontrolle der an 5 herrschenden Spannung, wenn C_{24} bei 3 abgetrennt wird. Die Spannung an 5 darf dann nur unwesentlich geringer werden; am besten ist es, sie bleibt konstant, ob C_{24} an 3 anliegt oder nicht. Dieser letzte Hinweis gehört nicht zur Fehlersuche durch Signalzuführung, doch ist der Gegenstand so wichtig, daß er auch hier erwähnt werden muß.

b) Signalzuführung am Demodulator und am Nf-Spannungsverstärker

Das Signal an Punkt 6 (**Bild 48**) muß dieselbe Wirkung haben wie an 3 oder darf nur geringen Unterschied ergeben. Für alle weiteren Untersuchungen muß der Lautstärkereglern R_{17} immer voll aufgedreht sein. Sollte dabei der Lautsprecher durch zu große Lautstärke lästig werden, so ist die Spannung des zugeführten Signals herabzusetzen, nicht aber der Lautstärkereglern zuzudrehen. Diese Maßnahme ist unbedingt erforderlich, damit die Beurteilung der Verstärkung nach dem Ausschlag des Outputmeters und nach der Stellung des Potentiometers am Prüfgenerator oder am Multivibrator möglich ist. Auch würde bei zugedrehtem Lautstärkereglern ein Signal an 7 nicht zu hören sein, weil die Spannung dann durch den kleinen Widerstand R_{18} kurzgeschlossen wäre. Punkt 8 gibt schließlich Auskunft darüber, ob die Nf-Spannungsverstärkerstufe in Ordnung ist. Ihre Verstärkung wird durch Zuführung eines Signals an 6 und an 7 ermittelt. Das Signal an 6 wird gerade so stark gemacht, daß das Outputmeter 16 V anzeigt. Soll sich an Punkt 7

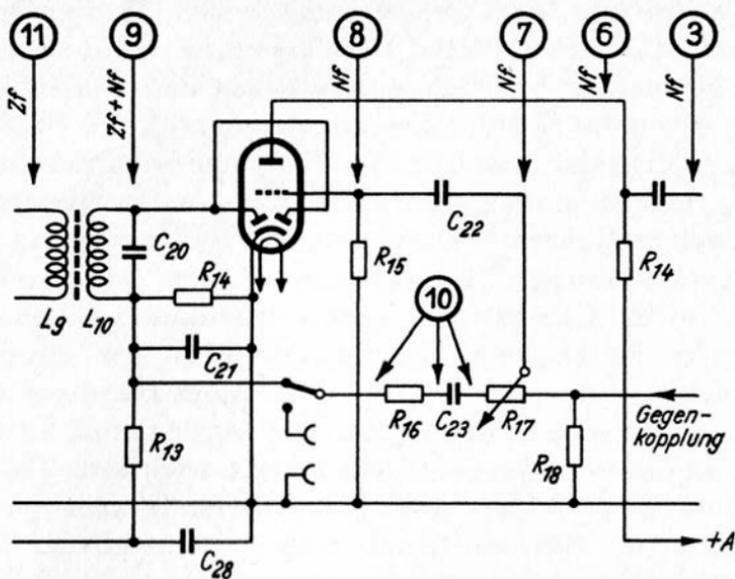


Bild 48. Prüfung eines Demodulators und einer Nf-Spannungsverstärkerstufe durch Signalzuführung

dieselbe Anzeige ergeben, so muß die Signalspannung wesentlich herabgesetzt werden, wobei der Drehwinkel des Potentiometers der Signalquelle als Maßstab gilt. Weitere Prüfungspunkte zeigt 10 an. Dadurch wird der Weg vom Diodenkreis zum Steuergitter der Spannungsverstärkertriode kontrolliert.

Eine Sonderstellung nimmt Punkt 9 ein, weil hier sowohl ein niederfrequentes also auch ein moduliertes hochfrequentes Signal hörbar werden muß. Für ein Nf-Signal liegt dieser Tatbestand auf der Hand. Ein Hf-Signal muß die Frequenz des Zf-Verstärkers haben, weil der Kreis L_{10} , C_{20} auf die Zwischenfrequenz abgestimmt ist. Allerdings wird die Probe mit Hochfrequenz nicht in allen Fällen gelingen, weil die von Prüfgeneratoren abgegebene Spannung meist zu gering ist, um zu hörbarem Erfolg zu führen. Dagegen genügt bereits geringe Nf-Spannung an Punkt 9 zur Erreichung von 16 V Spannung am Geräteausgang.

Zur Kontrolle der demodulierenden Wirkung der Diode ist die Zuführung eines Signals an Punkt 11 vorteilhafter, weil dort die Dämpfung etwas geringer ist. Wenn die Signalquelle 2 V Hf-Spannung hervorzubringen vermag, kann damit eine Ausgangsspannung von 16 V erreicht werden.

Für die Prüfung der Regelspannung stehen der Signalzuführung unmittelbar keine Mittel zur Verfügung. Wohl ist es möglich, die Spannung der Regelleitung gegen das Chassis in Abhängigkeit von der Spannung des an 11 zugeführten Hf-Signals durch ein Voltmeter hohen Innenwiderstandes zu messen. Der Gang der Regelspannung kann alsdann bis zu den Steuergittern der geregelten Röhren verfolgt werden. Normalerweise wird keine Regelspannung hervorgebracht werden, wenn am Ausgang 16 V nicht überschritten werden, denn dann ist die von der Ausgangsstufe abgegebene Leistung gerade 50 mW, ein Betrag, der mit der kleinsten, der Empfindlichkeit des Empfängers entsprechenden Eingangsspannung erreicht werden muß. In diesem Fall ist die Schwundregelung noch nicht wirksam. Trotzdem dürfte es sich empfehlen, bei allen Untersuchungen vor dem Demodulator die Schwundregelleitung kurzzuschließen, damit auf keinen Fall durch eine von der Regelspannung herabgesetzte Verstärkung ein solches Bild entstehen kann.

c) Signalzuführung an der Zf-Verstärkerstufe

Die Zahl der an der Zf-Verstärkerstufe durch Signalzuführung möglichen Prüfungen ist verhältnismäßig gering, wie **Bild 49** erkennen läßt. Sie beschränken sich hauptsächlich auf den Ausgang 11 und den Eingang 12. Allenfalls kann, wenn ein sehr starkes Signal zur Verfügung steht, festgestellt werden, ob es an Punkt 14 hörbar wird. Das kann der Fall sein, wenn der Überbrückungskondensator C_{18} zu klein oder taub ist. Normalerweise darf das Potential des Schirmgitters nicht mit der verstärkten Zwischenfrequenz schwanken, weil dadurch Gegenkopplung und Verstärkungsverlust verursacht werden. Gelegentlich vollführt eine Zf-Stufe, in der der Überbrückungskondensator fehlt, selbständig Schwingungen aus, weil dann die Kopplungskapazität zwischen Anode und Steuergitter ausreicht, aus dem Anodenkreis eine zur Aufrechterhaltung von Schwingungen genügende Energiemenge phasenrichtig an den Gitterkreis zurückzugeben. Ein klareres Bild als durch ein noch so starkes Signal an 14 erzielt man durch Überbrückung des Kondensators C_{18} mit einem einwandfreien Exemplar von mindestens 0,1 μF .

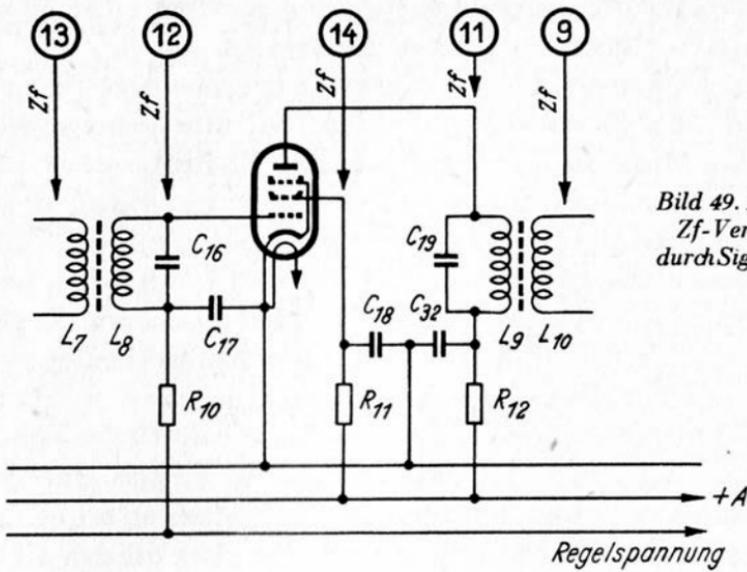


Bild 49. Prüfung einer Zf-Verstärkerstufe durch Signalführung

Bei der Untersuchung einer Zf-Stufe mit einem Signal aus dem Prüfgenerator, das selbstverständlich die für das betreffende Gerät vorgeschriebene Zwischenfrequenz haben muß, ist es immer zweckmäßig, zugleich den Abstimmungszustand der Kreise zu untersuchen. Wenn das Signal an 12 liegt, wird kurz an den Kernen der Spulen L_8 und L_{10} gedreht. Sehr bewährt hat sich zu dieser Probe auch ein dünner Isolierstoffstab, der an einem Ende ein Stückchen Metall, etwa Kupfer, und am anderen Hf-Eisen trägt. Wird dieser Stab abwechselnd mit beiden Enden in die Spulen eingeführt, so muß das Outputmeter zurückgehen, weil dann, wenn die Kreise richtig auf die Zwischenfrequenz einreguliert sind, in beiden Fällen Verstimmung eintritt. Wächst dagegen der Ausschlag durch die Wirkung des Stabes an, so liegt eine Verstimmung vor. Verursacht das Hf-Eisen den größeren Ausschlag, so ist der betreffende Spulenkern weiter in die Spule hineinzudrehen wenn das Metall diese Wirkung zeigt, ist der Kern herauszudrehen.

Durch eine solche dem Nachstimmen vorausgehende Probe kann sogleich die richtige Nachstimmmaßnahme eingeleitet werden. Sollte der Kreis L_8, C_{16} keine abstimmende Wirkung des Stäbchens und des Kerns zeigen, so muß, wenn der Kondensator C_{17} in Ordnung ist, auf den Ausfall der Kapazität des Kondensators C_{16} geschlossen werden. Daß in beschränktem Umfange

auch das Nachstimmen eines Supers mit dem Multivibrator möglich ist, wird in einem besonderen Kapitel dargelegt.

Vor allen Dingen ist bei der Zuführung eines Signals an den Punkten 12 und 13 darauf zu achten, daß der Schwundregelmechanismus nicht in Gang kommt. Die Zf-Stufe weist innerhalb eines Supers immer die grösste Verstärkung auf, denn es ist ja dessen Sinn, die HF-Verstärkung in Stufen zu legen, deren Abstimmkreise ohne Rücksicht auf die Empfangsfrequenz unverändert bleiben. Man wird also gut daran tun, die Regelleitung kurzzuschließen und dadurch allen Komplikationen mit Sicherheit aus dem Wege zu gehen. Das gilt vor allen Dingen für Verstärkungsmessungen, die zwischen 12 und 11 vorgenommen werden. Allerdings ist dann darauf zu achten, daß durch die Zuführung von Signalen die auf die Zwischenfrequenz abgestimmten Kreise nicht verstimmt werden. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, bei Verstärkungsmessungen die Signale an 13 und 9 zu geben. Zwar macht sich die Verstimmung auch dann noch bemerkbar, doch ist ihr Einfluß auf das Ergebnis der Messung nicht mehr so groß.

Die in Zf-Stufen erzielte Verstärkung ist bei verschiedenen Empfängermodellen recht unterschiedlich. Sie hängt von der Steilheit der verwendeten Röhre und von der Güte der Abstimmkreise ab. Als Minimum wird man 100fache Verstärkung erwarten müssen, kann aber bis zu 400fache antreffen. Die Größe der Verstärkung spielt bei der Messung insofern eine Rolle, als mit ihrem Anwachsen auch der störende Einfluß der Signalzuführung zunimmt. Je geringer die Verstärkung ist, ein umso genaueres Meßergebnis ist zu erwarten.

d) Signalzuführung an der Misch- und Oszillatorstufe

Die Misch- und Oszillatorstufe bietet für die Untersuchung durch Signalzuführung eine Menge von Möglichkeiten. Die Frequenz der zuzuführenden Signale richtet sich nach dem beschickten Punkt. Bis zum Gitterkreis der Mischröhre muss es eine Empfangsfrequenz sein, wobei aus den gleichen Gründen wie bei der Signalverfolgung eine Frequenz am oberen Ende des Mittelwellenbereichs, etwa 600 kHz, wegen der geringeren, durch zugeschaltete Kapazität verursachten Verstimmung vorzuziehen ist.

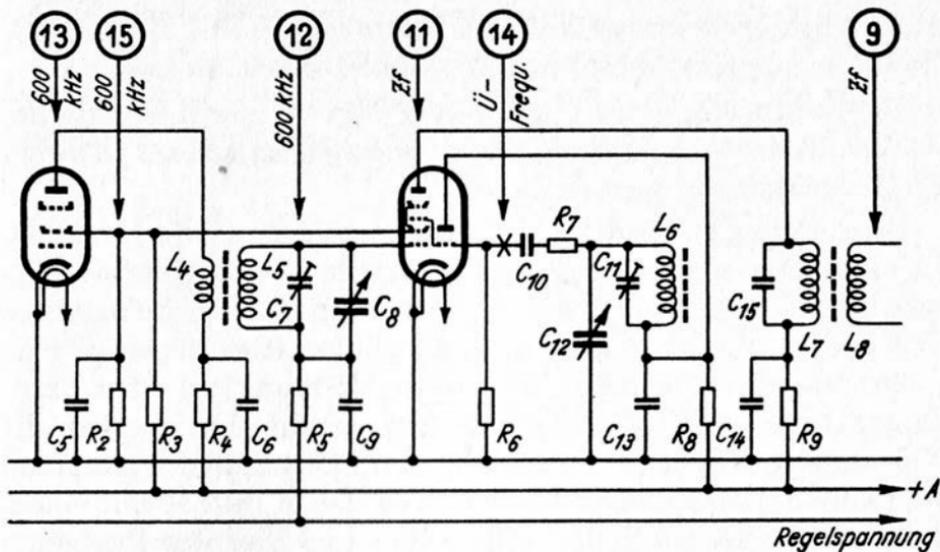


Bild 50. Prüfung einer Misch- und Oszillatorstufe durch Signalzuführung

Welche Möglichkeiten der Signalzuführung die Misch- und Oszillatorstufe bietet, geht aus **Bild 50** hervor. Neben den auf die einzelnen Punkte weisenden Pfeilen steht jedesmal die erforderliche Frequenz. Die einfachsten, auf die Suche der fehlerhaften Stufe abgestellten Prüfungen erfolgen an Punkt 11 mit der Zwischenfrequenz, an Punkt 12 mit einer Frequenz des eingeschalteten Bereichs (vorteilhaft Mittelwellenbereich und 600 kHz). Wenn die an 12 gegebene Empfangsfrequenz am Geräteausgang hörbar wird, ist das zugleich ein Beweis dafür, daß der Oszillator arbeitet, denn ohne die Überlagerungsfrequenz aus dem Oszillator kann die Zwischenfrequenz nicht zustandekommen. Wird hingegen an Punkt 12 die Zwischenfrequenz gegeben, so gelangt sie durch Steuerung des Anodenstromes der Mischhexode auch dann in den Zf-Verstärker, wenn der Oszillator nicht arbeitet. Von dieser Möglichkeit darf man sich im Gange der Fehlersuche nicht täuschen lassen; in ganz besonderem Maße gilt das bei der Benutzung eines Multivibrators, der neben Empfangsfrequenzen ja auch die Zwischenfrequenz mit gleicher Stärke hervorbringt. Das ist der Grund, warum der Multivibrator nach **Bild 45** zwischen den Röhren EDD 11 und EF 11 einen auf die Zwischenfrequenz abgestimmten, abschaltbaren Reihenresonanzkreis besitzt. Aus dem vom

Multivibrator hervorgebrachten Frequenzgemisch läßt er die Zwischenfrequenz abfließen und scheidet sie damit aus.

Die Zuführung eines Signals an Punkt 15 zur Kontrolle des Kondensators C5 ist hinreichend besprochen, so daß sie an dieser Stelle übergangen werden kann.

Hervorzuheben ist die Zuführung eines Signals an Punkt 14. Damit bietet sich nämlich zur Kontrolle des Oszillators eine Möglichkeit, über die keine andere Methode der Fehlersuche verfügt. An Punkt 14 kann dem Oszillatorgitter diejenige Frequenz zugeführt werden, die durch Mischung mit der Empfangsfrequenz die Zwischenfrequenz ergibt. Dazu wird die Verbindung zwischen Oszillatorgitter, Gitterableitwiderstand R_6 und Kopplungskondensator C_{10} an der in **Bild 50** mit einem Kreuz bezeichneten Stelle aufgetrennt und hier der Prüfgenerator angeschlossen. An das Oszillatorgitter wird dann eine unmodulierte Hf-Spannung gegeben, die um die Zwischenfrequenz höher ist als die Frequenz des Ortssenders. Werden jetzt nach der Skala die Vorkreise etwa auf den Ortssender eingestellt, so muß dieser zu hören sein, wenn außer einem fehlerhaften Oszillator kein anderer Fehler im Empfänger vorhanden ist. Es sei ausdrücklich gesagt, der Ortssender müsse hörbar, nicht tadellos empfangen werden, denn zu letzterer Wirkung ist die Hf-Spannung des Prüfgenerators nicht hoch genug.

Soll auf diese Art beispielsweise ein Empfänger nahe den Sendern Langenberg oder Hamburg geprüft werden, so ist die Empfangsfrequenz 971 kHz. Bei einer Zwischenfrequenz des Empfängers von 468 kHz muß dann der Prüfgenerator die Überlagerungsfrequenz von $971 + 468 = 1439$ kHz liefern.

Im gleichen Verfahren kann man auch die Zwischenfrequenz eines Empfängers festlegen, wenn man den Ortssender einstellt und dann den Schwingungskreis des Oszillators durch den Prüfgenerator ersetzt. An letzterem ist die erforderliche Überlagerungsfrequenz abzulesen, so daß sich die Zwischenfrequenz des Empfängers aus der Differenz dieser Zahl und der Frequenz des empfangenen Senders ergibt. Im vorigen Beispiel ergibt sich die Zwischenfrequenz, wenn man die Frequenz des Senders (971 kHz) von der des Prüfgenerators abzieht: $1439 - 971 = 468$ kHz

e) Signalführung an der Vorstufe

Die den Gang der Untersuchung eines Empfängers durch Signalführung abschließenden Prüfungen sind in **Bild 51** dargestellt. Wieder wird das Signal (600 kHz) nacheinander dem

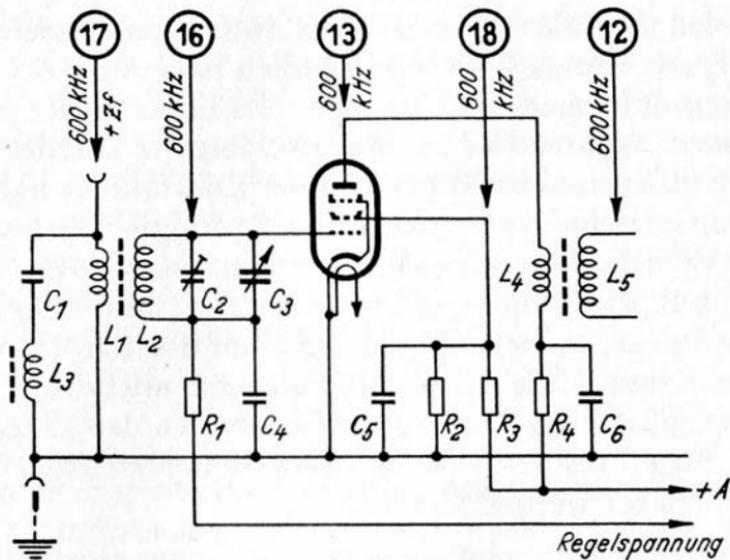


Bild 51. Prüfung einer Vorstufe durch Signalführung

Ausgang 13 und dem Eingang 16 zugeführt. Zwischen diesen Punkten kann auch die Verstärkung der Stufe gemessen werden. Die letzte Prüfung der Stufe und damit des ganzen Empfängers geschieht durch Zuführung der eingestellten Empfangsfrequenz an der Antennenbuchse 17. Kommt das Signal von hier zum Empfängerausgang und erleidet es dabei keinerlei Verzerrungen, so ist der Zweck der Fehlersuche erreicht. Der Antennenbuchse wird aber auch die Zwischenfrequenz zugeführt, um den Empfänger auf Mängel durch Spiegelfrequenzen zu untersuchen. Ein Zf-Signal darf von der Antennenbuchse aus nicht durchkommen. Das wird es bei einer Schaltung nach **Bild 51** schon deshalb nicht tun, weil zwischen der Antenne und dem ersten, auf die Zwischenfrequenz abgestimmten Kreis an der Anode der Mischhexode zwei auf die Empfangsfrequenz abgestimmte Kreise liegen. Da aber die meisten Super ohne Vorstufe arbeiten und dann Spule L₁ mit Spule L₅ koppelt, ist die Probe in den meisten Reparaturfällen notwendig. Unter-

drückt wird die in den Antennenkreis gelangende Zwischenfrequenz durch den Leitkreis C_1, L_3 , der auf diese Frequenz abgestimmt ist und sie zur Erde ableitet.

f) Suche von Aussetzfehlern durch Signalzuführung

Nach den Ausführungen über die Suche von Aussetzfehlern durch Signalverfolgung ist zum gleichen Thema bei der Signalzuführung nicht mehr viel zu sagen. Es besteht aber doch ein Unterschied. Während es bei Signalverfolgung möglich ist, die meisten Stufen eines Empfängers unter Kontrolle zu halten, um so den Aussetzfehler bei seinem ersten Auftauchen festzunageln, muß bei Signalzuführung jede Stufe vom Lautsprecher an nach vorn einzeln kontrolliert werden, weil es nicht möglich ist, mehrere Signale an verschiedenen Stellen des Empfängers zugleich einzuführen. Es ist das die Folge der alleinigen Anzeige am Ausgang, während bei einem einzigen, an den Eingang gegebenen Signal fast an beliebig vielen Stellen gleichzeitig Kontrollen eingelegt werden können.

Zur Suche eines Aussetzfehlers wird man also den Prüfgenerator oder besser noch den Multivibrator zuerst an das Steuergitter der Endröhre legen. Tritt jetzt der Fehler auf, so kann leicht beurteilt werden, ob das Signal von ihm betroffen wird. Die erste Stufe, bei der das Signal unter den Erscheinungen des Aussetzfehlers leidet, enthält den Fehler. Ob es von Fall zu Fall zweckmäßig ist, neben dem Signal einen Sender abzuhören, hängt von den Intervallen ab, in denen der Fehler aufzutreten pflegt. Wenn er künstlich hervorgerufen werden kann — etwa durch Anschalten der Zimmerbeleuchtung — kommt man mit einem Signal allein schnell zum Ziel.

g) Nachstimmen mit Prüfgenerator und Multivibrator

Was beim Abgleich und beim Nachstimmen eines Empfängers mit dem Prüfgenerator gemacht wird, ist eigentlich nichts anderes als Signalzuführung. Bestimmte Frequenzen werden den verschiedenen Stellen des Empfängers zugeführt und abstimmbare Kreise werden so eingestellt, daß am Empfängerausgang die höchste Spannung angezeigt wird.

Ein solches Verfahren ist bei einem völlig verstimmtten Empfänger selbstverständlich nur möglich, wenn Frequenzen ganz bestimmter Schwingungsdauer zur Verfügung stehen. Sie können für den vorliegenden Zweck allein von einem geeichten Prüfgenerator abgegeben werden.

Handelt es sich hingegen um das Nachstimmen eines Supers, wie es im Gange einer Reparatur geschieht, so brauchen längst nicht alle Kreise neu eingestellt zu werden. In der Hauptsache handelt es sich um den Gitterkreis der Mischröhre und in selteneren Fällen auch noch um denjenigen der Vorröhre. Unter dieser Voraussetzung ist die Oszillatorfrequenz das bestimmende Element. Das Nachstimmen bezieht sich zuerst einmal auf die Empfangsfrequenz, die mit größtmöglicher Spannung an das Steuergitter der Mischröhre gelangen muß, weil nur dann die an der Anode dieser Röhre erzielte Zf-Spannung ein Maximum erreicht. In einem solchen Falle ist es durchaus möglich, den Multivibrator zum Nachstimmen zu benutzen. Sein Signal wird an die Antennenbuchse gelegt, und nun wird durch Drehen des Spulenkerns auf größte Lautstärke oder größeren Ausschlag des Outputmeters eingestellt, wenn der Empfänger auf eine Wellenlänge nahe der oberen Grenze des Bereichs eingestellt ist, und am Trimmer wird nahe der unteren Grenze nachgeregelt.

Der Oszillator wählt dabei aus dem Frequenzgemisch des Multivibrators automatisch diejenige Frequenz aus, die durch Subtraktion von ihr die Zwischenfrequenz ergibt. Und diese der eingestellten Empfangsfrequenz entsprechende Schwingung ergibt dann die größte Lautstärke, wenn der Gitterkreis genau auf sie eingestellt ist. Die Nachbarfrequenzen zu beiden Seiten ergeben mit der Oszillatorfrequenz, auch wenn der Gitterkreis auf sie eingestellt, also verstimmt ist, eine von der Zwischenfrequenz verschiedene Mischfrequenz, die im Zf-Verstärker nicht die durch den Stufenaufbau mögliche Verstärkung erfährt. Es ist also ein durchaus gerechtfertigtes Verfahren, Vorkreise mit dem Multivibrator auf Gleichlauf mit dem Oszillatorkreis zu bringen. Dabei stört diejenige Frequenz, die durch Addition mit der Oszillatorfrequenz die Zwischenfrequenz ergibt, überhaupt nicht bei Mittel- und Langwellen, weil sie bei gekuppelten Drehkondensatoren um das Doppelte der Zwischenfrequenz

vom gesuchten Abstimmepunkt abliegt. Bei Kurzwellen ist aber Vorsicht am Platze, damit sich die Zwischenfrequenz aus der Differenz und nicht aus der Summe bildet.

Nicht mehr völlig eindeutig ist das Nachstimmen der Zf-Bandfilter mit dem Multivibrator. Wenn es sich darum handelt, einen einzigen Kreis des Zf-Verstärkers auf die bei allen übrigen Kreisen richtig eingestellte Zwischenfrequenz zu bringen, kann das mit dem Frequenzgemisch des Multivibrators geschehen. Auch hier ergibt diejenige Frequenz die größte Verstärkung, auf die die Mehrzahl der Kreise abgestimmt ist. Darum läßt sich das Verfahren anwenden, wenn etwa der Kondensator eines einzigen Bandfilterkreises ausgewechselt worden ist. Dieser Kreis kann dann nach der Stärke des Ausgangssignals auf die Frequenz der übrigen Zf-Kreise nachgestimmt werden. Ist es der erste, an der Anode der Mischröhre liegende Kreis, so wird das Signal an das Steuergitter der Mischröhre gegeben. Allerdings muß dann der Oszillator außer Betrieb gesetzt werden, denn einmal würde die der Zwischenfrequenz entsprechende Schwingung in den Anodenkreis gelangen, ferner aber auch diejenigen Frequenzen, die durch Addition und Subtraktion mit der Oszillatorfrequenz die Zwischenfrequenz ergeben.

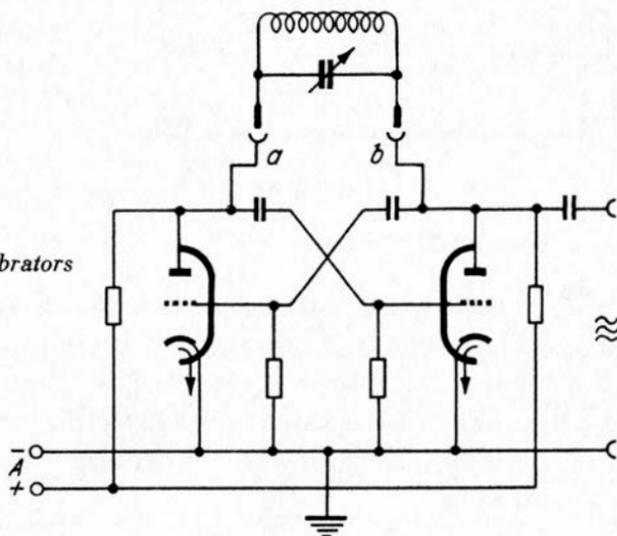
In der Praxis wird man das Nachstimmen so handhaben, daß man normalerweise mit dem Prüfgenerator und seinen genau definierten Schwingungen arbeitet und nur im Notfalle zum Multivibrator greift. Hat man den letzteren gerade zur Hand, so kann die am häufigsten erforderliche Maßnahme, das Nachstellen des Trimmers im Eingangskreis, bedenkenlos mit ihm vorgenommen werden.

h) Ausbau des Multivibrators zum Hf-Generator

Mit verhältnismäßig einfachen Mitteln kann der Multivibrator zum Generator für definierte Hf-Schwingungen ausgebaut werden. Der Spannungsverlauf an den Anoden der beiden Trioden des Multivibrators ist in der Phase um 180° verschoben. Das sind aber die Anregungsbedingungen für einen Resonanzkreis. Schaltet man nach **Bild 52** über die Buchsen a und b einen abstimmbaren Kreis an beide Anoden, so setzen die Rechteckschwingungen aus und stattdessen werden Schwingungen in der

Resonanzfrequenz dieses Kreises erzeugt. Mit geringen Abwandlungen handelt es sich dann um eine Anordnung, die in der Funktechnik als Gegentaktoszillator bezeichnet wird. Die erzeugten Schwingungen können in derselben Weise abgenommen werden wie das Frequenzgemisch des Multivibrators.

Bild 52. Ausbau des Multivibrators zum Hf-Generator



Damit ist ein Weg gewiesen, wie der Multivibrator zum Abgleich des Zf-Verstärkers herangezogen werden kann. Da weiter keine Schaltungsänderungen erforderlich sind, genügt es, ihm die beiden in **Bild 52** angedeuteten Buchsen zu geben. Solange diese Buchsen frei sind, werden Rechteckschwingungen hervorgerufen, mit auf gestecktem Schwingkreis ungedämpfte Schwingungen. Daß die Schwingungen ungedämpft und auch unmoduliert sind, bedeutet eine Erschwerung für die Abstimmarbeiten, denn es kann weder nach dem Gehör noch mit dem Outputmeter gearbeitet werden. Wohl aber funktioniert die Regelspannungserzeugung. Darum muß der Abgleich nach dieser Spannung vorgenommen werden, sei es nach dem Magischen Auge oder nach einem Röhrenvoltmeter, das die Regelspannung anzeigt. Es sei in diesem Zusammenhang erneut auf moderne Universalinstrumente aufmerksam gemacht, die durch ihren hohen Innenwiderstand in der Lage sind, den Gang der Regelspannung messend zu verfolgen.

Damit die verschiedenen in Superhets benutzten Zwischenfrequenzen erzeugt werden können, kann der aufsteckbare Abstimmkreis nach **Bild 53** geschaltet werden. Durch einen Kurz-

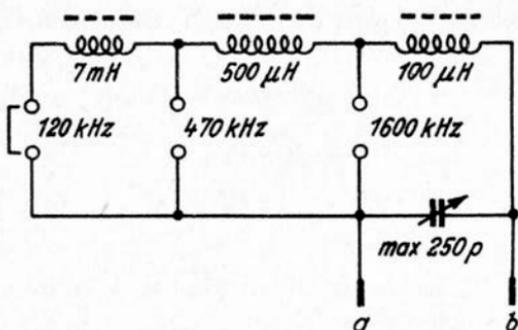


Bild 53. Spule zum Ausbau des Multivibrators als Generator für verschiedene Zwischenfrequenzen

schlußbügel können wahlweise eine, zwei oder drei Spulen mit dem Drehkondensator zu einem Schwingungskreis zusammengeschaltet werden. Mit den eingeschriebenen Werten der Selbstinduktion der Spulen fallen die einstellbaren Bereiche dann mit den in deutschen Empfängern vorkommenden Zwischenfrequenzen-

i) Durchprüfen der Bereiche mit dem Multivibrator

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß man den Ausgang des Multivibrators als eine Antenne auffassen kann, auf die eine lückenlose Reihe von unendlich vielen Sendern mit gleicher Stärke einfällt. Infolgedessen muß ein angeschlossener Empfänger, wenn man die verschiedenen Bereiche durchdreht, ununterbrochen die gleiche Ausgangsleistung aufbringen, es sei denn, zwischen der Ausgangsspannung an beiden Enden des Bereiches sei eine gewisse Toleranz gelassen, oder der Gang des Gleichlaufes zwischen Vor- und Oszillatorkreis machte sich bemerkbar. Abgesehen von solchen Feinheiten, die meist nicht das Ziel einer Bereichsuntersuchung mit dem Multivibrator sind, beweist der positive Ausgang einer solchen Probe, daß der Oszillator über den gesamten Bereich schwingt, oder daß etwa kein Plattenschluß vorhanden ist.

Für die Reparatur kann die letztere Feststellung von Bedeutung sein. Vor allen Dingen aber ist es wichtig, auf diese Art den Erfolg eines Abgleichs oder des Nachstimmens zu kon-

trollieren. Gelegentlich ist es auch notwendig, innerhalb eines Bereiches ein bestimmtes, eng begrenztes Frequenzband zu bevorzugen. Das gilt für solche alten Empfänger, bei denen infolge von Verschleiß an den Kondensatoren Gleichlauf über den gesamten Bereich nicht mehr zu erzielen ist. Dann ist der Besitzer meist zufrieden, wenn wenigstens einige der am meisten gehörten Sender noch mit einiger Lautstärke hereinkommen. Hier hilft der Multivibrator, einem solchen Band innerhalb eines Bereiches möglichst große Empfindlichkeit zu geben.

k) Messung der Verstärkung durch Signalzuführung

Zur Messung der Verstärkung eines Empfängers und seiner einzelnen Stufen ist es zweckmäßig, die Ausgangsleistung der Endstufe konstant zu halten. Das heißt mit anderen Worten, daß den verschiedenen Punkten des Empfängers nicht nur ein Signal der jeweils erforderlichen Art, sondern auch ganz bestimmter Stärke zugeführt werden muß. Die jeweils notwendige Spannung, um die als Standard benutzte Ausgangsleistung zu erreichen, ist dann das Maß der Verstärkung.

Es ist zweckmäßig, diejenige Ausgangsleistung als Standard zu nehmen, für die die Empfängerempfindlichkeit durch Übereinkunft definiert wird. Es ist das die Leistung von 0,05 W oder 50 mW. Diese verhältnismäßig geringe Ausgangsleistung ist deshalb zweckmäßig, weil dann, wenn sie erreicht wird, die automatische Schwundregelung noch nicht wirksam ist. Da es die Aufgabe der Schwundregelung ist, die Ausgangsleistung eines Empfängers unabhängig von der Eingangsspannung konstant zu halten, würde sie selbstverständlich jegliche Verstärkungsmessung illusorisch machen und das um so mehr, je wirksamer sie ist. Um in dieser Beziehung wirklich sicher zu gehen, tut man gut daran, die Schwundregelung bei Verstärkungsmessungen durch einen Kurzschluß an geeigneter Stelle außer Betrieb zu setzen. Die Messung der Ausgangsleistung müßte an der Schwingspule des Lautsprechers erfolgen. Hat diese einen Widerstand von 5 Ohm, so müßten dort, wenn 50 mW hervorgebracht werden sollen, 0,5 V herrschen, wie die folgende Rechnung ergibt:

$$W = \frac{E^2}{R} = \frac{0,5 \cdot 0,5}{5} = \frac{0,25}{5} = 0,05 \text{ W} = 50 \text{ mW.}$$

Mit den Wechselspannungsbereichen gebräuchlicher Universalinstrumente lassen sich 0,5 V schlecht messen, weil am Anfang der Skala die Empfindlichkeit des Instruments gering ist.

Eine wesentlich höhere und daher leichter zu messende Spannung ist auf der Primärseite des Ausgangstransformators zu erwarten, weil dort eine dem Verhältnis der Windungszahlen von Sekundär- und Primärwicklung entsprechende höhere Spannung herrschen muß. Je nach dem Übersetzungsverhältnis des Ausgangstransformators entsprechen 0,5V an der Sekundärwicklung 15...20 V an der Primärwicklung. Allerdings ist diese Wechselspannung — von der hier ausschließlich die Rede ist — auf der Primärseite der Anodengleichspannung überlagert. Um sie abzutrennen und zu messen, ist der Trennkondensator erforderlich, der das Outputmeter vom Wechselspannungsmesser unterscheidet. Man nimmt dazu einen Kondensator von 0,1 μF , der mindestens für dauernde Beanspruchung mit 500 V berechnet ist. Der Anschluß erfolgt am einfachsten an den für einen zweiten Lautsprecher vorgesehenen Buchsen,, sofern sie auf der Primärseite des Ausgangstransformators liegen und nicht für den Anschluß eines niederohmigen Lautsprechers bestimmt sind. Anderenfalls legt man das Outputmeter zwischen die Anode der Endröhre und den positiven Pol des Netzteiles oder das Chassis. Für die Messung von niederfrequenten Ausgangsspannungen sind die beiden zuletzt genannten Möglichkeiten deshalb gleichwertig, weil der Siebkondensator des Netzteils praktisch keinen Widerstand darstellt.

Bei völlig aufgedrehtem Lautstärkereger wird nun den verschiedenen Punkten des Empfängers ein Signal solcher Spannung zugeführt, daß das Outputmeter konstant 16 V anzeigt: vor dem Demodulator muß das ein modulierte Hf-Signal sein, das vor der Mischstufe aus bereits genannten Gründen 600 kHz haben soll, hinter der Mischstufe die Zwischenfrequenz des Empfängers (meist um 470 kHz). Vom Demodulator an wird ein niederfrequentes Signal zugeführt. Der Modulationsgrad und seine Konstanz spielen dabei eine entscheidende Rolle. Das Outputmeter mißt die in der Hochfrequenz als Modulation ent-

haltene Niederfrequenz, deren Spannung bei konstanter Hf-Spannung vom Modulationsgrad abhängt. Dieser Punkt der Messung erledigt sich meist von selbst, weil alle Prüfgeneratoren des Handels mit konstanter Modulation von 30% arbeiten. Für sie gelten auch die bei 50 mW Ausgangsleistung ermittelten Eingangsspannungen.

Die Einzelheiten der Verstärkungsmessung gehen am einfachsten aus **Tabelle III** hervor. Ihr liegt ein normal arbeitender Vorröhrensuper mit einer Empfindlichkeit von 5 zu grunde. Die erste Spalte läßt erkennen, wie die Spannung des zuzuführenden Signals anwachsen muß, damit die Ausgangsspannung konstant bleibt. Die Verstärkung einer jeden Stufe ergibt sich dann, wenn man die einer Stufe zuzuführende Spannung durch diejenige Spannung teilt, mit der die voraufgehende Stufe dieselbe Ausgangsspannung (konstant 16 V) erreicht. Die letzte Spalte läßt diese Rechnung erkennen.

Alle Stufen des in Tabelle III behandelten Empfängers ergeben zusammen 3 500 000fache Verstärkung. Dabei ist allerdings zwischen dem Zf- und dem Nf-Verstärker ein rechnerisch nicht einfach zu erfassender Sprung, weil vor dem Demodulator der Modulationsanteil der Hochfrequenz zur Anzeige gelangt, dahinter aber eine genau definierte Nf-Spannung. Erfahrungsgemäß ist mit einem Spannungsverlust 10 : 1 zu rechnen. 1 V Zf-Spannung liefert durch Demodulation etwa 0,1 V Nf-Spannung.

Die Tabelle läßt ferner erkennen, daß zur genauen Messung ein Prüfgenerator erforderlich ist, dessen Hf- und NI-Ausgang in Spannungen geeicht ist. Praktisch geht die Messung derart vonstatten, daß einem Punkt des Empfängers ein Signal zugeführt wird, dessen Spannung am Prüfgenerator jeweils so einzuregulieren ist, daß das Outputmeter 16 V anzeigt. Dann wird am Spannungsregler des Prüfgenerators die dazu erforderliche Spannung abgelesen. Durch Teilung errechnet man zum Schluß die in jeder Stufe des Empfängers erzielte Verstärkung.

Das Verfahren ist recht einfach, und die Genauigkeit der erzielten Ergebnisse genügt für die Reparatur vollauf. Ein Mangel liegt in der Notwendigkeit, einen in Volt geeichten Prüfgenerator zu verwenden, wie er für Nf-Spannungen in Deutschland kaum gebräuchlich ist. Man kann aber auch ohne Eichung aus-

Tabelle III. Spannung, Frequenz und Zuführungspunkte von Signalen und die zu erwartenden Leistungen eines Vorröhrensupsers

Zugeführte Spannung	Frequenz	Zuführungspunkt	Ausgangsspannung an Anode Endröhre	Verstärkung
5 ... 12 μ V	600 kHz (mod.)	Antennenbuchse	16 V	10 fach
50 μ V	600 kHz (mod.)	Steuergitter Mischröhre	16 V	70 fach
3,5 V	Zf(468 kHz) (mod.)	Steuergitter Zf-Verstärker-Röhre	16 V	100 fach
32 μ V	Nf 400 ~	Steuergitter 1 Nf-Verstärker-Röhre	16 V	50 fach
1,6 V	Nf 400 ~	Steuergitter Endröhre	16 V	10 fach
				3500000fach

kommen, wenn man ständig mit ein und demselben Prüfgenerator arbeitet. Man wird dann sehr bald diejenigen Skalenstellungen der Ausgangs-Potentiometer kennen, bei denen für jeden Zuführungspunkt die Ausgangsspannung von 16 V erzielt werden muß, wenn die Verstärkung der Stufen des Empfängers der Norm entspricht. Darum genügt es bei der praktischen Reparaturarbeit durchaus, wenn die Potentiometer des Prüfgenerators mit einer Skala versehen sind.

Damit ist aber zugleich auch die Möglichkeit gegeben, Verstärkungsmessungen mit dem Multivibrator durchzuführen. Es sind dann nicht zwei Ausgänge (je einer für Hoch- und Niederfrequenz) zu beachten, sondern nur einer. Die Zwischenfrequenz, die in dem Gemisch vorhanden ist und am Empfängereingang stören könnte, wird durch die Spiegelfrequenzsperre kurzgeschlossen oder beim Vorröhrensupsers von der Hf-Verstärkerstufe nicht verstärkt. Ein Arbeiten mit genau definierten Spannungen ist beim Multivibrator nicht möglich, doch lassen sich durch eine Skala am Ausgangspotentiometer genügend Anhaltspunkte festlegen, um ein sehr gutes Bild von der Leistung eines Empfängers zu bekommen. Es ist eine Frage der ständigen Anwendung eines bestimmten Multivibrators, wie schnell und wie gut ein solches Bild erzielt wird.

3. Würdigung der Signalführung als Fehlersuchmethode

Aus den Darlegungen dürfte hinreichend hervorgehen, Bali für den täglichen Reparaturbetrieb kein wesentlicher Unterschied zwischen Signalverfolgung und Signalführung besteht, es sei denn, man stellt den Kostenpunkt in Rechnung. Während Signalverfolgung ein eigens anzuschaffendes Gerät erfordert, kommt die Signalführung mit Geräten und Instrumenten aus, die ohnehin in jeder Werkstatt vorhanden sein müssen. Einer sofortigen Einführung der Signalführung steht also nichts im Wege. Diese Feststellung gilt für die schnelle Ermittlung der fehlerhaften Stufe eines zur Reparatur kommenden Empfängers.

Sollen hingegen genauere Untersuchungen angestellt werden, wie sie beispielsweise erforderlich sind, um bei einem neu erbauten Verstärker diejenige Stelle zu ermitteln, an der eine Störung eingestreut wird, dann erreicht man mit Signalverfolgung mehr, wobei allerdings der Wert der Untersuchungen in einem direkten Verhältnis zu den Kosten des Signalverfolgers steht.

Werden nicht allzu hohe Anforderungen gestellt, so können Signalverfolger und Multivibrator durchaus selbst hergestellt werden. Das ist ein Vorzug, der für beide Methoden der Fehlersuche spricht. Wer sich für die eine oder die andere entschliesst, wird bald auf sie schwören, weil es eine Frage der Eingewöhnung, der Erfahrung und leider auch der menschlichen Trägheit ist, wieviel man damit erreicht.

Literaturverzeichnis

Bücher:

- F. Boyce, J. Roche, Radio Data Book, Montclair, N. J. 1948
- W. W. Diefenbach, Handbuch der Rundfunk-Reparaturtechnik, Stuttgart 1948
- O. Limann, Prüffeldmeßtechnik; Franzis-Verlag, München
- O. Limann, Röhrenvoltmeter, Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 33, München 1951
- O. Limann, So gleicht der Praktiker ab; Franzis-Verlag, München 1950
- Ohne Verfasser, Mallory Technical Manual, Indianapolis, Ind., 1942
- W. Marcus, A. Levy, Elements of Radio Servicing, 7. Neudruck, New York 1947
- Ohne Verfasser, Messgeräte in der Radiowerkstatt, herausgegeben von Philips, Hamburg 1951
- A. Renardy, Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern, Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 20, 2. Auflage, München 1951
- J. F. Rider, Servicing by Signal Tracing, 22. Neudruck, New York 1951
- R. Schiffel, A. Köhler, Verstärkerprüfung mit Rechteckschwingungen, Funktechnische Arbeitsblätter, Blatt My 71
- K. Thiele, herausgegeben von N. K. Endell, Planmäßige Fehlerbestimmung in der Rundfunkwerkstatt, 2. Auflage, Düsseldorf 1949

Zeitschriften:

a) *Signalverfolgung*

- A. Cassini, Signalverfolgung, Funkschau 1949/17, Seite 270
- A. Cassini, Röhrenvoltmeter für Wechselspannungen, Funkschau 1950/7, S. 109
- A. Cassini, Tastabstimmvoltmeter, Funkschau 1950, Seiten 303, 392
- A. Cassini, Resonanzspannungsanzeiger, Funkschau 1950, Seite 423
- R. Fischer, Signalverfolger, Funkschau 1950/23, Seite 403
- O. Limann, Ein Meßdetektor mit Kristalldiode, Radio-Mentor 1949/79, Seite 431
- Ohne Verfasser, Fehlersuchgerät „Elotast“, Funkschau 1950 9, Seite 145
- Ohne Verfasser, Autoentstörung leicht gemacht, Funkschau 1951/2, Seite 30
- A. Renardy, Fehlersuche durch Signalverfolgung, Radio-Magazin 1950 6, S. 10
- H. Richter, Röhrenvoltmeter für UKW, Funkschau 1951/5, Seite 97
- Siemens & Halske, Meßinstrumente für Hochfrequenz, Hf-Multizet
- E. Wrona, Ein Signalverfolger, Funkschau 1950 2, Seite 28
- W. W. Diefenbach, W. Martin, Fehlersuchgerät „Politest II“, Funkschau 1952/8, Seite 143, 1952/9, Seite 168

b) Signalzuführung

- G. Grübel, Der Multivibrator, Funk-Praxis 1950/1, Seite 14**
- F. Jacobs, Der Multivibrator in der Rundfunkwerkstatt, Radio-Magazin 1949, Seiten 258, 312**
- E. Karger, Anwendungsmöglichkeiten des Meßsenders, Radio-Magazin 1951 2, Seite 45**
- D. Kobert, Exakter Zf-Abgleich mit dem Multivibrator, Radio-Magazin 1951 5, Seite 148**
- Ohne Verfasser, Einfacher Prüfgenerator, Radio-Mentor 1949/5, Seite 238 Ohne Verfasser, Multivibrator für Nf, Hf und Zf, Funkschau 1949/17, Seite 277 Ohne Verfasser, Elektrostatischer Vibrator, Funkschau 1950, 19, Seite 324 O. Limann, Fehlersuche mit Reditecksignalen, Radio-Mentor 1950 3, Seite 130 R. Schiffel, Bauanleitung zu einem Abgleichmultivibrator, Radio-Magazin 1949 9, Seite 256**
- R. Schiffel, Empfängerprüfung mit dem Multivibrator, Radio-Magazin 1949/9, Seite 254**
- H. Schmidt, Einfaches Glimmlampen-Prüf- und Indikatorgerät, Österreichische Radioschau 1951/3, Seite 71**
- E. Wrona, Der Signal-Injektor, Radio-Magazin 1950/6, Seite 192**

Stichwortverzeichnis

- A**
Abgleich mit Multivibrator 115
Abgleichkontrolle 118
Abschirmung von Röhren 70
Antennenprüfung 12
Anwendung der Signalzuführung 59
Anwendung des Elotast Detektiv II 48
Anwendung des Philips-Signal-Verfolgers 52
Ausgangsleistung, Berechnung 119
Ausgangsleistung des Signal-Verfolgers 51
Ausgangsspannung bei Signal-Zuführung 104
Aussetzfehler 60, 78, 114
Ausriebung der Zf beim Multivibrator 102
- B**
Bemessung des Eingangskondensators 17
Bereichprüfung 118
Breitbandsender 98
Brummen 13, 36, 80, 81
- C**
Chanalyt mit deutschen Röhren 43
- D**
Demodulatorprüfung 71, 106
- E**
Eichelröhren 29
Eichhornsche Summerschaltung 92
Eingangsdämpfung des Tastkopfes 51
Eingangskondensator des Tastkopfes 16, 28, 40, 46, 58
Eingangswiderstand des Tastkopfes 51
Elotast-Detektiv II 48
Empfängereingangsprüfung 62
Empfindlichkeit des Signal-Verfolgers 14, 51
Empfindlichkeitsprüfung 102
Endstufenprüfung 76, 104
Entkopplung im Signal-Verfolger 19, 21
Entstörung 58, 98
Erdung des Signal-Verfolgers 31
- F**
Fehlereinkreisung 12
Fingerprobe 94
Frequenzspektren 90, 95
Frequenzunterdrückung beim Multivibrator 100
- G**
Gänsehals 25
Gegenkopplung 13, 75, 105
Gegenkopplungsgrad 76, 105
Gegenkopplungskanal 78
Geräteeingangsprüfung 62
Geräusche 87
Germaniumdetektor im Tastkopf 26
Gleichlauf 87
Gleichrichtung von Nf 25
Gleichspannungs-Röhren-Voltmeter 42
Glimmlampengenerator 93
Grundschwingung des Multivibrators 96
- H**
Heizleitungen zum Tastkopf 31
Hf-, Zf-Kanal 40
Hf-Multizet 34
Hf-Puste 54, 89
- I**
Induktive Tastsonde 54

K
Kapazitätsverlust von Kondensatoren 70, 77
Kapazitive Tastsonde 53
Katodenkondensator 64
Katodenstrahl-Oszillograf 83
Kopfhörer als Signal-Verfolger 32

L
Leitungskapazität des Tastkopfes 17
Lötkolben als Signalquelle 94

M
Magnetische Störfelder 35
Meßkopf, Philips- 84, 85
Messung der Zwischenfrequenz 112
Mischstufenkontrolle 66, 110
Mischung, additive 68
Mischverstärkung 68
Multivibrator 94
Multivibrator als Hf-Generator 116
Multivibrator, Grundschwingung des 96

N
Nachstimmen mit dem Multivibrator 114
Nf-Ausgang des Prüfgenerators 87
Nf-Kopplungskondensator 106
Nf -Spannungsverstärkerprüfung 106, 73

O
Ontraskop/3 53
Oszillatorkanal des Chanalyst 41
Oszillatorprüfung 69, 87, 110, 112
Outputmeter 86, 89, 103, 120

P
Pfeifen 13, 80
Philips-Meßkopf GM 4575 84 Philips-
Oszillograf GM 5655 84 Philips-
Signalverfolger GM 7628 49
Plattenschluß bei Kondensatoren 62, 118
Pocket-Tracer 91
Politest II, Reparaturgerät 56

Prüf generator 62, 65, 86
Prüfgenerator bei Signalzuführung 87
Prüfspitzen zur Signalzuführung 87

R
Rechteckschwinger 94
Regelspannung, Kontrolle der 64, 67, 71, 73, 108
Regelspannung, verzögerte 74
Rider, J. F. 37
Rider-Chanalyst 20, 37
Röhrenabschirmung 70
Röhrenvoltmeter 18
Rückkopplung 13

S
Schirmgitterkondensator 64
Schwingen 80
Signal Chasing 10
Signal Injection 11
Signal Tracing 10
Signalverfolger, abgestimmte 18
Signalverfolger, aperiodische 20
Signalverfolgern, Arten von 15
Signalverfolger als Empfänger 22
Signalverfolgung mit Katodenstrahl-
Oszillograf 83
Signalzuführung 85
Spannungsteiler, Eingangs- 22, 40
Spannungsteiler beim Multivibrator 100
Spannungsteiler für Kopfhörer 33
Störsignalverfolger Tonolux 58, 60
Summer 22, 90
Summerschaltung, Eichhornsche 92

T
Taschenprüfer 86, 91, 92
Tastkopf 26
— ,Aufbau 28
— ,Audion-30
— -Demodulator 24
— mit Kopfhörer 34
— mit Mikroamperemeter 34
— mit Röhren 29
— , Philips- 30, 51

Tastsonden 53
Tonfrequenzkanal des Chanalyst 41
Tonolux Störsignalverfolger 58
Trennung von Hf und Nf,
automatische 57
Trennung von Hf und Nf beim
Multivibrator 100

U

Überbrückungskondensatorenprüfung
64

Übersteuerung des Tastkopfs

32 UKW-Super, Prüfung 68

Umgekehrte Signalverfolgung

85

v

Verfolgungssignal 61

Verstärker, aperiodischer 34

Verstärkungsberechnung 65

Verstärkungsmessung 50, 52, 63, 65,
66, 70, 73, 77, 85, 106, 119

— mit Multivibrator 122

Verzerrungen 61, 80

Verzögerte Regelspannung 74

Vibro-Prüfer 92

Vorsichtsmaßnahmen beim Kopfhörer
33

Vorstufenprüfung 63, 113

w

Wattmeter, elektronisches 20, 39, 42

Wilde Kopplungen 60, 64

Z

Zeitkonstante der Tastkopfsiebung 27

Zf-Sperre 114

Zf-Verstärkerprüfung 70, 108

Zf-Verstärker, schwingender 70, 108

Zwischenfrequenz, Messung der 112

Franzis-Fachbücher für Radio- und Fernsehtechnik

ING. OTTO LIMANN

Funktechnik ohne Ballast

Einführung in die Schaltungstechnik der Rundfunk- und UKW-Empfänger. 196 Seiten, 368 Bilder, 7 Tafeln. 2. Auflage. 1952. Kart. 9.50 DM, Halbleinen 11 DM

DIPL.-ING. WILH. HASSEL UND ING. ERWIN BLEICHER

Trafo-Handbuch

Handbuch der Netz- und Tonfrequenz-Transformatoren und Drosseln in Berechnung, Entwurf und Fertigung. 288 Seiten, 158 Bilder, 24 Tafeln. 1951. Kart. 18.80 DM, Halbleinen 19.80 DM

DR. RUDOLF GOLDAMMER

Der Fernseh-Empfänger

Schaltungstechnik, Funktion und Service. 144 Seiten mit 217 Bildern und 5 Tabellen. 1952. Kart. 9.50 DM, Halbleinen 11 DM

ING. GERHARD HENNIG

Dauermagnettechnik

132 Seiten, 121 Bilder, 16 Tabellen. 1952. Kart. 12.60 DM, Halbl. 13.80 DM

HELMUT SCHWEITZER

Röhrenmeßtechnik

192 Seiten, 118 Bilder, 1950. Kart. 12 DM, Halbleinen 13.80 DM

ING. HEINZ RICHTER

Hilfsbuch für Katodenstrahl-Oszillografie

200 Seiten, 176 Bilder, 79 Oszillogramme, 12 Tabellen. 1950. Kart. 12 DM, Halbleinen 13.80 DM

HANS-JOACHIM SCHULTZE

Funktechnische Nomogramme

75 Tafeln in Mappe. 1950. Kart. 9 DM

ING. ERNST HANNAUSCH

Wie richte ich meine Radiowerkstatt ein?

52 Seiten, 17 Bilder, zahlreiche Tabellen. 1950. Kart. 3.50 DM

FRITZ KUNZE

Amerikanische Röhren

64 Seiten, 23 Tab., 70 Bilder, 422 Sockelschalt. 5. Aufl. 1948. Kart. 3.80 DM

ING. OTTO LIMANN

So gleicht der Praktiker ab

48 Seiten, 36 Bilder, viele Tabellen. 1950. Kart. 3 DM

F R A N Z I S - V E R L A G · M Ü N C H E N

Die Röhre im UKW-Empfänger

Herausgegeben von Dr.-Ing. Horst Rothe

Band I

FM-Demodulatoren und Pendelempfänger

*Von Dipl.-Ing. Alfred Nowak, Dr. Rudolf Cantz
und Dr. Wilhelm Engbert*

*Inhalt: FM-Demodulatoren · Der Pendelempfang · Die Rauschmodulation
des FM-Empfängers*

128 Seiten mit 74 Bildern und 3 Tafeln

Band II

Mischstufen

Von Dr. Rudolf Cantz und Dipl.-Ing. Alfred Nowak

*Inhalt: Zur Frage der UKW-Mischstufen · UKW-Mischung in
Mehrgitterröhren · Additive Mischung in Trioden*

112 Seiten mit 87 Bildern

Band III

Zwischenfrequenzstufen

*Von Dr. G. Schaffstein und Dipl.-Ing. R. Schüffel,
Dipl.-Ing. Alfred Nowak und W. Dahlke*

*Inhalt: Der Zwischenfrequenzverstärker · Das Empfängerrauschen bei
AM- und FM-Empfang · EF 800 und EF 802, zwei Breitbandverstärker-
röhren für kommerzielle Zwecke*

144 Seiten mit 56 Bildern und 2 Tafeln

Preis eines jeden Bandes 4.50 DM

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN