

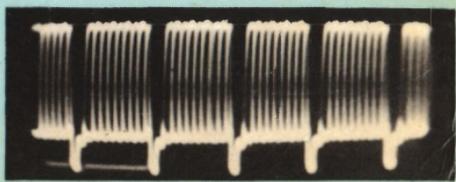
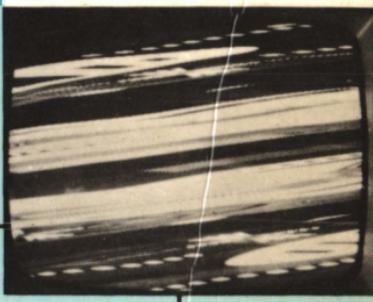
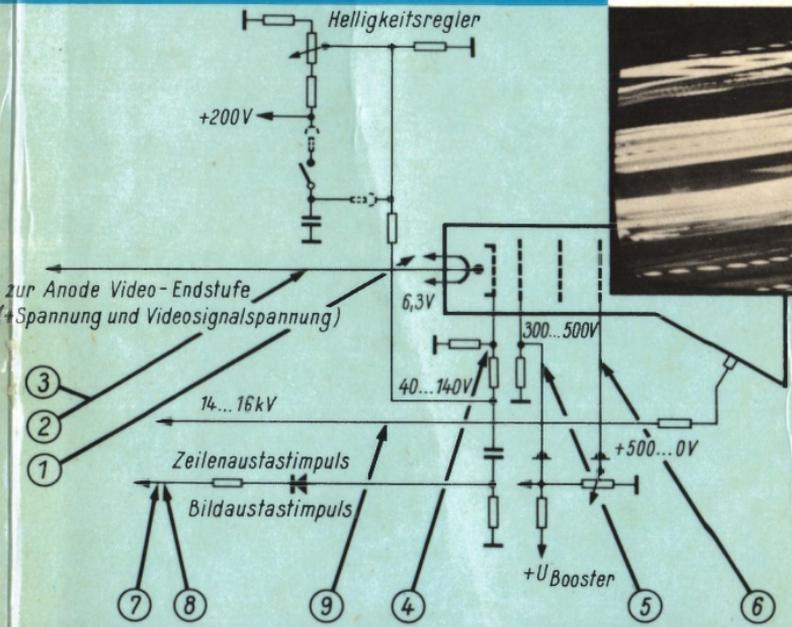
Heinz Lummer

# Erfolgreicher Fernseh-Service

Taschen-Lehrbuch der Fernsehempfänger-Reparaturtechnik

**RPB**  
Radio-Praktiker-Bücherei

**147/152**



**FRANZIS**

# RPB Radio-Praktiker-Bücherei Titelverzeichnis

Jeder Einfach-Band umfaßt etwa 60–70 Seiten, enthält bis zu 70 Bilder und Tabellen. Mehrfach-Bände entsprechend. Die Nummer vor dem Titel ist die Bestell-Nummer. Preisänderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten.

1  
r  
A  
3  
(  
6  
s  
7  
r  
[  
9  
1  
1  
1  
1  
1



fol-  
ty).  
ger  
np-  
ch).  
und  
ne).  
Die-  
au-  
ufl.  
pp-

funk und Fernsehen (Büscher). 4. Aufl. DM 2.90.

**16** Widerstandskunde für Radio-Praktiker (Hoffmeister). 5. Aufl. DM 2.90.

**18/19** Radio-Röhren (Mende). 3. Aufl. DM 5.60.

**20.** Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern (Renardy). 11. Aufl. DM 2.90.

**21/21a** Funktechniker lernen Formelrechnen (Kunze). 7. Aufl. DM 5.60.

**22/23a** Lehrgang Radiotechnik Band I (Jacobs). 11. Aufl. DM 7.90.

**24/25a** dsgl., Band II (Jacobs). 6. Aufl. DM 7.90.

**26** Meß- und Schaltungspraxis für Heimton und Studio (Kühne). 4. Auflage. DM 2.90.

**27/27a** Rundfunkempfang mit Transistoren und Detektoren (Mende). 12. Aufl. DM 5.60.

**28/28b** Glimmröhren und Kaltkathoden-Relaisröhren (Herrnkind). 5. Auflage. DM 7.90.

**29/30** Kleines ABC der Elektroakustik (Büscher). 5. Aufl. DM 5.60.

**31/32** Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure I. Teil (Steinhauser). 10. Aufl. DM 5.60.

**33/35** Dioden-, Röhren und Transistorvoltmeter (Limann). 7. Aufl. DM 7.90.

lung (Mende). 4. Aufl. DM 2.90.

**50** Praktischer Antennenbau (Mende). 12. Aufl. DM 2.90.

**52/54d** Fernsehempfangstechnik (Koubek). 1. Aufl. DM 18.30.

**55/56a** Fernsehtechnik von A bis Z (Wacker/Conrad). 5. Aufl. DM 7.90.

**57** Tönende Schrift (Kluth). 2. Aufl. DM 1.90.

**58** Morselehrgang (Diefenbach). 8. Aufl. DM 2.90.

**59** Funk-Entstörungs-Praxis (Mende). 4. Aufl. DM 2.90.

**60** Die Widerstand-Kondensator-Schaltung. Einführung in die RC-Schaltungstechnik (Schneider). 6. Aufl. DM 2.90.

**62/62a** Englisch für Radio-Praktiker (Stellrecht/Miram). 4. Aufl. DM 5.60.

**66/67** Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure II. Teil (Steinhauser). 5. Aufl. DM 5.60.

**68/70** Formelsammlung für den Radio-Praktiker (Rose). 10. Aufl. DM 7.90.

**71** Bastelpraxis Band I. Allgemeine Arbeitspraxis (Diefenbach). 7. Auflage. DM 2.90.

**72/73** Drahtlose Fernsteuerung von Flugmodellen (Schultheiss). 5. Aufl. DM 5.60.

**74** Einkreis-Empfänger mit Röhren und Transistoren (Sutaner). 6. Aufl. DM 2.90.

# **RPB** Radio-Praktiker-Bücherei Titelverzeichnis

Jeder Einfach-Band umfaßt etwa 60–70 Seiten, enthält bis zu 70 Bilder und Tabellen. Mehrfach-Bände entsprechend. Die Nummer vor dem Titel ist die Bestell-Nummer. Preisänderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten.

- 1** Endröhren und Endstufen-Transistoren und ihre Schaltungen (Sutaner). 3. Aufl. DM 2.90.
- 3/5** UKW-FM-Rundfunk-Praktikum (Mende). 6. Aufl. DM 7.90.
- 6** Antennen für Rundfunk- und Fernseh-Empfang (Mende). 12. Aufl. DM 2.90.
- 7/8** Niederfrequenz-Verstärker mit Röhren und Transistoren (Kühne). 12. Aufl. DM 5.60.
- 9/10** Tonbandgeräte-Praxis (Junghans). 10. Aufl. DM 5.60.
- 11/12** Mono-, Stereo- und Transistor-Mikrofone (Kühne). 7. Aufl. DM 5.60.
- 13** Schliche und Kniffe für Radiopraktiker, Teil I (Kühne). 9. Aufl. DM 2.90.
- 14** Wellen und Frequenzen für Rundfunk und Fernsehen (Büscher). 4. Aufl. DM 2.90.
- 16** Widerstandskunde für Radio-Praktiker (Hoffmeister). 5. Aufl. DM 2.90.
- 18/19** Radio-Röhren (Mende). 3. Aufl. DM 5.60.
- 20.** Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern (Renardy). 11. Aufl. DM 2.90.
- 21/21a** Funktechniker lernen Formelrechnen (Kunze). 7. Aufl. DM 5.60.
- 22/23a** Lehrgang Radiotechnik Band I (Jacobs). 11. Aufl. DM 7.90.
- 24/25a** dsgl., Band II (Jacobs). 6. Aufl. DM 7.90.
- 26** Meß- und Schaltungspraxis für Heimton und Studio (Kühne). 4. Auflage. DM 2.90.
- 27/27a** Rundfunkempfang mit Transistoren und Detektoren (Mende). 12. Aufl. DM 5.60.
- 28/28b** Glimmröhren und Kaltkathoden-Relaisröhren (Herrnkind). 5. Auflage. DM 7.90.
- 29/30** Kleines ABC der Elektroakustik (Büscher). 5. Aufl. DM 5.60.
- 31/32** Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure I. Teil (Steinhauser). 10. Aufl. DM 5.60.
- 33/35** Dioden-, Röhren und Transistorvoltmeter (Limann). 7. Aufl. DM 7.90.
- 37/38** Fehlersuche durch Signalverfolgung und Signalzuführung (Renardy). 5. Aufl. DM 5.60.
- 41/41a** Kurzwellen- und UKW-Empfänger für Amateure Band 1. Geradeausempfänger und Standardsuper (Diefenbach). 11. Aufl. DM 5.60.
- 42/42b** dsgl., Band 2. Spitzensuper und Transistorempfänger (Diefenbach). DM 7.90.
- 43** Musikübertragungs-Anlage (Kühne). 5. Aufl. DM 2.90.
- 44** Kurzwellen-Amateurantennen (Diefenbach). 7. Aufl. DM 2.90.
- 45/46** UKW-Sender- und Empfänger-Baubuch für Amateure (Steinhauser). 7. Aufl. DM 5.60.
- 48** Kleines Praktikum der Gegenkopplung (Mende). 4. Aufl. DM 2.90.
- 50** Praktischer Antennenbau (Mende). 12. Aufl. DM 2.90.
- 52/54d** Fernsehempfangstechnik (Koubek). 1. Aufl. DM 18.30.
- 55/56a** Fernsehtechnik von A bis Z (Wacker/Conrad). 5. Aufl. DM 7.90.
- 57** Tönende Schrift (Kluth). 2. Aufl. DM 1.90.
- 58** Morselehrgang (Diefenbach). 8. Aufl. DM 2.90.
- 59** Funk-Entstörungs-Praxis (Mende). 4. Aufl. DM 2.90.
- 60** Die Widerstand-Kondensator-Schaltung. Einführung in die RC-Schaltungstechnik (Schneider). 6. Aufl. DM 2.90.
- 62/62a** Englisch für Radio-Praktiker (Stellrecht/Miram). 4. Aufl. DM 5.60.
- 66/67** Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure II. Teil (Steinhauser). 5. Aufl. DM 5.60.
- 68/70** Formelsammlung für den Radio-Praktiker (Rose). 10. Aufl. DM 7.90.
- 71** Bastelpraxis Band I. Allgemeine Arbeitspraxis (Diefenbach). 7. Auflage. DM 2.90.
- 72/73** Drahtlose Fernsteuerung von Flugmodellen (Schultheiss). 5. Aufl. DM 5.60.
- 74** Einkreis-Empfänger mit Röhren und Transistoren (Sutaner). 6. Aufl. DM 2.90.

# Erfolgreicher Fernseh-Service

**Taschen-Lehrbuch  
der Fernsehempfänger-Reparaturtechnik**

Von

Ingenieur **HEINZ LUMMER**  
Radio- und Fernsichttechnikermeister

*Mit 230 Bildern und 22 Tabellen*

**2., verbesserte Auflage**



**FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN**

**Cellu-Band**

Zur Erklärung der Fehlersuche wurden Schaltbilder und Schaltbildauszüge folgender Firmen verwendet:

Blaupunkt, Graetz, Grundig, Imperial-Kuba, Loewe-Opta, Metz, Nordmende, Philips, Saba, Schaub-Lorenz, Telefunken, Wega.

**1970**

Franzis-Verlag G. Emil Mayer KG

Sämtliche Rechte – besonders das Übersetzungsrecht – an Text und Bildern vorbehalten. Fotomechanische Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Verlages. Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, und jede Wiedergabe der Bilder, auch in verändertem Zustand, sind verboten.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, München 37, Karlstraße 35  
Printed in Germany. Imprimé en Allemagne.

# Vorwort

Das Buch ist aus dem Wunsch heraus entstanden, gebräuchliche und weniger bekannte Fehlersuchmethoden und Messungen an Fernsehempfängern nach einheitlichen Gesichtspunkten übersichtlich geordnet darzustellen. Darüber hinaus ist die Meßfolge so beschrieben worden, wie sie sich in der Praxis bewährt hat und mit welcher eine schnelle und rationelle Fehlersuche durchführbar ist.

Das Buch ist in zwei Hauptteile gegliedert. Die ersten beiden Kapitel behandeln die rationelle Arbeitsweise, die Reparatur in der Wohnung des Kunden oder in der Werkstatt, die Kundenreklamationen und den Umgang mit den Kunden sowie Arbeits erleichterungen in der Werkstatt. Damit werden Wege und Möglichkeiten gezeigt, die unumgänglichen Nebenarbeiten bei der Fernsehempfänger-Reparatur abzukürzen.

Alle anderen Kapitel befassen sich mit dem Reparaturablauf und der rationellen Fehlersuche. In dem Tabellenanhang sind die Fehlersuchmethoden für die einzelnen Stufen zur praktischen Anwendung nochmals übersichtlich dargestellt.

Soll ein Fehler im Fernsehempfänger systematisch gesucht werden, so ist es erforderlich, daß das Schaltungsstudium der Reparatur vorangeht. Das setzt voraus, daß der Techniker die theoretischen Grundlagen der Fernseh-Schaltungstechnik beherrscht. Erst mit allmählich größer werdender Routine und Erfahrung kann immer mehr auf das Schaltungsstudium verzichtet und damit der Reparaturablauf rationeller gestaltet werden. Bei schwierigen Fällen muß aber auch der erfahrenste Techniker die Schaltungseinzelheiten durchdenken und sein theoretisches Grundwissen anwenden.

So ist es bei der Weitergabe von praktischen Hinweisen und Erkenntnissen unumgänglich, Bezug auf das theoretische Grundwissen zu nehmen. Bei dem vorliegenden Buch wurde aus diesem Grund bewußt der jeweils geschilderte Reparaturablauf mit dem theoretischen Grundaufbau der Schaltung verknüpft und, soweit es erforderlich erschien, theoretisches Grundwissen eingestreut. Damit soll erreicht werden, daß trotz der Routine, die sich beim erfahrenen Techniker im Laufe der Zeit einstellt, nicht der Blick auf die wesentlichen theoretischen Zusammenhänge verlorenght. Nur in Anlehnung daran können *alle Fehler* gefunden werden.

Bei der Benutzung des Buches zu Lehrzwecken kommt die Anlehnung des Stoffgebietes an die theoretischen Grundlagen der Übersichtlichkeit der Darstellung entgegen. Die praktischen Erfahrungen und die jeweils zur Fehlerbestimmung zu ergreifenden Meßmaßnahmen sind leichter verständlich.

Wie hilflos ist oft ein Lehrling, der eine vom Meister gegebene Meßanweisung anwenden und auswerten soll. Er ist wohl in der Lage, die empfohlene Messung auszuführen. Die aus dem Meßergebnis zu erzielenden Erkenntnisse kann er aber meist nicht richtig deuten, und die zu ergreifenden weiteren Fehlersuchmaßnahmen schließen sich nicht folgerichtig an.

Gerade hier möchte das Buch ein Helfer sein. Es soll gezeigt werden, wie die Fehlereinkreisung vorteilhaft und rationell erfolgen kann und welche Meßmethoden jeweils angewendet werden sollen.

Für die Hilfe bei der Herstellung der Bilder danke ich Herrn Peter Goerres, Düren. Dem Franzis-Verlag, München, danke ich für die sorgfältige Verlagsarbeit.

So hoffe ich, daß das Buch wohlwollende Aufnahme bei Technikern sowie bei Lehrenden und Lernenden der Fernsehempfänger-Reparaturtechnik finden möge.

Heinz Lummer

## Vorwort zur zweiten Auflage

Der überraschend schnelle Verkauf der hohen Erstauflage berechtigt zu der Annahme, daß dieses Buch in seiner Zielsetzung den Wünschen vieler Praktiker entgegenkommt. Gerade im Hinblick auf die in den Empfängern immer mehr Verwendung findenden integrierten Schaltungsanordnungen gewinnt die beschriebene Fehlersuchmethode der Schaltungsgliederung in einzelne Blöcke besondere Bedeutung, denn bei der Reparatur von Fernsehempfängern mit integrierten Schaltungen können auftretende Fehler nur auf diese Weise schnell und rationell gefunden werden.

So wünsche ich auch der zweiten Auflage eine recht gute Aufnahme.

Düren

Heinz Lummer

# Inhalt

<b>1 Arbeitsablauf</b> .....	9
1.01 Rationelle Arbeitsweise .....	9
1.02 Reparaturausführung .....	13
1.03 Kundenreklamationen .....	15
1.04 Reparaturanfall .....	16
1.05 Werkstattstatistik .....	19
<b>2 Arbeitserleichterungen</b> .....	22
2.01 Schaltungssammlung .....	22
2.02 Reparaturberichte .....	28
2.03 Röhrenentnahme .....	31
<b>3 Fehlersuche im VHF-Kanalwähler</b> .....	35
3.01 Kanalschalter, Kanalwähler, Kanalwähler mit Transistoren .....	35
3.02 Fehlergrobbestimmung .....	38
3.03 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	39
3.04 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	39
3.05 Kontrolle der Mischstufe .....	46
3.06 Kontrolle der Vorstufe .....	47
3.07 Prüfung mit Grid-Dip-Meter .....	49
3.08 Systematische Fehlersuche .....	51
3.09 Spannungs- und Widerstandsmessungen .....	53
3.10 Mechanische Fehler .....	58
3.11 Fehlerbestimmung in der automatischen Feinabstimmung .....	59
3.12 Fehlersuche bei Brummeinstreuungen .....	62
<b>4 Fehlerbestimmung in UHF-Tunern</b> .....	63
4.01 Röhrentuner .....	63
4.02 Transistortuner .....	65
4.03 Fehlergrobbestimmung .....	67
4.04 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	67
4.05 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	68
4.06 Tuner-Test-Gerät .....	71
4.07 Fehlersuche im Oszillator- und Mischteil .....	71
4.08 Fehlersuche in der Vorstufe .....	73

4.09	Fehlersuche in Transistortunern .....	74
4.10	Fehlerbestimmung in der automatischen Feinabstimmung .....	76
4.11	Praktische Winke .....	77
<b>5</b>	<b>Fehlersuche im Zf-Verstärker .....</b>	<b>78</b>
5.01	Zf-Verstärker mit Röhren und Transistoren .....	78
5.02	Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	83
5.03	Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	85
5.04	Fehlersuche bei Zf-Verstärkern mit Transistoren .....	97
5.05	Praktische Winke .....	101
<b>6</b>	<b>Fehlersuche in der Videogleichrichtung und in der Videoendstufe .....</b>	<b>102</b>
6.01	Videogleichrichtung .....	102
6.02	Videoendstufe .....	105
6.03	Schwarzwertüberprüfung .....	109
6.04	Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	110
6.05	Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	110
6.06	Praktische Fehlersuche .....	122
6.07	Praktische Winke .....	124
<b>7</b>	<b>Fehlersuche an der Bildröhre .....</b>	<b>125</b>
7.01	Die Arbeitsweise der Bildröhre .....	125
7.02	Fehler durch Alterung .....	127
7.03	Fehler durch Elektrodenschluß, Unterbrechung und Isolationsfehler .....	128
7.04	Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	129
7.05	Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	129
7.06	Fehlersuche, wenn kein Bild vorhanden ist .....	131
7.07	Fehlersuche, wenn ein fehlerhaftes Bild vorhanden ist ..	133
7.08	Praktische Winke .....	136
<b>8</b>	<b>Fehlersuche in der getasteten Regelung .....</b>	<b>138</b>
8.01	Die Wirkungsweise .....	138
8.02	Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	141
8.03	Verzögerte Regelung .....	144
8.04	Kontrolle der getasteten Regelung .....	145
8.05	Praktische Winke .....	147

<b>9 Fehlersuche im Amplitudensieb</b> .....	150
9.01 Aufgaben und Wirkungsweise .....	150
9.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	154
9.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	155
9.04 Platinenwechsel oder Einzelteilreparatur .....	160
9.05 Praktische Winke .....	161
<b>10 Fehlersuche in der Zeilensynchronisation</b> .....	162
10.01 Synchronisationsschaltungen .....	162
10.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	166
10.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	167
10.04 Praktische Winke .....	171
10.05 Kontrolle des Halte- und Fangbereiches .....	173
10.06 Regelschwingungen .....	174
10.07 Praktische Winke .....	175
<b>11 Fehlersuche in Zeilengeneratoren</b> .....	176
11.01 Sinusgeneratoren und Multivibratoren .....	176
11.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	178
11.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	180
11.04 Praktische Winke .....	187
<b>12 Fehlersuche in der Zeilenendstufe</b> .....	190
12.01 Fehlerhäufigkeit und Ersatzteilbeschaffung .....	190
12.02 Spannungen, Ströme und Impulse in Zeilenendstufen ...	191
12.03 Prüfung ohne Eingriff in den Empfänger bei Fehlererscheinung „kein Bild“ .....	198
12.04 Prüfung mit Eingriff in den Empfänger bei Fehlererscheinung „kein Bild“ .....	198
12.05 Fehlersuche bei Fehlererscheinung „kein Bild“ .....	200
12.06 Prüfung ohne Eingriff in den Empfänger bei „fehlerhaftem Bild“ .....	200
12.07 Prüfung mit Eingriff in den Empfänger bei „fehlerhaftem Bild“ .....	204
12.08 Impulsfehler .....	205
12.09 Fehlersuche bei „fehlerhaftem Bild“ .....	207
12.10 Kontrolle und Fehler in der Bildbreitenautomatik .....	208
12.11 Praktische Winke .....	210
<b>13 Fehlersuche in der Bildsynchronisation</b> .....	211
13.01 Bildsynchronisationsschaltungen .....	211
13.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	213

13.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	214
13.04 Praktische Winke .....	218
<b>14 Fehlersuche in Bildgeneratoren .....</b>	<b>220</b>
14.01 Schaltungsarten .....	220
14.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	221
14.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	223
<b>15 Fehlersuche in der Bildendstufe .....</b>	<b>229</b>
15.01 Aufgabe der Bildendstufe .....	229
15.02 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	231
15.03 Fehlersuche .....	232
15.04 Praktische Winke .....	237
<b>16 Fehlersuche im Tonteil .....</b>	<b>246</b>
16.01 Das Paralleltonverfahren .....	246
16.02 Das Intercarrierverfahren .....	248
16.03 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät .....	250
16.04 Prüfung mit Eingriff in das Gerät .....	250
16.05 Fehlersuche .....	252
16.06 Ton-Zf-Verstärker mit Transistor .....	257
16.07 Praktische Winke .....	259
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>261</b>
<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>263</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>268</b>
<b>Tabellen-Anhang .....</b>	<b>am Schluß des Buches T 1...T 22</b>

# 1 Arbeitsablauf

## 1.01 Rationelle Arbeitsweise

War es in den vergangenen Jahren so, daß in jeder gutgeleiteten Werkstatt die Techniker ihren Ehrgeiz einsetzten, möglichst jedes in Reparatur kommende Fernsehgerät zu reparieren, ganz gleich, wieviel Zeitaufwand nötig war, so hat sich das inzwischen grundlegend gewandelt. Heute kommt es darauf an, in der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit möglichst viele Geräte instand zu setzen. Das ist nicht etwa möglich, indem schneller gearbeitet wird. Das würde zu vermehrten Kundenreklamationen führen.

*Hier hilft nur das sinnvolle Ausnutzen der Arbeitszeit in Verbindung mit dem Erwerb guter Fachkenntnisse und eines reichen Erfahrungsschatzes.*

Die Arbeitsmethoden müssen den Erfordernissen der Zeit angepaßt werden. Zwar steht der Techniker Neuerungen in seinem Arbeitsbereich immer erst skeptisch gegenüber. Das ist ganz natürlich und schützt vor unüberlegten Änderungen des Arbeitsablaufs. Sind die geplanten Neuerungen aber sinnvoll und vor allem für jeden Beteiligten – also für Arbeitgeber und Arbeitnehmer – erleichternd, und sind sie darüber hinaus eine folgerichtige Weiterentwicklung der bislang angewendeten Methoden, so dauert es nicht lange, und sie werden zur Selbstverständlichkeit. Kaum jemand möchte wieder im alten Stil arbeiten.

*Es ist deshalb bei Rationalisierungsbestrebungen sehr wichtig, behutsam und genau überlegt vorzugehen.*

Wird die Entwicklung im Arbeitsablauf bei der Radioreparatur zurückverfolgt, so lassen sich Anhaltspunkte finden. In den Radiowerkstätten waren anfangs Reparateure tätig, die – wie stolz gesagt wurde – einen „sechsten“ Sinn für das Auffinden der Fehler hatten, und es war wirklich erstaunlich, wie einige mit primitivsten Mitteln und in verhältnismäßig kurzer Zeit manchen schwierigen Fehler fanden, aber leider nur manchen.

Im Laufe der Zeit wurde durch Schulungskurse, durch die Berufsschule und durch gute Fachliteratur ein Technikernachwuchs herangebildet, der sich ein fundiertes theoretisches Fachwissen erarbeitete und die Fehler systematisch einkreiste und

suchte. Die alten Praktiker mit dem „sechsten“ Sinn wurden überholt. Die Fehler wurden systematisch gesucht.

Jetzt konnten alle Fehler in verhältnismäßig kurzer Zeit gefunden werden.

Nach Einführung des Fernsehens in Deutschland ergab sich eine bessere Ausgangssituation für Fernsehgeräte-Reparaturen, denn die bereits gründlich vorgebildeten Rundfunkmechaniker hatten ein solides Grundwissen einzusetzen. Die Fülle des neuen Stoffes aber und die neuen Probleme der Impulstechnik, verbunden mit dem stark gestiegenen Arbeitsanfall, ließen erst einmal wenig Zeit, sich mit den Problemen der Arbeitssystematik, Arbeitsteilung und Rationalisierung zu beschäftigen.

Inzwischen ist dieser Entwicklungsabschnitt abgeschlossen. Die Marktlage, die Konkurrenz und der Mangel an Spitzenkräften verlangen nach Rationalisierung und Arbeitssystematik. Die Einarbeitung in die Farbfernsehtechnik und die Wartung der allmählich mehr und mehr in die Werkstatt kommenden Farbfernsehgeräte binden darüber hinaus gerade die routinierten Spitzenkräfte, so daß es erforderlich ist, die Reparaturarbeiten in ein System zu bringen, das es auch jüngeren und weniger erfahrenen Technikern erlaubt, alle Fehler in kurzer Zeit zu finden.

Die *normale Reparaturleistung* liegt mittlerweile bei 8 bis 14 Fernsehempfängern pro Arbeitstag. In dieser Zahl sind allerdings auch Reparaturen enthalten, bei denen nur eine Röhre oder ein schnell auffindbares Einzelteil ausgewechselt werden muß. Die Reparatur solcher Geräte sollte jedoch den Werkstattbetrieb nicht belasten. Diese einfachen Mängel können direkt beim Kunden behoben werden. Dadurch sinkt die *Reparaturleistung in der Werkstatt* ab, denn die „leichten Fälle“ erreichen die Werkstatt nicht. So kann in der Werkstatt eine Durchschnittsleistung von vier bis acht Fernsehempfänger-Reparaturen erreicht werden.

Um jüngere Kräfte mit den Arbeiten allmählich vertraut zu machen, ist es empfehlenswert, daß der Werkstattleiter diesen Technikern leichtere Arbeiten zuteilt.

Wenn weiter die Fehler in den einzelnen Stufen des Fernsehgerätes systematisch nach einheitlichen Gesichtspunkten gesucht werden, ist ein Rahmen geschaffen, der eine gewisse Übersichtlichkeit und Klarheit ermöglicht.

*In dem Netz der verschiedenen Prüfungen fangen sich die Fehler.*

Die aufwendigen und schwierigen Fehlersuchmethoden werden nur für schwer feststellbare Fehler angewendet. Es ist bei-

spielsweise dann ausgeschlossen, daß sich nach langer, erfolgloser Reparaturzeit herausstellt, eine Röhre ist defekt. Darüber hinaus ist es besonders wichtig, die Fehlersuche selbst soweit wie möglich einheitlich und übersichtlich zu gestalten.

*Aufgabe bei der rationellen Fehlersuche ist es, vernünftig geordnete Wege zu finden, um Fehler nach einheitlichen Richtlinien auf dem kürzesten Weg festzustellen.*

In der Praxis heißt das, den Fehler anhand des Fehlerbildes und mit Hilfe einfacher Prüfungen der defekten Stufe zuzuordnen und ihn dann in dieser Stufe zu suchen. Dadurch wird erreicht, daß der Fehler ohne Umwege in einem begrenzten Raum festgestellt werden kann. Eine Zeitersparnis bei der Fehlersuche ergibt sich dann von selbst. Dem Techniker ist ein klar vorgezeichneter Weg bei der Fehlersuche gegeben. Weder langes Suchen in falschen Stufen noch Unsicherheit hemmen den Arbeitsablauf.

Auch die einzelnen anzuwendenden Prüfungen werden systematisch gegliedert. Anfangs werden die einfachen, schnell auszuführenden Prüfungen vorgenommen. Damit wird erreicht, daß einfach festzustellende Fehler auch mit einfachen Mitteln – und dadurch ganz nebenbei auch schnell – gefunden werden.

*Nur für wirklich schwierige Fälle werden die aufwendigeren Meßmethoden angewendet.*

So ist die Gewähr gegeben, daß nur wirklich schwer feststellbare Fehler mit vollem Aufwand aller zur Verfügung stehenden Mittel gesucht werden. Das bedeutet andererseits eine Schonung der Arbeitskraft. Es ist unmöglich, den ganzen Tag über voll angespannt mit ganzer Kraft Fehler zu suchen. Die geistige Anspannung wäre zu groß. Durch Abstufung der Fehlersuche bleibt der höchste Einsatz nur den wenigen schwierigen Fällen vorbehalten. Normale Reparaturen werden zur Routinesache und können zügig ohne außergewöhnlichen Aufwand durchgeführt werden.

Bei vielen Fehlern kann bereits aus dem Schirmbild oder der Art des fehlerhaften Tones auf die defekte Stufe des Gerätes geschlossen werden.

Damit ist die Ausgangsposition für eine rationelle Fehlersuche gegeben. Folgerichtig sollen aber auch alle anderen Fehler in dieser Weise – Bestimmung der fehlerhaften Stufe und Fehlersuche in dieser erkannten Stufe – gesucht werden. Bei leichteren Fehlern bestehen dabei keine Schwierigkeiten. Erst bei Fehlern,

die von vornherein nicht sofort einer Stufe zugeordnet werden können, tauchen Zweifel auf. Es kann passieren, daß längere Zeit ohne Erfolg an falscher Stelle gesucht wird.

Um das zu verhindern, wird jedes Fernsehgerät *reparaturtechnisch in Blöcken* gesehen. Jede Schaltung mit allen ihren Einzelheiten kann so entsprechend dem Blockschaltbild in einzelne Schalteilgruppen unterteilt betrachtet werden. Dann kann in dem engbegrenzten Rahmen des einzelnen Blocks der Fehler gesucht werden. Es herrscht Klarheit über den Ort des Fehlers, und zielstrebig und ohne Zweifel über die Richtigkeit des verfolgten Fehlersuchweges kann er festgestellt werden.

Darüber hinaus soll in der Folge auch noch *die jeweils erforderliche Anwendung der Meßgeräte* gezeigt werden. Auch in der Wahl der anzuwendenden Meßmittel sollte *abgestuft* vorgegangen werden. Dadurch werden die Klarheit und die Zielstrebigkeit bei der Fehlersuche wesentlich unterstützt, und überflüssige Messungen und Prüfungen können vermieden werden.

Die *Fehlergrobbestimmung* zur Feststellung des defekten Blockes, unterteilt in eine Bestimmung nach äußeren Merkmalen ohne Eingriff in das Gerät, ist deshalb die notwendige Voraussetzung einer einheitlich geordneten Fehlersuche.

Bei den Grobprüfungen braucht sich der Techniker noch nicht eingehend mit den Schaltungseinzelheiten zu befassen. Damit wird erreicht, daß der Techniker, der durcheinander alle Fabrikate, alle Typen und Jahrgänge von Fernsehgeräten auf seinen Arbeitstisch zur Reparatur bekommt, sich nur dann in das Schaltbild vertiefen muß, wenn es sich um einen schwierigeren Gerätefehler handelt. Es ist bei der Fülle der verschiedenen Schaltungsspezialitäten der einzelnen Firmen unmöglich, daß ein Techniker auf Anhieb alle Schaltungseinzelheiten aller Fabrikate und Jahrgänge kennt. Er braucht eine bestimmte Zeit, sich mit den Einzelheiten vertraut zu machen. Diese Zeit soll aber nur aufgewendet werden, wenn es wirklich erforderlich ist. Bei leichteren Fällen kann meist auf eingehendes Schaltungsstudium verzichtet werden, und deshalb soll die einfache Prüfung der Stufen einer etwa noch erforderlich werdenden eingehenden Fehlersuche vorangehen.

Mit Hilfe von *Blockschaltbildauszügen* wird bei der Fehlerbeschreibung in den einzelnen Stufen gezeigt, mit welchen Prüfungen und Messungen es möglich ist, einen auftretenden Fehler der jeweils richtigen Stufe zuzuordnen. Auch die vorzunehmenden Prüfungen für diese Feststellungen sind – soweit

erforderlich – geordnet in 1. leicht auszuführende Grobprüfungen, und 2. genaue Messungen, die bei schwierigen Fehlern angewendet werden müssen.

Der praktisch einzuschlagende Weg ist nur dann folgerichtig zu Ende zu gehen, wenn sich der Techniker klar darüber ist, welche Aufgaben den einzelnen Stufen im Gesamtrahmen des Fernsehgerätes zugedacht sind und wie die einzelne Stufe bei Fehlern reagiert. Deshalb soll sich die Fehlererkennung auch nicht darin erschöpfen, Fehlerbilder zu zeigen. Es sollen auch die Ursachen für den jeweiligen Fehler dargelegt werden, damit bei einem ähnlichen Fall mit abweichendem Erscheinungsbild die gleiche Ursache erkannt werden kann und der Fehler dadurch sofort der tatsächlich defekten Stufe zugeordnet werden kann. Es ist deshalb bei der folgenden Darstellung Wert darauf gelegt worden, soweit als möglich die Ursachen der Fehlererscheinungen herauszustellen.

Vorher sollen jedoch noch Probleme der Werkstätten und der allgemeinen Arbeitseinteilung besprochen werden, da auch im allgemeinen Ablauf einer Fernsehreparaturwerkstätte zeitliche Einsparungen erreicht werden können. Ein reibungsloses und übersichtliches Arbeiten kann dadurch gefördert werden.

## **1.02 Reparaturausführung**

Der Ablauf einer Fernsehreparatur geht in den einzelnen Betrieben unterschiedlich vor sich. Teilweise wird es vorgezogen, alle Geräte *in der Werkstatt* zu reparieren. Es handelt sich hierbei in erster Linie um Reparaturbetriebe, denen Geräte von Zulieferern – das sind Händler ohne Werkstatt oder Verkaufsbetriebe, die sich nicht mit Reparaturen befassen – gebracht werden.

Eine andere Gruppe von Technikern repariert möglichst alle Geräte *bei den Kunden im Hause*. Diese Betriebe sind meist in den Großstädten zu finden.

Eine dritte Gruppe, und dabei handelt es sich wohl um die größte Gruppe, repariert Geräte *mit leichten Fehlern im Haus des Kunden* und nimmt die Geräte *mit schwierigeren Fehlern* oder solchen, die sich in einer bestimmten Zeit nicht finden lassen, *mit in die Werkstatt*. Diese Art der Reparatur hat sich beispielsweise in Amerika durchgesetzt und wird wahrscheinlich auch in Deutschland immer mehr Anhänger finden.

Für den Reparaturtechniker ist es zwar am bequemsten, wenn er alle Reparaturen in die Werkstatt bekommt. Andererseits

ist es zu umständlich, Geräte über größere Transportstrecken abzuholen, um dann lediglich eine Röhre auszuwechseln. Die Konstruktionen der Geräte und die Toleranzen in der Röhrenherstellung sind heute so günstig, daß es nur noch in seltenen Fällen erforderlich ist, nach einem Röhrenwechsel Nachstimmarbeiten vorzunehmen.

Die allmählich steigende Konkurrenz wird den „alles-in-der-Werkstatt“ reparierenden Techniker dazu zwingen, diesen bequemerem Reparaturweg zu verlassen. Wenn im selben Bezirk ein gleich guter Techniker Reparaturen teilweise im Hause ausführt, so werden die Kunden diesen rufen, denn vom Standpunkt des Kunden aus gesehen wird der Hausreparatur der Vorzug gegeben. Dabei soll die Reparatur im Haus des Kunden nicht in jedem Fall das erstrebenswerte Ziel sein.

Reparaturen, die eine bestimmte Zeitspanne übersteigen, sollten in einer gut eingerichteten Werkstätte ausgeführt werden. Es ist nicht möglich, Messungen im Hause des Kunden rationell durchzuführen. Die Gefahr, daß der Fehler zu umständlich und zu zeitraubend gesucht wird, ist groß. Deshalb ist zu empfehlen:

Übersehbare, leichte Reparaturen sind im Hause des Kunden auszuführen,  
Reparaturen, die voraussichtlich länger als eine halbe Stunde dauern werden, sind zur Erledigung in die Werkstatt mitzunehmen.

Bei dieser Reparaturaufteilung ist es weitgehend möglich, rationell zu arbeiten. Ausnahmen von dieser Regel sind angebracht, wenn es sich um große, schwer transportable Truhen handelt, bei denen eine längere Ausbauezeit für das Fernsehchassis erforderlich ist, oder bei Reparaturen, bei denen sehr lange Transportwege nötig sind. In diesen Fällen wird zweckmäßigerweise die Reparaturzeit im Hause des Kunden erhöht.

Weil dadurch Geräte mit leichten Fehlern den Werkstattbetrieb nicht belasten, ist es zwar nicht möglich, größte Reparaturzahlen pro Arbeitstag in der Werkstatt zu erreichen. Andererseits kann sich der Werkstatt-Techniker besser auf seine wesentliche Arbeit, die Fehlersuche, konzentrieren. Er braucht nicht ständig Geräte zu holen und wegzubringen.

Falsch wäre es, bei der Fehlersuche den Zeitaufwand nach Minuten oder gar nach Sekunden messen zu wollen. Damit könnte genau das Gegenteil vom Erwarteten erreicht werden. Der Fehler würde unter Umständen nicht mit aller gebotenen

Umsicht und dem erforderlichen Blick für Nebenerscheinungen gesucht. Die Folgen wären Kundenreklamationen. Auch dieses Thema verdient einige Betrachtungen.

### 1.03 Kundenreklamationen

Es gibt keinen Fernsehreparaturen ausführenden Betrieb, der keine Reklamationen kennt. Allein aus dem prozentualen Anteil an der Gesamt-Reparaturzahl und der Art der Erledigung der Reklamationen kann ein Urteil über den Betrieb abgegeben werden.

Ziel eines gutgeleiteten Betriebes muß es sein, die Reklamationen auf ein Mindestmaß zu bringen. Es lassen sich folgende Arten der Reklamationen unterscheiden:

1. Berechtigte Kundenreklamationen, hervorgerufen durch unsachgemäße Reparaturausführung;
2. Unberechtigte Kundenreklamationen, oft hervorgerufen durch falsche Behandlung des Kunden bei der Reparaturabwicklung;
3. Reklamationen, die ihre Ursache in einer veränderten Grundeinstellung des Fernsehgerätes nach der Reparatur haben.

Solide Ausbildung und ständige technische Weiterbildung durch Fachbücher, Fachzeitschriften und Werksmittelungen sowie lange Erfahrungen können erreichen, daß dem Techniker nur selten „Kunstfehler“ unterlaufen, so daß es kaum zu berechtigten Kundenreklamationen der ersten Art zu kommen braucht.

Bei der zweiten Gruppe sind die Ursachen meist psychologischer Natur. Es gibt Antipathien auf den ersten Blick, und wenn ein ohnehin empfindlicher Kunde einmal nicht so zuvorkommend behandelt wird, wie er es erwartet, so wird er möglicherweise die ausgeführten Arbeiten sehr kritisch überprüfen. Er wird dann bestimmt etwas finden, was er glaubt bemängeln zu können. Der Techniker sollte jedoch seinerseits nicht den Fehler machen und alle reklamierenden Kunden dieser Gruppe zurechnen. Sie umfaßt bei einem gutgeleiteten Betrieb nur eine ganz kleine Zahl von Kunden.

Durch Schulung im Umgang mit den Kunden und die Einteilung entsprechend geeigneter Techniker für den Außendienst läßt sich die Zahl dieser Reklamationen vermindern.

Die größte und wohl auch problematischste Gruppe der Reklamationen betrifft *Fehleinstellungen*. Es ist unmöglich, ein Fern-

sehgerät so einzustellen, daß jeder bei der Reparatur nicht anwesende Kunde beim späteren Einschalten des Gerätes sagt: So ist das Gerät richtig und kontrastreich eingestellt.

Durch das Anbringen beispielsweise des Kontrast- und Helligkeitsreglers als jedermann zugängliche Bedienungsorgane hat der Gerätehersteller schon die Möglichkeit geschaffen, diese Einstellung individuell und unterschiedlich vorzunehmen. So wird es leider auch immer wieder Kunden geben, die nach einer erfolgten Reparatur die Kontrasteinstellung bemängeln und selbst nicht in der Lage sind, den Regler so zu stellen, wie es ihnen am angenehmsten ist. Es passiert auch, daß ein Sender kurzzeitig ausfällt. Kunden, deren Gerät gerade kurze Zeit vorher in Reparatur war, werden dann oft nicht abwarten, bis das Bild wieder normal zu sehen ist, sondern sie glauben, das Gerät sei immer noch fehlerhaft. Wenn ein Sender auf UHF empfangen wird, verdrehen sie die Tunereinstellung und sind dann oft nicht in der Lage, den richtigen Sender wieder einzustellen. Eine Reklamation ist die Folge. In diesem Falle hilft nur ständige Kundenberatung und Großzügigkeit bei der Abwicklung der Reklamation.

Anders ist es, wenn Automateinrichtungen, wie Zeilen- und Bildfang oder Feineinstellung, nach der Reparatur nicht einwandfrei funktionieren. Das sind berechtigte Reklamationen. Diese bei modernen Geräten meist automatisch ablaufenden Gerätefunktionen sollten bei Reparaturen in der Werkstatt nach deren Beendigung sicherheitshalber überprüft werden. Damit kann erreicht werden, daß diese Art von Reklamationen nur sehr selten vorkommt.

Jeder Betrieb sollte Kundenreklamationen genau überwachen. Sie sind das Barometer, das anzeigt, ob der Betrieb gut oder schlecht arbeitet, und jeder aufmerksame Betriebsinhaber kann es selbst leicht ablesen. In der Zukunft wird die Konkurrenz für die Reparaturbetriebe immer größer, und wer heute noch konkurrenzlos ist, wird bei Nichtbeachtung des „Reklamationsbarometers“ leicht Schwierigkeiten bekommen.

#### **1.04 Reparaturanfall**

Immer häufiger wird die Forderung erhoben, die Reparaturen nicht nur fachgerecht, sondern auch *schnell* auszuführen. Während eine langsam arbeitende Werkstätte, d. h. eine Werkstätte, die zur Ausführung einer Reparatur mehrere Tage benötigt, kontinuierlich arbeiten kann, muß sich eine schnell arbeitende

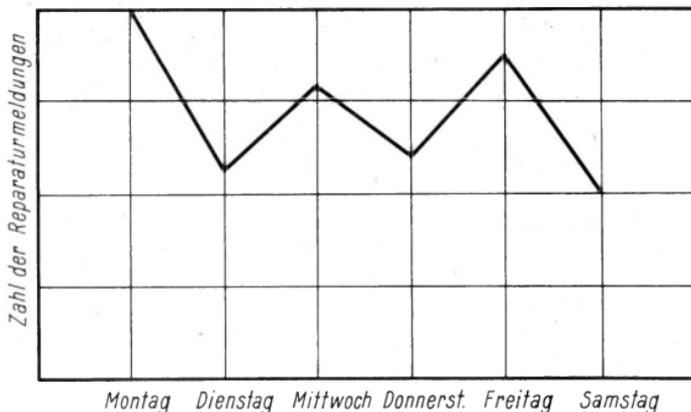


Bild 1.04-1. Durchschnittliche telefonische Reparaturmeldungen im Laufe einer Woche

Werkstätte an den unterschiedlichen Reparaturanfall anpassen. Es ist deshalb wichtig, diese Unterschiede in der Zahl der täglich auszuführenden Reparaturen zu beobachten und daraus zu lernen, welche Maßnahmen jeweils vorsorglich ergriffen werden können, um bei Stoßbetrieb von vornherein Überstunden, Hetze bei der Arbeit und hektisches Arbeitstempo zu vermeiden. Das nämlich sind meist die Ursachen gesteigerter Kundenreklamationen, und wenn es auch nicht möglich sein wird, diese Erscheinungen ganz zu vermeiden, so kann durch vorsorgliche Maßnahmen wesentliche Erleichterung geschaffen werden.

Auf Grund mehrjähriger Arbeitsstudien wurden für einen mittleren Reparaturbetrieb, der Reparaturen aller Fabrikate ausführt, Werte entsprechend **Bild 1.04-1** und **1.04-2** ermittelt. In den Angaben sind Garantiereparaturen nicht gesondert behandelt worden. Es erscheinen also immer Durchschnittsangaben, die bei Kundendienststellen, die vorwiegend Garantiereparaturen ausführen, etwas anders aussehen.

In Bild 1.04-1 sind die telefonischen Reparaturmeldungen einer Durchschnittswoche ausgewertet worden. Die Durchschnittswoche wurde ermittelt, indem alle Reparaturmeldungen eines Jahres aufgezeichnet wurden, um daraus die resultierende Kurve zu errechnen. Dabei machen sich Schwankungen, die durch einzelne Sendungen oder Sendefolgen hervorgerufen werden, nicht bemerkbar. Das sollte der Sinn der Ermittlungen sein. Es sollte festgestellt werden: An welchen Wochentagen ist der Werkstattbetrieb voll, und wann ist er weniger ausgelastet? Dem Werk-

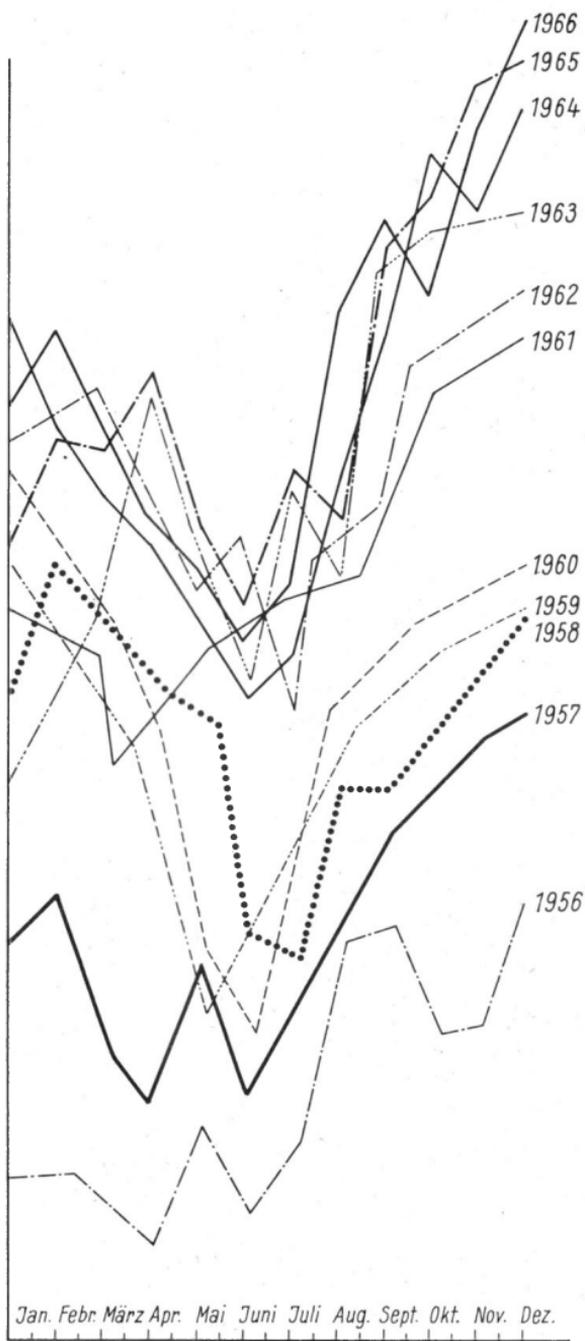


Bild 1.04-2. Durchschnittliche Reparaturfälle im Laufe eines Jahres

statteiler ist es dadurch möglich, bei der Arbeitseinteilung das natürliche Auf und Ab der Reparaturereignisse zu berücksichtigen. Ob in der Werkstatt samstags gearbeitet wird oder nicht, blieb unberücksichtigt, denn es handelt sich um Kundenmeldungen, die auch samstags angenommen wurden. Interessant dürfte sein, daß dienstags und donnerstags weniger neue Reparaturfälle gemeldet werden. Bei guter Arbeitseinteilung ist es dadurch möglich, den Arbeitsablauf stetig zu gestalten.

In Bild 1.04–2 ist der durchschnittliche Anfall an Reparaturen im Laufe des Jahres aufgezeichnet worden. Hier lassen sich deutliche Spitzen erkennen, die auf Sendungen unterschiedlicher Qualität und auf Wettereinflüsse zurückzuführen sind. Ein verregneter Sommer bringt im Herbst hohe Reparaturumsätze. Als ruhigste Monate können März, April, Mai und Juni festgestellt werden, während es im Monat August wider Erwarten sehr viele Reparaturen auszuführen gibt.

Urlaub, Arbeiten zur Verbesserung des Arbeitsablaufes, Werkstattarbeiten, intensive Lehrlingsausbildung und Arbeiten, die zeitlich nicht festgelegt sind, können in die arbeitsruhigen Monate verlegt werden. Die Monate mit dem höchsten Arbeitsanfall werden freigehalten, damit volle Arbeitsleistung der Werkstatt gewährleistet ist und trotzdem keine größeren Überlastungen vorkommen. So können theoretische Überlegungen in der Praxis nutzbar gemacht werden.

### 1.05 Werkstattstatistik

Während sich die vorangegangenen, grundlegenden Betrachtungen für den allgemeinen Arbeitsablauf nutzbar machen lassen, sollen die folgenden Betrachtungen den Fehlern im Fernsehgerät gelten. Die daraus zu ziehenden Schlüsse lassen sich bei der täglichen Arbeit in der Werkstatt nutzbar machen. Eine vom Verfasser schon im Jahre 1960 aufgestellte und in der „Funkschau“ veröffentlichte Statistik wurde laufend ergänzt. Es wurde der für die Fehlersuche und Fehlerbehebung erforderlich gewesene Zeitaufwand ermittelt und prozentual in Beziehung gesetzt (**Bilder 1.05–1** und **1.05–2**). Absolute Zahlen wären allgemein nicht so interessant, da doch zwischen erfahrenen, älteren und weniger erfahrenen, jüngeren Technikern große Differenzen vorhanden sind. Der prozentuale Anteil der Fehlersuchzeit an den einzelnen Stufen eines Fernsehgerätes stimmt aber erfahrungsgemäß überein.

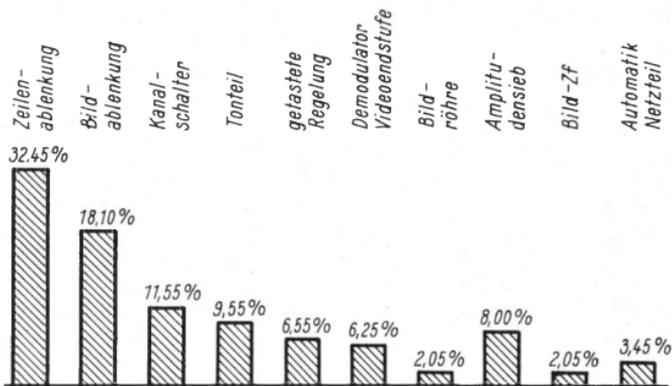


Bild 1.05-1. Prozentualer Fehleranteil der einzelnen Stufen bei der Fernsehreparatur

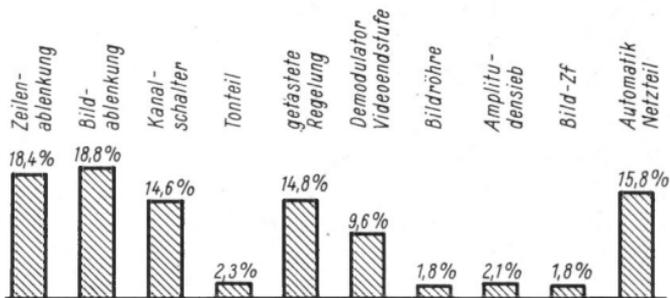


Bild 1.05-2. Prozentuale Fehlersuchzeit in den einzelnen Stufen eines Fernsehgerätes

Beim Vergleich der beiden Statistiken fällt auf, daß der erforderliche Aufwand an Arbeitszeit nicht immer mit dem prozentualen Anteil der Fehler übereinstimmt. Das ist damit zu erklären, daß Fehler in einigen Teilen des Fernsehgerätes leichter und in anderen wieder schwieriger festzustellen sind. Beispielsweise wirken sich Fehler im Zeilenablenkteil meist so offensichtlich aus, daß eine Fehlerbestimmung nicht so schwer fällt wie in den Schalteilen der getasteten Regelung. Bei Rationalisierungsbestrebungen ist denjenigen Teilen des Gerätes deshalb besondere Aufmerksamkeit zu widmen, in welchen prozentual die längste Zeit gearbeitet wird. Das sind in erster Linie Kanalschalter, getastete Regelung und Automaten. Bei letzteren liegt das vor allem daran, daß immer wieder neue Automatikschaltungen

gen entwickelt werden und es dem Reparaturtechniker nicht leicht fällt, die Absichten des Konstrukteurs in jedem Fall schnell zu erkennen. Dadurch sind diese Schaltungsbesonderheiten nicht so geläufig wie die Grundschaltung, und es ist vermehrter Zeitaufwand im Reparaturfall erforderlich.

Bei der Besprechung der einzelnen Stufen der Geräte sind diese hier erkannten Schwierigkeiten weitgehend bei der Fehlerbeschreibung berücksichtigt worden.

## 2 Arbeitserleichterungen

### 2.01 Schaltungssammlung

Viel Zeit kann bei Reparaturen eingespart werden, wenn die *Schaltungssammlung* übersichtlich geführt wird. Ein großes Hemmnis im Reparaturablauf ist es, wenn vor jeder Reparatur Ordner von vorn nach hinten durchsucht werden müssen, um die gewünschte Schaltung zu finden. Wie oft verzichtet der Techniker auf diese Suche, weil er anfangs glaubt, ohne Schaltung auszukommen, um dann später doch noch die Schaltung zu Hilfe nehmen zu müssen. Die Suchzeit im Gerät ohne Schaltung ist dann nutzlos vertan. Wenn die gewünschte Schaltung dagegen in wenigen Augenblicken zur Verfügung steht, wird sie auch sofort zur Hand genommen.

Mehrere Firmen haben vorbildliche Kundendienstunterlagen, aber jede Firma hat ihr eigenes System der Ordnung. Meist sind die Schaltungen jahrgangweise zusammengestellt; es gibt aber auch Zusammenfassungen nach Typen. Dabei muß wieder zwischen dem Verkaufsnamen des Gerätes (z. B. Markgraf, Konsul, Konstanz) und der Typenbezeichnung unterschieden werden (z. B. F 602, STL 13, T 127). Dem Kundendiensttechniker des betreffenden Werkes machen diese Unterschiede nicht die geringsten Schwierigkeiten. Er kennt durch ständiges Arbeiten mit den einzelnen Gerätetypen Jahrgänge, Gerätenamen und Typenbezeichnungen. Der Reparaturtechniker aber, der fünfzehn oder mehr Fabrikate repariert, hat es nicht so leicht. Es gibt in jeder Werkstatt Fabrikate, die nur selten zur Reparatur kommen, und bei diesen Geräten ist es dann nicht so einfach, die Bezeichnungen und Jahrgänge im Kopf zu behalten. Der junge Techniker oder Lehrling, der vielleicht die Schaltung suchen soll, weiß naturgemäß noch weniger. Deshalb ist eine einheitlich ausgerichtete Schaltungssammlung äußerst wichtig. Der Aufbau kann wie folgt vorgenommen werden.

Die Sammlung wird unterteilt in:

1. Fernsehempfänger,
2. Rundfunkempfänger,
3. Koffergeräte,
4. Tonbandgeräte.



Die Schaltungen werden je Fabrikat fortlaufend numeriert. Die Nummern werden mit einem großen Stempel (ca. 3 cm hoch) an der rechten oberen Kante des Schaltbildes auf der Vorder- und Rückseite angebracht (**Bild 2.01–1**). Außerdem wird ein Register der einzelnen Nummern aufgestellt, so daß auf einem Blatt eine Übersicht der vorhandenen Schaltungen mit Gerätenamen und Typenbezeichnung zusammengefaßt ist. Diese einzelnen Blätter (normalerweise je Fabrikat ein Blatt) werden in einem Registerordner abgelegt. Es empfiehlt sich, diese Blätter in eine durchsichtige Kunststoffolien-Hülle zu legen, damit sie auch noch nach längerer Zeit ordentlich und sauber aussehen (**Bild 2.01–2**).

Die Schaltungen werden in Ordnern zusammengefaßt (**Bild 2.01–3**). Ist ein Ordner voll, wird für die fortlaufend nummerierten Schaltungen ein zweiter und – wenn erforderlich – ein dritter und vierter Ordner genommen. Auf den Ordner werden die Zahlen mit dem gleichen Stempel wie bei den Schaltungen aufgebracht, und zwar jeweils die erste und letzte Schaltung, die sich im Ordner befindet. Der letzte Ordner eines Fabrikats hat nur die Anfangszahl. Die Endzahl fehlt, da die Schaltungen fortlaufend je nach dem Herauskommen neuer Gerätetypen weiter numeriert werden.

Hier setzt nun die rationelle Arbeitsweise ein. Die neuen, bei den Werken in unregelmäßigen Abständen erscheinenden Kundendienstanweisungen und Schaltungen werden in einem besonderen Fach gesammelt. Es ist bei dem schon geschilderten ungleichmäßigen Arbeitsanfall in der Werkstatt nicht möglich und auch nicht ratsam, jede ankommende Schaltung sofort abzustempeln und einzuordnen. Es ist besser, die neuen Unterlagen in einem besonderen Fach zu sammeln und, wenn eine größere Stückzahl vorhanden ist und es gerade die Zeit erlaubt, sie dann einzuordnen.

Genauso ist es mit den gebrauchten Schaltungen. Es ist rationeller, auch diese Schaltungen in einem anderen Fach zu sammeln und beispielsweise am Wochenanfang, wenn am wenigsten Arbeit vorhanden ist, wieder richtig einzuordnen. Der Techniker ist nun einmal kein Büroangestellter, und er befaßt sich meist nur ungern mit derartigen Arbeiten. Es würde deshalb häufig vorkommen, daß die Unterlagen irgendwo herumliegen und gesucht werden müssen. In ein Fach aber wird der Techniker die gebrauchte Schaltung schon schnell legen, denn

12 Grotis - Persuchen

1	P 6		
2	P 8	F 10	
3	Kerwitz	Regent	
4	Maderin	Kerwitz	
5	Landgraf	F 39	
6	Kerwitz	F 37	F 40
7	Kerwitz	F 17	F 41
8	Kerwitz	F 27	F 42
9	Landgraf	F 167	F 43
10	Pfuriach	F 107	F 44
11	Gouverneur	F 201	F 45
12	Reichgraf	F 251	F 46
13	Burggraf	F 241	F 47
14	Burggraf	F 245	F 48
15	Reichgraf	F 261	F 49
16	Burggraf	F 251	F 50
17	Kerwitz	F 187	F 51
18	Pfuriach	F 207	F 52
19	F 445 - A 8		F 53
20	Burggraf	F 445 D	F 54
21	Burggraf	F 505	F 55

12 Grotis - Persuchen

22	Kerwitz	F 522 Z	Essellum	F 525 Z
23	Burggraf	F 515	Kallif	F 525
24	Burggraf	F 544	Mahreni	F 525
25	Pfuriach	F 207		
26	Burggraf	F 405 D		
27	Gouverneur	F 205		
28	Landgraf	F 29		
29	Gouverneur	F 405 D		
30	Reichgraf	F 602 (Chassis 611 F)		
31	Burggraf	F 605		
32	Chassis	650 F		
33	Chassis	611 F		
34	Chassis	711 F		
35	Chassis	710 F		
36	Chassis	650 F		
37	Peer	F 704		
38	Kerwitz	F 725		
39				

Bild 2.01-2. Registerordner mit Folienhüllen



Bild 2.01-3. Schaltungssammlung in Ordnern

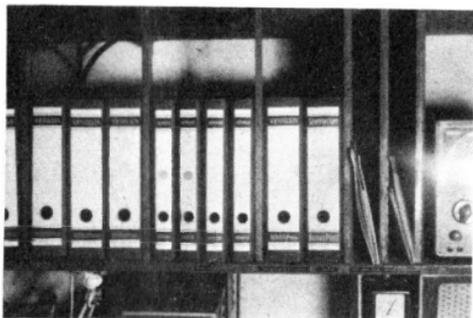


Bild 2.01-4. Reserve-Ordner, Registerordner, Ordner für Kundendienstmitteilungen und Service-Aufzeichnungen sowie Fächer für neue und abgelegte Schaltungen

dann hat er seinen Arbeitsplatz wieder frei für die nächste Arbeit.

Bei den gebrauchten, abzulegenden Schaltungen soll der Zeitraum, in dem die Unterlagen wieder eingeordnet werden, nicht zu groß sein – höchstens eine Woche –, da es sonst vorkommen kann, daß eine Schaltung wieder gebraucht wird und nicht im Ordner ist. Sehr schlimm ist das allerdings auch nicht, denn sie kann sich dann ja nur in dem Fach für gebrauchte Schaltungen befinden.

Damit die Ordner immer denselben Platz bekommen, werden sie nochmals mit kleinen Zahlen numeriert, und zwar bekommt jedes Fabrikat eine Zahl. Sind von einem Fabrikat mehrere Ordner vorhanden, dann werden sie mit kleinen Buchstaben unterschieden, also beispielsweise 6a, 6b, 6c. Das ist deshalb wichtig, weil im Laufe der Zeit Ordner eingeschoben werden müssen, um die Sammlung erweitern zu können. Bei einer durchlaufenden Numerierung würde sofort alles in Unordnung kommen. Wenn das Regal, in dem die Ordner untergebracht sind, jeweils höchstens vier Ordner fest zusammenstehen läßt, so daß beim Herausnehmen nur drei Ordner umfallen könnten, ist diese

Numerierung von untergeordneter Bedeutung; denn dann ist an der Lücke zu erkennen, wo der Ordner seinen festen Platz hat.

Die vier Registerordner werden am leichtest zugänglichen Platz abgestellt, da sie am meisten gebraucht werden. Vorteilhaft ist es ferner, einige Reserveordner mit einzuplanen, damit bei einer Erweiterung, die ja in jedem Falle nötig sein wird, keine Schwierigkeiten auftreten.

Die vier verschiedenen Gruppen werden am besten noch zusätzlich mit Farbpunkten unterschieden:

Fernsehgeräte roter Punkt,  
Rundfunkgeräte kein Punkt,  
Koffergeräte gelber Punkt,  
Tonbandgeräte blauer Punkt.

Das ist sehr leicht mit selbstklebenden, in jedem Büromaterialgeschäft erhältlichen Farbpunkten zu machen. Die Punkte werden auf die Ordner aufgedrückt, und dadurch ist ein Verwechseln der einzelnen Gruppen nicht mehr möglich, denn die einzelnen Fabrikate erscheinen ja eventuell viermal, also in jeder Gruppe einmal.

In **Bild 2.01—4** ist die rechte, untere Seite der Schaltungssammlung zu sehen. Ganz rechts befindet sich ein Fach für gebrauchte Schaltungen; links daneben ist das Fach für neue Schaltungen, die noch eingruppiert werden müssen. Weiter links sind zwei Ordner vorgesehen, von denen der linke Kundendienstmitteilungen der einzelnen Werke enthält, während im rechten Aufzeichnungen über schwierige Fehler abgelegt sind. Hat einmal ein Gerät einen ungewöhnlich schwierig festzustellenden Fehler gehabt, der aus dem Rahmen fiel, dann werden der Fehler, seine Ursache, das Fabrikat und die Type des Gerätes auf einem normalen Blatt Papier aufgezeichnet und in diesem Ordner abgeheftet. Im Laufe der Zeit wird das der wertvollste Ordner der Sammlung werden.

Wie oft passiert es, daß ein Gerät in Reparatur kommt, der Techniker sich das Fehlerbild ansieht und sagt: Den Fehler haben wir schon gehabt, wenn ich nur wüßte ... ? Hier schafft der Service-Ordner Abhilfe. Es kommt dann nicht mehr vor, daß schwierige Fehler zweimal gesucht werden müssen. Alle diese Fälle sind festgehalten und können sofort nachgesehen werden.

Die nächsten drei Ordner sind Reserveordner, die eingruppiert werden, wenn ein Ordner voll ist. Sind sie nicht vorhanden, so besteht die Gefahr, daß zuviele Schaltungen in Ordnern untergebracht werden, weil kein neuer zur Hand ist.

Wenn die Schaltungssammlung so in Ordnung ist, wird es nicht vorkommen, daß lange gezögert wird, eine Schaltung zu holen, und wertvolle Arbeitszeit kann besser ausgenutzt werden.

Auf den eingeordneten Schaltungen selbst können darüber hinaus bei der Reparatur einzelne Spannungen und Fehlermerkmale eingetragen werden. Bei längerem Gebrauch der Schaltung entstehen dadurch wichtige Hinweise für später nachfolgende Fälle.

## 2.02 Reparaturberichte

Über jede ausgeführte Fernsehreparatur muß ein Reparaturbericht geschrieben werden. Das ist erforderlich, um aufgrund dieser Unterlage die Rechnung zu erstellen. Es ist dies eine Zeit in Anspruch nehmende Tätigkeit, die täglich von jedem Techniker mehrmals erledigt werden muß. Da die Zahl der ausgeführten Reparaturen durch gewonnene Erfahrung steigt, wird es immer wichtiger werden, den Zeitaufwand für den Reparaturbericht klein zu halten.

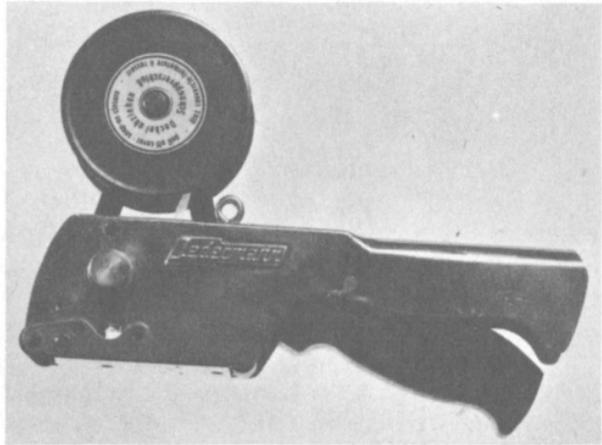
In mittleren und größeren Betrieben ist es bisher üblich, daß der Techniker verschiedene schriftliche Arbeiten ausführt und zwar folgende:

1. die Erfassung der Reparatur mit Zeitaufwand in einem Arbeitsbuch als Unterlage für die Lohnabrechnung;
2. den Reparaturbericht als Unterlage für die Rechnungserteilung;
3. die Ersatzteilanforderung.

Wenn berücksichtigt wird, daß Techniker meist Schreibarbeiten nur als notwendiges Übel betrachten, wird klar, daß eine Erleichterung bei diesen Tätigkeiten nicht nur der Firma, sondern auch dem Techniker dient.

Eine sehr wesentliche Hilfe stellt das Arbeiten mit einem Buchstaben- und Zahlenstempel dar. Gut eignet sich hierfür das für die Preisauszeichnung konstruierte Jedermann-Gerät, Hersteller: Meto, Hirschhorn, **Bild 2.02-1**. Es ist ein handliches Gerät, mit dem automatisch, d. h. durch einen Handdruck, kleine, gummierte Zettel in der Größe  $1 \times 2$  cm mit zwei Buchstaben und vier Zahlen bedruckt und auf jede gewünschte Stelle aufgeklebt werden können. Die Wahl der gewünschten Buchstaben und Zahlen erfolgt ganz einfach durch Einstellen von sechs Rändel-Ringen, auf denen die einzelnen Ziffern und Zahlen angebracht sind.

Bild 2.02-1. Jeder-  
mann-Zahlen- und  
Buchstaben-Etiket-  
tierapparat



Wird nun ein Fehlerschlüssel zu Hilfe genommen, so kann der ganze Reparaturbericht in kurzer Zeit gedruckt und beliebig oft aufgeklebt werden. Wichtig ist dabei nur die Aufstellung des Fehlersuchschlüssels. Er muß so einfach wie möglich gehalten sein, damit jeder Lehrling schon nach kurzer Zeit die für die Fehler verwendeten Zahlen und Buchstaben auswendig weiß.

Es genügt vollkommen, wenn aus dem Fehlerschlüssel ersichtlich ist, das beispielsweise im Amplitudensieb ein Kondensator ausgewechselt wurde. Wenn der defekte Kondensator mit Tesafilm auf den Adressenzettel des Kunden geklebt wird, ist auch der Wert des ausgewechselten Kondensators ersichtlich. Ein Fehlerschlüssel, der sich gut bewährt hat, ist in **Bild 2.02-2** zu sehen.

Mit *Buchstaben* werden die einzelnen Teile eines Fernsehgerätes bezeichnet, so daß es möglich ist, den *Fehlerort* zu bestimmen. Mit *Zahlen* werden die *Teile* und *Fehlerarten* benannt.

Einige Beispiele sollen das näher erläutern:

- A 1 = Röhre im VHF-Kanalschalter ausgewechselt,
- C 2 = Kondensator in der Videoendstufe ausgewechselt,
- L 7 = Kurzschluß in der Bildendstufe beseitigt,
- D 9 = Unterbrechung in der getasteten Regelung beseitigt,
- 74 = Kurzschluß beseitigt, Gleichrichter ausgewechselt.

Da es mit dem Etikettierapparat möglich ist, zwei Buchstaben und vier Zahlen zu drucken, so können auch mehrere Fehler oder solche, bei denen mehrere Teile ausgewechselt wurden, dargestellt werden.

1	Buchstabe = Stufe	Zahl = Fehler
A	Kanalschalter	1 Röhre oder Transistor
B	Zf	2 Kondensator
C	Videoendstufe	3 Widerstände
D	getastete Regelung	4 Gleichrichter
E	Amplitudensieb	5 Diode
F	Zeilensynchronisation	6 Zeilentransformator
G	Zeilenendstufe	7 Kurzschluß
K	Bildsynchronisation	8 Feinschluß
L	Bildendstufe	9 Unterbrechung
M	Ton-Zf und Endstufe	10 Abgleich
N	UHF-Tuner	

Bild 2.02-2. Einfacher Fehlerschlüssel

Beispiele:

- B 23 = Kondensator und Widerstand im Zf-Teil ausgetauscht,
- F 332 = Zwei Widerstände und einen Kondensator in der Zeilensynchronisation ausgetauscht,
- AN 110 = Röhre im VHF-Kanalschalter ausgetauscht, UHF-Tuner abgeglichen,
- G 623 = Zeilentransformator sowie Widerstand und Kondensator ausgetauscht,
- EF 25 = Kondensator im Amplitudensieb ausgetauscht, Diode in der Zeilensynchronisation ausgetauscht,
- LM 821 = Feinschluß in der Bildendstufe beseitigt, defekten Kondensator ausgetauscht, Röhre im Tonteil ausgetauscht.

Bei zwei Fehlern kann durch Leerstellen von einzelnen Zahlenreihen unterschieden werden, welche Zahl zu welchem Buchstaben gehört, so daß Verwechslungen vermieden werden.

Die letzte Zahl gibt an, welcher Techniker die Reparatur ausgeführt hat. Jeder Techniker hat eine für ihn bestimmte Zahl, die auch sonst als Kurzzeichen verwendet wird. Sollte eine Werkstatt mehr als zehn Techniker beschäftigen, so kann ein zweiter

Stempler benutzt werden, der mit roter Farbe druckt. So ist es möglich, die Zahl der Techniker, die auf diese Weise arbeiten, zu verdoppeln.

Ein Arbeitsbericht sieht dann folgendermaßen aus:

EK 123

Das würde bedeuten, daß der Techniker 3 an dem Gerät eine Röhre im Amplitudensieb ausgewechselt hat und ferner ein Kondensator im Bildsynchronisationsteil ausgewechselt wurde.

Es ist auch möglich, die Arbeitszeit für die Reparatur mitzudrucken, und zwar dann, wenn man sich darauf beschränkt, auf jedem Zettel einen Fehler anzugeben. Hat das Gerät mehrere Fehler, so werden in diesem Fall zwei oder mehr Zettel ausgestellt, eine Mehrarbeit, die sehr schnell zu bewerkstelligen ist. Der Bericht sieht dann so aus:

F 1 1.5 1

Techniker 1 hat im Zeilensynchronisationsteil eine Diode ausgewechselt. Der Zeitaufwand für die Reparatur betrug 1,5 Stunden.

Der Normalfall sollte aber wohl die Fehlerdarstellung ohne Arbeitszeit sein, da die Zeit aus dem Arbeitsbuch ersichtlich ist; sie wird hier fortlaufend mit Datum und Kundenname festgehalten.

Hin und wieder kommt es auch vor, daß ein Gerät mehr als zwei oder drei Fehler aufweist; dann kann ein zweiter Druckzettel zu Hilfe genommen werden. Dadurch ist es möglich, auch weitere Fehler kurz darzustellen.

Da nach der erfolgten einmaligen Einstellung beliebig viel Zettel mit den gewünschten Zeichen bedruckt werden können, ist es nicht nur möglich, den Reparaturbericht zu drucken, sondern auch gleichzeitig die schon erwähnten Arbeitsbücher und die Ersatzteilanforderung zu erstellen.

### **2.03 Röhrenentnahme**

Ein Beispiel hierfür sei die Röhrenentnahme. In vielen Werkstätten wird mit Prüfröhren gearbeitet. Der Arbeitsgang ist dabei folgender:

Die Röhre wird einem Schrank entnommen und dann versuchsweise in das zu reparierende Gerät eingesetzt. Stellt sich heraus, daß die alte Röhre defekt ist, wird ein Ersatzteil-Anforderungsbeleg ausgestellt und eine neue Röhre gleichen Typs geholt. Die versuchsweise eingesetzte Prüfröhre wird herausgezogen und in den Schrank zurückgebracht. Die neue Röhre

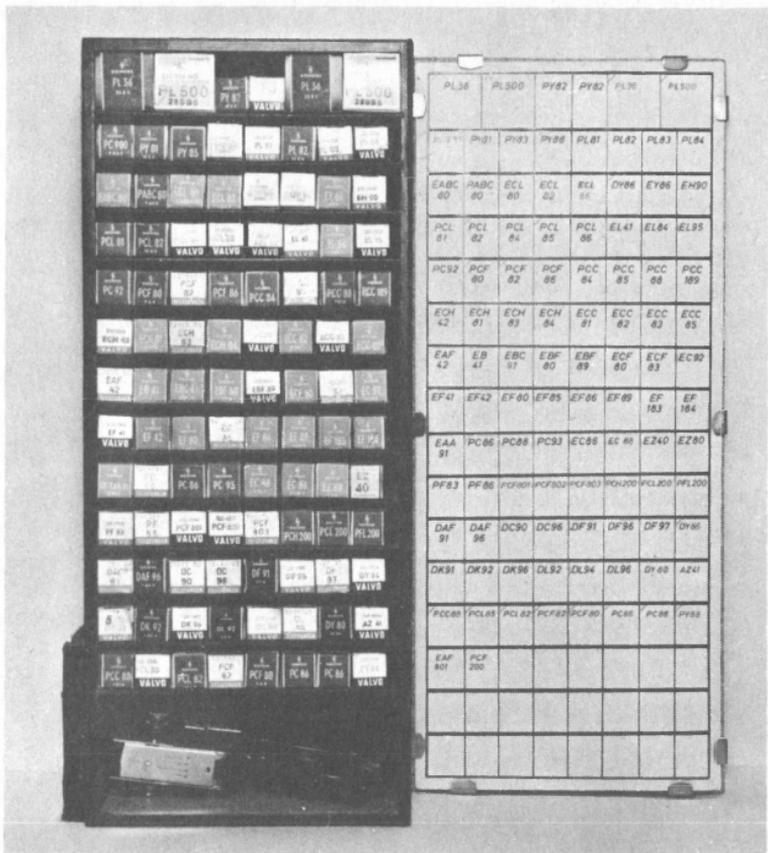


Bild 2.03-1. Anordnung eines Röhrenschrankes beim Arbeiten mit dem Etikettierapparat

wird aufgesteckt und das Gerät nochmals überprüft, ob der Fehler auch behoben ist.

Beim Arbeiten mit dem Etikettier-Apparat können diese Tätigkeiten wesentlich abgekürzt werden, und zwar wie folgt: Anstelle der Prüfröhren enthält der Schrank neue Röhren. Die benötigte Röhre wird entnommen und in das Reparaturgerät eingesetzt. Ist die alte Röhre defekt, bleibt die Röhre im Gerät, der Prüfungsbericht wird gedruckt und einmal auf eine seitlich angebrachte Glasscheibe, unter der die Röhrenbezeichnungen skizziert sind, aufgeklebt (**Bilder 2.03-1** und **2**). Damit ist die Arbeit beendet, und gleichzeitig sind der Reparaturbericht und die Unterlage zur Lohnabrechnung gedruckt.

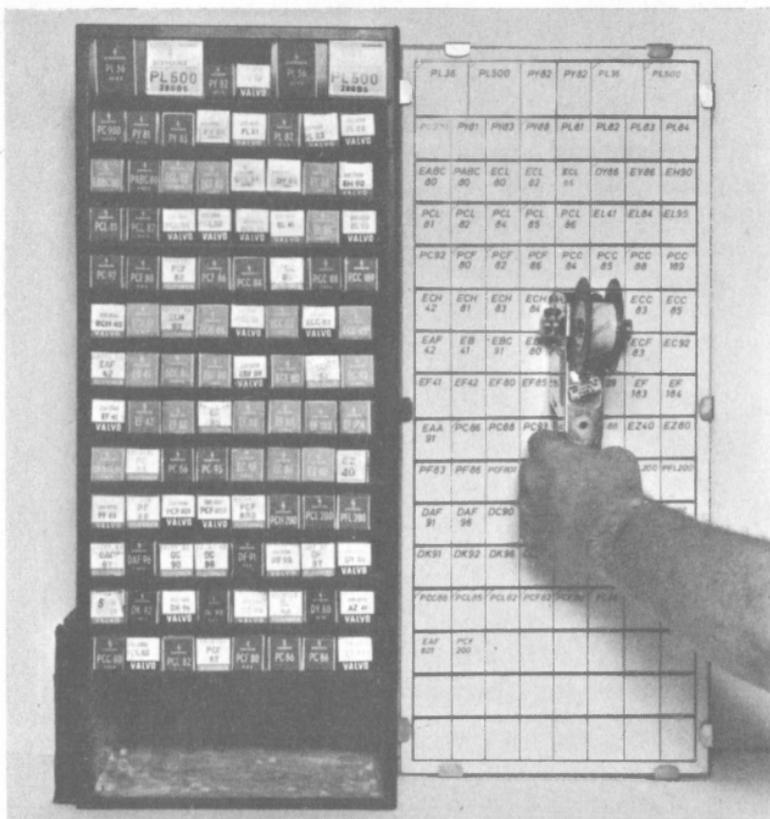


Bild 2.03-2. Stempeln bei der Röhrentnahme

Anhand des aufgeklebten Zettels ist ersichtlich, welcher Techniker die bestimmte Röhrentype für welchen Zweck entnommen hat. So ist einerseits eine lückenlose Kontrolle möglich und andererseits der Techniker von der lästigen Schreibearbeit entbunden.

Sollte es vorkommen, daß die entnommene Röhre nicht als Fehlerursache festgestellt wird, so wird diese in den Schrank zurückgelegt. Dieser Fall wiederholt sich höchstens zwei- bis dreimal, und das ist zu verantworten, denn das hat sogar für den Kunden noch den Vorteil, daß die Möglichkeit größer ist, Röhren herauszufinden, die schon als neu gelieferte Ware Fehler haben. Jeder Praktiker weiß, daß das leider nicht ausgeschlossen und auch unvermeidlich ist.

Durch das Arbeiten mit dem Etikettierapparat und durch das Ineinandergreifen von Arbeitsbericht, Arbeitsabrechnung und Ersatzteilbeschaffung kann eine sehr wesentliche Verbesserung in der Arbeitszeitausnutzung erfolgen, die von allen Technikern und Lehrlingen als Erleichterung empfunden wird. Ganz besonders die Lehrlinge können mit wichtigeren Arbeiten betraut werden, was ihrer Ausbildung zugute kommt. Sie brauchen nicht mehr als Laufboten tätig sein und kommen viel früher an technische Arbeiten heran.

## 3 Fehlersuche im VHF-Kanalwähler

### 3.01 Kanalschalter, Kanalwähler, Kanalwähler mit Transistoren

Aus konstruktions- und störstrahlungstechnischen Gründen ist die Eingangs- und Oszillatorstufe eines Fernsehgerätes im Bereich I (Frequenzbereich 47 bis 68 MHz) und Bereich III (Frequenzbereich 174 bis 223 MHz) in einer Baueinheit, dem VHF-Kanalwähler, zusammengefaßt. In Geräten mit Transistorbestückung wird auch der UHF-Tuner zum Empfang der Bereiche IV und V (Frequenzbereich 470 bis 790 MHz) mit in diese Einheit einbezogen (**Bilder 3.01–1 und 2**).

Das von der Antenne kommende Signal eines Senders im VHF-Bereich wird einer Kaskodenstufe und anschließend einer Mischstufe zugeführt. Nach der Mischung werden die Bildträgerzwischenfrequenz von 38,9 MHz und die Tonträgerzwischenfrequenz von 33,4 MHz ausgesiebt und dem Zwischenfrequenzverstärker zugeführt.

Reparaturtechnisch lassen sich die einzelnen Stufen eines VHF-Kanalwählers nur nach genauer Prüfung trennen, da manche Fehlererscheinungen in der Kaskodenstufe wie in der Mischstufe ihre Ursache haben können. Schwierigkeiten bei der Fehlersuche bereitet weniger die Schaltungstechnik. Sie ist wie in wenigen anderen Teilen des Gerätes weitgehend bei allen Fabrikaten einheitlich und nur im Laufe eines größeren Zeitraumes von mehreren Jahren wesentlichen Änderungen unterworfen gewesen. Es können drei Entwicklungsabschnitte bei Kanalwählern unterschieden werden:

1. VHF-Kanalschalter mit einzelnen Kanalstreifen (Trommelschalter);
2. VHF-Kanalwähler mit Drucktasten-Wählmechanik und induktiver Abstimmung;
3. Kanalwähler mit Transistoren (meist mit UHF-Tuner in einer Einheit).

Eine große Zahl der in Reparatur kommenden Geräte hat noch VHF-Kanalschalter (1. Gruppe), deshalb soll bei der Beschreibung der Fehlersuche auch zuerst ein solcher Kanalschalter als Beispiel dienen.

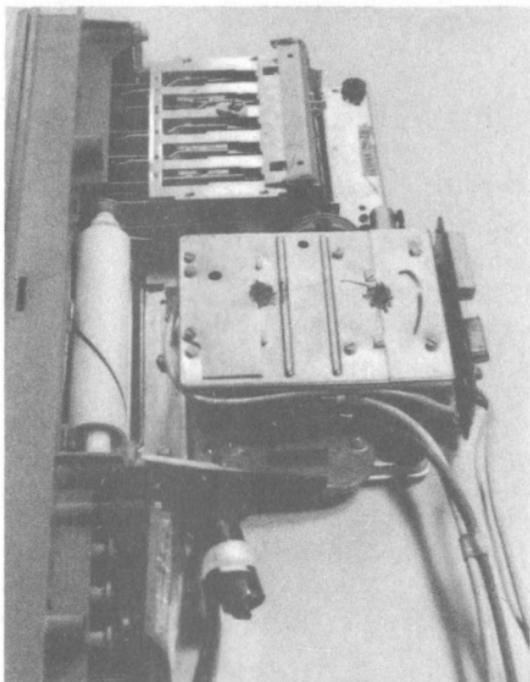


Bild 3.01-1. Kanalwähler-  
einheit mit Transistor-  
VHF- und UHF-Teil  
(geschlossen)

Mechanisch bereiten die Kanalschalter bei der Reparatur hin und wieder größere Sorgen. Es ist nicht immer einfach, an die Einzelteile heranzukommen, da die Schalter mitunter an schwer zugänglichen Stellen des Gerätes angeordnet sind und darüber hinaus die Einzelteile im Kanalschalter in dem allseits geschlossenen Kanalschaltergehäuse untergebracht sind. Aus diesem Grunde müssen solche Meß- und Prüfmethode angewendet werden, die es erlauben, möglichst ohne Ausbau des Schalters ein richtiges Urteil über die Arbeitsweise der Kanalschaltereinheit abzugeben. Sollte ein Fehler eines Einzelteiles im Kanalschalter festgestellt werden, so wird der Kanalschalter soweit demontiert, bis ein Ablöten des defekten Teiles möglich wird. Meist müssen die einzelnen Trommelsegmente mit den Spulen entfernt werden. Nur der Kanalstreifen des Ortssenders wird auf der Trommel belassen. Dann kann das Gerät in Betrieb genommen werden.

Beim Auswechseln eines Einzelteiles soll nicht nur ein gleiches neues Teil verwendet werden, sondern auch die Länge der Anschlußdrähte soll denen des defekten Teiles entsprechen. Dadurch können Verstimmungen von vornherein vermieden werden. Nach

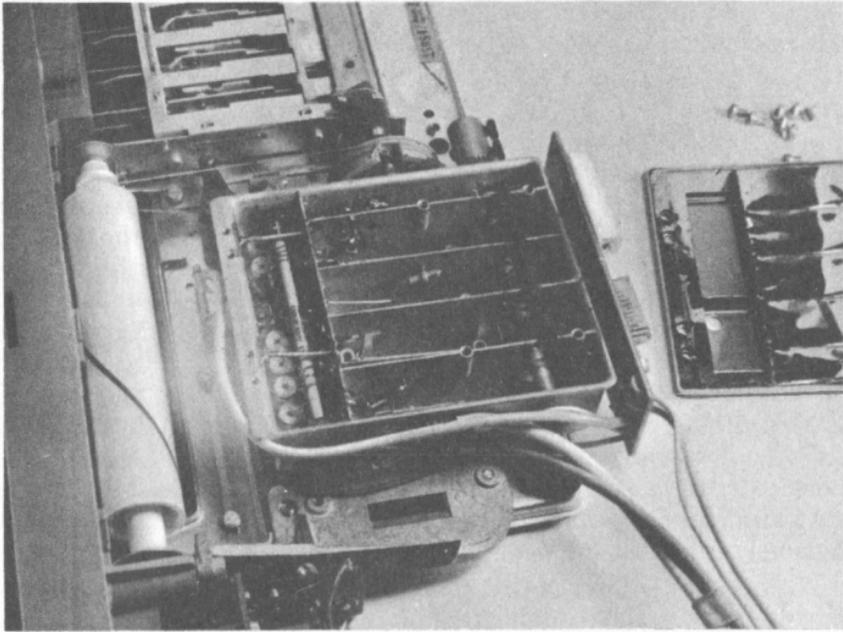


Bild 3.01-2. Kanalwählereinheit offen, rechts UHF-Teil, links VHF-Kanalwähler

der Reparatur brauchen dann nur in Ausnahmefällen Nachstimmarbeiten vorgenommen zu werden.

Auch beim Anlegen eines Teiles an Masse muß der gleiche Massepunkt gewählt werden. Beim Verändern des Masseanschlusses besteht die Gefahr, daß Selbsterregung eintreten kann. Der alte Fehler ist von einem neuen abgelöst worden. Das sind dann Einzelfälle, die auch den erfahrensten Reparaturtechniker aus der Ruhe bringen können.

Ferner ist darauf zu achten, daß beim Entfernen der Abdeckhaube die Festhaltetaschen nicht verbogen werden dürfen, da sonst keine einwandfreie Masseverbindung der Abdeckhaube mit dem Kanalschaltergehäuse gewährleistet ist.

Bei der Gruppe der Kanalwähler mit Drucktasten-Wählmechanik entfällt der Trommelschalter zum Umschalten der verschiedenen Induktivitäten. Die einzelnen Spulen für Vorkreis, Oszillator und Bandfilter sind auf einem Kunststoffröhrchen hintereinander angebracht. Mit Hilfe von Metallkernen, die im Inneren des Röhrchens verschoben werden können, wird der gesamte VHF-Bereich I und III induktiv durchgestimmt. Der Vorteil

liegt darin, daß keine oxydierten oder verbogenen Kontakte des Trommelschalters Fehler hervorrufen können, wie das bei älteren Geräten häufig der Fall ist. Leider hat sich auch ein Nachteil gezeigt:

Das Einschalten der einzelnen Empfangs-Kanäle wird mit Hilfe einer Druckastenmechanik bewerkstelligt. Die Spindel mit den Metallkernen wird je nach Stellung der Drucktasten mehr oder weniger in das Röhrchen mit den Induktivitäten geschoben. Da der abzustimmende Bereich sehr groß ist, macht sich schon eine sehr kleine Verschiebung oder eine nur wenig ungenaue Einstellung der Abstimmspindel als Verstimmungsfehler bemerkbar. Zwar können die Geräte mit Hilfe von Feinabstimmstiften nachgestimmt werden, doch ist es beim Empfang mehrerer Programme unvorteilhaft, wenn die Sender nach dem Umschalten eventuell erst wieder von Hand nachgeregelt werden müssen. Eine Automatikschaltung zum Nachregeln der Oszillatorfrequenz in einem verhältnismäßig großen Variationsbereich ist in Verbindung mit diesen Kanalwählern deshalb besonders wichtig.

Auch Kanalwähler mit Transistoren werfen neue Reparaturprobleme auf. Durch den Fortfall der Röhrenfassungen und infolge der kleinen Abmessungen der Transistoren lassen sich die Kanalwähler derart klein konstruieren, daß es schwerfällt, die einzelnen Meßpunkte herauszufinden. Die Transistoren werden meist mit ganz kurzen Anschlüssen in die Schaltung eingelötet. Das Auslöten eines Transistors und das richtige Einsetzen eines neuen erfordert viel Fingerspitzengefühl und Routine im Umgang mit dem LötKolben.

### **3.02 Fehlergrobbestimmung**

Bei der Fehlergrobbestimmung soll zuerst geklärt werden, ob der Fehler tatsächlich im Kanalschalter zu suchen ist. Zu dem Zweck werden der Reihe nach die folgenden Prüfungen vorgenommen. Wird der Fehler bei einer dieser Prüfungen festgestellt, so brauchen die weiteren Prüfungen selbstverständlich nicht durchgeführt zu werden.

Auf diese Weise werden zuerst mit einfachen Mitteln die einfachen Fehler festgestellt und nur für die übrigbleibenden schwierigen die aufwendigeren Fehlersuchmöglichkeiten in Anspruch genommen.

Wenn das Gerät vom Außendiensttechniker in der Wohnung des Kunden ohne Erfolg nachgesehen wurde, so kann dieser

beim Einliefern in die Werkstatt angeben, welche Prüfungen er bereits vorgenommen hat. Der Reparaturtechniker kann dann die nochmalige Nachprüfung nur auf Zweifelsfälle beschränken, und doppelte Arbeit wird vermieden. Der geübte Praktiker mit langer Erfahrung wird manche Prüfung auslassen und noch schneller zum Ziel kommen, aber wer sicher gehen will, geht wie folgt vor.

### **3.03 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät**

1. Wird ein Fehler im VHF-Kanalwähler vermutet, so wird das Gerät zuerst auf Bereich IV umgeschaltet. Ist auf UHF Empfang vorhanden und war vorher auf VHF kein Empfang oder nur ein fehlerhaftes Bild trotz ausreichender Antennensignalspannung zu erzielen, so wird wieder auf VHF zurückgeschaltet.

2. Bei Geräten mit Kanalschaltern wird dieser ganz langsam über die Rasterung des nächsthöheren und des nächstniedrigeren Kanals gedreht. Liegt eine starke Verstimmung des Oszillators vor, so wird sich in irgendeiner Zwischenschaltung oder auf dem Nachbarkanal das Bild zeigen. Der Oszillator muß dann nachgestimmt werden. Bei groben Verstimmungen ist ein Oszillator-Röhrenwechsel angebracht.

Ist der Fehler jedoch so nicht feststellbar, so wird

3. der Kanalschalter über sämtliche Schalterstellungen gedreht. Verändert sich das Schirmbild auch beim Schalten auf die beiden Leerkanäle (1 und 12) nicht im geringsten, so arbeitet der Oszillator nicht. Eine genauere Feststellung wird wie anschließend beschrieben vorgenommen.

4. Anhand des Fehlerbildes läßt sich übrigens grob feststellen, ob der Fehler in der Hf-Stufe (Kaskodenstufe) oder in der Oszillatorstufe liegt. Bei einem Fehler in der Kaskodenstufe wird ein stark verraushtes Bild oder grobflockiger Schnee zu sehen sein. Arbeitet der Oszillator nicht, ist der Schnee meist feinkörniger und auch kein schemenhaftes Bild mehr zu sehen.

### **3.04 Prüfung mit Eingriff in das Gerät**

Nach den ersten Grobfeststellungen, die ohne Eingriff in das Gerät vorgenommen wurden und die Anhaltspunkte oder in verschiedenen Fällen sogar Klarheit über den Fehlerort brachten, ist es nunmehr erforderlich, genauere Prüfungen im Gerät vorzunehmen, wenn der Fehler so nicht bestimmt und beseitigt werden konnte. Es wird am besten in folgender Reihenfolge vorgegangen:

1. Die Röhren im Kanalschalter werden probeweise ausgetauscht. Dabei ist zu beachten, daß nur Röhren gleichen Typs und mit gleichem mechanischen Systemaufbau verwendet werden dürfen. Man könnte auch sagen, es sollen nur Röhren gleichen Fabrikates verwendet werden. Infolge der Zusammenarbeit einiger Röhrenhersteller kann es aber vorkommen, daß Röhren gleichen Systemaufbaues mit verschiedenem Hersteller-Signum im Handel sind. Deshalb kann evtl. auch eine Röhre mit abweichender Herstelleraufschrift verwendet werden, wenn der mechanische Aufbau übereinstimmt.

Nach dem Röhrenwechsel ist die Möglichkeit einer Oszillatorverstimmung zu berücksichtigen.

2. Ferner ist zu kontrollieren, ob die Heizfäden normal wie die der anderen Röhren im Gerät glühen. Werden die Heizfäden nicht rot, dann liegt Kurzschluß der Heizspannung am Kanalwähler vor. Bei Heizkreisunterbrechung würde das ganze Gerät nicht arbeiten und am vorgeschalteten Kontroll-Wattmeter wäre keine oder eine ganz geringe Stromaufnahme abzulesen.

3. Anschließend wird die Anodenspannung am Kanalschaltereingang gemessen. Die Spannung soll zwischen +160 und +240 V liegen. Es ist darauf zu achten, ob zwei getrennte Eingänge für die Plusspannung in den Kanalwähler vorhanden sind. Dann muß an beiden Stellen gemessen werden. Fehlt die positive Spannung, dann ist es empfehlenswert, zuerst den Umschalter UHF-VHF zu überprüfen. Wenn am Umschalter auch keine Spannung anliegt, wird der Fehler in Richtung Netzteil weitergesucht und festgestellt. Ist die Spannung jedoch vorhanden, so wird

4. die Regelspannung am Kanalwählereingang der Einfachheit halber mit dem Schraubenzieher kurzgeschlossen. Verändert sich dabei auf dem Bildschirm nichts, so wird kein Fehler der Regelspannung vorliegen. Verändert sich das Fehlerbild jedoch und ist ein Bild – wenn auch nicht einwandfrei – vorhanden, so wird das Gitterspannungsgerät zu Hilfe genommen (**Bild 3.04–1**). Es wird die regelbare negative Spannung des Gerätes angelegt und von 0 V bis ungefähr –20 V durchgeregelt. Dabei werden die Veränderungen auf dem Bildschirm beobachtet. Sind in einer Reglerstellung Bild und Ton normal da, so besteht Gewißheit darüber, daß der Fehler nicht im Kanalschalter, sondern in der Regelspannungserzeugung oder -zuführung liegt. Zeigt sich keine Veränderung, so wird mit dem Röhrenvoltmeter kontrolliert, ob die eingespeiste Regelspannung auch tatsächlich in den Kanal-

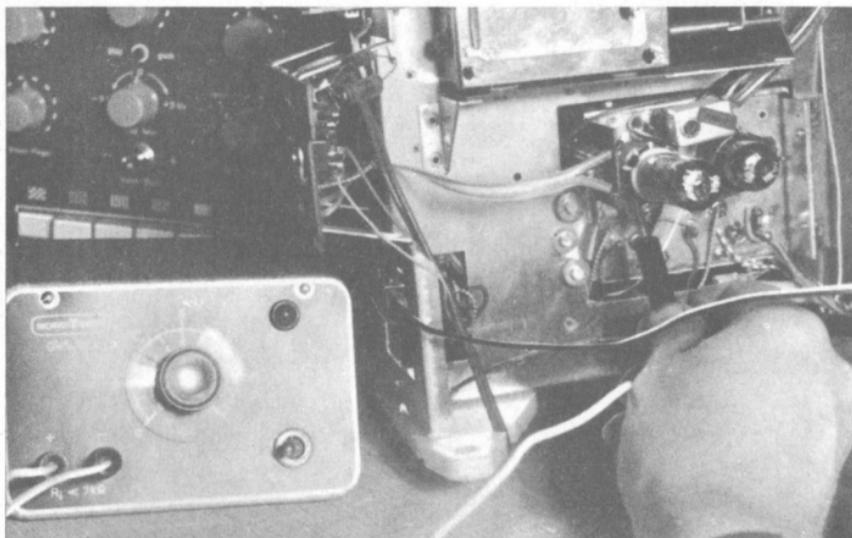


Bild 3 04-1. Anlegen der Regelspannung aus dem Gitterspannungsgerät an den VHF-Kanalwähler

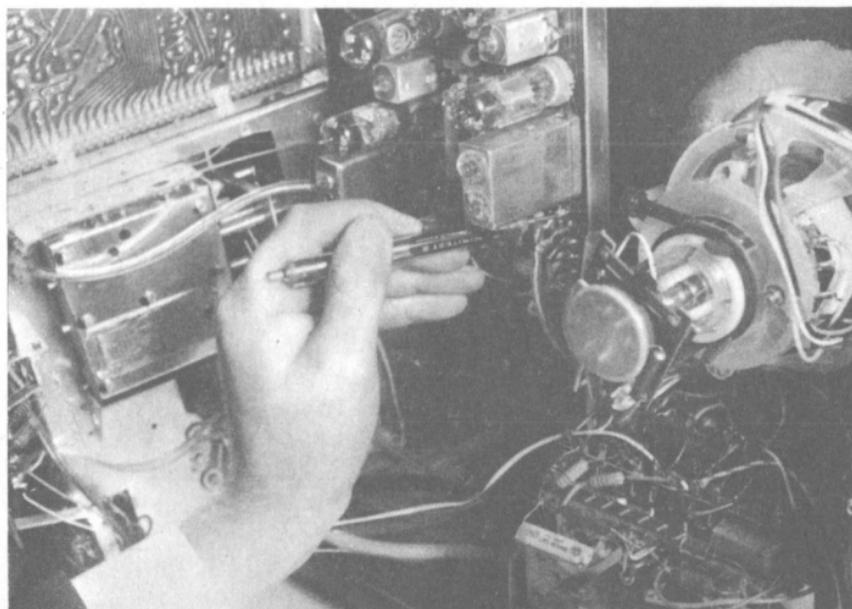


Bild 3.04-2. Anlegen eines Sperrschwingers (Minitest II) an den Zf-Verstärker

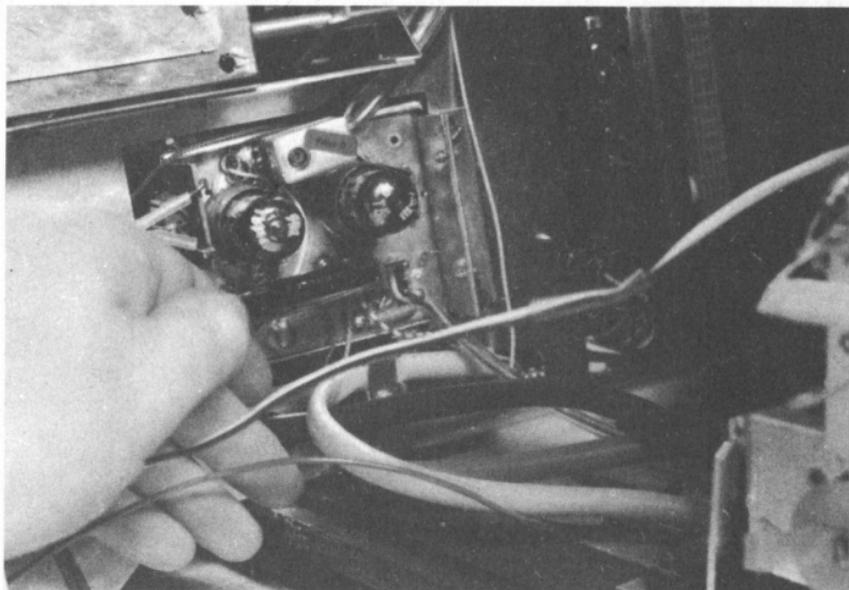


Bild 3.04-3. Anlegen eines Sperrschwingers (Minitest II)  
an den VHF-Kanalschalter

schalter gelangt. Damit wird die Möglichkeit eines Kurzschlusses der Regelspannung im Kanalschalter ausgeschlossen.

5. Handelt es sich um ein Gerät mit automatischer Nachstimmung und die Oszillatornachstimmung wird auf elektronischem Wege mit Hilfe einer spannungsgesteuerten Diode erreicht, dann kann auch die Nachstimm-diode fehlerhaft sein. Die Fehlersuche in Abstimmautomatiken ist nach der Schaltungsbesprechung beschrieben.

Mit Einführung der Abstimmautomatik ist auch der Mikrofonie-Effekt im Kanalschalter, der durch eine zu leichtgängige Feinstimmachse verursacht wurde, verschwunden. Dafür kommt es jetzt vor, daß der Nachstimmbereich der Automatik falsch liegt und mit der Nachstimmung nicht auf den Träger gezogen werden kann. Durch Nachstimmen der Automatik-Grundeinstellung ist dieser Fehler zu beheben.

6a. Anschließend folgt die Überprüfung der Zf-Leitung. Fehlermöglichkeiten bestehen in Kurzschluß der Zf-Leitung gegen Masse (Abschirmung) oder Unterbrechung. Eine einfache Prüfmöglichkeit bietet der Minitest II (**Bilder 3.04-2 und 3**).

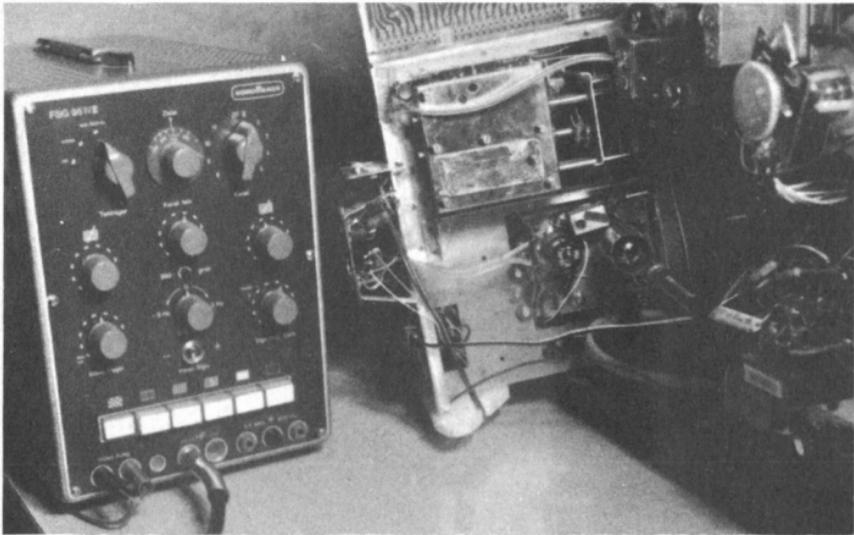
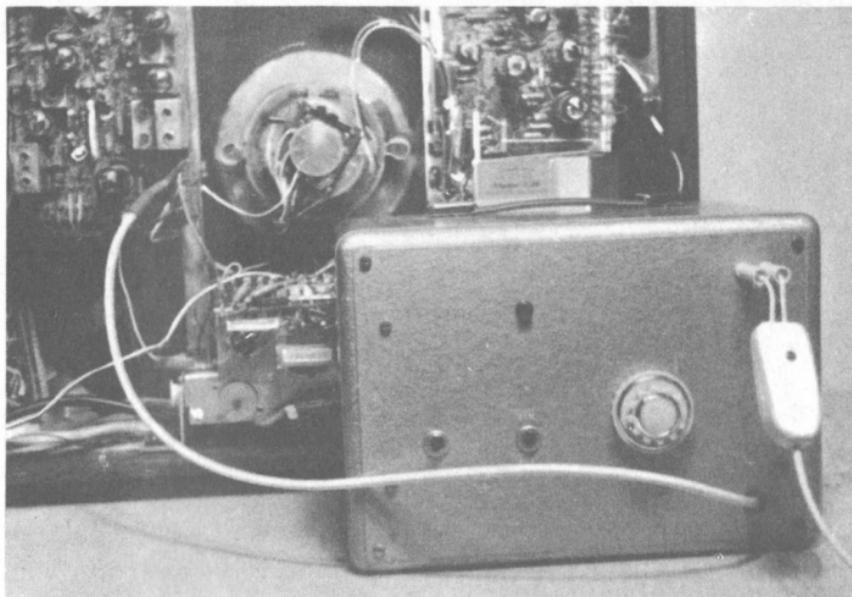


Bild 3.04-4. Anlegen des Zf-Signales aus dem Bildmustergenerator über eine Aufblaskappe in den Kanalschalter

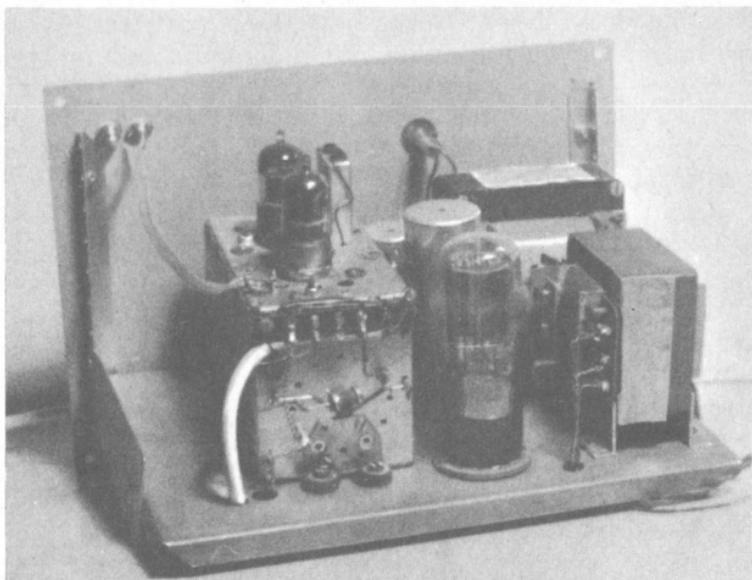
Seine Prüfspitze wird zuerst an G 1 der 1. Zf-Verstärkerröhre (oder Basis des 1. Zf-Transistors bei Transistor Zf-Verstärkern) gelegt und dann an den Zf-Ausgang des Kanalschalters. Auf dem Bildschirm muß jeweils das gleiche Bild zu sehen sein (schwache Streifen). Mit dieser Prüfung kann zusätzlich noch festgestellt werden, ob der Fehler im Kanalschalter liegt. Zeigt sich beim Anlegen des Minitest-II-Signales keine Veränderung auf dem Bildschirm, so liegt der Fehler nicht im Kanalschalter.

6b. Statt des Minitest-II-Signales kann auch die Zf eines Bildmustergenerators angelegt werden, dann muß das Bildmuster auf dem Bildschirm erscheinen. Die Einkopplung hat entsprechend den Angaben des Meßgeräteherstellers zu erfolgen, meist an Gitter 1 der Mischröhre oder über eine Aufblaskappe (Bild 3.04-4). Beim Arbeiten mit der Aufblaskappe ist bei den meisten Kanalschaltern die fest angebrachte untere Röhrenabschirmung im Wege. Hier hilft der später noch näher erläuterte Zwischensockel. Wenn er zwischen Röhrenfassung des Kanalschalters und Röhre gesteckt wird, sitzt die Röhre nicht mehr in der Abschirmung und die Kappe kann ohne Schwierigkeiten aufgesteckt werden.

6c. Die beste Prüfmöglichkeit bietet jedoch ein unabhängiger VHF-Kanalwähler (VHF-Konverter), wie er beispielsweise in den



*Bild 3.04-5. Unabhängiger VHF-Konverter*



*Bild 3.04-6. Ansicht des VHF-Konverters ohne Gehäuse*

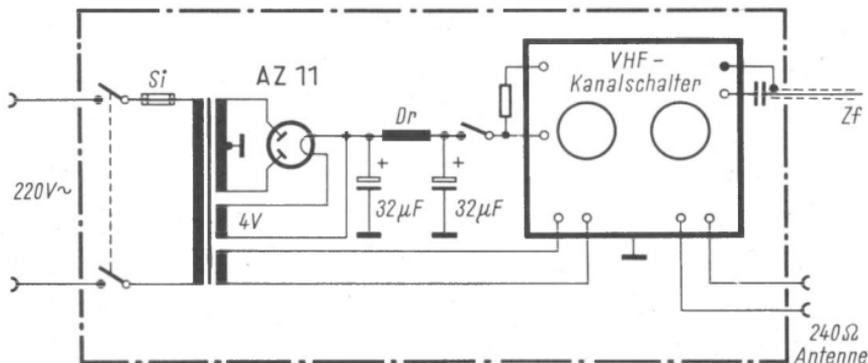


Bild 3.04-7. Schaltung des VHF-Konverters

**Bildern 3.04-5** und **6** zu sehen ist. Es handelt sich um einen Kanalwähler mit eigenem Netzteil. Die Zf-Leitung ist vom Eingang kapazitiv getrennt, da bei verschiedenen Geräten die positive Betriebsspannung über die Zf-Leitung in den Kanalwähler gebracht wird (**Bild 3.04-7**). Der Anschluß dieses Kanalwählers bringt endgültig Klarheit. Ganz besonders bei schwieriger zu entscheidenden Fällen, wie Aussetzfehlern, leichtem zeitweiligem Krummziehen des Bildes und ähnlichem hat er sich gut bewährt. Das Signal wird einfach in den Gitterkreis der 1. Zf-Stufe eingekoppelt (Ausgang Kanalschalter), die Antenne wird an den unabhängigen Kanalschalter angeschlossen. Ist das Bild dann fehlerfrei auf dem Schirm zu sehen, *liegt der Fehler im Kanalwähler des Gerätes.*

In **Tabelle 3.04-I<sup>1)</sup>** sind diese Prüfungen nochmals zusammengefaßt dargestellt. Bei einer Fehlererscheinung, die einen Fehler im Kanalwähler vermuten läßt, können jedoch auch Defekte im Zf-Verstärker, in der Videogleichrichtung oder in der getasteten Regelung vorliegen. In der Tabelle sind diese Stufen gestrichelt gezeichnet. Die Feststellung, daß der Fehler tatsächlich im Kanalwähler liegt, ist mit den aufgeführten Prüfungen einwandfrei möglich.

7. An fast allen Kanalwählern ist der Gitterableitwiderstand der Mischröhre unterteilt und die Verbindung zwischen den zwei Widerständen als Meßpunkt nach außen geführt. Von diesem Punkt aus kann gemessen werden, ob ein Fehler in der Vorstufe

<sup>1)</sup> Sämtliche Tabellen siehe im Anhang des Buches.

oder in der Mischstufe vorliegt. Das kann die weitere Fehlersuche wesentlich vereinfachen, da nach dieser Feststellung nicht der gesamte Kanalwähler überprüft zu werden braucht. Die Fehlersuche konzentriert sich dann entweder auf die Hf-Vorstufe oder die Mischstufe (**Tabelle 3.04–II**).

### 3.05 Kontrolle der Mischstufe

Mit Hilfe des Röhrenvoltmeters wird die Spannung am Meßpunkt gemessen. Wenn der Oszillator schwingt, liegt eine Spannung von  $-2$  bis  $-5$  V an. Diese Spannung entsteht durch Gittergleichrichtung der Oszillatorwechselspannung (**Bild 3.05–1**).

Zur weiteren Kontrolle kann die Richtspannung auch noch einmal am Gitter der Oszillatordröhre gemessen werden. Hier ent-



*Bild 3.05–1. Kontrolle des VHF-Oszillators durch Spannungsmessung*

steht die meßbare negative Spannung ebenfalls durch Gittergleichrichtung.

Fehlt die Spannung, so ist schon ohne Eingriff in den Kanalwähler selbst geklärt, daß ein Fehler im Oszillatorteil der Mischstufe vorliegt. Der Oszillator schwingt nicht.

Ist die negative Spannung zu hoch, so kann es ebenfalls zum Aussetzen des Oszillators kommen. Als Fehlerursache kommt bei nichtgeregelten Mischstufen der Gitterableitwiderstand in Frage, der seinen Wert vergrößert hat.

### 3.06 Kontrolle der Vorstufe

Weiter kann an diesem Punkt festgestellt werden, ob die Vorstufe einen Fehler aufweist. Zu diesem Zweck wird ein sehr starkes Signal an die Antennenbuchsen angeschlossen ( $> 2 \text{ mV}$ ). Der Oszillograf wird außerdem an den Meßpunkt oder, wenn ein solcher nicht vorhanden ist, über einen Widerstand von  $10 \text{ k}\Omega$  an das Steuergitter der Mischröhre gelegt (**Bild 3.06-1**). Durch die

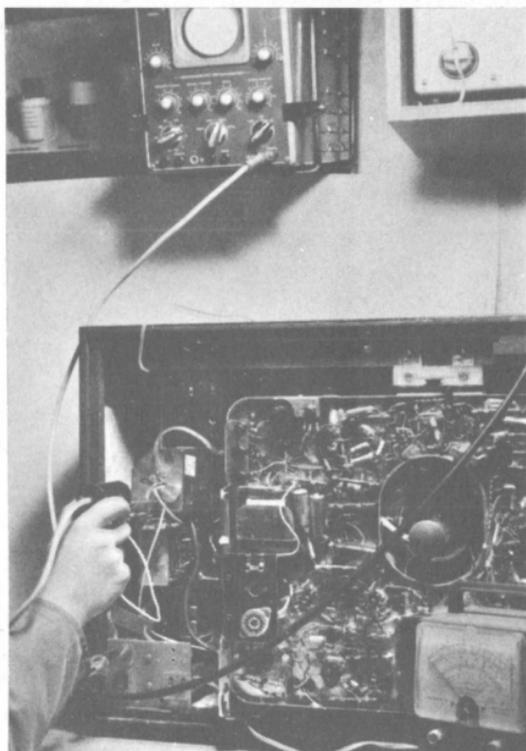


Bild 3.06-1. Kontrolle der VHF-Vorstufe mit Oszillograf

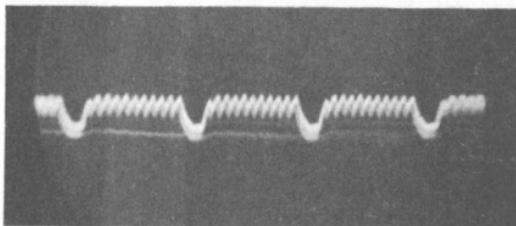


Bild 3.06-2. Oszillogramm an Steuergitter der VHF-Mischröhre (nach Zeile aufgelöst)

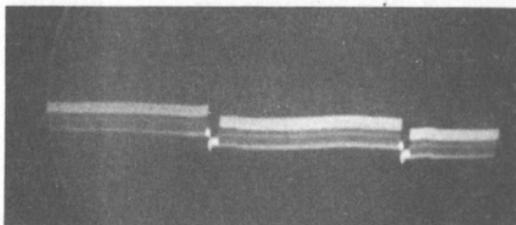


Bild 3.06-3. Oszillogramm an Steuergitter der VHF-Mischröhre (nach Bild aufgelöst)

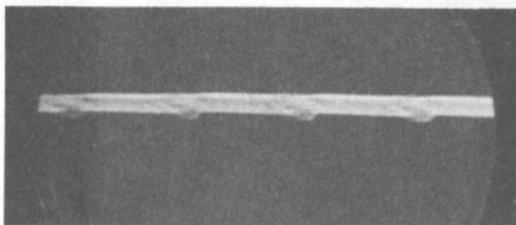


Bild 3.06-4. Fehlerhaftes Oszillogramm an Steuergitter der VHF-Mischröhre (nach Zeile aufgelöst)

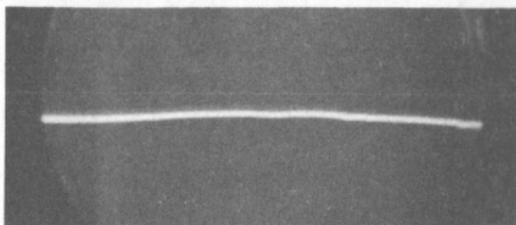


Bild 3.06-5. Fehlerhaftes Oszillogramm an Steuergitter der VHF-Mischröhre (nach Bild aufgelöst) mit leichter Brummstörung

am Gitter stattfindende Gleichrichtung kann jetzt ein Signal sichtbar gemacht werden, wenn die Kaskodenstufe arbeitet.

In **Bild 3.06-2** ist das mit dem Oszillograf sichtbar zu machende Oszillogramm nach der Zeile, und in **Bild 3.06-3** ist das nach der Bildfrequenz aufgelöste Signal zu sehen.

Es ist jedoch ratsam, die entnommene Spannung mit der Spannung eines normal arbeitenden Gerätes an diesem Punkt zu vergleichen oder am Oszillografen eine Markierung über die Höhe der zu erwartenden Spannung  $S_p/S_p$  anzubringen. Auf diese Weise erst ist es möglich, die Verstärkung der Vorstufe zu überprüfen. Zwar ist die Stufenverstärkung klein, doch kann bei

einem anliegenden sehr starken Antennensignal das Oszillogramm auch noch sichtbar groß geregelt werden, wenn die Vorstufe einen kleineren Fehler aufweist. Das kann durch Vergleich oder Markierung am Oszillografen festgestellt werden. Voraussetzung ist natürlich, daß das Antenneneingangssignal immer gleich groß gewählt wird.

Auf den **Bildern 3.06–4** und **3.06–5** sind die entsprechenden Oszillogramme bei einer defekten Vorstufe zu sehen. Das demodulierte Signal fehlt. Lediglich der Rauschanteil ist sichtbar zu machen.

Die Prüfung der Vorstufe wird am besten im Anschluß an die Mischstufenprüfung vorgenommen, da der größere Fehleranteil in der Mischstufe zu suchen ist und dadurch eine größere Wahrscheinlichkeit besteht, mit dieser Prüfung den Fehler zuerst zu finden.

Darüber hinaus liegt auch kein gleichgerichtetes Signal am Steuergitter, wenn die Mischstufe defekt ist. Um zweifelhafte Meßergebnisse zu vermeiden, soll also die Mischstufenprüfung der Vorstufenprüfung vorangehen, dann sind die Fehler in der Mischstufe bereits erkannt.

### **3.07 Prüfung mit Grid-Dip-Meter**

Eine weitere Möglichkeit, den Oszillator zu prüfen, bietet der Tunneldipper oder das Grid-Dip-Meter (Transistordipper). Er wird auf die Oszillatorfrequenz des in Betrieb befindlichen Kanales eingestellt.

Die Antenne wird normal eingesteckt, und die Sonde des Gerätes wird in die Nähe der Mischstufe gebracht. Zeigt sich ein wenn auch schwaches Bild, so ist es erwiesen, daß der Oszillator des Gerätes nicht arbeitet.

Diese Prüfmöglichkeit hat einen kleinen Nachteil. Wegen der Störstrahlbedingungen sind die Kanalwähler gut abgeschirmt und lassen keine Strahlung nach außen. Das gilt natürlich auch umgekehrt. Es kann so ohne weiteres auch keine Hf in den Kanalwähler gebracht werden. Bei den Drucktastenkanalwählern (**Bild 3.07–1**) ist die Abschirmhaube jedoch nur noch mit einer Schraube befestigt. Nach Abnahme der Haube ist der geöffnete Kanalwähler leicht zugänglich. Bei diesen Kanalwählern ist es einfach, mit dem Tunneldipper Oszillatorfehler festzustellen, da die Feststellung von Meßpunkten entfällt. Es ist jedoch sehr wichtig, die Spulensonde des Dippers sehr fest zu koppeln, d. h. sehr

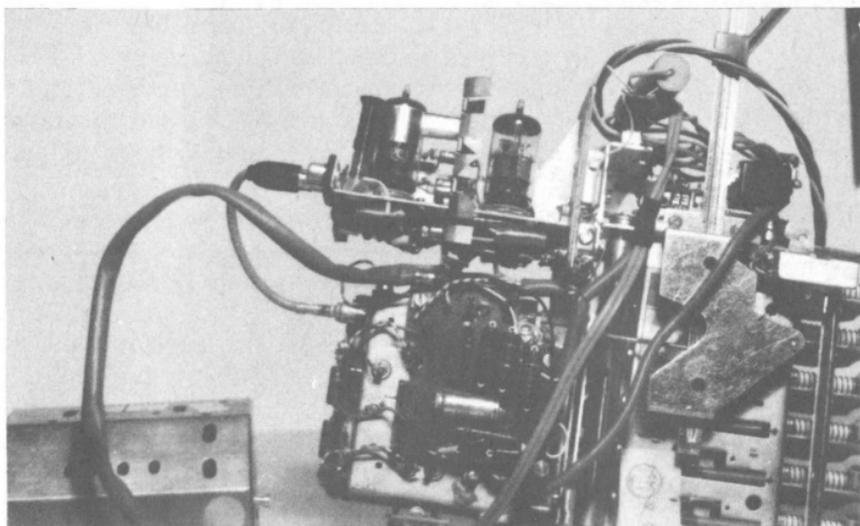


Bild 3.07-1. Allseits geöffneter Kanalwähler

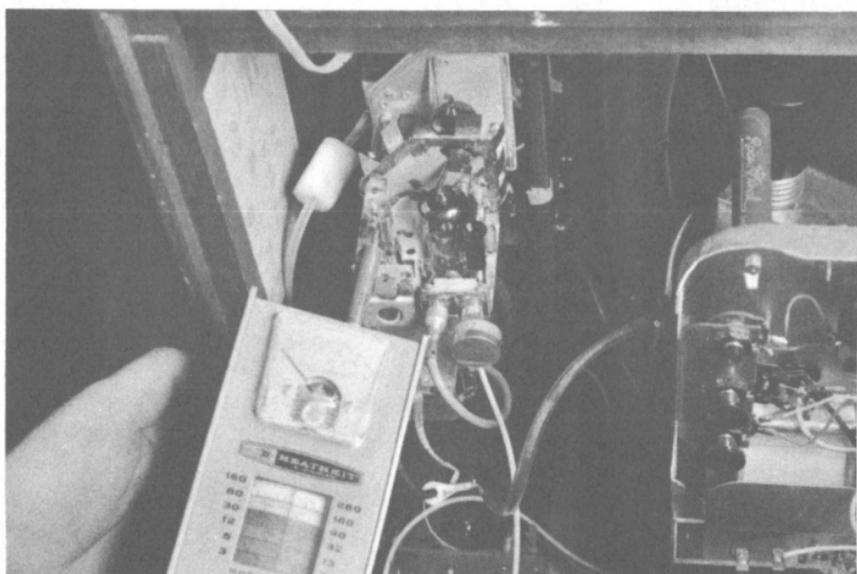


Bild 3.07-2. Oszillatorprüfung mit Tunneldipper

dicht an den Einkoppelkreis der Mischstufe heranzubringen, damit eine ausreichende Oszillatorfrequenzspannung in das Gerät injiziert wird (Bild 3.07-2).

### 3.08 Systematische Fehlersuche

Durch die vorangegangenen Grobprüfungen ist schon ein großer Teil der einfachen Fehler gefunden worden. Es ist deshalb nur bei den jetzt noch übriggebliebenen defekten Geräten nötig, die Schaltung zur Hand zu nehmen und nach dem Studium der Schaltungs-Einzel- und Besonderheiten die weiteren Fehler zu suchen. Als Beispiel soll die in **Bild 3.08-1** gezeigte Schaltung dienen.

Die Hf-Verstärkerstufe bildet eine Doppeltriode in Kaskodenschaltung. Meist handelt es sich um eine Spanngitterröhre (PCC 88, PCC 189) mit hoher Steilheit. Die erste Triode hat die Aufgabe, den Eingangswiderstand auf einen höheren Wert zu

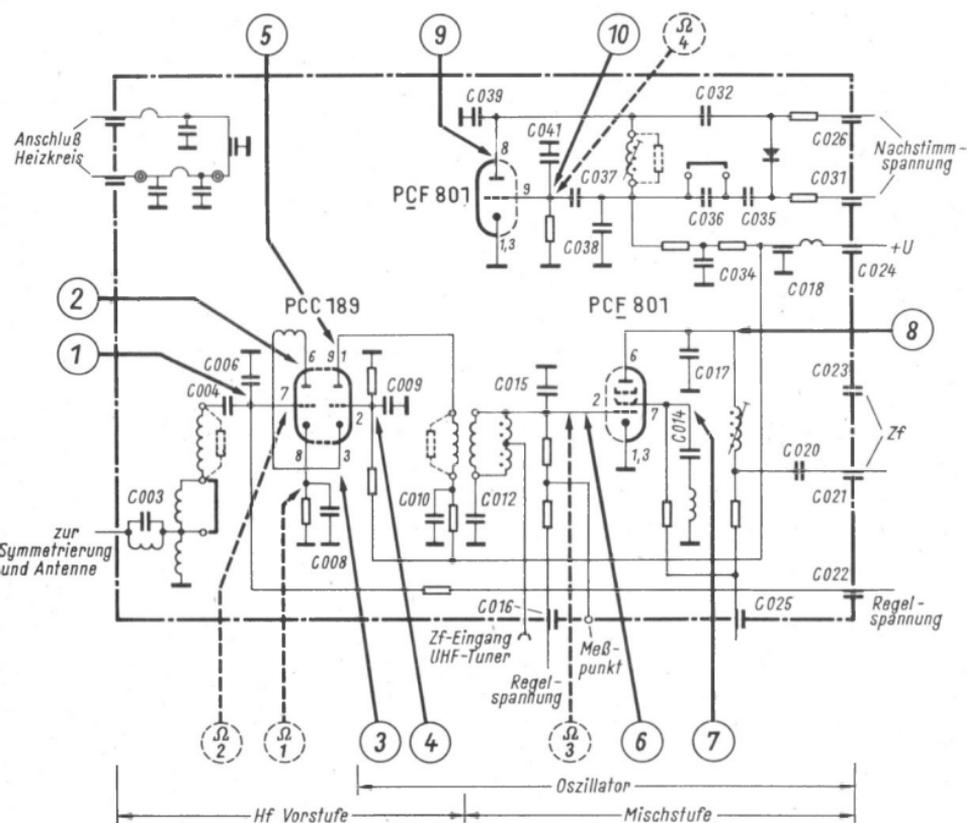


Bild 3.08-1. Schaltung einer VHF-Kanalwählereinheit mit automatischer Feinabstimmung

bringen. Ein hoher elektronischer Eingangswiderstand ist erforderlich, um den Eingangskreis selektiv auslegen zu können.

Die zweite Triode arbeitet in Gitterbasisschaltung. Dank dem an Masse liegenden Gitter ist es möglich, Rückwirkungen zu vermeiden. Durch das Zusammenschalten der beiden Trioden wird erreicht, daß der hohe Eingangswiderstand einer Triode zusammen mit den guten Verstärkungseigenschaften der Gitterbasisschaltung in einer Stufe ausgenutzt werden kann (Bild 3.08-1).

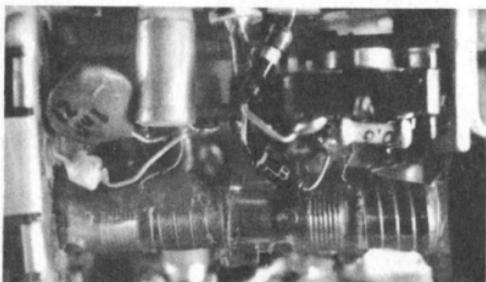
Als Oszillator wird meist eine Dreipunktschaltung verwendet. Auch für diesen Zweck eignet sich eine Spanngitterröhre (PCF 801) mit ihrer hohen Steilheit sehr gut. Ihre Schwingsicherheit ist größer, und dadurch werden Ausfälle des Oszillators verringert.

Bei billigen Regionalgeräten wird die Feinabstimmung noch mit Hand vorgenommen. Eine große Zahl der auf den Markt kommenden Geräte arbeitet aber mit einer automatischen Nachstimmung. Dabei wird ein Teil der verstärkten Bild-Zf an der letzten Zf-Röhre ausgekoppelt und an eine Diskriminatorschaltung geführt. Das Filter ist auf die Bildträgerfrequenz abgestimmt, und bei Abweichungen von der Sollfrequenz von 38,9 MHz entsteht eine Gleichspannung, die bei Abweichungen nach höheren Frequenzen positiv und bei Abweichungen nach niedrigeren negativ gerichtet ist.

Diese sich einstellende Spannung wird an das Steuergitter einer Röhre geführt, und sie steuert den Anodenstrom dieser Röhre. An einem in den Stromkreis der Röhre eingefügten Katodenwiderstand kann die Spannung abgegriffen und als Nachstimmspannung in den Automatik-Kanalwähler geleitet werden. Das Zwischenschalten einer Röhre wird vorgenommen, weil das Diskriminatorfilter bei direkter Entnahme stark bedämpft wird. Bei anderen Schaltungen wird jedoch auf eine Röhre in der Automatikschaltung verzichtet, oder aber das entnommene Signal wird vorher verstärkt.

Im Kanalschalter ist parallel zum frequenzbestimmenden Schwingkreis eine Diode eingeschaltet (Bild 3.08-2). Die Kapazität der Diode ändert sich je nach der Stärke des sie durchfließenden Stromes. Je höher der Strom wird, desto größer wird die Kapazität und die Oszillatorfrequenz wird dadurch um so niedriger. Mit Hilfe einer an die Diode geführten veränderlichen Spannung kann der Strom gesteuert und damit die Oszillatorfrequenz verändert werden. Liegt die Trägerfrequenz des Zf-Verstärkers richtig auf der Nyquistflanke, so entsteht keine Spannung. Die Nachregelung des Diskriminators liegt je nach

Bild 3.08–2. Kapazitätsdiode  
im Kanalwähler



Schaltung ungefähr in einem Bereich von  $\pm 20$  V bei Frequenzabweichungen. Meist liegt noch eine einstellbare Vorspannung an der Kapazitätsdiode, um eine Grundeinstellung zu ermöglichen.

Nach diesen Schaltungsbetrachtungen können die einzelnen Spannungen *bewußt* gemessen werden. Schwierige Fehler können ohne gute theoretische Kenntnisse nicht folgerichtig festgestellt werden. Nur wenn der Techniker die Wirkungsweise der einzelnen Stufen und ihr Zusammenwirken kennt, ist er in der Lage, aus den gemessenen Werten die richtigen Schlüsse zur Auffindung des gesuchten Fehlers zu ziehen.

### 3.09 Spannungs- und Widerstandsmessungen

Um die Spannungen an den Röhren im Kanalschalter zu messen, ist es in den meisten Fällen nicht erforderlich, das Chassis auszubauen. Auch braucht der Kanalwähler nicht etwa demontiert zu werden. Mit Hilfe von selbstangefertigten Adaptersockeln (Bild 3.09–1) kann jede Spannung mühelos gemessen werden. Die Höhe der Sockel wird so eingerichtet, daß die herausgeführten Meßpunkte über den Abschirmblechen des

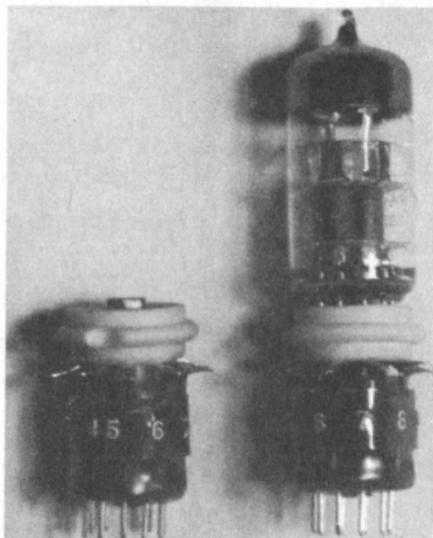


Bild 3.09–1. Adaptersockel zum Spannungsmessen an unzugänglichen Röhrenfassungen

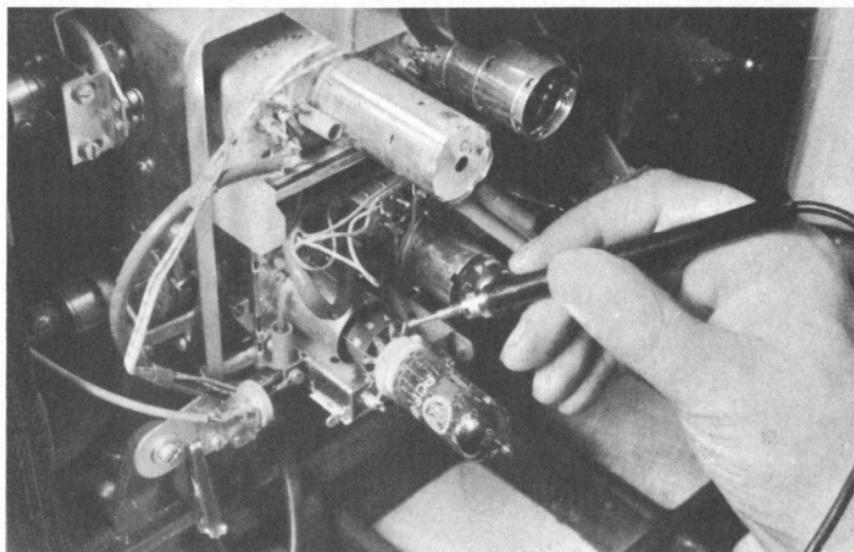


Bild 3.09-2. Spannungsmessung mit Adaptersockel

Kanalwählers – ca. 3,5 cm – liegen. Zur Erleichterung wird jeder Meßpunkt mit der entsprechenden Sockel-Kontakt-Zahl versehen. So brauchen die einzelnen Betriebsspannungen nur an den Meßblaschen gemessen zu werden (**Bild 3.09-2**).

Folgende *Spannungen* müssen bei allen nach dem Beispiel aufgebauten Kanalwählern vorhanden sein (Die Ziffern in Klammern beziehen sich auf die Sockelstifte der entsprechenden Röhren):

1. Am Gitter 1 der Kaskodenstufe (7) eine kleine, negative Regelspannung (ca.  $-0,2$  bis  $-3$  V).

2. An der ersten Triodenanode (6) eine positive Spannung von ca. 80 bis 120 V.

3. Die gleiche Spannung liegt an der Katode des zweiten Triodensystems (3).

4. Am Gitter der zweiten Triode (2) eine um ca. 2 V niedrigere Spannung als an der Katode des Triodensystems.

5. An der Anode des zweiten Systems (1) eine sehr hohe positive Spannung ( $+160$  bis  $220$  V).

6. Am Gitter 1 (2) der Mischröhre eine kleine negative Spannung von  $-2$  bis  $-5$  V.

7. Am Schirmgitter (7) eine positive Spannung von ca. 90 bis 140 V (Mischröhre).

8. An der Anode der Pentode (8) eine hohe positive Spannung (+ 150 bis 220 V).

9. An der Anode des Triodensystems (8) der Mischröhre eine positive Spannung von + 40 bis 120 V.

10. Am Oszillatorgitter (9) eine kleine negative Spannung von - 2 bis - 5 V.

Sollte eine Spannung fehlen oder stark von den genannten Werten abweichen, so dürfte der Fehler leicht zu bestimmen sein. Wichtig ist, daß die Reihenfolge der Messungen beachtet wird, denn wenn ein Fehler in der Kaskodenstufe vorliegt, wird die Mischröhre nicht richtig angesteuert und die Spannungen an dieser können stark absinken. Da das nur eine Folgeerscheinung ist, werden beim falschen Vorgehen Fehlschlüsse gezogen.

Ist die Schirmgitterspannung (7) des Pentodensystems beispielsweise nur 10 V groß, so wird der Kanalwähler geöffnet und direkt nach dem Ausschalten vorsichtig an den spannungszuführenden Widerstand gegriffen. Ist dieser übermäßig heiß, dann ist der Kondensator C 014 defekt (**Bild 3.09-3**). Bleibt der Widerstand kalt, so ist dieser auszuwechseln und die Spannung ist zu messen. Stimmt sie noch nicht, dürfte außerdem noch der Kondensator schadhaf sein. Das ist eine Methode, die auch bei anderen Stufen des Gerätes bei ähnlichen Schaltungen angewendet werden kann. Es werden unnötige Lötarbeiten vermieden. Wird der Widerstand heiß, so ist wahrscheinlich ein Kurzschluß hinter dem Widerstand vorhanden und die Spannung ist deshalb abgesunken. Es ist dann nicht nötig, den Widerstand abzulöten. Entspricht die Spannung nach Beseitigung des Schlusses dem Normalwert und ist äußerlich kein Schaden am Widerstand feststellbar, braucht er nicht ausgetauscht zu werden.

Wenn im Schaltbild die genauen Betriebsspannungen eingetragen sind, so erleichtert das die Fehlersuche sehr. Leider sind bisher nur wenige Hersteller dazu übergegangen, genaue Spannungen in Kanalwählern anzu-

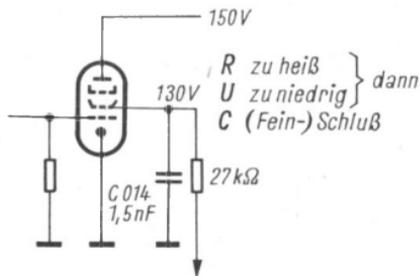


Bild 3.09-3. Schnellprüfung am Schirmgitter

geben. Es bleibt zu hoffen, daß bald in allen Schaltbildern die Betriebsspannungen angegeben sind.

Sollte der Fehler bis jetzt noch nicht gefunden sein, so wird das Gerät ausgeschaltet und ein *Ohmmeter* zur Hand genommen. Mit ihm können Feinschlüsse besser festgestellt werden. Wegen der geringen Abweichung der Spannung vom Normalwert bringen bei Feinschlüssen Spannungsmessungen nicht die letzte Klarheit. Diese können mit dem Ohmmeter genauer ermittelt werden.

Sollte es sich bei der Reparatur um einen Kanalwähler handeln, der noch im Originalzustand ist, also noch nicht von unkundiger Hand bearbeitet wurde, so läßt sich die Fehlerursache wie folgt feststellen:

1. Widerstandsmessung von Katode (8) gegen Masse. Das Instrument muß genau den Wert des Katodenwiderstandes anzeigen. Ist der gemessene Wert zu hoch, muß der Widerstand ausgewechselt werden. Ist er zu niedrig, wird der Katodenkondensator einen Schluß aufweisen und muß ausgetauscht werden (Messung  $\Omega$  1, Bild 3.08–1).

2. Widerstandsmessung am Gitter (7) gegen Masse. (Dabei ist die in den Kanalwähler führende Regelspannungsleitung am Kanalschalttereingang abzutrennen.) Der Zeiger des Instrumentes muß sich im Bereich „unendlich“ bewegen. Wird ein meßbarer Widerstand von beispielsweise 1 bis 2  $M\Omega$  angezeigt, dann kommen als Fehlerquelle C 006, C 004 und der Durchführungskondensator C 022 in Frage. Erfahrungsgemäß richtet sich der Verdacht zuerst auf C 006 (Messung  $\Omega$  2).

Damit sind mit Hilfe der Spannungs- und der Widerstandsmessung alle Teile der Kaskodenstufe durchgemessen. Alle Fehler der Hf-Stufe, die ihren Ursprung in defekten Einzelteilen haben, sind festgestellt worden.

3. Messung an G 1 der Pentode (2). Sollte die Röhre wie im vorliegenden Fall geregelt sein, so wird die Regelleitung am Kanalwählereingang getrennt und der Widerstand von Punkt 2 nach Masse gemessen. Ist ein Widerstand ( $< 10 M\Omega$ ) meßbar, so kommt als Fehlerquelle einer der Kondensatoren C 105, C 012 oder der Durchführungskondensator C 016 in Frage (Messung  $\Omega$  3).

4. Wird der Fehler im Oszillator vermutet, dann folgt eine Messung am Gitter (9) der Oszillatortriode. Zeigt das Instrument einen höheren Wert als den des Gitterableitwiderstandes an,

dann ist dieser auszutauschen. Ist der angezeigte Wert niedriger, dann muß C 041 und C 037 überprüft werden (Messung  $\Omega$  4).

Erst wenn alle geschilderten Möglichkeiten nicht zum Erfolg geführt haben und der Verdacht auf Verstimmung besteht, sollte der Wobbelsender herangezogen werden. Leider wird das oft nicht beachtet. Es wird zu früh versucht, eine „verbogene Kurve“ nachzustimmen, die beim besten Willen nicht annähernd die gewünschte Form annehmen will und kann, weil der Fehler seine Ursache in einem defekten Einzelteil hat. Soll das aber mit dem Wobbelsender nachgewiesen werden, so muß der Kanalwähler zwangsläufig erst einmal verstimmt und später wieder neu abgeglichen werden. Das bedeutet vermeidbare Mehrarbeit.

Es muß sowieso davor gewarnt werden, bei der Reparatur zuviel an Verstimmungsfehler zu denken. Gerade im Kanalwähler sind die Kreise so breitbandig, daß kleine Verstimmungen kaum Einfluß auf das Bild haben. An den Spulen kann sich von selbst kaum etwas ändern, und die Industrie hat so gute und langjährige Erfahrungen in der Herstellung von Einzelteilen, die elektrisch nicht altern, daß sich der routinierte Fernsehtechniker hütet, leichtfertig an den Kernen zu drehen.

Die Empfindlichkeit der Fernsehempfänger ist in den letzten Jahren von zwei Seiten aus verbessert worden. Erstens wurde mit der Einführung der Spanngittertechnik – und in der Folge der Transistortechnik – das Eingangsrauschen der Empfänger herabgesetzt, und zum anderen wurde durch Röhren mit größerer Steilheit die Verstärkung erhöht.

Außerdem wurde das Sendernetz vergrößert und teilweise die Senderleistung erhöht. Es gibt deshalb weite Gebiete, in denen so viel Antennenspannung zur Verfügung steht, daß eine Verstimmung des Gerätes schon außergewöhnlich groß sein muß, um vom Betrachter des Bildes bemerkt zu werden. In schlecht versorgten Gebieten sind Abgleichfehler jedoch noch aktueller, deshalb wird der Abgleich des Kanalwählers später noch im Rahmen des Gesamtgeräteabgleichs behandelt.

Über eine Strommessung könnte auch noch festgestellt werden, ob ein Fehler vorliegt. Der Gesamtstrom des Kanalschalters richtet sich nach der Höhe der anliegenden Regelspannung.

Beispiel: bei 0 V Regelspannung  $I_{ges}$  24 mA  
bei -1,5 V Regelspannung  $I_{ges}$  15 mA  
bei - 5 V Regelspannung  $I_{ges}$  6 mA

(Hf-Vorstufe ist gesperrt)

Liegen größere Abweichungen vor, so kann auf einen Fehler geschlossen werden. Da aber von vornherein schon feststeht, daß ein Fehler vorliegt und die Strommessung auch keinen direkten Aufschluß über den Fehlerort gibt, ist diese Fehler-suchmöglichkeit nur bedingt anzuwenden.

### 3.10 Mechanische Fehler

Dabei muß unterschieden werden zwischen den Kanalschaltern, in denen mit Hilfe von Kontakten die verschiedenen Kanalstreifen eingeschaltet werden, und Kanalwählern, bei denen mittels einer Drucktastenmechanik die Induktivität ähnlich einem Variometer verändert wird.

Der häufigste Fehler bei den Kanalschaltern ist das *Oxydieren der Schaltkontakte*. Es ist ohne weiteres möglich, die Kontakte mit einem chemischen Mittel, das die teilweise versilberte Oberfläche der Kontakte nicht angreift, zu reinigen. Wenn das Reinigungsmittel noch in Spraydosen angeboten wird – z. B. Kontakt 60, Cramolin-Spray –, kann es ganz leicht eingesprüht werden. Ein Auseinandernehmen des Kanalschalters entfällt. Voraussetzung ist nur, daß das Spray direkt an die oxydierten oder verschmutzten Kontakte geleitet wird und nicht etwa wahllos in den Schalter hineingesprüht wird. Kommt Spray an die Widerstände, so kann das Gerät in absehbarer Zeit wieder defekt werden, weil sich auf der Oberfläche der Widerstände eine leitende Schicht bildet, die u. U. Verbrennungen der Widerstände verursachen kann.

Durch starke Beanspruchung kann es vorkommen, daß eine Kontaktfeder verbogen ist. Dann müssen die Kanalstreifen herausgenommen werden. Es ist dann sofort zu sehen, welche Feder nicht mehr genau die Form der anderen hat. Nur diese Feder ist mit der Hand ohne Anwendung von Zangen so zu biegen, daß sie in ihrer Form von den anderen Federn nicht unterschieden werden kann.

Bei den Kanalwählern können derartige Fehler nicht mehr auftreten, da diese Kontakte nicht geschaltet werden. Dafür sind die Drucktastenmechaniken, die das Variometer mechanisch verschieben, störanfälliger. Da die Hersteller meist mehrere vorerst unbenutzte Drucktasten in den Geräten vorsehen, kann bei Defekten auf eine andere Drucktastenauswahlmöglichkeit ausgewichen werden. Bei einer Reparatur sollte jedoch von der meist vorhandenen Möglichkeit des Umtausches der Mechanik zu

einem relativ niedrigen Umtauschpreis Gebrauch gemacht werden.

Die Anfertigung kleiner Einzelteile ist wegen des hohen Zeitaufwandes unrentabel. Die Beschaffung kleiner Einzelteile dauert genauso lange wie die Beschaffung der kompletten Umtauschmechanik. Zudem ist das Einzelteil noch einzubauen, und nicht vorauszusehende Schwierigkeiten sind mit zu berücksichtigen. Unter diesen Umständen ist bei mechanischen Arbeiten immer nach der Fehlerfeststellung zu überlegen, welche Möglichkeit der Fehlerbeseitigung die rentablere ist.

Ist ein defekter keramischer Kondensator in der Mischstufe als Fehlerursache festgestellt worden, so ist beim Auswechseln nicht nur auf die Kapazität zu achten. Damit der Oszillator bei Erwärmung durch die Röhre oder die Umgebungstemperatur seine Frequenz nicht verändert, werden im Oszillator Kondensatoren mit negativem Temperaturkoeffizienten verwendet. Zu erkennen sind diese Kondensatoren an einem Farbpunkt oder Farbstrich außer der Größenbezeichnung. Beim Ersatz muß der neue Kondensator denselben Punkt bzw. Strich in derselben Farbe haben.

### 3.11 Fehlerbestimmung in der automatischen Feinabstimmung

Je nach Geräteklasse wird die automatische Feinabstimmung mehr oder weniger aufwendig konstruiert. Die Unterschiede

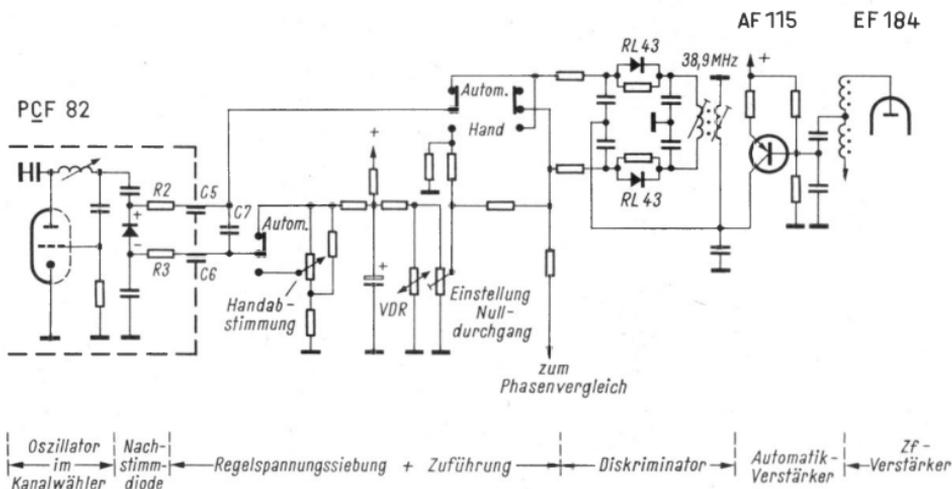


Bild 3.11-1. Schaltung einer automatischen Feinabstimmung mit Transistor

zwischen einer einfachen und einer Automatikschaltung mit größerem Aufwand sind die verschiedenen großen Nachstimmbereiche. Gerade bei Geräten mit Drucktasten-Wählmechanik ist es wichtig, daß der Oszillator in einem möglichst großen Bereich auf der richtigen Frequenz festgehalten wird.

Eine transistorisierte Schaltung einer automatischen Feinabstimmung ist in **Bild 3.11-1** zu sehen.

Vom letzten Zf-Filter wird ein Teil der Zf-Spannung entnommen und zur Verstärkung an die Basis des Nachstimmverstärker-Transistors geleitet. Im Kollektorkreis liegt ein Diskriminator, dessen Frequenz-Nulldurchgang genau auf die Bildträger-Zf von 38,9 MHz abgestimmt ist. Entsteht bei der Mischung die richtige Bildträgerfrequenz von 38,9 MHz, so ist die Ausgangsspannung 0 V. Ist die Oszillatorfrequenz höher, entsteht eine negative Spannung, und bei einer abweichenden niedrigeren Frequenz entsteht eine positive Spannung. Diese Spannung wird der Nachstimm-diode des Oszillators zugeführt und ändert die Kapazität der Diode. Da die Kapazität in den Oszillatorschwingkreis eingeht, wird die Oszillatorfrequenz je nach Höhe der Nachstimmspannung nachgeregelt. Stimmt die Oszillatorfrequenz, so entsteht keine Nachstimmspannung. Darüber hinaus wird im vorliegenden Fall noch eine weitere Nachstimmspannung aus der Phasenvergleichsschaltung der Zeilensynchronisation herausgeholt und der Nachstimmspannung des Diskriminators zugeführt. Ist der Oszillator so stark verstimmt, daß die erste Nachstimmspannung nicht mehr ausreicht, ihn auf die richtige Frequenz zu bringen, so gelangen auch keine Zeilensynchronimpulse in die Phasenvergleichsschaltung. Die Spannung in dieser Schaltung sinkt ab, bei anliegenden Zeilenimpulsen dagegen wird sie höher. Da diese Spannung ebenfalls der Kapazitätsdiode zugeführt wird, hilft die Spannung mit, den Oszillator auf seinen Sollwert zu bringen.

Mit Hilfe eines Umschalters kann statt der sich automatisch einstellenden Spannung eine von Hand regelbare Spannung eingeschaltet werden. Durch diesen Umschalter können Automatikfehler von vornherein eingegrenzt werden.

Läßt sich der Oszillator in Stellung „Handabstimmung“ normal regeln, so ist ein aufgetretener Abstimmfehler in Richtung Zf zu suchen. Läßt sich der Oszillator auch in Stellung „Handabstimmung“ nicht regeln, so ist der Fehler in Richtung Oszillator zu suchen.

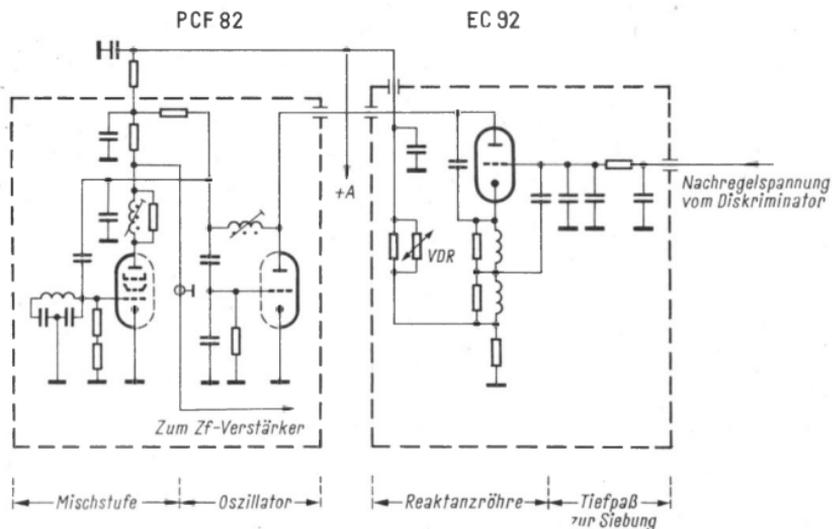


Bild 3.11-2. Schaltung einer Reaktanzröhre als Nachstimmorgan bei der automatischen Feinabstimmung

Es gibt dabei nur wenige Fehlermöglichkeiten. Wenn die Kapazitätsdiode ihren Wert unzulässig vergrößert hat oder wenn sie eine Unterbrechung aufweist, dann ist die Frequenz nicht nachzustimmen.

Außerdem kann die Regelspannung fehlen. Das kann passieren, wenn einer der Kondensatoren C 5, C 6 oder C 7 einen Kurzschluß aufweist oder einer der Widerstände R 2 oder R 3 defekt geworden ist. Ferner kann die Spannungszuführung unterbrochen sein.

Ein Fehler in der Diskriminatorschaltung oder im Transistorverstärker ist unwahrscheinlich, weil das Gerät, wie schon festgestellt wurde, auch in Stellung „Handabstimmung“ nicht arbeitet.

Bei anderen Automatikschaltungen wird statt der Nachstimm-diode ein Ferritkern verwendet. Durch die sich ändernde Spannung wird die Permeabilität des Kernes und damit die Induktivität der parallel geschalteten Schwingkreisspule des Oszillators verändert. So wird auf diese Weise die Oszillatorfrequenz verändert.

Die Fehlersuche wird in solchen Schaltungen genauso vorgenommen wie in Schaltungen mit einer Kapazitätsdiode. Daß jedoch der Ferritkern defekt wird, kommt nur sehr selten vor.

Bei einer dritten Art der Feinabstimmautomatik wird zum Nachstimmen eine Reaktanzröhre verwendet. Die Röhre arbeitet als Kapazität und wird dem Oszillatorschwingkreis hinzugeschaltet. Mit der aus dem Diskriminator gelieferten Regelspannung wird die Röhre gesteuert und damit die Scheinkapazität verändert (**Bild 3.11–2**). Bei der Fehlersuche an einer solchen Stufe ist zu beachten, daß sich die Röhre in ihren Werten so weit verändern kann, daß es nicht mehr möglich ist, die gewünschte Oszillatorfrequenz einzuregeln. Bei Handabstimmung wird das Gerät normal arbeiten. Bei Automatikbetrieb ist trotz Nachstimmen der Induktivitäten keine richtige Abstimmung zu erzielen. Ein Röhrenwechsel mit neuerlicher Nachstimmung schafft Abhilfe.

### **3.12 Fehlersuche bei Brummeinstreuungen**

Oft bereiten krummziehende oder sich unregelmäßig dehnende (atmende) Bilder Sorgen. Durch die Verkopplung der einzelnen Stufen untereinander ist es manchmal nicht einfach zu entwirren, in welcher Stufe der Fehlerursprung liegt. Beim VHF-Kanalschalter reichen die beschriebenen Fehlersuchmethoden jedoch aus, um auch Brummfehler festzustellen.

Brummfehler in der Hf-Vorstufe sind bei der Kontrolle der Vorstufe im Oszillogramm zu erkennen. Als Beispiel ist in Bild 3.06–5 ein nach dem Bild aufgelöstes Oszillogramm am Gitter 1 der Mischstufe mit einer Brummüberlagerung zu sehen. Das Signal ist leicht krummgezogen. Das Schirmbild dehnt sich und zieht sich abwechselnd wieder zusammen. Es handelt sich um einen Fehler, der durch eine unterbrochene Masseverbindung in der Kaskodenstufe verursacht wird.

Brummfehler in der Mischstufe stellen sich ebenfalls mit den beschriebenen Meßmethoden heraus. In schwierigen Fällen wird empfohlen, die Zf-Leitung zu unterbrechen und statt dessen den VHF-Konverter anzuschließen. Ist dann die Brummstörung auf dem Bildschirm nicht mehr zu sehen, so kann sie nur durch den Kanalschalter in das Gerät kommen.

## 4 Fehlerbestimmung in UHF-Tunern

### 4.01 Röhrentuner

Reparaturtechnisch bieten sich die allseits geschlossenen UHF-Tuner als Ganzes an. Wegen der extrem hohen Frequenzen mußten allerdings für die Massenfertigung der Röhren und Einzelteile neue Wege beschritten werden. Bei den Röhren mußten z. B. die Elektrodenabstände noch mehr verringert werden, als es bei der Spanngitterröhre PCC 88 für VHF schon der Fall war; es wurden neue Röhrentypen (PC 86, PC 88 und PC 93) entwickelt.

Die Einzelteile sind in ihren Abmessungen noch kleiner geworden. An den herkömmlichen Bauformen konnte nicht immer festgehalten werden. Statt der bekannten Schwingkreise, aus Induktivitäten in Spulenform und Kondensatoren bestehend, werden im UHF-Tuner  $\pi$ -Glieder und Topfkreise verwendet. Die Induktivität und Kapazität einer noch so kleinen Spule wären für die zu übertragenden ultrahohen Frequenzen schon zu groß. Infolge der Topfkreise und  $\pi$ -Glieder ergibt sich schon äußerlich ein anderes Bild als beim VHF-Kanalschalter (**Bild 4.01-1**). Abgesehen von den etwas ungewohnten Induktivitäten ist bei UHF-Tunern eine klare und übersichtliche Anordnung der Einzelteile vorhanden.

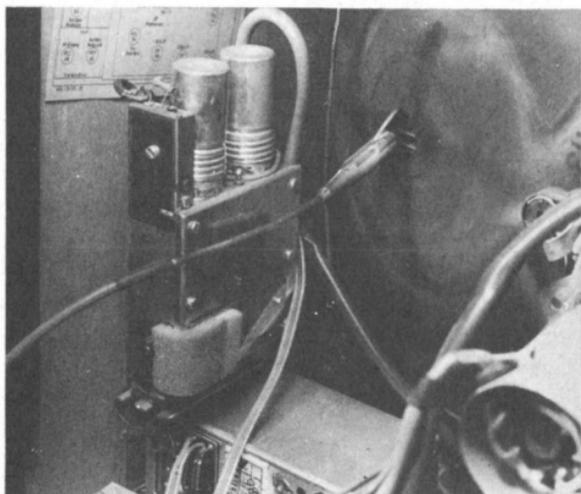


Bild 4.01-1.  
UHF-Tuner im Gerät

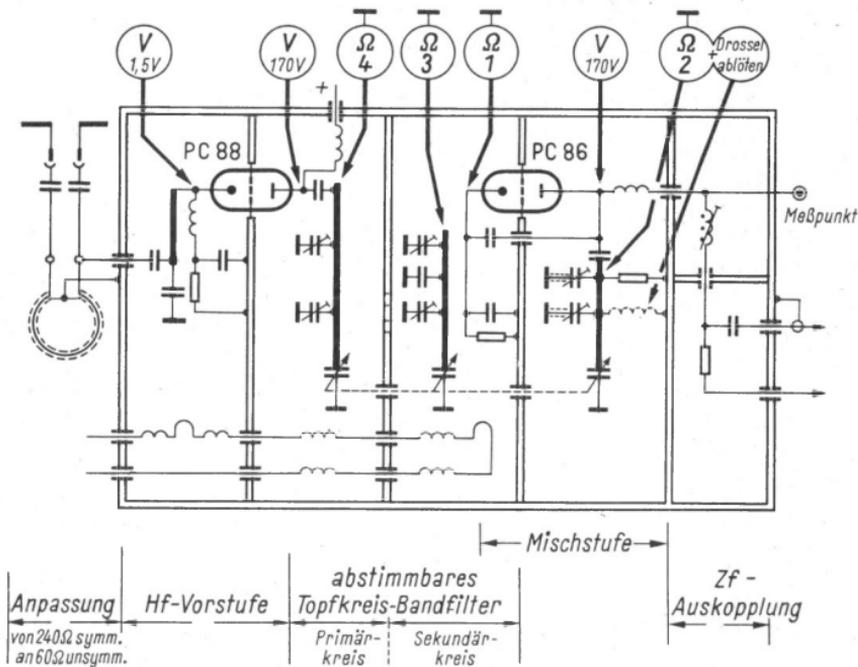


Bild 4.01-2. Schaltung eines Röhren-UHF-Tuners

**Bild 4.01-2** zeigt die Schaltung eines UHF-Teiles. In ihrer Anordnung entspricht sie weitgehend dem mechanischen Aufbau, weil die einzelnen Kammern gleichzeitig die Topfkreise bilden.

Zur Anpassung an den unsymmetrischen Eingang der Vorkreisröhre von 60  $\Omega$  wird im Beispiel eine  $\lambda/2$ -Umwegleitung benutzt. Mit ihrer Hilfe wird der gewünschte symmetrische 240- $\Omega$ -Antenneneingang erreicht. Tuner, die diese Umwegleitung nicht haben, benutzen eine Umwegspule, die dann im Innern des Tuners untergebracht sein kann. Als Vorkreis dient ein  $\pi$ -Kreis. Es handelt sich dabei um zwei gegen Masse liegende Kondensatoren, die über eine Induktivität (einen Blechstreifen oder starken Draht) verbunden sind. Der  $\pi$ -Kreis liegt an der Katode der Vorverstärkerröhre. Das Gitter der Röhre liegt an Masse, die Röhre arbeitet in Gitterbasisschaltung. Über einen Kondensator (30 pF) ist ein Bandfilter angeschaltet, das als Topfkreisbandfilter ausgebildet und darüber hinaus über das gesamte zu

verstärkende Band von 470 bis 860 MHz abstimbar ist. Die Abstimmung erfolgt mit zwei Drehkondensatoren, die mit dem Oszillator-Drehkondensator auf einer Achse sitzen. Die Bandfilterkopplung erfolgt über Schlitze in den Kammerwänden. Zur Abstimmung sind je zwei Trimmer in den Bandfiltertopfkreisen vorhanden. Die unteren Frequenzen des Bandes werden mit dem Trimmer in der Nähe der Röhre und die oberen Frequenzen mit dem in der Nähe des Drehkondensators nachgestimmt. Der Sekundärkreis des Topfkreisbandfilters ist über eine Koppelschleife an die Katode der Mischröhre angekoppelt. Der Koppelgrad kann durch Abstandsänderung der Schleife zur Kammerwand verändert werden. An die Anode der Mischröhre ist der Oszillatorkreis angekoppelt, der auch als Topfkreis ausgebildet ist. Die Ankopplung ist sehr lose, und der Kreis wird mit Hilfe eines Widerstandes bedämpft.

Der Oszillator arbeitet in Dreipunktschaltung. Die bei der Mischung entstehende Zwischenfrequenz wird über einen  $\pi$ -Kreis und ein Anpassungsglied ausgekoppelt.

#### 4.02 Transistortuner

Auch im UHF-Teil werden die Röhren durch Transistoren abgelöst. Neuere UHF-Tuner sind deshalb meist mit Transistoren

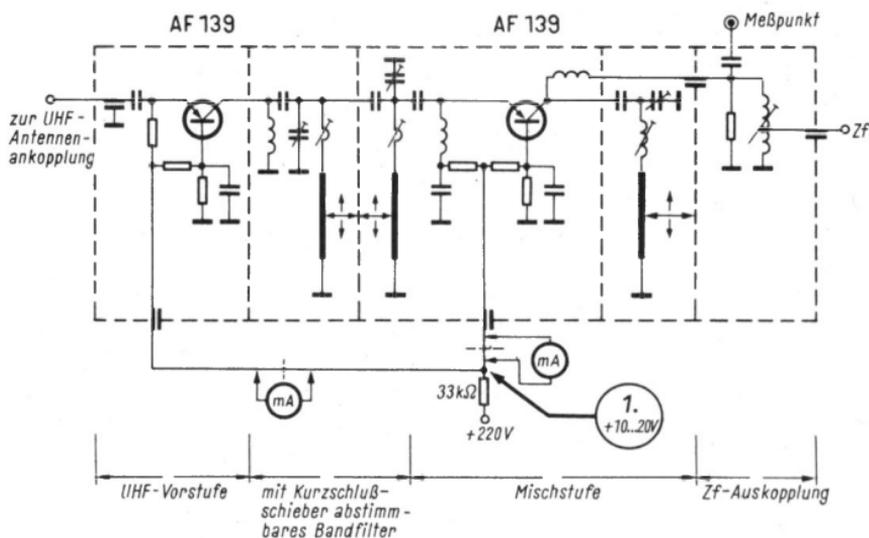
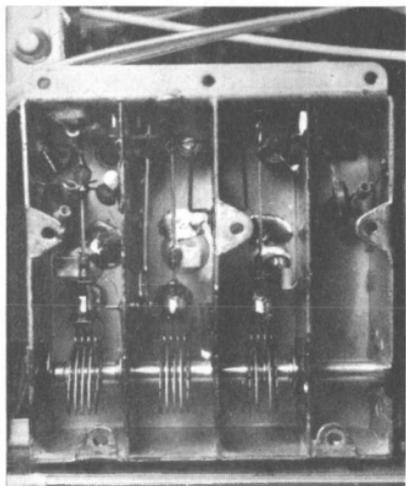
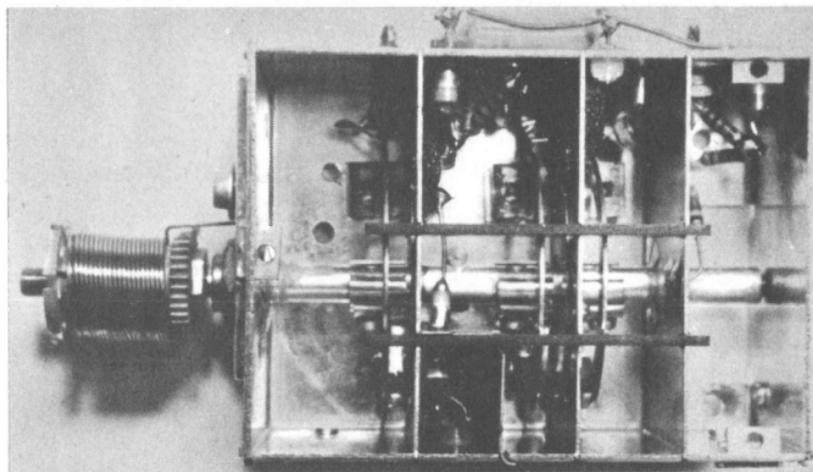


Bild 4.02-1. Schaltung eines UHF-Transistor-Tuners



Links: Bild 4.02-2. Geöffneter Transistor-Tuner mit kapazitiver Abstimmung

Unten: Bild 4.02-3. Geöffneter Transistor-Tuner mit induktiver Abstimmung



bestückt. Der Transistor AF 139 z. B. wird für Vorstufe und Mischstufe verwendet. Die Transistoren werden direkt in die Schaltung eingelötet.

Schaltungstechnisch ergeben sich gegenüber Röhrentunern keine wesentlichen Abweichungen. Analog zur Gitterbasisschaltung bei Röhren arbeiten die Transistoren in Basisschaltung. Die positive Betriebsspannung an Emitter und Basis wird über einen größeren Widerstand (z. B. 33 k $\Omega$ ) von der zur Verfügung stehenden positiven Spannung abgegriffen und über Durchführungskondensatoren in den Tuner gebracht. Die erforderliche

Spannungsdifferenz von 0,2 bis 0,3 V zwischen Basis und Emitter wird mit Hilfe von unterschiedlichen Zuführungswiderständen erreicht.

Ausfälle an Transistoren sind seltener. Durch statische Aufladung an der Antenne ist der Vorstufentransistor eher gefährdet als der Mischtransistor.

**Bild 4.02–1** zeigt die Schaltung eines Transistortuners. Je nach Fabrikat wird induktiv oder kapazitiv abgestimmt. Die beiden Arten der Transistortuner zeigen die **Bilder 4.02–2** und **4.02–3**.

### 4.03 Fehlergrobbestimmung

Wie bei allen technischen Neuerungen ergaben sich auch durch die Einführung von UHF-Tunern zunächst größere Schwierigkeiten und erhöhte Reparaturzahlen. Ursachen der Ausfälle waren in erster Linie defekte Röhren mit mechanischen Schäden. Beim Empfang von Sendern mit den hohen Frequenzen der Bereiche IV und V waren auch Abstimmfehler häufig. Inzwischen sind diese „Kinderkrankheiten“ erkannt und abgestellt worden. Gerade die neueren Transistortuner zeichnen sich durch hohe Betriebssicherheit aus. Die Zahl der Abstimmfehler ist besonders stark zurückgegangen. Es ist deshalb bei neueren Tunern nicht zu empfehlen, bei Ausfällen sofort durch Abstimmen zu versuchen, den Fehler zu beheben; nur in seltenen Fällen wird damit wirklich Abhilfe geschaffen. Meist stellt sich eine viel harmlosere Fehlerursache heraus.

Die Fehlersuche wird wie folgt vorgenommen:

### 4.04 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät

Ein Fehler im UHF-Tuner wird immer dann vermutet, wenn auf VHF ein Bild zu sehen ist, während nach dem Umschalten auf UHF trotz einwandfreier Antennenverhältnisse kein Empfang zu erzielen ist.

Der Drehkondensator des UHF-Tuners wird am besten vom Anfang bis zum Ende durchgedreht. Infolge des sehr breiten Frequenzbandes, das zu bestreichen ist, genügt schon eine kleine Änderung der Drehkondensatorachse, um den Tuner gegenüber der Empfangsfrequenz so weit zu verstimmen, daß der gewünschte Sender nicht mehr zu empfangen ist. Die Kundendiensttechniker kennen die Reparaturmeldung „UHF geht nicht mehr“ zur Genüge. In den meisten Fällen hat der Kunde aber nur die Abstimmung verändert. Oft geschieht das dann, wenn der Sender kurzfristig ausfällt und der Kunde versucht, den

Sender durch Verdrehen der Abstimmung wieder heranzuholen. Er ist dann oft nicht in der Lage, den Sender wieder richtig einzustellen.

Sollte das Gerät auf UHF aussetzen, so ist es empfehlenswert, den Empfänger über einen Regeltransformator anzuschließen und die Netzspannung herunterzuregulieren. Sollte bei einer Abweichung der Betriebsspannung um 10 % (bei 220 V Netzspannung ca. 200 V) der Empfang aussetzen, so dürfte die Oszillatordröhre nicht ausreichend schwingfähig sein. Bei einwandfrei arbeitenden UHF-Tunern kann die Netzspannung um mehr als 20 % (also auf ca. 175 V) heruntergeregelt werden, ohne daß der Oszillator aussetzt. Durch die Benutzung des Regeltransformators bei der Suche von Aussetzfehlern kann das Warten auf gelegentliches Aussetzen vermieden werden.

Sollten jedoch trotzdem nur ein fehlerhaftes Bild, Schnee auf dem Bildschirm oder eine weiße Fläche und sehr wenig Schnee zu sehen sein, so folgt die:

#### **4.05 Prüfung mit Eingriff in das Gerät**

1. Die folgenden Prüfungen gelten für Röhrentuner (**Tabelle 4.05—I**): Es werden wieder als erstes beide Röhren im Tuner und sicherheitshalber die Mischröhre im VHF-Kanalwähler ausgewechselt. Bei einem Teil der Geräte wird das Pentodensystem der VHF-Mischröhre nochmals zur Verstärkung der UHF-Zf benutzt. Bei diesen Geräten wird die Zf des UHF-Tuners in den VHF-Kanalwähler geleitet. Da hierzu meist eine abgeschirmte Leitung verwendet wird, ist auch am Verlauf der Zf-Ausgangsleitung des UHF-Tuners zu erkennen, ob die VHF-Mischröhre mit benutzt wird. Ist das nicht der Fall, so wird die Zf-Leitung direkt oder nur über den VHF-UHF-Umschalter zur ersten Zf-Verstärkerstufe geleitet. Die Mischröhre (VHF) braucht dann nicht mit ausgewechselt zu werden.

Sollte aber bei Geräten, die den VHF-Kanalwähler mitbenutzen, Zweifel über den Fehlerort bestehen, so kann eine Klärung im Zweifelsfall folgendermaßen vorgenommen werden:

Ein Stück abgeschirmte 60- $\Omega$ -Antennenleitung wird statt des angeschlossenen Zf-Kabels an den Zf-Ausgang des UHF-Tuners angeschlossen und direkt an den Eingang des Zf-Verstärkers angeschlossen. Es wird also auf die zusätzliche Verstärkung im VHF-Kanalwähler verzichtet. Ist das UHF-Bild nach dieser Maßnahme besser als vorher, so liegt der Fehler im VHF-Kanalwähler. Es kommt zwar selten vor, daß außer der VHF-Misch-

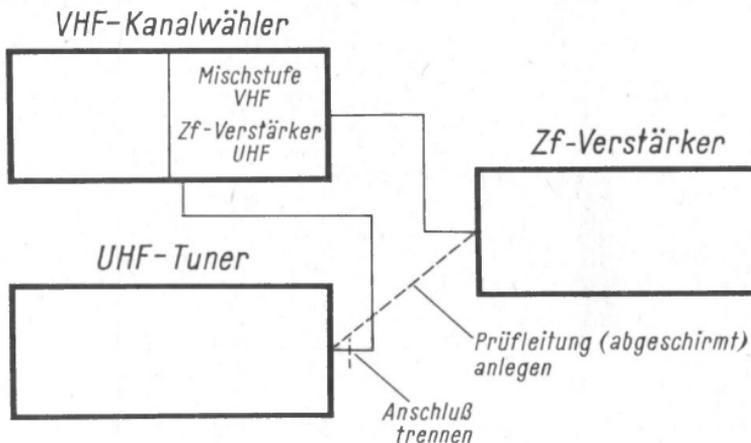


Bild 4.05-1. Schnellprüfung der mitbenutzten VHF-Mischstufe bei UHF-Empfang

röhre (die ja schon vorher ausgewechselt wurde) ein Fehler in der VHF-Mischstufe auftritt, der sich nur auf UHF bemerkbar macht, doch ist das nicht ganz ausgeschlossen. Die geschilderte Prüfung bringt sofort Klarheit (**Bild 4.05-1**).

Schon beim Röhrenwechsel kann übrigens eine grobe Feststellung darüber erfolgen, ob eine Röhre arbeitet oder nicht. Da die Röhren mit Abschirmsockeln und -bechern umgeben sind, entwickelt sich eine beträchtliche Wärme an der Röhre, wenn diese ordnungsgemäß arbeitet. Ist der Anodenstromfluß aus

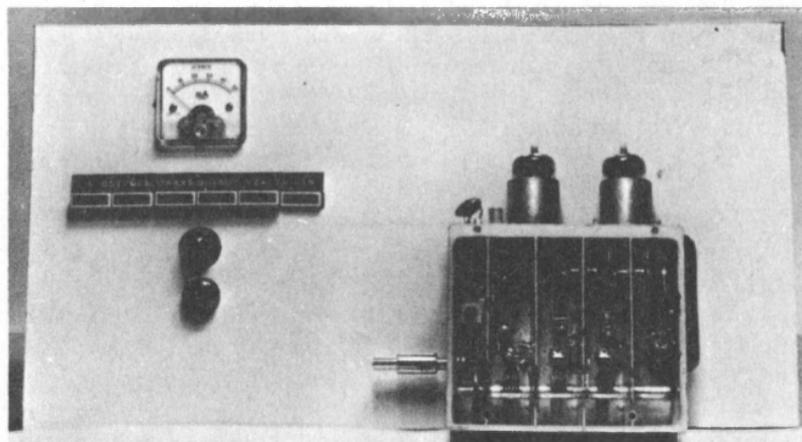


Bild 4.05-2. Netzgerät für UHF-Tuner-Reparatur

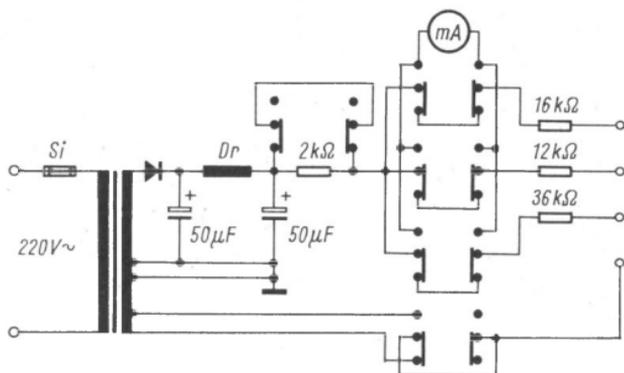


Bild 4.05-3. Schaltung eines Netzgerätes für UHF-Tuner-Reparatur

irgendeinem Grunde unterbrochen, so beschränkt sich die Wärmeentwicklung auf die Heizfadenwärme. Die Röhre läßt sich dann auch nach längerem Betrieb noch anfassen.

2. Steht fest, daß der Fehler im UHF-Tuner zu suchen ist und hat der Röhrenwechsel keine Beseitigung des Fehlers gebracht, so wird als nächstes die in den Tuner führende Anodenspannung gemessen. Der Eingang ist für beide Röhren getrennt, so daß beide Anodenspannungen einzeln gemessen werden müssen. Fehlt eine Spannung, so wird in Richtung Netzteil gesucht.

3. Zur Beseitigung von weiteren Fehlern muß der Tuner geöffnet werden. Dazu muß er ausgebaut werden. Da zur Reparatur aber die normalen Betriebsbedingungen erfüllt sein sollen, müssen die Anschlüsse für Heizung, Anodenspannung, Zf und, wenn vorhanden, für Automatik verlängert werden. Das kann teilweise recht mühsam sein. Besser ist es, sich die erforderlichen Spannungen mit Hilfe eines Zusatzgerätes zu beschaffen. Ein solches Netzgerät für UHF-Tuner ist in **Bild 4.05-2** zu sehen; die Schaltung zeigt **Bild 4.05-3**. Der zu reparierende Tuner wird an dieses Netzgerät angeschlossen, und lediglich die Zf-Leitung wird verlängert in das Fernsehgerät geführt.

In größeren Werkstätten lohnt es sich, die Zf-Leitung an ein altes in Zahlung genommenes Gerät fest anzuschließen. So kann der Tuner völlig unabhängig vom Reparaturgerät überprüft werden. Durch Drücken zweier Tasten einer Drucktastentechnik lassen sich die Ströme der Vorstufe und der Mischstufe voneinander trennen. Für Transistortuner kann die benötigte Betriebsspannung durch Drücken einer weiteren Taste angelegt werden.

Ferner kann man die Anodenspannung um 40 V und die Heizspannung um 2 V senken. Nach Drücken der dafür vorgesehenen Tasten lassen sich Aussetzfehler feststellen. Dieses Gerät kann bei der Abkürzung der Fehlersuchzeit wertvolle Dienste leisten.

#### 4.06 Tuner-Test-Gerät

Für diese Zwecke noch besser geeignet ist das im Handel befindliche *Tuner-Test-Gerät TTG 359* der Firma Nordmende, Bremen. Ganz besonders dann, wenn ein Neuabgleich vorgenommen werden muß, ist es als Grundgerät neben Oszillograf

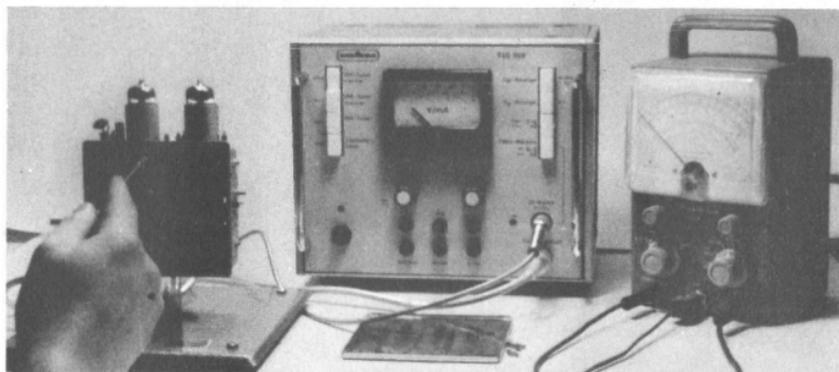


Bild 4.06-1. Tuner-Test-Gerät mit Magnethalterung bei der Fehlersuche im UHF-Tuner

und Wobbelsender eine wesentliche Hilfe. Die Betriebsspannungen können dem Gerät entnommen werden. Ferner wird eine Magnethaltevorrchtung für UHF-Tuner mitgeliefert; der UHF-Tuner wird einfach auf die Halterung gestellt. Ein Magnet hält ihn fest, und so ist der Tuner auch mit allen Anschlüssen überall zugänglich (Bild 4.06-1).

#### 4.07 Fehlersuche im Oszillator- und Mischteil

Bei der weiteren Fehlersuche kann zwischen Hf-Vorstufe und Mischstufe unterschieden werden. Schon das Fehlerbild selbst kann Aufschlüsse über die fehlerhafte Stufe geben.

Schwingt der Oszillator nicht, so ist kein Bild vorhanden. Der Schirm bleibt hell ohne Bild.

Weist die Vorstufe einen Fehler auf, so ist es in den meisten Fällen ein schwaches und verrauschtes Bild. Das sei jedoch nur als Anhaltspunkt erwähnt.

Die genaue Fehlersuche wird wie folgt vorgenommen:

1. Es wird genau festgestellt, ob der Oszillator schwingt. Zu diesem Zweck wird der *Anodenstrom der Oszillatorröhre* gemessen und bei angelegtem Milliampereometer der isolierte Stator des Oszillator-Drehkondensators gegen Masse kurzgeschlossen. Der Anodenstrom ist im Schwingzustand abhängig von der Oszillatorfrequenz. Er muß bei dem beschriebenen Kurzschluß um mindestens 1 mA zurückgehen. Ist das nicht der Fall, so schwingt der Oszillator nicht, und der Fehler muß im Oszillatorteil des Tuners gesucht werden.

2. Es wird eine *mechanische Überprüfung* vorgenommen. Bei älteren Tunern zeigen sich hin und wieder Risse in den Lötstellen, und ganz besonders der an Anode liegende Kondensator weist zuweilen Risse im Oberbelag oder an der Lötstelle auf. Außerdem kommt es vor, daß der am Drehkondensator befindliche Trimmer etwas zu weit eingedreht ist und dadurch einen Kurzschluß zwischen Drehkondensator und Masse bildet. Eine kleine Veränderung des Trimmers nach links läßt den Schluß verschwinden; am Milliampereometer ist das am ruckartigen Ansteigen des Anodenstromes leicht zu erkennen.

Keinesfalls darf der Trimmer mehrere ganze Umdrehungen verändert werden, denn dann ist ein Neuabgleich unumgänglich. Diese Arbeit sollte man sich ersparen.

3. Sollte der Fehler auf diese Weise nicht festzustellen sein, so werden die beiden *Anodenspannungen direkt an den Röhrenfassungsanschlüssen* gemessen. Es kommt hin und wieder vor, daß ein Feinschluß der Anodenspannung an der Oszillatorröhre vorliegt; dann sinkt die Anodenspannung stark ab (auf 120 bis 80 V), und der Oszillator setzt aus. Es ist also auch die Höhe der Spannung zu beachten. Die beiden Röhren haben normalerweise Betriebsspannungen von 160 bis 170 V. Haben die Spannungen die erforderliche Höhe, so wird das Gerät ausgeschaltet. Es wird mit dem Ohmmeter weitergearbeitet.

4. Zuerst wird der *Widerstand von der Katoden-Ankoppelleitung nach Masse* gemessen (Bild 4.01–2, Messung  $\Omega$  1). Der gemessene Widerstand muß dem des Katodenwiderstandes entsprechen (ca. 200 bis 300  $\Omega$ ). Liegt Kurzschluß vor, so dürfte sich dieser im Katoden-Kondensator befinden, oder die Koppelleitung ist so weit verbogen, daß sie an Masse anliegt. Auch der zwischen Katode und Anode liegende Kondensator kann mit einer Seite an Masse anliegen. Bei einem Kurzschluß dieses Kondensators

dürfte der Katodenwiderstand heiß werden und sogar verbrennen.

Die zweite Widerstandsmessung wird vom Innenleiter des Oszillatortopfkreises gegen Masse vorgenommen (Bild 4.01–2, Messung  $\Omega 2$ ). Dabei ist es allerdings erforderlich, die in einigen Modellen gegen Masse liegende Drossel einseitig abzulöten. Es muß dann der Wert des Dämpfungswiderstandes gemessen werden (10 bis 15 k $\Omega$ ).

Sicherheitshalber wird der Drehkondensator von Anfang bis Ende durchgedreht. Ändert sich der Widerstand, so kann ein zeitweiliger Plattenschluß vorliegen. Beim Nachbiegen der Rotorplatten ist mit äußerster Vorsicht vorzugehen.

Ein zu starkes Verbiegen kann den Oszillator besonders im Bereich der hohen Frequenzen so stark verschieben, daß ein Neuabgleich erforderlich werden kann.

5. Als letzte Fehlersuche kommt noch eine Unterbrechung oder Kapazitätsverkleinerung des Katoden-Kondensators in Frage. Die Mischverstärkung wird dadurch herabgesetzt. Das Bild erscheint verschneit. Der Kondensator ist gegen einen neuen auszutauschen.

#### **4.08 Fehlersuche in der Vorstufe**

Es wird in der gleichen Weise vorgegangen, wie vorstehend beim Oszillatormischteil beschrieben:

1. Die Anodenspannungsmessung war bereits erfolgt. Ein Feinschluß der Anodenspannung hätte dabei festgestellt werden müssen. Als Fehlerursache kommt praktisch nur ein Feinschluß des Durchführungskondensators in Frage, da der Koppelkondensator nicht an Masse liegt. Außerdem wird noch die Katodenspannung gemessen. Sie muß ungefähr 1,5 V betragen. Weicht die Spannung ab oder ist keine Spannung zu messen, so kommt nur ein Fehler im Katodenzweig der Röhre in Betracht. So können mit Hilfe dieser Spannungsmessungen alle im Katodenzweig liegenden Teile auf Schluß und der Katodenwiderstand auf richtige Widerstandsgröße untersucht werden.

Lediglich eine Unterbrechung oder wesentliche Kapazitätsverkleinerung des Katodenkondensators kann so nicht festgestellt werden. Zur Überprüfung wird probeweise ein neuer Kondensator parallel gelegt. Zeigt sich eine Verbesserung des Bildes, muß der im Gerät befindliche Katodenkondensator ausgewechselt werden.

2. Als nächstes wird eine genaue *mechanische Überprüfung* vorgenommen. Dabei ist wieder ganz besonders auf Haarrisse und Risse in den Lötverbindungen zu achten. Bei den zu übertragenden hohen Frequenzen können dadurch Dämpfungen verursacht werden, die eine Verstärkung unmöglich machen. Der Rauschanteil wird größer als die Signalspannung, das Bild ist nicht mehr zu sehen.

3. Sollte ein mechanischer Fehler nicht vorliegen, so wird wieder das *Ohmmeter* zu Hilfe genommen. *Beide Innenleiter des Topfkreisbandfilters werden auf Masseschluß überprüft* (Bild 4.01–2, Messung  $\Omega 3$  und  $\Omega 4$ ). Dabei wird der Drehkondensator jeweils von Anfang bis Ende durchgedreht, um Plattenschlüsse festzustellen.

Sollte ein Kreis über einen Dämpfungswiderstand an Masse liegen, so muß die Größe des Widerstandes wie schon beim Oszillatortopfkreis bei der Messung berücksichtigt werden.

Mit den letzten Widerstandsmessungen wird das je nach Fabrikat unterschiedliche Anpassungsglied auf Schluß und Durchgang überprüft. Es kommt in seltenen Fällen vor, daß bei der  $\lambda/2$ -Symmetrierschleife ein Schluß gegen Masse vorliegt. Fehler sind an dieser Stelle selten. Aus diesem Grund wurde bei der Fehlersuche auch mit der Überprüfung des Mischteiles begonnen. Die meisten Fehler sind dort zu suchen und die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler dort zu finden, ist größer.

#### **4.09 Fehlersuche in Transistortunern**

Bei der Fehlersuche in Transistortunern ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Widerstands- und Stromverhältnisse bei Transistoren von denen bei Röhren abweichen. Nach der Grob- feststellung des Fehlers im Tuner wird am besten zuerst die in den Tuner führende Plusspannung gemessen.

Bild 4.02–1 zeigt die Schaltung eines Transistortuners; in ihr ist die eben bezeichnete Messung mit 1. bezeichnet. Die Spannung muß an dieser Stelle bei allen Transistortunern zwischen 10 und 20 V betragen, normalerweise soll sie bei 12 V liegen. Weicht die Spannung wesentlich von diesem Wert ab, so wird

1. die zum *Mischtransistor* führende Leitung aufgetrennt und der *Strom* gemessen. Je nach der Schaltung fließt ein Strom von 2,8 bis 5,4 mA.

Dieser Strom setzt sich zusammen aus

1. dem Strom über den Emitter,

2. dem Strom über die Basis,
3. dem Basis-Spannungsteilerstrom.

Der zu messende Strom am Emitter ist dabei immer höchstens 2 bis 3 mA. Da aber in der Schaltung wegen der leichten Verstimmungsmöglichkeiten nicht viel gelötet werden soll, wird vorerst auf eine Leitungstrennung zur Emitterstrommessung verzichtet. Weicht der Gesamtstrom von den genannten Werten wesentlich nach oben oder unten ab, so wird zuerst der Transistor selbst überprüft. Nur wenn kein Strom fließt, wird die Schaltung überprüft. Bei ausgeschaltetem Gerät wird der Widerstand vom Kollektor gegen Masse gemessen; es darf hier nur ein ganz kleiner Widerstand ( $< 1 \Omega$ ) vorhanden sein. Andernfalls liegt eine Unterbrechung im Kollektorkreis vor.

2. Liegt der Kollektorstrom innerhalb der angegebenen Werte, so wird sicherheitshalber geprüft, ob der *Oszillator* schwingt. Dazu wird der Stator des Drehkondensators oder, wenn induktiv abgestimmt wird, der Innenleiter des Oszillatortopfkreises gegen Masse kurzgeschlossen. Der Gesamtstrom des Mischtransistors muß dann um mindestens 0,1 mA ansteigen. Da der Schwingstrom abhängig von der Oszillatorfrequenz ist, kann die Zunahme aber auch bis 0,5 mA betragen (**Tabelle 4.09–I**).

Sollte der Oszillator nicht schwingen, so kommt als erstes der Mischtransistor als Fehlerquelle in Betracht. Ferner kann der Ankoppelkondensator des Oszillatorkreises an den Kollektor des Mischtransistors defekt sein. – Bei Automatiktunern besteht außerdem noch die Möglichkeit, daß die Nachstimm-diode zu fest angekoppelt ist.

3. Ausgehend von der Strommessung werden auch *Fehler in der Vorstufe* gesucht. Es wird wie beim Mischtransistor zuerst der Gesamtstrom des Transistors gemessen; er liegt in der Regel etwas niedriger als der Strom des Mischtransistors, und zwar zwischen 2,4 und 5 mA. Bei größeren Abweichungen kommt auch hier in erster Linie der Transistor als Fehlerquelle in Betracht.

Der Transistor kann defekt werden, wenn die Antennensignalspannung zu hoch ist (40 mV an  $240 \Omega$ ). Auch bei auftretender Überspannung und statischer Aufladung der Antenne kann der Transistor beschädigt werden. Er muß nicht vollkommen ausfallen, vielmehr können sich diese Fehler auch durch erhöhten Rauschanteil bemerkbar machen. Ist also ein Gerät zu reparieren, bei dem auf *UHF viel Schnee im Bild* ist, so kommt als *Fehlerquelle in erster Linie der Vorstufentransistor* in Betracht.

Einzelteilfehler – aber nicht solche des Transistors – werden bei ausgeschaltetem Gerät mit dem Ohmmeter festgestellt. Lediglich die Basiskondensatoren werden durch Parallelschalten eines neuen Kondensators geprüft. Bei Messungen mit dem Ohmmeter ist zu beachten, daß ein Transistor schon durch die Betriebsspannung von 1,5 V zerstört werden kann. Prüfungen des Transistors selbst mit dem Ohmmeter sollten deshalb nicht vorgenommen werden.

#### 4.10 Fehlerbestimmung in der automatischen Feinabstimmung

Die Schaltungen zur Erzeugung einer Nachstimmspannung für UHF-Tuner entsprechen im wesentlichen denen, die für VHF-Kanalwähler Verwendung finden. Nach der Zf-Verstärkung wird ein Teil der Signalspannung abgegriffen und einem Frequenzdiskriminator zugeleitet, der Frequenzabweichungen der Zwischenfrequenz als Folge von Oszillatorverstimmungen in Amplitudenänderungen umwandelt. Frequenzabweichungen können so in abhängige Spannungsänderungen umgewandelt werden. Mit dieser veränderlichen Spannung wird die Oszillatorfrequenz beeinflusst.

Bei UHF wird dazu in den meisten Fällen eine in Sperrichtung betriebene Kapazitätsdiode verwendet. Durch Spannungsände-

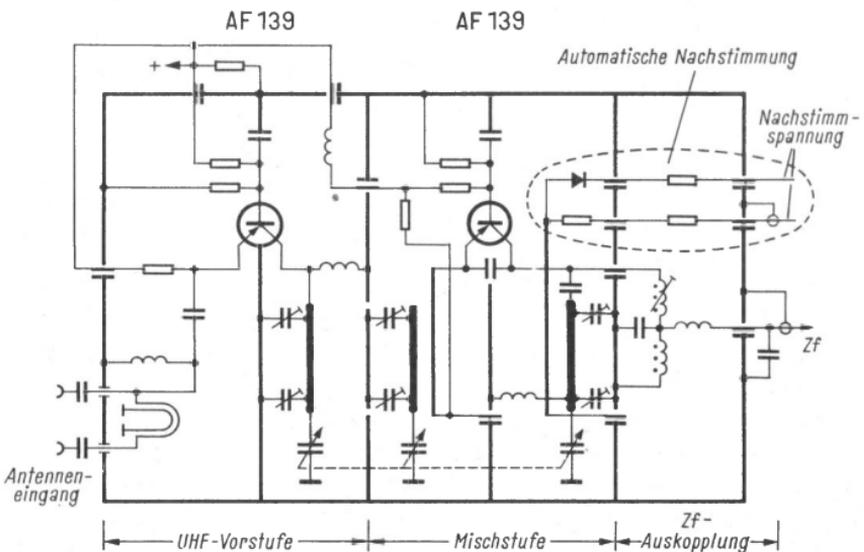


Bild 4.10-1. Transistor-UHF-Tuner mit automatischer Nachstimmung

zung wird die Kapazität der Diode verändert. Da sie an den Oszillatorkreis angeschlossen ist, wird so die Oszillatorfrequenz entsprechend den Frequenzabweichungen in der  $Z_f$  verändert. Stimmt die  $Z_f$ , so entsteht keine Nachstimmspannung (**Bild 4.10-1**).

Die Ankopplung der Diode in UHF-Tunern ist kritisch. Ist die Kopplung zu lose, so ist der Nachstimmfrequenzbereich zu klein, und die Automatik erfüllt ihre Aufgabe nur mangelhaft. In einigen Tunermodellen kann fester gekoppelt werden, indem die Diode etwas mehr zum Innenleiter zu gebogen wird. Daraus ist schon zu ersehen, daß beim Auswechseln einer Diode äußerste Sorgfalt nötig ist.

Die Diode wird dann fehlerhaft sein, wenn die Nachstimmspannung normale Höhe hat und die Automatik trotzdem nicht arbeitet oder der Fangbereich zu klein ist. Die variable Spannung an der Diode liegt normalerweise zwischen 0 und 8 V; außerdem liegt an ihr eine feste Vorspannung von meist + 8 V. Diese Spannung muß ebenfalls anliegen, ehe die Automatik arbeiten kann. Fehlt die Vorspannung oder die Nachregelspannung, so muß der Fehler im Diskriminator oder in der Verstärkerstufe bis zur Auskopplung der  $Z_f$  gesucht werden.

#### 4.11 Praktische Winke

Sollte ein Mikrofonie-Effekt auftreten, so sind zuerst die Abstimmuschrauben der Trimmer zu überprüfen. Falls eine Schraube lose im Gewinde sitzt, muß sie im Gewinde selbst festgelegt werden. Ein Festlegen mit Lack nur außerhalb der Gewindegänge wird den Fehler nicht dauerhaft beseitigen. Außerdem könnte der Rotor des Oszillator-Drehkondensators oder bei induktiver Abstimmung der Kurzschlußschieber der Oszillatorabstimmung zu lose sein.

Bei Kontaktschwierigkeiten im Tuner sei davor gewarnt, mit einem Sprühmittel zu arbeiten. Es ist damit nicht möglich, nur die Kontakte selbst zu besprühen. Kommt aber haftendbleibende Flüssigkeit in die Schaltung, so können Verstimmungen verursacht werden. Besser ist es, ein Kontaktreinigungs- und -pflegemittel mit Stäbchen, Pinsel oder Schraubenzieher direkt an die zu reinigende Stelle zu bringen.

Beim Auswechseln von Transistoren und Einzelteilen ist zu beachten, daß die Länge der Anschlußdrähte und die Lage der Einzelteile genau so gewählt werden wie im Originalzustand. So lassen sich Nachstimmarbeiten vermeiden.

## 5 Fehlersuche im Zf-Verstärker

### 5.01 Zf-Verstärker mit Röhren und Transistoren

Wie schon bei der Fehlersuche im Kanalschalter und UHF-Tuner muß auch beim Bild-Zf-Verstärker von vorneherein klar gestellt werden, ob der Fehler tatsächlich dort zu suchen ist. Da die Möglichkeit besteht, daß in anderen Teilen des Fernsehgerätes Fehler vorhanden sind, die sich ähnlich auswirken wie Fehler in der Bild-Zf-Verstärkung, so müssen diese möglichen fehlerhaften Einflüsse unterbunden werden. Im Normalfall ist das leicht geschehen. Wenn der Bildschirm weiß ist, der Ton fehlt und weder über VHF noch UHF ein Bild zu sehen ist, so richtet sich der Verdacht auf den Bild-Zf-Verstärker und die getastete Regelung. Welches von beiden Schaltungsteilen den Fehler aufweist, ist ebenfalls schnell festgestellt; wie man dazu vorgeht, wird nachstehend beschrieben.

Es gibt aber schwierigere Fälle, wie beispielsweise leichtes Krummziehen des Bildes, Brummen im Bild, „Fahnenbildung“, Bild ohne genügenden Kontrast oder Plastik. In diesen Fällen ist es nicht immer ohne weiteres klar, ob der Fehler im Bild-Zf-Verstärker oder in einem anderen Teil zu suchen ist. Deshalb ist es wichtig, zuerst alle denkbaren Fremdeinflüsse auszuschalten, damit einwandfreie Feststellungen getroffen werden können.

Da die Fehlersuche rationell vor sich gehen soll, muß die Folge der einzelnen Prüfungen so eingeteilt werden, daß wieder leichte Fehler mit einfachen Mitteln und nur die schwierigeren Fehler mit komplizierten und aufwendigen Methoden gesucht werden. Es soll also vermieden werden, daß „mit Kanonen auf Spatzen geschossen wird“, d. h. daß zum Beispiel die Durchlaßkurve der Zf durchgewobbelt wird, und es stellt sich dann heraus, daß die Schirmgitterspannung an einer Zf-Röhre fehlt. Gewiß ist ein solcher Fehler auch an der fehlerhaften Durchlaßkurve abzulesen, aber da die Spannungsmessung einfacher und schneller durchzuführen ist, sollte zuerst diese Möglichkeit der Fehlersuche angewendet werden.

Die Reihenfolge der Prüfungen soll auch so gewählt werden, daß der Fehler erst dort gesucht wird, wo erfahrungsgemäß die meisten Defekte auftreten. Zu diesem Zweck wurde eine Statistik aufgestellt, und über einen Zeitraum von mehreren Jahren

wurden alle Fehler im Bild-Zf-Verstärker eingruppiert. Eine Unterteilung wurde vorgenommen in Röhrenfehler, Spannungsfehler, Unterbrechungen an Zf-Spulen (gitterseitig), Verstimmungsfehler und sonstige Fehler, wie Selbsterregung (die ihre Ursache nicht in Röhrenfehlern hat), Risse in Platinen und ähnliches.

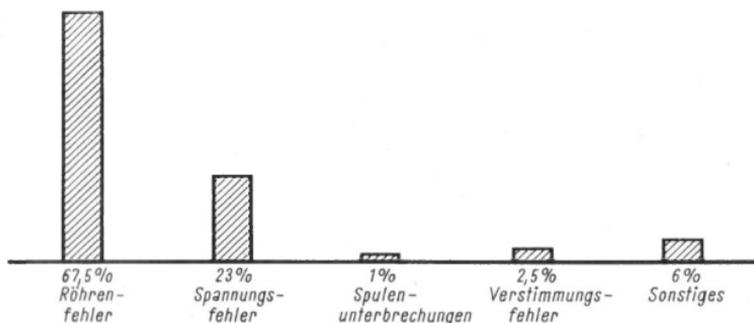


Bild 5.01-1. Fehlerursachen bei Röhren-Zf-Verstärkern

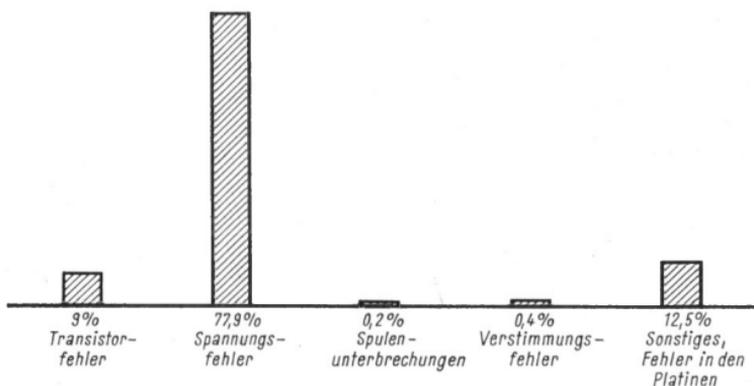


Bild 5.01-2. Fehlerursachen bei Transistor-Zf-Verstärkern

Wenn die Eingruppierung der Fehler in einzelnen Fällen auch verschieden gehandhabt werden kann, so zeigt das Ergebnis (**Bild 5.01-1**) doch ganz einwandfrei, wo der Schwerpunkt der anzuwendenden Fehlersuchmethoden liegen sollte. Nach dem Auswechseln der Röhren bietet die Spannungsmessung die größte Gewähr dafür, weitere Fehler zu finden.

Über Bild-Zf-Verstärker mit Transistoren wurde eine gesonderte Statistik geführt, um die Unterschiede der Fehlerursachen gegenüber Röhrengeräten festzustellen. Diese Unterschiede sind groß, wie in **Bild 5.01-2** zu sehen ist. Der Ausfall an Transistoren

ist sehr gering. Spulenunterbrechungen kommen kaum noch vor, da die Spulen mit Drähten von verhältnismäßig großem Querschnitt gewickelt sind. Verstimmungsfehler sind ebenfalls sehr selten, da es sich um neuere Geräte handelt, die kaum von Laien verstimmt wurden. Auch bei den Röhrengeräten wird ja der größte Teil der Verstimmungsfehler von Laien verursacht, die an den Kernen drehen.

Bei der Fehlerstatistik muß besonders berücksichtigt werden, daß der Gesamtfehleranteil in der Zf-Verstärkerstufe schon immer gering war. Die Einführung der Transistoren hat ein weiteres Absinken der Fehlerquote mit sich gebracht. Bei den trotzdem noch auftretenden Fehlern ist auch bei Transistor-Zf-Verstärkern der größte Teil mit Spannungsmessungen einzukreisen und festzustellen.

Verstimmungsfehler im eigentlichen Sinnes des Wortes, also Fehler, die dadurch verursacht werden, daß sich die frequenzbestimmenden Teile der Kreise oder Bandfilter allmählich in ihren Werten soweit verändert haben, daß das Bild in irgendeiner Weise beeinträchtigt wird, sind sehr selten. Das ist einerseits darauf zurückzuführen, daß die Industrie eine lange Erfahrung in der Herstellung von frequenzstabilen Kreisen und Filtern hat, andererseits aber auch darauf, daß diese so breitbandig ausgelegt sind, daß kleinere Verstimmungen praktisch bedeutungslos sind. Während die geforderte Bandbreite für den Zf-Verstärker von 5 MHz (in Höhe des Bildträgers) früher mit versetzt abgestimmten Kreisen erreicht wurde (**Bild 5.01-3**), verwendet man in den letzten Jahren immer mehr die Bandfilterkopplung. Das hat zur Folge, daß sich ein Verstimmungsfehler nur selten so bemerkbar machen kann, daß ein bestimmtes Frequenzspektrum benachteiligt wird. Bei Geräten mit symmetrischer Bandfilterkopplung wird bei Verstimmung die Gesamtverstärkung herabgesetzt (**Bild 5.01-4**).

Aufgabe des Zf-Verstärkers ist es, die aus dem Kanalschalter (Tuner) kommende Bild- und Ton-Zf so zu verstärken, daß mit dieser Spannung nach der Demodulation die Videostufe gesteuert werden kann. Hierfür ist eine Zf-Spannung von ungefähr 2 V erforderlich. Wenn angenommen wird, daß am Eingang des Zf-Verstärkers etwa 1000 bis 2000  $\mu\text{V}$  liegen (bei einer Antenneneingangsspannung von ca. 100  $\mu\text{V}$ ), so ist eine Mindestverstärkung von 1000 bis 2000 erforderlich. Um jedoch einen befriedigenden Weitempfang (bei niedrigem Antennensignal) zu erreichen und noch Reserven für eine Regelung zu haben, soll die Zf-Verstärkung bei Spitzengeräten bei 10 000 und höher liegen.

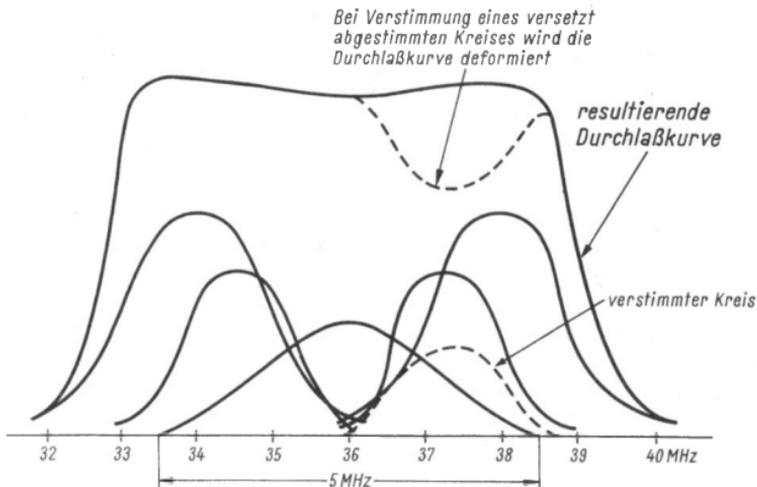


Bild 5.01-3. Bei einer mit versetzt abgestimmten Kreisen erzielten Durchlaßkurve deformiert ein verstimmt Kreis die Kurve

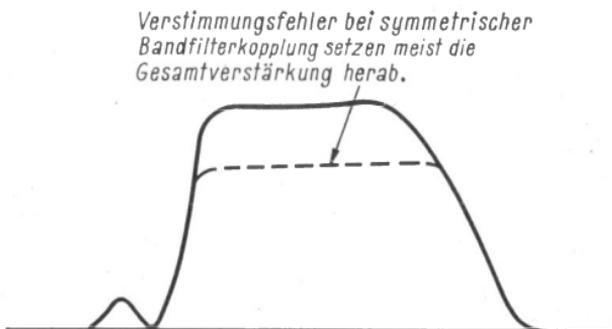


Bild 5.01-4. Verstimmungsfehler bei symmetrischer Bandfilterkopplung setzen meist die Gesamtverstärkung herab

Die an den Zf-Verstärker zu stellende Forderung ist also eine fünf- bis zehntausendfache Verstärkung des zu übertragenden 5,5 MHz breiten Bandes. Außerdem soll der Ton mit übertragen werden. Damit sich aber Bild und Ton nicht gegenseitig stören, muß die Durchlaßkurve so eingerichtet werden, daß die Tonamplitude zwanzigmal niedriger gehalten wird als die Bildamplitude. Weiter muß dafür gesorgt werden, daß Fernsehsender, die auf dem nächst höheren oder nächst niedrigeren Kanal senden, nicht stören. Und ferner soll das verstärkte Signal

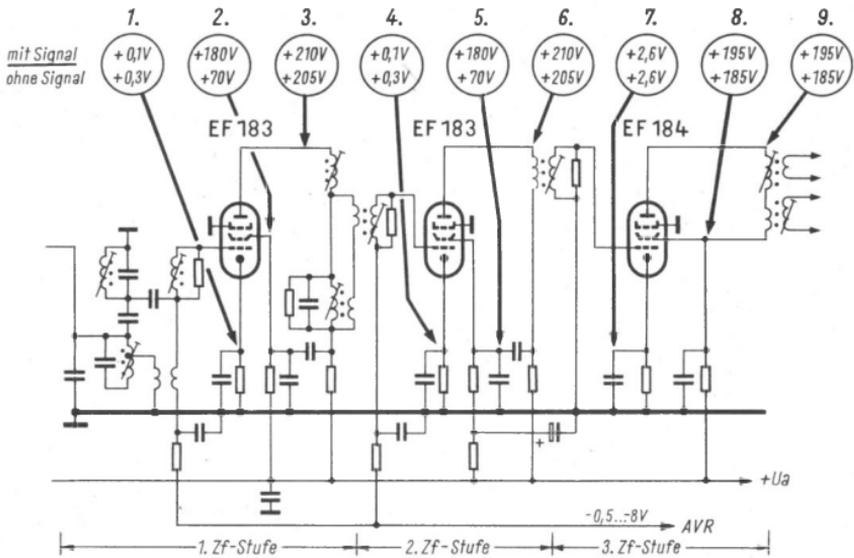


Bild 5.01–5. Dreistufiger Röhren-Zf-Verstärker mit verschiedenen Spannungswerten mit und ohne Signal

möglichst gleichbleibend der Videogleichrichtung zugeführt werden; es muß also auch geregelt werden. Das Beispiel eines solchen Röhren-Zf-Verstärkers zeigt **Bild 5.01–5**.

In ihm werden die Röhren EF 183, EF 183 und EF 184 verwendet; in älteren Geräten ist an dieser Stelle die Röhre EF 80 zu finden. Mit einer Steilheit von 7,4 mA/V ist die erzielbare Spannungsverstärkung jedoch wesentlich niedriger als bei der später entwickelten EF 183 (12,5 mA/V), so daß mit der letzteren eine größere Zf-Verstärkung mit weniger Aufwand möglich ist. Das ist übrigens ein Beispiel dafür, daß die Zahl der Röhren bei Fernsehgeräten nicht immer als Maß für deren Leistungsfähigkeit gelten muß.

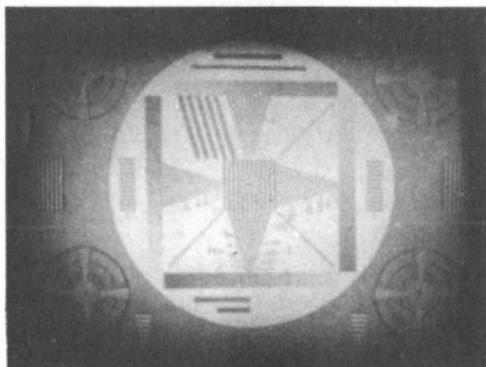
Die ersten beiden Stufen werden geregelt. Die von der Taströhre kommende Regelspannung hat  $-0,5$  bis  $-8$  V. Die ersten beiden Stufen sind mit einem Mischfilter verbunden. Die Koppelung der anderen Stufen erfolgt mit Bandfiltern. Die Schwingkreise haben teilweise Parallelwiderstände, die einerseits zwar dämpfend wirken, andererseits aber die Breitbandigkeit gewährleisten. Die Zf-Verstärker-Schaltungen der einzelnen Fabrikate sind servicemäßig ähnlich zu behandeln, so daß die als Beispiel angenommene Schaltung für die Reparatur aller nach dem Inter-carrierverfahren arbeitenden Geräte gelten kann.

## 5.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät

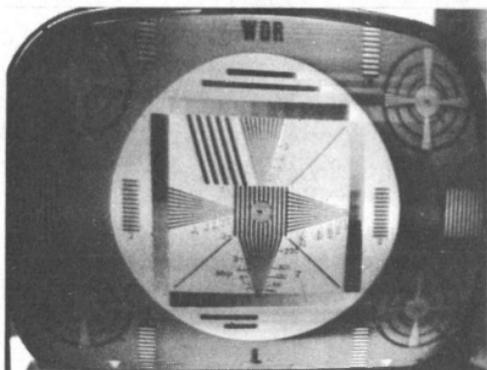
Zuerst werden wieder die gegebenen Möglichkeiten ausgeschöpft, den Fehler ohne Eingriff in das Gerät einer Stufe zuzuordnen. Sollte bei dieser Vorprüfung eine Täuschung unterlaufen, d. h. die falsche Stufe als Fehlerort angenommen werden, so stellt sich das schnell im Verlauf der weiteren Prüfungen heraus.

Zunächst wird das Gerät eingeschaltet, und Antenne oder Bildmustersgenerator werden angeschlossen. Bleibt der Schirm weiß oder ist das Bild schwach, ohne Kontrast und tiefes Schwarz, wie das bei dem Testbild in **Bild 5.02-1** zu sehen ist, oder ist das Bild kontrastarm und mit Fahnen behaftet wie in **Bild 5.02-2**, und fehlt außerdem der Ton oder ist dieser verhältnismäßig leise oder fehlerhaft, so wird auf Band IV umgeschaltet. Ändert sich die Fehlererscheinung beim Empfang eines Senders im Band IV nicht, so ist vorläufig grob festgestellt, daß der Fehler im Zf-Teil oder in der getasteten Regelung zu suchen sein könnte.

*Bild 5.02-1. Trotz aufgedrehtem Kontrastregler bleibt das Bild kontrastarm*



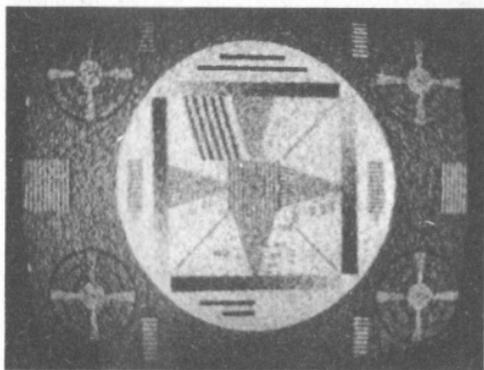
*Bild 5.02-2. Das Bild zeigt Fahnen*



Ist im Gerät kein UHF-Tuner vorhanden oder kann kein 2. Programm empfangen werden, so sollte sich der Verdacht vom Kanalschalter abwenden, wenn neben dem geschilderten Fehlerbild der Ton nicht oder nur stark fehlerhaft zu hören ist. Ganz besonders dann verdichtet sich der Verdacht auf einen Fehler im Zf-Teil, wenn beim Durchdrehen der Feinabstimmung kaum eine Änderung des fehlerhaften Zustandes beim Ton zu erreichen ist.

Nach den bisherigen Ergebnissen der Vorprüfung kommen als Fehlerquelle mehrere Stufen in Betracht.

Im Blockschaltbild-Auszug **Tabelle 5.02–I** sind die Stufen gestrichelt angegeben, die eventuell noch einen Fehler verursachen könnten, der in seiner Auswirkung auf Bild und Ton Ähnlichkeit mit einem Fehler in den Zf-Stufen hat. Bei Geräten mit automatischer Nachstimmung für UHF und VHF und bei solchen, in denen die Zf vom UHF-Teil nicht direkt zum Umschalter UHF-VHF geleitet wird (sondern nach Verstärkung über VHF-Kanalschalter zur Zf), besteht die Möglichkeit, daß ein Fehler im VHF-Kanalschalter vorliegt, der sich auch auf UHF auswirkt.



*Bild 5.02–3. Bei fehlerhafter positiver Gittervorspannung der Zf-Regelröhre zeigt das Bild grobflockigen Schnee*

Beim Umschalten verändert sich an der Fehlererscheinung dann nichts. Deshalb ist der Kanalschalter in den Kreis der verdächtigen Stufen mit einzubeziehen. Weiter besteht die Möglichkeit, daß durch die Regelleitungen eine falsche Regelspannung an der Regelstufe oder, wenn mehrere Röhren geregelt sind, an den Regelröhren liegt. Das hat zur Folge, daß bei zu stark negativer Regelspannung die Röhre sperrt und daß bei zu stark positiver Spannung Gitterstrom fließt. Im ersten Fall ist das Bild sehr flau oder der Schirm ist ganz weiß, und der Ton ist leise oder er fehlt ganz. Im zweiten Fall ist das Bild sehr grobflockig (**Bild 5.02–3**).

Außerdem kann ein Fehler im Videogleichrichterteil vorliegen, der einen Verstimmungsfehler vortäuscht. In der Folge wird noch geschildert, in welcher Reihenfolge die einzelnen Prüfungen zweckmäßigerweise durchgeführt werden. Da etliche Prüfungen einigen Meßaufwand erfordern, wird zuerst versucht, die möglichen leichten Fehler zu erfassen.

### 5.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät

1. *Regelspannung mit Schraubenzieher kurzschließen.* Verändern sich Ton und Bild, dann wird das Gitterspannungsgerät angeschlossen. Dabei ist die Polarität der anzulegenden Spannung zu beachten (den positiven Pol an Chassis legen und den negativen Pol des Gerätes an die Regelspannungsleitung). Spannung von 0 bis 30 V durchdrehen. Ist das Bild in einer Reglerstellung da, so dürfte der Fehler in der getasteten Reglung liegen. Hat die Kurzprüfung aber bei keiner Reglerstellung ein normales Bild gebracht, dann ist folgendes zu tun:

2. *Die Röhren im Zf-Verstärker probeweise auswechseln.* Wie schon vorher bemerkt, wird bei manchen Geräten die UHF-Zf nicht direkt an das Steuergitter der ersten Zf-Röhre gebracht, sondern an die Mischröhre im Kanalschalter. Sollte eine solche Schaltung vorliegen, so ist es nach den bisherigen Prüfungsergebnissen immer noch möglich, daß die Mischröhre defekt ist. Sie wird deshalb vorsichtshalber mit ausgetauscht.

3. Anschließend werden alle *Widerstände* im Zf-Teil daraufhin geprüft, ob Überlastung vorliegt (Widerstand verbrannt). Es wäre ärgerlich, wenn nach sorgfältiger Ausführung aller Prüfungsmöglichkeiten festgestellt werden müßte, daß ein Widerstand verbrannt ist.

Sollte das allerdings der Fall sein, so ist nur ganz selten die Ursache des Fehlers der Widerstand selbst. Meist ist ein gegen Masse liegender Kondensator oder die im Stromkreis des Widerstandes liegende Röhre schadhaft. Sind Zweifel vorhanden, so wird vor dem Einlöten eines neuen Widerstandes das *Ohmmeter bei ausgeschaltetem Empfänger* angelegt. Zeigt es Masseschluß, kann dieser leicht festgestellt werden. Geht der Zeiger des Ohmmeters beim Ablöten eines Teiles, einer Leitung oder nach dem Herausziehen der Röhre auf „hohen Widerstand“, so ist dieser Teil defekt. Im Beispiel **Bild 5.03-1** würde sich der Verdacht zuerst auf den Kondensator C 1 richten. Sollte er nicht schadhaft sein, so wäre die nächste Fehlermöglichkeit ein Schluß

der Röhre (Schirmgitter-Schutzgitter; Fall 2). Zur Klärung wird die Röhre herausgezogen.

Bleibt das Instrument immer noch auf „Widerstand 0“, dann scheidet die Röhre als Fehlerquelle aus. Da die Fassung kaum einen Schluß aufweisen dürfte, ist es jetzt erforderlich, die Anodenzuführung vom Schirmgitter zu trennen (Fall 3). Bewegt sich der Zeiger des Ohmmeters jetzt nach „hohem Widerstand“, so ist der Schluß aller Wahrscheinlichkeit nach im Filter zu suchen. Die getrennte Leitung wird wieder zusammengefügt, damit der Schluß auf der Skala des Ohmmeters abzulesen ist. Der Abschirmbecher wird abgenommen und der Leitungsverlauf im Filter überprüft. Dabei kann mit einem Blick auf den Zeiger-ausschlag gesehen werden, wann der Schluß verschwindet. Das ist dann sehr wichtig, wenn eine Leitung an Masse liegt oder die Druckplatine an einer Stelle mit dem Abschirmbecher Schluß hat.

Wird das Ohmmeter nicht angelegt, so ist es eventuell nicht möglich, den Fehler festzustellen, da der Zeitpunkt, an dem der Schluß verschwindet, nicht einwandfrei zu sehen ist. Man ist auf Vermutungen angewiesen. Es besteht die Möglichkeit, daß der gleiche Fehler später wieder auftritt und zur Kundenreklamation führt.

Eine zusätzliche, einfache Art der Fehlerbestimmung bietet das Fehlerbild selbst. Beim *Fehlen der Schirmgitterspannung* ohne gleichzeitigen Schluß gegen Masse (also bei defektem Widerstand allein) wird kein Bild mehr zu sehen sein, der Schirm ist weiß. Liegt das Schirmgitter aber an Masse (Schluß des Kondensators C 1), so wird ein flaes Bild zu sehen sein, und auch der Ton ist mehr oder weniger vorhanden, je nachdem, in welcher Zf-Stufe der Fehler auftritt.

4. Scheidet diese Fehlermöglichkeit jedoch aus, dann sollte die *Katodenspannung der ersten Zf-Röhre* gemessen werden (**Bild 5.03–2**). In den meisten Schaltbildern sind die Katodenspannungen im Zf-Teil aufgeführt, denn sie geben weitgehend Aufschluß über das richtige oder falsche Arbeiten der Röhre. Obwohl die Regelröhre ihre negative Vorspannung von der getasteten Regelung erhält, ist in die Schaltung meist noch ein Katodenwiderstand eingefügt; er soll verhindern, daß durch die Regelung eine Verstimmung der Resonanzkreise verursacht wird. Mit Hilfe der Messung an der Katode – beim Vorhandensein dieses Katodenwiderstandes – kann näherer Aufschluß über das Arbeiten der Röhre erzielt werden. Dabei muß berücksichtigt

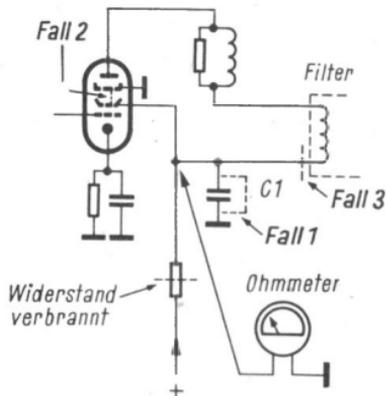


Bild 5.03-1. Feststellung der Fehlerursache bei verbranntem Widerstand mit dem Ohmmeter

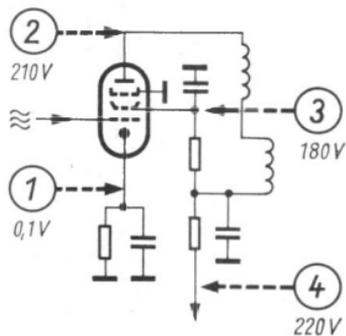


Bild 5.03-2. Spannungsmessung an einer Zf-Verstärkerröhre

werden, daß die Spannungswerte von der Steuerspannung abhängig sind. Liegt beispielsweise kein Signal am Steuergitter an, so ist die Katodenspannung etwas höher, während die Anoden- und Schirmgitter-Spannungen als Folge des höheren Katodenstromes absinken.

In Bild 5.01-5 ist die Schaltung eines Röhren-Zf-Verstärkers gezeigt. Dabei sind die normalen Spannungswerte ohne anliegendes Steuersignal und mit Signal bei Regelspannung  $-8\text{ V}$  eingetragen. Aus den verschiedenen Spannungswerten ist zu entnehmen, daß bei Spannungsmessungen in diesem Teil der Schaltung darauf zu achten ist, daß mit Signal gemessen wird, da in den meisten Schaltungen nur der Wert mit Signal angegeben ist. Bei der gleitenden Schirmgitterspannung der Regelröhren kann der Unterschied erheblich sein. Es könnte zu Fehlschlüssen bei der Beurteilung der Meßergebnisse führen, wenn versäumt wird, das Signal anzulegen.

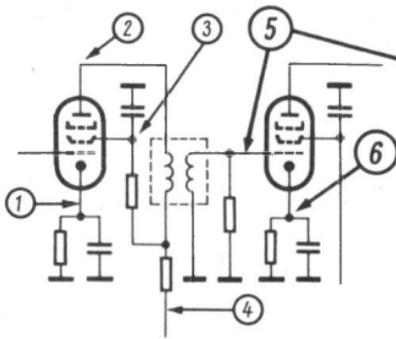
Ist die Katodenspannung wesentlich zu hoch, so deutet das daraufhin, daß die erste Zf-Röhre falsch oder überhaupt nicht angesteuert wird. Um zu klären, ob das Signal an die Röhre herankommt oder ob ein anderer Fehler vorliegt, werden jetzt die im Abschnitt 3.04 über VHF-Kanalwähler beschriebenen Prüfungen vorgenommen (Prüfung 6a...c). Ist beim Anlegen einer der Signalspannungen das entsprechende Bild zu sehen, so liegt der Fehler vor dem Steuergitter oder eventuell doch noch in der Mischstufe des Kanalwählers.

Gerade der Techniker, der Geräte verschiedener Fabrikate repariert, kann nicht auf Anhieb alle Schaltungseinzelheiten berücksichtigen und muß deshalb bei der Fehlersuche jedes Risiko ausschließen, das darin liegt, daß der Hersteller eine Besonderheit in den Schaltungsaufbau hineingebracht hat, die nicht sofort aus dem Schaltbild ersichtlich ist. Deshalb ist es besser, bei der Fehlersuche eine Prüfung mehr auszuführen als eine zu wenig. Die unterlassene Prüfung wird ja meist nicht mehr nachgeholt. Dadurch geht die klare Übersicht verloren, man dreht sich bei der Suche im Kreise, und viel Zeit geht verloren.

Ist das angelegte Signal auf dem Bildschirm nicht zu sehen, so werden nunmehr die einzelnen Spannungen gemessen. Ist keine Katodenspannung da oder ist sie viel zu niedrig, dann besteht der Verdacht, daß die Röhre aus einem noch festzustellenden Grund nicht arbeitet. Zwar könnte es noch sein, daß der eventuell vorhandene Katodenkondensator defekt ist. Doch ehe man sich die Mühe macht, diesen abzulöten, mißt man die Anoden- und die Schirmgitterspannung der ersten Röhre (Bild 5.03-2, Messung 2 und 3) und vergleicht sie mit der Spannung vor dem Siebwiderstand (Messung 4). Sie muß um den Spannungsabfall (wenige Volt Spannung) geringer sein (die Anodenspannungen der einzelnen Stufen werden durch je ein RC-Glied gesiebt, um Rückwirkungen untereinander zu verhindern). Sind die Spannungen 2, 3, 4 alle gleich hoch, so steht fest, daß die Röhre sperrt.

Wenn so vorgegangen wird, erreicht man mehrere Dinge mit einem Mal. Erstens besteht Gewißheit darüber, daß die Schirmgitter- und die Anodenspannung an der Röhre liegen, zweitens herrscht Klarheit darüber, ob die Röhre arbeitet, und drittens kann man sich die Ablötarbeit des Katodenkondensators ersparen, er wird sowieso nur selten schadhaf.

5. Ist in der ersten Zf-Stufe alles in Ordnung befunden worden, so wird die Spannung am Steuergitter der zweiten Zf-Röhre gemessen; es muß am Instrument ein kleiner Ausschlag in den negativen Bereich festgestellt werden. Sollte das Röhrenvoltmeter jedoch einen kleinen Ausschlag in den positiven Bereich zeigen, so besteht der Verdacht, daß das Signal nicht am Gitter anliegt (Bild 5.03-3, Messung 5). Um das mit Sicherheit zu prüfen, wird die Katodenspannung dieser Röhre gemessen (Messung 6). Liegt sie über dem im Schaltbild angegebenen Wert (ungefähr über + 0,3 V), so dürfte schon feststehen, daß der



Wird die Röhre angesteuert, so ist eine kleine negative Spannung mit dem Röhrenvoltmeter am Steuergitter zu messen.

Bild 5.03-3. Spannungsmessung im Zf-Verstärker

Wird ein Widerstand gemessen:

1. ca  $2k\Omega$  = Spulenunterbrechung
2. unendlich = Zuführung oder Masseanschluß unterbrochen
3.  $0\Omega$  = Kurzschluß

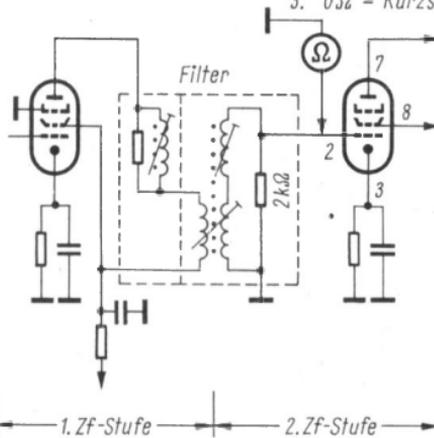


Bild 5.03-4. Überprüfung des Bandfilter-Sekundärkreises mit dem Ohmmeter

Fehler im Filter zwischen erster und zweiter Röhre zu suchen ist (Bild 5.03-4). Zu diesem Schluß kommt man folgendermaßen:

Durch die vorangegangenen Prüfungen wurde festgestellt, daß das Zf-Signal am Steuergitter der 1. Zf-Röhre anliegt. Aufgrund der folgenden Spannungsmessungen konnte klargelegt werden, daß die Röhre normal arbeitet, da die Betriebsspannungen stimmten. Wenn die zweite Röhre nicht richtig angesteuert wird, deutet das daraufhin, daß das Signal nicht an die Röhre herankommt. Eine Spulenunterbrechung der Primärspule des Filters scheidet aus, da die Anodenspannung an der ersten Röhre gemessen worden war und die Spannung über die Spule an die Röhre herangeführt wird. Auch beim Vorhandensein eines Dämpfungswiderstandes an der Primärspule kommt eine Spulenunterbrechung kaum in Betracht. Sollte das Filter also noch unbeschädigt sein, so wird eine Messung mit dem Ohmmeter bei

ausgeschaltetem Gerät Klarheit bringen. Es wird vom Röhrenfassungskontakt des Steuergitters (Kontakt 2 aller in Frage kommenden Zf-Röhren) nach Masse gemessen. Sollte der Widerstand größer als einige Ohm (bis  $5 \Omega$ ) sein, so liegt eine Spulenunterbrechung vor, weil in diesem Fall der Parallel-Dämpfungswiderstand gemessen wird. Ist der Widerstand unendlich, so liegt eine Unterbrechung der Zuführungsleitung oder der Masseverbindung des Filters vor. Bei Widerstand Null kommt eventuell ein Kurzschluß der Spule in Frage. Da das ein sehr seltener Fall wäre und andererseits der Widerstand der Bandfilterspule so klein sein kann, daß das Ohmmeter ihn nicht anzeigt, so ist dieser angenommene Schluß noch weiter zu prüfen.

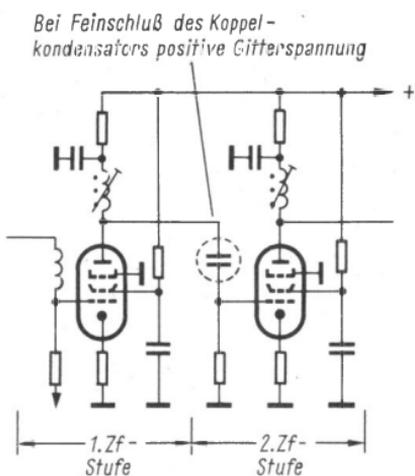


Bild 5.03-5. Zf-Schaltung mit Einzelkreiskopplung

Auf diese Messung mit dem Ohmmeter wurde deshalb so genau eingegangen, weil gezeigt werden soll, wie mit einer richtig ausgeführten Messung mehrere einwandfreie Ergebnisse erzielt werden können und zusätzlich Zeitgewinn erreicht werden kann.

Wird das Ohmmeter beispielsweise an den Eingang des Filters gelegt, so muß der richtige Filteranschluß herausgesucht werden, der bei gedruckten Schaltungen oft nicht sofort zu sehen ist. Die Möglichkeit einer falschen Messung ist deshalb gegeben. Außerdem bleibt dann immer noch die Möglichkeit einer Unterbrechung vom Spulenanschluß bis zur Röhre (Drahtunterbrechung, Riß in Platine, schlechte Anschlußstelle in der Röhrenfassung). Zu einer solchen Messung wird also wahrscheinlich mehr Zeit gebraucht und sie gibt nicht die Klarheit wie die Messung von der Röhrenfassung nach Masse.

6. Sollte es sich um eine Schaltung mit Einzelkreiskopplung handeln (**Bild 5.03-5**), so besteht noch die Möglichkeit, daß der Koppelkondensator einen Feinschluß aufweist. In einem solchen Fall wird der Katodenstrom der folgenden Röhre stark ansteigen, und es wird eine zu hohe Katodenspannung zu messen sein.

Bild 5.03-6. Minitest-II-Signal  
an Videoendstufe

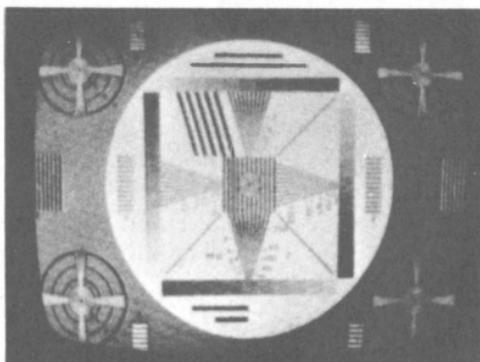


Bild 5.03-7. Minitest-II-Signal  
an 2. Zf-Stufe

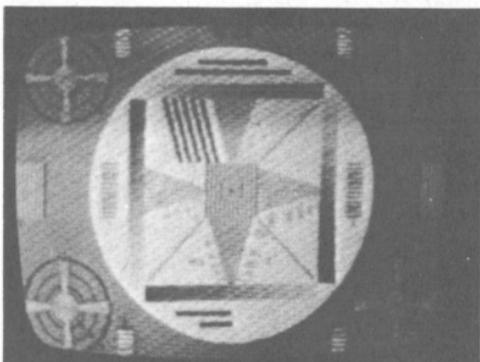
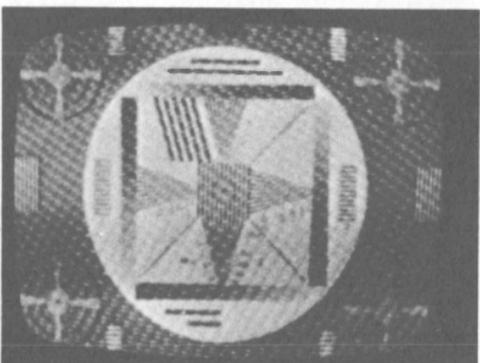


Bild 5.03-8. Minitest-II-Signal  
an 1. Zf-Stufe



Allerdings wird nur im Extremfall kein Bild auf dem Schirm zu sehen sein. Die Röhre wird nicht vollkommen gesperrt. Der Arbeitspunkt verlagert sich nur, und es kann Gitterstrom fließen. Durch den Stromanstieg wird der Spannungsabfall am Katodenwiderstand größer, und damit erhöht sich gleichzeitig die Gittervorspannung. Sie wirkt der Arbeitspunktverlagerung entgegen,

ohne sie ganz kompensieren zu können. Je nachdem, an welcher Zf-Stufe ein solcher Fehler auftritt, wird die Verstärkung herabgesetzt, oder das Bild wird flau.

7. Ist die Spannung an der Katode jedoch normal, so werden die Anoden- und die Schirmgitterspannung der zweiten Röhre gemessen und die gleichen Prüfungen eventuell an der folgenden dritten und vierten Zf-Röhre wiederholt. Sollte sich der Fehler bis jetzt nicht herausgestellt haben, so wird sicherheitshalber

8. mit einem Signalgeber eine Hf-Spannung an die Videodiode gegeben. Sollte kein Signal aus einem Bildmuster-generator zur Verfügung stehen, so genügt ein kleiner Sperrschwinger (Minitest II). Es ist dann ein typisches Muster schwach auf dem Bildschirm zu sehen (**Bild 5.03–6**). Wird das gleiche Signal an das Steuergitter der 2. und 1. Zf-Stufe gegeben, so kann auch eine Verstärkung festgestellt werden (**Bilder 5.03–7 und 5.03–8**). Das Testbild wird allerdings bei einem vorliegenden Fehler nicht zu sehen sein.

Ist das entsprechende Signal auf dem Bildschirm einwandfrei zu sehen, so kann es sich nur noch darum handeln, daß eine Röhre „schwingt“ und deshalb der Zf-Verstärker „verstopft“ ist, oder daß eine Totalverstimmung vorliegt. Daß das Gerät „schwingt“, hätte zwar schon anhand der Spannungsmessungen ermittelt werden müssen, aber es gibt Fälle, in denen das zweifelhaft ist, meistens dann, wenn die letzte Zf-Stufe schwingt. Es fehlt die Möglichkeit der Gitterspannungsmessung an der folgenden Röhre, und es bleiben eventuell Zweifel. Klarheit bringt eine Spannungsmessung an der Videodiode. Liegt dort eine höhere Gleichspannung (bis 30 V), so schwingt die letzte Stufe. Die Fehlerursache ist meist in einem defekten Kondensator vom Schirmgitter nach Masse zu suchen. Er wird ausge-

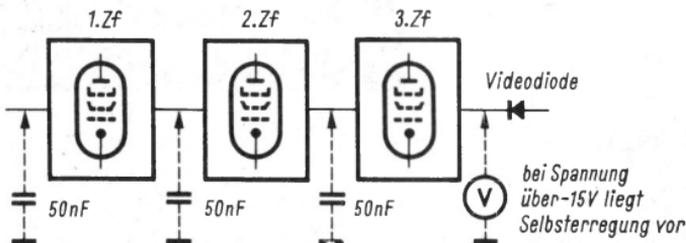


Bild 5.03–9. Feststellen schwingender Röhren-Zf-Stufen durch Anlegen eines Kondensators und Spannungsmessung

wechselt und seine Masseverbindung an einer anderen in unmittelbarer Nähe befindlichen Stelle gegen Masse gelegt. Auch ein schadhafter Katodenkondensator kann Selbsterregung bewirken.

Schwingende Stufen lassen sich ermitteln, indem das Steuer-  
gitter der Röhren kurzgeschlossen wird, eventuell über einen  
Kondensator von ca. 50 nF. Die Stufe schwingt, bei deren Kurz-  
schluß auf dem Bildschirm feiner Schnee zu sehen und Rauschen  
im Lautsprecher zu hören ist, im Gegensatz zu weißem Schirm  
und keinem Ton bei schwingender Stufe ohne Kurzschluß  
(Bild 5.03–9).

Durch die schwingende letzte Zf-Stufe entsteht an der Video-  
diode eine zu hohe negative Vorspannung. Als Folge davon kann  
auch die Regelspannung hohe negative Werte annehmen. Damit  
man sich bei der Fehlersuche nicht im Kreise dreht, ist es ratsam,  
die Reihenfolge der angegebenen Prüfungen (in diesem Fall das  
Anlegen des Gitterspannungsgerätes) zu befolgen.

9. Übrig bleiben dürften jetzt nur noch Empfänger, die einen  
Verstimmungsfehler aufweisen. Bei Geräten mit Bandfilterkopp-  
lung macht sich das dadurch bemerkbar, daß die Verstärkung  
herabgesetzt ist. Das Bild ist flau und kontrastarm. Bei Geräten  
mit Zf-Verstärker, die mit versetzt abgestimmten Kreisen  
arbeiten, kommt es bei Verstimmungen meist zur Benach-  
teiligung eines Teiles des Frequenzbandes. Vom Laien wird das  
häufig dann festgestellt, wenn der Ton in Mitleidenschaft  
gezogen wird. Er ist dann leise oder verzerrt zu hören. Aber  
auch bei verschliffenen Kanten und kontrastarmen Bildern kann  
eine solche Verstimmung vorliegen.

Die zur Unterdrückung des Nachbarbild- und Tonträgers im  
Zf-Verstärker befindlichen Fallen – auch „Traps“ genannt –  
bedämpfen die Frequenzen der Nachbarkanäle. Es kann nicht oft  
genug davor gewarnt werden, an den Kernen dieser Fallen zu  
drehen, ohne daß ein Anschluß der Meß- und Sichtgeräte,  
Wobbler und Oszillograf, vorgenommen wird. Es ist nicht  
möglich, ein Gerät ohne diese Instrumente abzugleichen; auch  
muß unbedingt nach den Abgleichanweisungen der Hersteller  
gearbeitet werden. Es kann sein, daß das erste Filter überkritisch  
gekoppelt ist und die folgenden kritische Kopplung haben. Wenn  
dann bei dem Abgleich das erste Filter nicht nach den Anwei-  
sungen des Herstellers verstimmt wird, ist es nicht möglich, das  
Gerät einwandfrei abzugleichen.

Es ist nur in schwierigen Fällen empfehlenswert, Wobbler und  
Oszillograf zur normalen Fehlersuche heranzuziehen. Ganz ab-

gesehen von dem größeren Zeitaufwand beim Anschluß der Geräte kann der Fehler mit der Durchlaßkurve nicht einwandfrei lokalisiert werden.

Da Verstimmungsfehler allein sehr selten sind, sollten erst die beschriebenen Prüfmöglichkeiten vorgenommen werden. Richtig ist es wohl, wenn nach der Reparatur an frequenzbestimmenden Teilen die Durchlaßkurve überprüft und kontrolliert wird, ob optimale Verstärkung vorhanden ist. Das braucht sich aber nur auf beseitigte Fehler an Filtern zu beziehen. Die Streuungen, die durch Röhrenwechsel vorkommen können, gehen so wenig in die Durchlaßfrequenz ein, daß der Aufwand eines Abgleichens nicht gerechtfertigt ist.

Sollte jedoch ein Fehler vorliegen, der mit den bis jetzt beschriebenen Mitteln noch nicht gefunden werden konnte, so kann in diesen Ausnahmefällen der Wobbler in Verbindung mit dem Oszillografen zur weiteren Fehlersuche herangezogen werden. Das hat den Vorteil, daß nach der Feststellung des Fehlers die Zwischenfrequenz nachgestimmt werden kann. Es wird sich ja, nachdem die vorangegangenen Prüfungen ergebnislos verlaufen sind, wahrscheinlich um einen Fehler handeln, der einen Zf-Abgleich erforderlich macht.

In **Bild 5.03–10** ist angegeben, wie das Zf-Wobbelsignal zur Fehlersuche herangezogen werden kann. Als vorbereitende Arbeiten sind folgende auszuführen:

a) Kanalschalter auf einen Leerkanal – meist Stellung 13 + 1 – schalten. Sollte das nicht möglich sein oder sind diese Kanäle belegt, so muß der Oszillator außer Betrieb gesetzt werden. Das kann dadurch geschehen, daß eine Taste im UHF-Bereich gedrückt wird oder die Anodenspannungszuführung zum Oszillator (Triodensystem der Röhre PCF) unterbrochen wird.

b) Zeilen-Endstufe außer Betrieb setzen.

c) Verbindung der Zeitablenkung des Oszillografen mit dem Wobbelsender herstellen.

d) Gitterspannungsgerät in die Zuleitung von der getasteten Regelung zur Regelröhre anlegen und damit eine feste negative Gittervorspannung anlegen (der Innenwiderstand der Spannungsquelle soll kleiner als 1 k $\Omega$  sein).

e) Wobbler auf die Mittelfrequenz von 36,15 MHz (ganz alte Geräte mit tiefer Zf 23 MHz) einstellen.

f) Den Vertikalverstärker des Oszillografen an Meßpunkt für Video-Endstufe oder an Gitter 1 der Video-Endstufe anschließen.

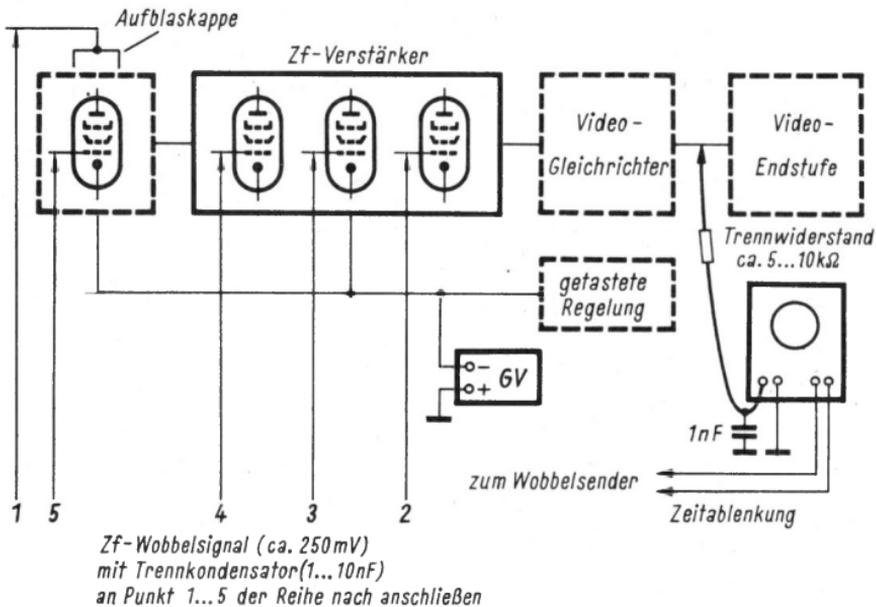


Bild 5.03-10. Anlegen des Zf-Wobbelsignales beim Abgleich und bei der Fehlersuche im Zf-Verstärker

Es empfiehlt sich, das Spannungsverhältnis 1 : 1, also ohne Abschwächung, zu wählen. Wird direkt an das Gitter angeschlossen, so fügt man am besten einen Widerstand von 5...100 kΩ zwischen Oszillograf und Gerät ein. Gegen Masse wird ein Kondensator von 1 nF eingefügt.

g) Nf-Verstärker auf 5  $V_{ss} = 100\%$  einstellen.

h) Das Gerät mindestens zehn Minuten laufen lassen, ehe mit den eigentlichen Nachstimmarbeiten begonnen wird.

Aus Vorstehendem ist schon zu erkennen, daß beim Wobbeln der Zf-Durchlaßkurve etwas umfangreichere Vorarbeiten nötig sind. Es erhebt sich die Frage, wann es zweckmäßig ist, diese Arbeiten zur Fehlersuche und zum Abgleichen durchzuführen. Dabei muß wieder darauf hingewiesen werden, daß nur schwierige Fälle, die mit den vorangegangenen Prüfungen nicht geklärt werden konnten, mit Hilfe des Wobbelsenders und des Oszillografen in der Zf gesucht werden sollten. Ein kleiner Fehler bei den Vorarbeiten kann zu Fehlschlüssen führen. Eine eventuell richtige Durchlaßkurve wird verstimmt und es ist am Schluß ein größerer Zeitaufwand erforderlich, den alten Zustand wiederherzustellen.

Sollte jedoch keine andere Möglichkeit bleiben, so wird mit Hilfe der Aufblaskappe des Wobbelsenders das Signal in die Mischröhre des VHF-Kanalschalters eingekoppelt. Jetzt muß nach Einstellung des Wobbelsenders und der Amplitude die Durchlaßkurve auf dem Bildschirm erscheinen. Die Gittervorspannung ist ebenfalls genau einzustellen. **Bild 5.03–11** zeigt eine normale Durchlaßkurve eines Zf-Verstärkers in ihrer charakteristischen Form. Sollte die auf dem Schirm des Oszillografen erscheinende Durchlaßkurve stark von der normalen abweichen, so wird das Signal an die einzelnen Steuergitter der Zf-Röhren gelegt. Bei Geräten mit symmetrischer Bandfilterkopplung wird die Durchlaßkurve beim Anlegen an die letzte Zf-Röhre die niedrigste Amplitude aufweisen. Sie wird sichtbar höher, je weiter nach dem Eingang zu das Signal angelegt wird. Bei der Form der Kurve muß beachtet werden, ob das Gerät mit versetzt abgestimmten Kreisen oder mit Bandfiltern arbeitet. In **Bild 5.01–3** ist eine Zusammenschaltung verschiedener Kreise eines Zf-Verstärkers in idealisierter Form gezeigt. Daraus ist zu ersehen, daß sich die Durchlaßkurve bei Zf-Verstärkern, die mit versetzt abgestimmten Kreisen arbeiten, als resultierende Gesamtkurve der Einzelkreise oder Filter zusammensetzt. Wird das Signal also nur über einen Teil der Kreise geleitet (das geschieht, wenn das Wobbelsignal an die einzelnen Stufen angelegt wird), so kann nur eine verformte Kurve sichtbar gemacht werden. Trotzdem können Schlüsse gezogen werden. Die Abweichung von der Normalform bei einem Fehler muß schon sehr groß sein, ehe sie auf dem Bildschirm des Gerätes sichtbar wird. Entweder ist die Kurve vollkommen verformt, oder die Amplitude ist viel zu niedrig. Derart starke Abweichungen lassen sich auch in den einzelnen Stufen leicht erkennen. Als Beispiel zeigt **Bild 5.03–12** eine Durchlaßkurve, die an einem Empfänger aufgenommen wurde, bei dem in der 2. Zf-Stufe ein Schluß des Schirmgitters gegen Masse vorhanden war. Bei der Durchlaßkurve in **Bild 5.03–13** liegt ein Schluß in der 1. Zf-Stufe vor, während **Bild 5.03–14** einen typischen Verstimmungsfehler zeigt.

Sind Teile auszuwechseln, so ist darauf zu achten, daß gleiche Teile eingebaut werden. Wegen der hohen zu verstärkenden Frequenz gehen teilweise die Induktivitäten und Kapazitäten auch von Widerständen und Kondensatoren, die zur Stromheranführung dienen, in die Kreise mit ein. Deshalb geht es beispielsweise nicht, daß für einen mit 1 Watt belastbaren Widerstand ein 2-Watt-Modell genommen wird, nur weil man

Bild 5.03-11. Normale Form einer Zf-Durchlaßkurve

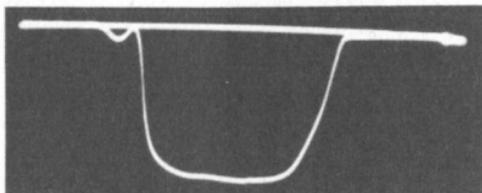


Bild 5.03-12. Fehlerhafte Zf-Durchlaßkurve bei Schluß in der 2. Zf-Stufe

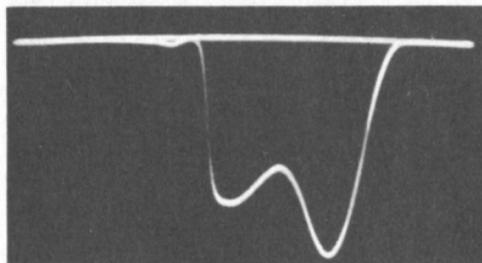


Bild 5.03-13. Fehlerhafte Zf-Durchlaßkurve bei Schluß in der 1. Zf-Stufe

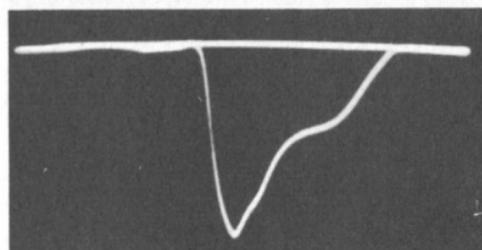
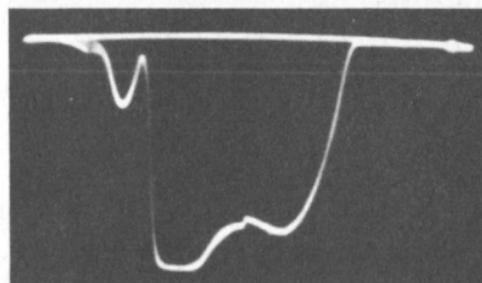


Bild 5.03-14. Zf-Durchlaßkurve bei Verstimmsfehler



glaubt, der schadhaft gewordene Widerstand sei zu schwach gewesen. Die Ursache des Defektes hat sicher einen anderen Grund, der bei der weiteren Fehlersuche noch gefunden wird.

#### 5.04 Fehlersuche bei Zf-Verstärkern mit Transistoren

Immer mehr löst der Transistor die Röhre da ab, wo die Entwicklung der Transistoren soweit fortgeschritten ist, daß die Ebenbürtigkeit gewährleistet ist. Obwohl bereits Transistoren für alle Baugruppen eines Fernsehgerätes zur Verfügung stehen,

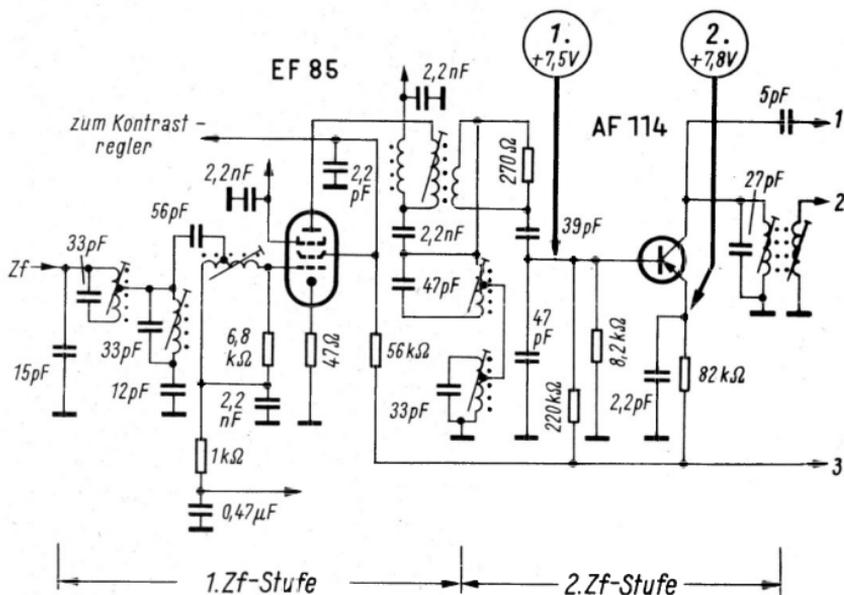
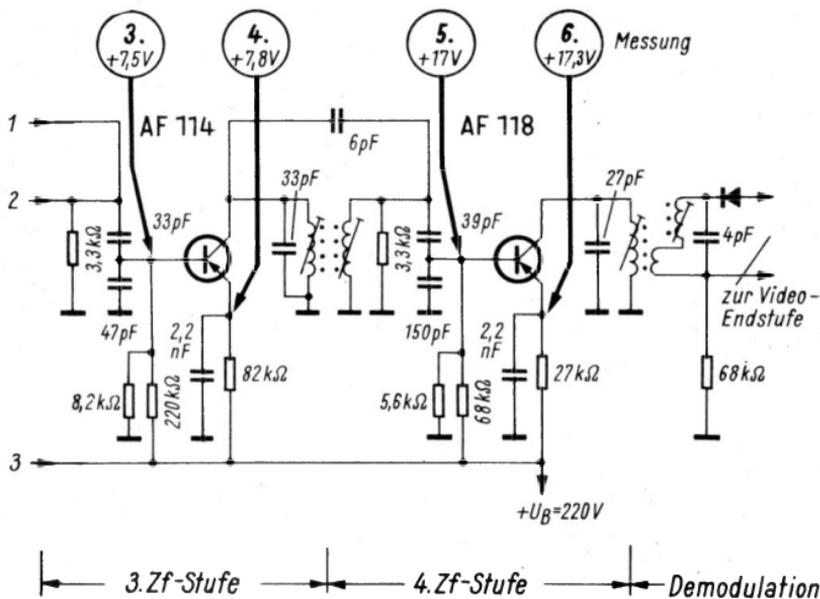


Bild 5.04-1. Schaltung eines Transistor-Zf-Verstärkers

ist der Konstrukteur sehr vorsichtig, und alle Fernsehgerätehersteller gehen nur allmählich zur Verwendung von Transistoren über. Das hat den Vorteil, daß mit Versuchsmodellen und -schaltungen umfangreiche Erfahrungen gesammelt werden können und daß dann beim endgültigen Übergang auf Transistoren Schwierigkeiten in der Konstruktion und im Service vermieden werden.

Nachdem der UHF-Tuner mit Transistoren schon längere Zeit zur allgemeinen Ausrüstung eines modernen Fernsehgerätes gehört, ist der Zf-Verstärker das nächste Teil, das in normalen Heimempfängern mit Transistoren bestückt wurde. Anfängliche Schwierigkeiten bereitete die Wärmeentwicklung im Inneren des Gerätes. Während Röhren ja geheizt werden und die Betriebstemperaturen bei mehreren hundert Grad Celsius liegen, ist bei Transistoren die Umgebungstemperatur gleich der Betriebstemperatur. Da die Umgebungstemperatur im Fernsehgerät sehr unterschiedlich ist und das Germanium (oder Silizium), aus dem die in Vorstufen gebräuchlichen Transistoren bestehen, wärmeempfindlich ist, mußte vom Konstrukteur Vorsorge gegen Temperaturschwankungen getroffen werden. Die Anordnung der



Zu Bild 5.04-1

Transistoren wird so vorgenommen, daß sie nicht in die Nähe von wärmeentwickelnden Teilen gelegt werden, im Gerät meist ganz unten. Darüber hinaus wird temperaturstabilisiert. Aber auch das Abgreifen der Transistorspannung (10 bis 20 V) von der hohen Gerätespannung von 80 bis 220 V über Widerstände mit verhältnismäßig hohen Werten (30 bis 200 kΩ) bietet allein dann eine Gegenkopplung, wenn diese Widerstände als Teil der Emittterwiderstände geschaltet werden.

Bei Transistoren weichen die Spannungs- und Stromverhältnisse von denen bei Röhren ab. Als Grundsatz kann gelten:

*Der Kollektor muß eine hohe negative Spannung gegenüber dem Emittter haben, und die Basis muß eine kleine negative Spannung gegenüber dem Emittter haben (bei pnp-Transistoren).*

Da in Empfängern, die gemischt, teils mit Röhren, teils mit Transistoren arbeiten, eine hohe positive Spannung zur Verfügung steht, werden die Transistoren meist so geschaltet, daß Emittter und Basis eine positive Spannung erhalten. Der Schaltungsaufbau ist gegenüber einem Röhren-Zf-Verstärker einfacher. Auch servicetechnisch sind keine größeren Schwierigkeiten vorhanden. Solange die Transistoren offen in der Schaltung liegen,

können die Spannungen an der Druckplatte gemessen werden. Etwas schwieriger ist das Messen dann, wenn einzelne Transistoren in den Filtern liegen. In diesem Fall wird an den Filteranschlüssen gemessen. **Bild 5.04–1** zeigt eine diesbezügliche Schaltung.

Da Transistoren nicht so häufig wie Röhren defekt werden, ist es bei diesen Schaltungen nicht angebracht, die Transistoren auszulöten und zu überprüfen. Die Fehlersuche geht etwas anders vor sich. Es wird zuerst einwandfrei festgestellt, ob der Fehler auch tatsächlich in der Zf zu suchen ist. Dies geschieht in der schon bei Röhren-Zf-Verstärkern geschilderten Weise. Steht fest, daß der Fehler im Transistor-Zf-Verstärker liegt, dann werden – beginnend mit dem ersten Transistor – die Basis- und Emitterspannung gemessen. Mit Hilfe der vom Emitter gegenüber der Basis leicht negativen Spannung wird der Arbeitspunkt des Transistors festgelegt. So ist es auch möglich, die Voraussetzungen dafür zu kontrollieren, ob der Transistor arbeitet. Stimmt das Spannungsverhältnis Emitter-Basis nicht, so kann ein Fehler in dieser Stufe vorliegen. Da nur wenige Einzelteile vorhanden sind, ist es nach Feststellung der defekten Stufe ein leichtes, die genaue Fehlerbestimmung vorzunehmen. Vor dem Auswechseln des verdächtigen Transistors sollten bei niedrigen Spannungen in jedem Falle die anliegenden Kondensatoren überprüft werden.

Sind die Spannungen stark überhöht, so fließt kein Kollektorstrom. In den meisten Fällen ist die Ursache ein schadhafter Transistor; er hat eine Emitter- oder Kollektorunterbrechung oder einen Kurzschluß Emitter-Basis.

Bei Einhaltung der Reihenfolge der Messungen gemäß **Bild 5.04–1** ist sichergestellt, daß der Fehler systematisch und folgerichtig gefunden wird. Nur in äußerst seltenen Fällen wird bei einem mit Transistoren bestücktem Zf-Verstärker eine Spulunterbrechung vorliegen, denn die verhältnismäßig starken Spulendrähte verhindern dies. Sollte der Fehler in Ausnahmefällen mit Hilfe von Spannungsmessungen nicht zu finden sein, so dürfte es sich um einen schwierigeren Fall handeln, und eine Aufnahme der Durchlaßkurve kann hier weiterhelfen. Dabei ist zu beachten, daß der Aufbau der Transistorschaltungen niederohmig ist. Darauf muß beim Anschluß des Zf-Ankopplungsgliedes Rücksicht genommen werden. Auch eignet sich zum Messen der Spannungen kein Instrument mit einem Instrumentenwiderstand von  $1000 \Omega/V$  oder ähnlichen Werten. Da sehr niedrige Spannungen an Widerständen mit niedrigen Werten zu messen sind,

würde das Meßergebnis bei einer Parallelschaltung des Instrumentes verfälscht, und die niedrigen Spannungsdifferenzen zwischen Emitter und Basis sind nicht einwandfrei festzustellen. Das geeignete Meßinstrument ist das *Röhrenvoltmeter* mit seinem sehr hohen Innenwiderstand.

### **5.05 Praktische Winke**

Manchmal werden Transistoren in der Schaltung in der Weise geprüft, daß ein Schluß gegen Masse hergestellt wird. Das ist in den bei den Fernsehgeräten gebräuchlichen Transistorschaltungen mit dem Minuspol an Masse nicht möglich.

Eine andere Art der Fehlersuche ist das Abblocken gegen Masse, das bei Verdacht auf Schwingneigung angewendet wird. Auch diese Fehlersuchart sollte nicht angewandt werden. Ein aufgeladener Kondensator von 10 nF ist durchaus in der Lage, einen Transistor zu zerstören, ganz besonders dann, wenn die Strecke Emitter-Basis mit dem Kondensator überbrückt wird. Manche Gerätehersteller decken die Platine am Emitteranschluß mit Klebefolie ab, um an diesen Umstand zu erinnern.

Die Druckplatinen bei Transistorverstärkern sind oft mit einem Schutzlack überzogen. Beim Messen muß deshalb die Meßspitze stark angedrückt werden.

## 6 Fehlersuche in der Videogleichrichtung und in der Videoendstufe

### 6.01 Videogleichrichtung

In den Zf-Stufen wird die Zwischenfrequenz mit dem aufmodulierten Bildinhalt, den Synchronisierimpulsen und der Tonfrequenz verstärkt. Die Bild- oder Videogleichrichterschaltung hat die Aufgabe, diese Frequenz gleichzurichten und die dann noch vorhandenen Trägerfrequenzreste mit geeigneten Schaltmitteln auszublenden und abzuleiten. Übrig bleiben sollen der Bildinhalt und die Synchronisierimpulse in möglichst unverfälschter Form. Um das zu erreichen, besteht die Videogleichrichtung außer aus der Diodenschaltung auch noch aus frequenzbeeinflussenden Kondensatoren und Filtern.

Außerdem überlagern sich im Bildgleichrichter durch die nicht-lineare Diodenkennlinie die Frequenzen für Bild und Ton (38,9 MHz und 33,4 MHz), und man kann schon hier mit Hilfe eines Filters die Differenzfrequenz von 5,5 MHz aussieben. Dabei ist zu beachten, daß die Amplitude dieser Frequenz von der kleineren der beiden Einzelfrequenzen abhängig ist. Es ist im Zf-Verstärker – wie schon bemerkt – durch die Form der Durchlaßkurve dafür zu sorgen, daß die Ton-Zf in ihrer Amplitude immer wesentlich niedriger als die Amplitude des Bildes ist. Sollte durch einen Fehler im Zf-Teil (meist handelt es sich um eine Gesamtverstimmung des zu übertragenden Bandes) der Ton mit zu hoher Amplitude am Bildgleichrichter anliegen (**Bild 6.01–1**), so ist der Fehlerzustand „Ton im Bild“ (**Bild 6.01–2**) die Folge, d. h. im Rhythmus der Sprache erscheinen vertikal mehr oder minder breite Streifen auf dem Bildschirm.

Dieser Zustand stellt sich auch dann ein, wenn die Feinabstimmung am Kanalschalter verstellt wird. Dann wird das durch den Zf-Verstärker zu übertragende Frequenzband verschoben, und das Tonsignal gleitet in einer Richtung von der gewollten Absenkung durch die Form der Durchlaßkurve auf die volle Höhe der Verstärkung.

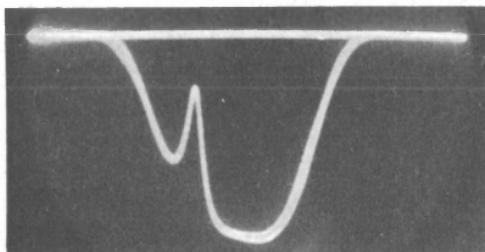
Es erscheinen auch Tonestreifen. Im Unterschied zu einem Fehler im Zf-Verstärker können die Tonestreifen hier aber durch Drehen der Feinabstimmung oder durch Einschalten der richtig abge-

stimmten Automatik zum Verschwinden gebracht werden. Bei einem Fehler in der Zf bleiben die Streifen dagegen trotz Veränderung der Feinabstimmung bestehen.

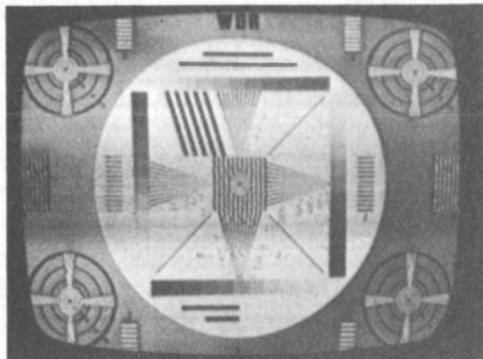
**Bild 6.01–3** zeigt die Schaltung der Video-Gleichrichtung. Vom letzten Zf-Bandfilter wird das Zf-Signal an die Video-Diode gebracht. Sie ist im Beispiel so gepolt, daß am Arbeitswiderstand ein negativ gerichtetes Videosignal abgegriffen werden kann. Die Kondensatoren C 1 und C 2 in Verbindung mit der Spule L 1 bilden ein Tiefpaßfilter zum Ausieben der restlichen Trägerfrequenzanteile. Zur Verbesserung des Frequenzganges (Höhenanhebung) dient die Spule L 2. Die Kapazitäten sind in ihrem Wert sehr niedrig (5 pF bis 10 pF). Die Gesamtkapazität von Diode nach Masse, die als Ladekondensator geschaltet ist, darf keinen höheren Wert als ca. 20 pF haben, da der kapazitive Widerstand sonst für die anliegende Videofrequenz zu hoch wird. Die Videofrequenz würde dann nicht in gleichbleibender Spannungshöhe übertragen werden können.

Die Schaltungen weichen bei den einzelnen Fabrikaten reparaturtechnisch gesehen nur unwesentlich voneinander ab. Je nachdem, ob die Bildröhre an der Katode oder am Wehneltzylinder angesteuert wird und ob vor der Videoendstufe noch eine Vorverstärkerstufe eingeschaltet ist oder nicht, wird die Videodiode

*Bild 6.01–1. Fehlerhafte Zf-Durchlaßkurve mit ungenügender Absenkung des Tonträgers*



*Bild 6.01–2. Ton im Bild*



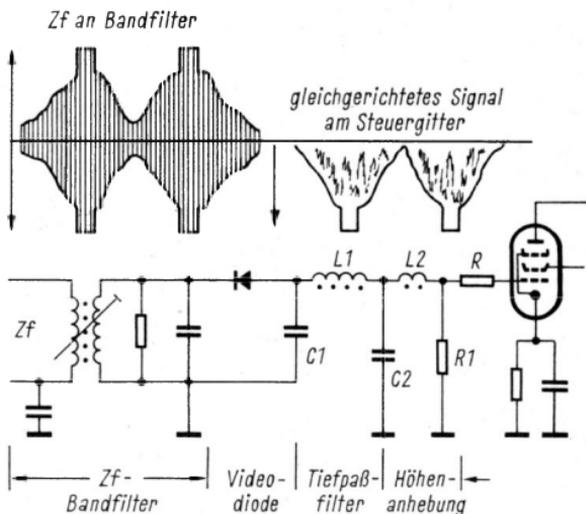


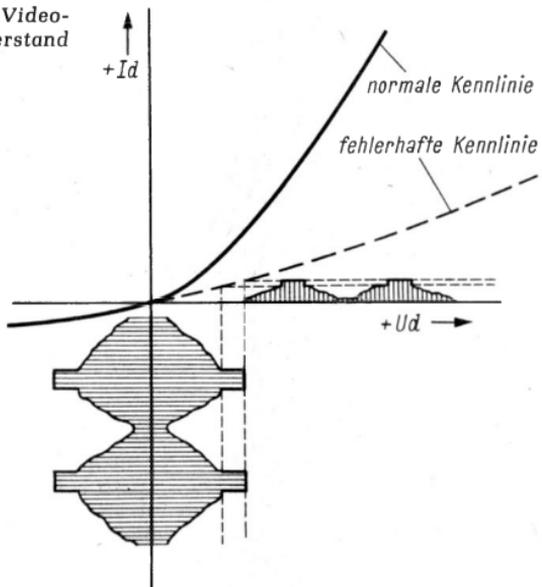
Bild 6.01-3. Schaltung einer Videogleichrichtung

so gepolt, daß entweder ein negativ oder ein positiv gerichtetes Signal am Arbeitswiderstand abgegriffen werden kann. Der Widerstand der Videodioden beträgt in Durchlaßrichtung ungefähr 1 bis 5 k $\Omega$  und in Sperrichtung mehr als 80 k $\Omega$ .

Bei einem Defekt der Dioden können unterschiedliche Fehlererscheinungen entstehen. Wird der Widerstand in Durchlaßrichtung unzulässig groß ( $> 5 \text{ k}\Omega$ ), so wird der die Diode durchfließende Gleichstrom kleiner, d. h. die Verstärkung wird herabgesetzt, das Bild wird flau und kontrastarm. Anhand der dann fehlerhaften Kennlinie (Bild 6.01-4) ist die mangelhafte Übertragung des gleichgerichteten Spannungsteiles zu erkennen.

Es kann auch vorkommen, daß der charakteristische Kennlinienverlauf gekrümmt wird. Dadurch kann die Modulation unzulässig verformt werden. Da die Bild- und Zeilenimpulse über dem Bildinhalt liegen, besteht die Möglichkeit, daß diese verformt oder begrenzt werden. Die Folge davon kann sein, daß die Impulse nicht mehr ausreichend groß sind. Im Extremfall kann dadurch die Synchronisation ausfallen. Die Verformung kann aber auch gerade eine solche werden, daß die von den Zeilenimpulsen abhängige Regelspannung nicht als Gleichspannung entstehen kann, sondern daß, bedingt durch verformte Impulsdächer, ein Wechselspannungsteil nicht ganz ausgesiebt werden kann. Das Bild neigt zum seitlichen Wegkippen und zum Bauchtanz.

Bild 6.01-4. Kennlinie einer Videodiode bei zu großem Widerstand in Durchlaßrichtung



ein Fehler, der hin und wieder Kopfzerbrechen bereiten könnte, wenn der Impuls am Gitter der Videoendröhre nicht auf seine Form überprüft wird. Meist ist es daran zu erkennen, daß sich die Fehlererscheinung bei der Kontrastregelung verändert oder in einer bestimmten Stellung ganz verschwindet. In einem solchen Fall

sollte sich der Verdacht auf die Videogleichrichtung oder auf die Videoendstufe richten.

Wenn das beachtet wird, ist die Fehlersuche in der Videogleichrichtung verhältnismäßig einfach. Auch die Fehlerbeseitigung bereitet weniger Sorgen. Da die Erscheinungsbilder der Fehler des Videogleichrichters und der Videoendstufe, wie schon gesagt, sehr ähnlich sind, ist es bei dem geringen Schaltungsaufwand des Videogleichrichters empfehlenswert, beide Schalteile bei der Fehlersuche zu überprüfen. Das ergibt einerseits evtl. nur wenig Mehrarbeit, andererseits geht man bei der Fehlersuche kein Risiko ein. Aus diesem Grunde soll hier auch noch auf die Videoendstufe eingegangen werden.

## 6.02 Videoendstufe

Zur Steuerung der Bildröhre ist keine Leistung, sondern eine höhere Steuerspannung (ca. 60 bis 100 V<sub>SS</sub>) erforderlich. Diese Spannung soll aber mit einer Bandbreite von über 5 MHz gleichbleibend verstärkt werden, und dies ist meist nur mit Hilfe eines Leistungsverstärkers zu erreichen. Schwierigkeiten bei der gleichmäßigen Verstärkung des 5 MHz breiten Bandes bereitet die Ausführung des Arbeitswiderstandes der Videoendröhre. Neben

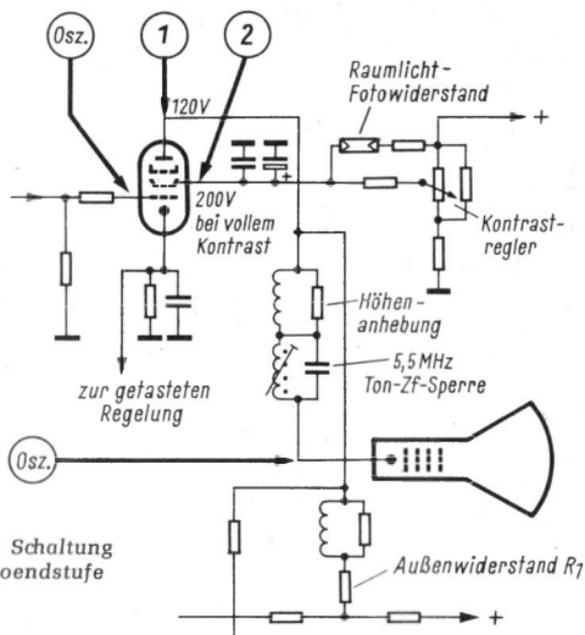


Bild 6.02-1. Schaltung einer Videoendstufe

der Röhrensteilheit ist der Arbeitswiderstand einer Verstärkerstufe ja mitbestimmend für die Stufenverstärkung. Bei der Verstärkung eines so breiten Bandes müssen aber neben dem ohmschen Widerstand der kapazitive und induktive Widerstand des Arbeitswiderstandes berücksichtigt werden. Er kann so groß sein, daß dadurch eine Steigerung der gleichmäßigen Stufenverstärkung nicht mehr möglich ist. Um das äußerste an Verstärkung zu erhalten und dabei entstehende kleinere Verzerrungen auszugleichen, werden in Videoendstufen Entzerrerschaltungen verwendet, die durch die kapazitive Wirkung des Arbeitswiderstandes bedingte Verstärkungsabsenkungen bestimmter Frequenzen aufheben oder kompensieren.

Die Schaltung einer kompletten Videoendstufe zeigt **Bild 6.02-1**. Das vom Videogleichrichter kommende Signal wird in der Videoendstufe verstärkt und über eine Höhenanhebungs-Anordnung und eine Sperre für die Ton-Zf der Katode der Bildröhre zugeführt. Mit Hilfe der abstimmbaren Sperre ist es möglich, evtl. noch vorhandenen Resten der Ton-Zf den Weg zur Bildröhre zu versperren. Auch vor dem Außenwiderstand ist noch eine Kombination von Spule und Widerstand zum Anheben der hohen Frequenzen angeordnet (**Bild 6.02-2**). Mit Hilfe der veränder-

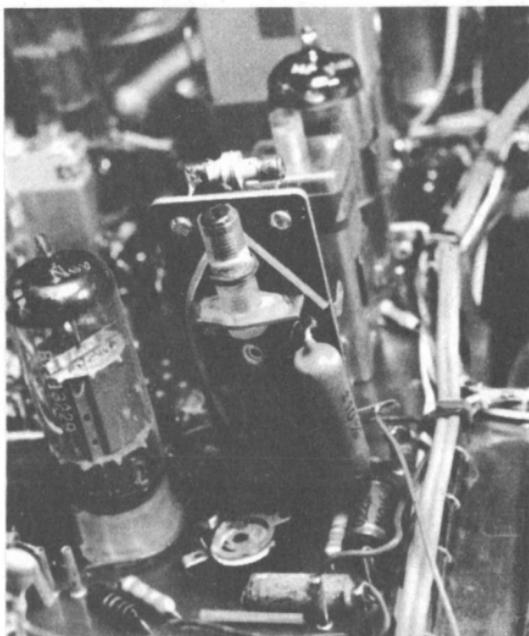


Bild 6.02-2. Anordnung der Schalteile einer Videoendstufe im Gerät

lichen Schirmgitterspannung kann die Verstärkung geregelt werden. Parallel zur Handregelung liegt ein Foto-Widerstand, der darüber hinaus eine automatische Kontrastanpassung an die Umgebungshelligkeit zuläßt.

In Luxusempfängern werden teilweise zweistufige Videoverstärker benutzt. Mit ihnen ist es möglich, die Bildröhre mit einem noch höheren Video-Signal anzusteuern und die Spannungsreserven für eine Verbesserung der Bildqualität auszunutzen.

Wenn davon ausgegangen wird, daß am Videogleichrichter eine Steuerspannung von mindestens  $2 V_{SS}$  zur Verfügung steht, so verstärkt eine einstufige Videoverstärkerstufe dieses Signal auf eine Spannung von 60 bis  $80 V_{SS}$ . Bei zweistufigen Verstärkern kann das Signal auf 80 bis  $100 V_{SS}$  erhöht werden. Die Verstärkung kann mit Hilfe eines von außen zugänglichen Reglers von Hand herauf- und heruntergeregelt werden. Das geschieht bei den einzelnen Gerätetypen auf verschiedene Art. Entweder wird die Gittervorspannung direkt geändert, oder es wird das Verhältnis Katode-Steuergritter über den Katodenwiderstand umgestellt. Auch ist es möglich, über die Regelung der Schirmgitter-

spannung die Verstärkung zu verändern, wie das in Bild 6.02-1 gezeigt wird. Ist die Verstärkung nicht groß, so wird die Bildröhre nur schwach angesteuert, und die beiden im Bildinhalt vertretenen Extreme „tiefes Schwarz“ und „helles Weiß“ sind nicht genug verstärkt, um die Bildröhre voll auszusteuern. Es erscheinen auf dem Bildschirm nur „dunkles Grau“ und „helles Grau“. Wird durch Drehen des Reglerknopfes die Verstärkung der Videoendstufe vergrößert, so erscheinen „Schwarz und Weiß“ im Bild wie gewünscht. Der Regler wird *Kontrastregler* genannt und ist in seiner Wirkung vergleichbar mit dem Lautstärkereglern beim Rundfunkempfänger. Da am Katodenwiderstand oder einem Teil desselben normalerweise der Videoimpuls für die getastete Regelung abgegriffen wird, ist die durch Tastung entstehende Regelspannung von der Stellung des Kontrastreglers abhängig. Je nach Einstellung wird der Katodenstrom größer oder kleiner und damit die Videospannung am Katodenwiderstand höher oder niedriger. Da diese Spannung den Anodenstrom der Taströhre mitbestimmt, wird der Innenwiderstand der Taströhre durch Verändern des Kontrastreglers größer oder kleiner und damit auch die Regelspannung höher oder niedriger. Mit dem Kontrastregler kann also auch indirekt die Regelspannung beeinflusst werden.

Da sich durch die Veränderung des Anodenstromes der Videoendstufe beim Regeln des Kontrastreglers auch gleichzeitig der Spannungsabfall am Außenwiderstand ändert, wird auch die Helligkeit des Bildes verändert. Das ist darauf zurückzuführen, daß die Anode der Videoendröhre bei direkter Ankopplung mit der Katode der Bildröhre verbunden ist und dadurch Änderungen der Spannungsverhältnisse am Außenwiderstand der Videoendröhre gleichzeitig an der Katode der Bildröhre wirksam werden. Durch eine Änderung der Verhältnisse der Spannungen an der Katode und am Gitter 1 (Wehneltzylinder) der Bildröhre wird aber die Helligkeit gesteuert, und so kommt es zu der oft als lästig empfundenen Helligkeitsregelung durch den Kontrastregler. Viele Fernsehgerätebesitzer kennen es gar nicht anders, als daß sie die Bildhelligkeit mit dem Kontrastregler einstellen. Allerdings wird das oft dadurch von den Geräteherstellern unterstützt, daß der Kontrastregler größer und leichter zugänglich angeordnet ist als der Helligkeitsregler. Dafür sprechen zwar auch einige Argumente, doch richtig ist eine Helligkeitsregelung des Bildes mit dem Helligkeitsregler und nicht mit dem Kontrastregler.

Bei einem Teil der Geräte wird die gleichzeitige Helligkeitsregelung durch den Kontrastregler unterbunden, indem zwischen der Anode der Videoendröhre und der Bildröhre ein Koppelkondensator eingefügt wird. Auf diese Weise gelangt nur der Bildinhalt an die Bildröhre und keine Gleichspannung. Eine gleichzeitige Helligkeitsregelung beim Betätigen des Kontrastreglers ist nicht möglich.

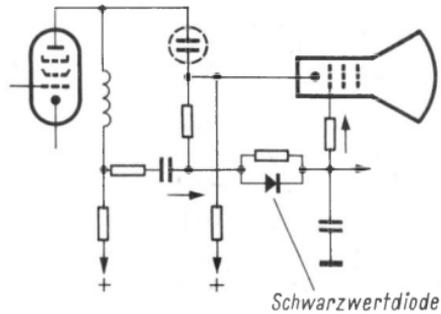


Bild 6.02-3. Wechselstromkopplung einer Videoendstufe an die Bildröhre mit Schwarzwert-Wiederherstellung

Leider stellt sich dabei ein anderer Nachteil ein. In dem gleichgerichteten Videofrequenzgemisch ist auch eine sich ständig ändernde Gleichspannung enthalten. Ist das Bild dunkel, so ist die Gleichspannung groß, ist das Bild hell, so ist sie niedrig. Je nach Helligkeit des Bildes gruppiert sich das Videofrequenzgemisch um diesen Videofrequenz-Mittelwert. Da der eingefügte Koppelkondensator dieser Gleichspannung den Weg zur Bildröhre versperrt, erscheint das Bild unnatürlich, d. h. der dunkle Bildanteil wird heller und die Unterschiede zwischen Schwarz und Weiß verwischen sich. Es ist erforderlich, den Gleichstromanteil über einen anderen Weg zur Bildröhre zu leiten, damit die gewünschten Verhältnisse wieder hergestellt werden. Mit Hilfe einer Diode (Schwarzwertdiode) wird der Gleichspannungsanteil aus dem Videosignal gewonnen und an das Gitter der Bildröhre geführt. Hier ändert er den Strahlstrom und damit die Helligkeit des Bildes wie gewünscht. Eine solche Schwarzwert-Wiederherstellungs-Schaltung (Bild 6.02-3) ist bei Verwendung eines Koppelkondensators zwischen Videoendstufe und Bildröhre erforderlich.

### 6.03 Schwarzwertüberprüfung

Zur Überprüfung der Schwarzwert-Spannung eignet sich am besten der Bildmuster-generator. Ein einwandfrei arbeitender Generator liefert mehrere in ihrer Schwarz-Weiß-Zusammensetzung verschiedene Bilder; auch sind diese Bilder vollkommen frei von Verzerrungen und Überschwängen. Durch Einschalten der verschiedenen Bilder kann ein Urteil darüber abgegeben werden, ob Schwarz und Weiß übergangsfrei zu sehen sind.

Ein Generator mit mehreren Bildmustern eignet sich besonders gut zur Prüfung. Es wird ein Bild mit viel Schwarzwerten eingeschaltet und abwechselnd auf ein Bild mit überwiegenden Weißwerten umgeschaltet. In beiden Fällen muß der gesamte Bildeindruck gleich bleiben. Wird das Bild in einem Fall grau und die Übergänge sind nicht einwandfrei, so liegt der Videofrequenz-Mittelwert nicht richtig an der Bildröhre an.

Die Fehlersuche in der Videogleichrichtung und der Videoendstufe kann wie folgt vorgenommen werden:

#### **6.04 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät**

1. Ist der Ton im zu prüfenden Fernsehgerät zu hören und ist der Bildschirm weiß oder ein fehlerhaftes Bild vorhanden, so deutet das auf einen Fehler nach der Tonauskoppelung, also evtl. im Videoteil oder an der Bildröhre, hin.

2. Verändert sich das Fehlerbild beim Regeln des Kontrastes nicht, so verdichtet sich dieser Verdacht, da mit dem Kontrastregler die Verstärkung der Videoendröhre verändert wird. Ist in dem Fehlerbild kein tiefes Schwarz enthalten, sondern nur grau, so deutet auch das auf einen Fehler in den genannten Teilen hin.

3. Da die Möglichkeit der Übersteuerung gerade bei hoher Antennenspannung besteht, wird ein Antennenstecker aus der Antennenbuchse des Gerätes gezogen und das Bild so angesehen. Ist es dann in seiner Fehlererscheinung nicht verändert, so wird mit den in der Folge beschriebenen Prüfmöglichkeiten Klarheit geschaffen. Ist das Bild bei verminderter Antennenspannung normal zu sehen, so sollte die getastete Regelung überprüft werden.

#### **6.05 Prüfung mit Eingriff in das Gerät**

1. Zuerst muß festgestellt werden, ob der Fehler in der Videogleichrichtung, in der Videoendstufe oder an der Bildröhre zu suchen ist.

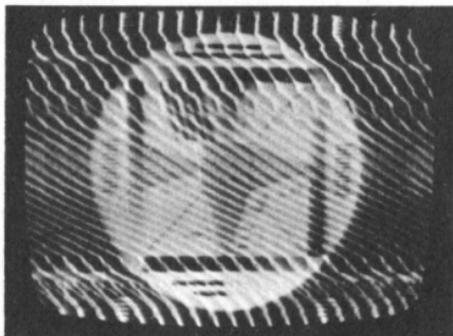
In den **Tabellen 6.05–I** und **6.05–II** ist dargestellt, wie die defekte Stufe grob eingekreist werden kann. Dabei ähneln sich die Methoden bei der Fehlereinkreisung für Videogleichrichter und Videoteil weitgehend.

Die erste Möglichkeit einer solchen Grob-Prüfung ist das *Berühren des Steuergitters der Videoendstufe* oder einer evtl. Vor-

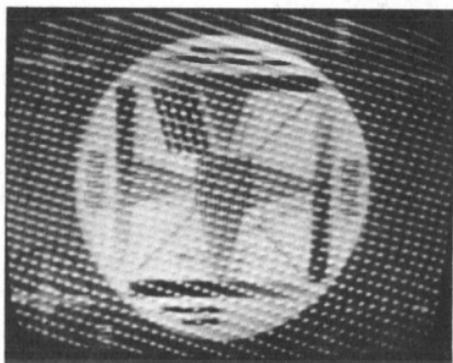
stufe mit dem Finger, dem LötKolben oder dem Sperrschwinger. Erscheinen dann auf der Bildröhre Streifen, so dürfte der Fehler weder in der Videoendstufe noch an der Bildröhre liegen, da diese Stufen auf eine Spannungsänderung in der Ansteuerung reagieren.

2. Genau wie im Zf-Teil kann mit einem Sperrschwinger (Minitest II) auch im Videogleichrichterteil festgestellt werden, wo sich der Fehler befindet. Das Signal kann hier an verschiedenen Stellen angelegt werden, ohne daß befürchtet werden muß, daß hohe Gleichspannungen Schaden an dem Prüfgerät verursachen. Die auftretenden Richtspannungen liegen normalerweise bei  $-2$  bis  $-8$  V. Sollte ein Fehler in der letzten Zf-Röhre vorliegen, (Selbsterregung der Röhre), so kann die Spannung allerdings bis  $-30$  V ansteigen.

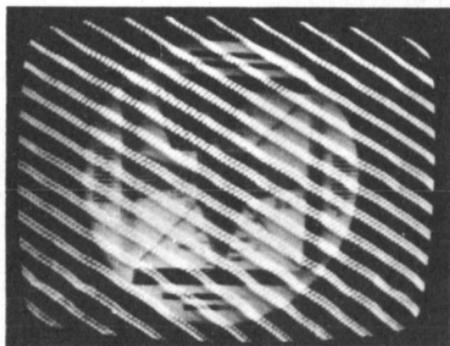
Die beim Anlegen des Minitest II auf dem Bildschirm erscheinenden Bilder sind an den verschiedenen Punkten leicht unterschiedlich, so daß nach einiger Übung Schlüsse auch aus dem Bild gezogen werden können. Die **Bilder 6.05-1, 2 und 3** zeigen die Unterschiede beim Anlegen vor der Diode, unmittelbar



*Bild 6.05-1. Sperrschwingerspannung beim Anlegen vor der Gleichrichtung*



*Bild 6.05-2. Sperrschwingerspannung beim Anlegen nach der Gleichrichtung*



*Bild 6.05-3. Sperrschwingerspannung beim Anlegen an das Steuergitter der Videoendstufe*

nach der Diode und nach dem Ausziehen der Zf-Reste am Steuergitter der Videoröhre deutlich.

3. Sollten jedoch nach dem Anlegen des Sperrschwingers keine Änderungen im Bild sichtbar werden, so ist die Röhre in der Videoendstufe (sofern eine Vorstufe vorhanden ist, auch in dieser) auszuwechseln. Sicherheitshalber tauscht man auch die Röhre der getasteten Regelung mit aus, wenn diese nicht als Verbundröhre im Glaskolben der Videoendstufe enthalten ist (z. B. PCL 84).

4. Ändert sich nichts, so wird eine Messung der Videofrequenz an der Bildröhre vorgenommen. Dazu eignet sich ein Röhrenvoltmeter mit einem Meßbereich für Impulsspannungen „Spitze zu Spitze“. Die von der Anode der Videoendröhre zur Bildröhre geleitete Videofrequenz wird – je nach Kontrastregelstellung – auf eine Spannung von 60 bis 100 V<sub>ss</sub> verstärkt. Liegt die Spannung an, so dürfte die Bildröhre schadhaft sein (**Bild 6.05–4**).

Fehlt die Spannung oder ist sie viel zu niedrig, so klopft man vorsichtshalber ganz leicht an den Bildröhrenhals, denn es könnte evtl. noch ein Schluß in der Bildröhre vorliegen. Da es sich um einen mechanischen Schluß handeln dürfte, kann durch leichtes Klopfen eine Änderung des mechanischen Gefüges erreicht und der Defekt so beseitigt werden. Dies kann sich wiederum in irgendeiner Änderung des Fehlerbildes auf dem Bildschirm bemerkbar machen.

**Es muß allerdings dringend davor gewarnt werden, so stark zu klopfen, daß eine Beschädigung der Bildröhre möglich ist, denn dann besteht Implosionsgefahr und damit unter Umständen Lebensgefahr.**

5. Um ganz sicher zu sein, daß der Fehler nicht doch vor der Videoendstufe zu suchen ist, wird auch am Steuergitter der Videoendstufe eine Messung Sp-Sp durchgeführt. Hier muß die gleichgerichtete Videosignalspannung zu messen sein. Wenn davon ausgegangen wird, daß der Zf-Verstärker eine Effektiv-Spannung von ca. 5 bis 8 V liefert, so wird diese Spannung nach der Gleichrichtung noch einen Effektivwert von einem Drittel der Spannung haben, da die zur Gleichrichtung benutzten Dioden einen Wirkungsgrad von ca. 33 % haben. Wird jedoch mit dem Röhrenvoltmeter die Spitzenspannung gemessen, so muß der Effektivwert mit 2,8 multipliziert werden. Grob gerechnet ist der Spitzenspannungswert des Videosignals nach der Gleichrichtung gleich dem Effektivwert des Zf-Signals, also ungefähr 5 bis 8 V.

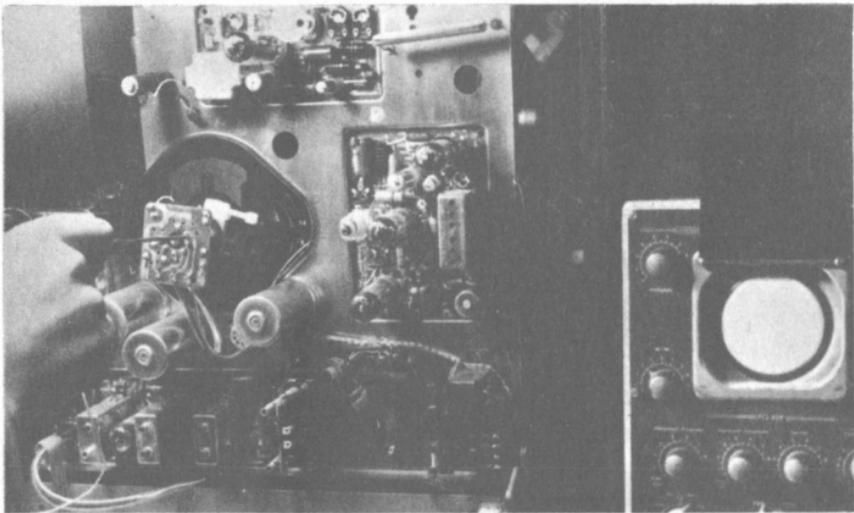


Bild 6.05-4. Messung der Impulsspannung an der Bildröhre

6. An der *Video-Diode* kann auch eine *Gleichspannung* gemessen werden. Je nach Höhe des Videosignals entsteht hier eine negative Richtspannung, die ungefähr die Höhe der Videosignalspannung hat ( $-2$  bis  $-8$  V), doch ist eine Messung Spitze-Spitze vorzuziehen, da bei dieser Messung keine Irrtümer vorkommen können. Handelt es sich um eine Wechselstromkopplung, so liegt die Richtspannung nicht am Steuergitter der folgenden Röhre.

7. Sollten nach dieser Messung noch Zweifel bestehen oder handelt es sich um einen schwierigeren Fehler, so wird das *Oszillogramm an der Diode* aufgenommen. Zwei verschiedene Prüfungen zur Feststellung und Eingrenzung eines Fehlers sind stets angebracht, wenn auch nur eine geringe Unklarheit bleibt.

Das Oszillogramm muß den Bildinhalt und die Synchronimpulse einwandfrei zeigen. Am besten sieht man sich eine oder mehrere Zeilen an. Das geschieht folgendermaßen:

Der Oszillograf wird hinter der Diode nach der Gleichrichtung angelegt. Die Ablenkfrequenz wird unter  $12$  kHz eingestellt. Die Zeilenfrequenz beträgt bekanntlich  $15\ 625$  kHz. Damit eine oder mehrere Zeilen zu sehen sind, muß die Ablenkfrequenz des Oszillografen niedriger, also unter  $15\ 625$  kHz, liegen. Ratsam ist es, zu Vergleichszwecken zwei oder mehrere Zeilen gleichzeitig sichtbar zu machen, d. h. die Ablenkfrequenz noch niedriger einzustellen (**Bild 6.05-5**).

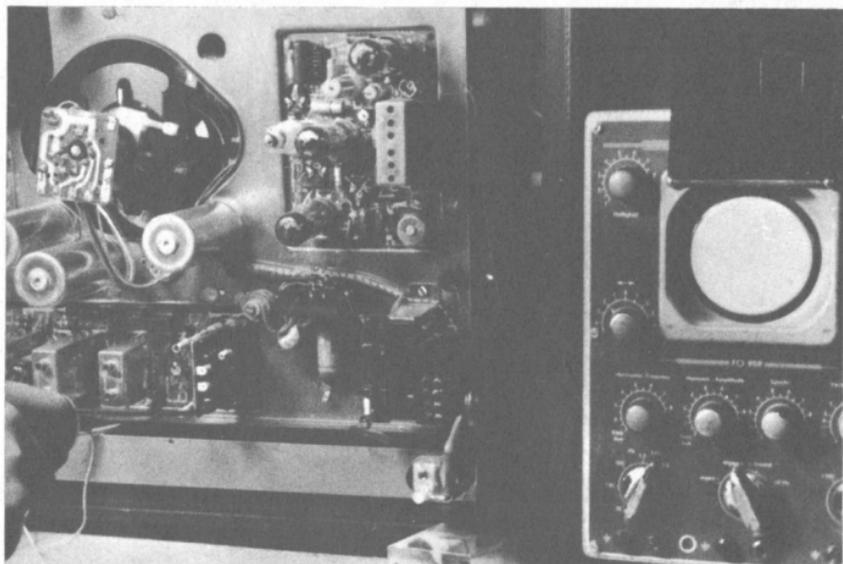


Bild 6.05-5. Oszillografische Messung des Zeilenimpulses hinter der Videodiode

Dann wird das Oszillogramm in seiner Amplitude so eingestellt, daß die Größenverhältnisse der Zeilenimpulse zum Bildinhalt klar zu erkennen sind. In der Amplitude soll der Zeilenimpuls den Bildinhalt um 25 % übersteigen. Das ist zwar nicht ganz korrekt ausgedrückt, da die 10 % des Weißwertes vernachlässigt werden, aber diese Unterschiede sind auf dem Bildschirm sowieso nicht genau zu erkennen und eine solche Angabe reicht zur Fehlerbestimmung aus. Hinzu kommt, daß wesentlichlicher als die Höhe des Impulses seine Form ist.

Bei einer Gesamthöhe des Oszillogrammes einer Zeile von 3,5 cm soll der Synchronimpuls eine Höhe von 1 cm haben. Da der Bildinhalt je nach Bild verschieden ist, sieht man sich den Zeilenimpuls genau an. Er muß einwandfrei zu sehen sein, in seiner typischen Form mit der Vorderflanke, die für die Synchronisation am wichtigsten ist, und der meist etwas weich abfallenden hinteren Schwarzschar (Bild 6.05-6).

Sollte die Impulshöhe im Verhältnis zum Bildinhalt stark abweichen oder sollte der Impuls stark verschliffene Kanten und keine steile Flanke haben, so kommt als Fehlerquelle in erster Linie die Videodiode in Betracht. Eine Diode mit einem zu kleinen Widerstand in Sperrichtung verursacht ein Oszillogramm gemäß

Bild 6.05-6. Impuls am Steuer-  
gitter der Videoendstufe

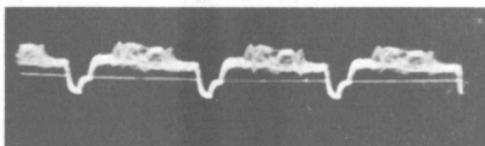


Bild 6.05-7. Impuls am Steuer-  
gitter der Videoendstufe bei  
fehlerhafter Diode (Widerstand  
in Sperrrichtung zu klein)

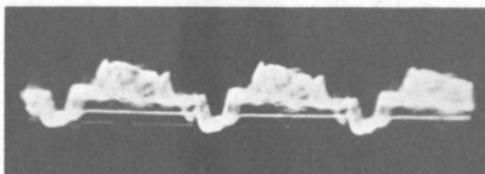


Bild 6.05-8. Normaler Impuls  
nach der Videogleichrichtung  
(Schachbrettmuster)

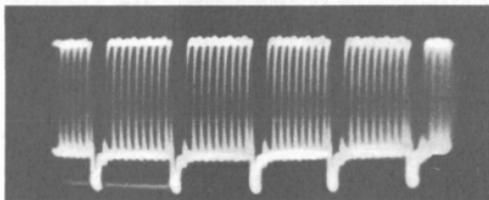


Bild 6.05-9. Der Zeilenimpuls  
ist im Verhältnis zum Bildin-  
halt zu klein

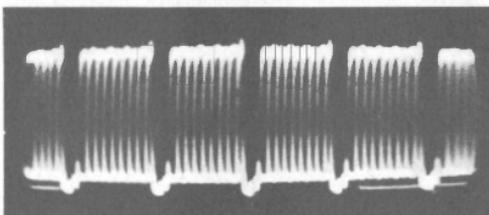
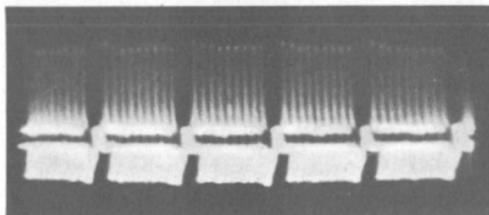


Bild 6.05-10. Der Zeilenimpuls  
erscheint im Fehlerbild umge-  
klappt



**Bild 6.05-7.** Am Zeilenimpuls ohne erkennbare ausgeprägte Form ist der Fehler sichtbar.

Diodenfehler lassen sich am besten sichtbar machen, wenn eine gleichmäßige Amplitude des Bildinhaltes vorhanden ist. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn als Testbild ein Schachbrettmuster verwendet wird. **Bild 6.05-8** zeigt das Zeilenoszillogramm eines solchen Testbildes. Das Signal-Impulsverhältnis ist deutlich zu erkennen. **Bild 6.05-9** zeigt das gleiche Oszillogramm, jedoch stimmt das Verhältnis nicht mehr. Die Zeilenimpulse heben sich

nicht mehr genügend aus dem Bildinhalt heraus. Die Diodenkennlinie hat einen Knick. Die Diode ist unbrauchbar. Die Synchronisation wird labil arbeiten.

Noch drastischer ist der Fehler in **Bild 6.05–10** zu sehen. Hier weichen die Widerstandsverhältnisse der Diode derart von den Sollwerten ab, daß der Zeilenimpuls umgeklappt im Bildinhalt erscheint. Eine Synchronisation ist nicht mehr möglich. Das ist allerdings ein besonders krasser Fall. Normalerweise vergrößert sich der Widerstand in Durchlaßrichtung, und die Diodenkennlinie wird flach, wie in Bild 6.05–9 gezeigt ist. Bevor jedoch ein endgültiges Urteil über die Videodiode abgegeben wird, muß sichergestellt sein, daß das Fehlerbild nicht etwa auf andere Einflüsse zurückzuführen ist.

8. Da die Möglichkeit einer Übersteuerung schon ausgeschlossen wurde, kann eventuell auch noch eine *fehlerhafte getastete Regelung* einen ähnlichen Fehler erzeugen. Das ist durch Messen der Regelspannung festzustellen. Weicht die Regelspannung vom Sollwert ab, wird das Gitterspannungsgerät angeschlossen, und die Gitterspannung wird geregelt. Ist in einer Stellung der Fehler verschwunden, muß in der getasteten Regelung gesucht werden.

*Ist das Oszillogramm nach der Diode jedoch in Ordnung und fehlt die Videospannung an der Bildröhre, so liegt der Fehler in der Videoendstufe oder bei Luxusgeräten in den beiden Videoverstärkerstufen.*

Bei der weiteren Fehlersuche taucht eine Frage auf, die schon oft zu Diskussionen zwischen Technikern geführt hat. Soll der Oszillograf bei der Fehlersuche den Vorrang haben, oder soll die Fehlerursache besser mit anderen Hilfsmitteln festgestellt werden? Während die von der Industrie kommenden Techniker meist dem Oszillografen den Vorzug geben, versuchen die aus dem Handwerk kommenden Techniker oft mit anderen Mitteln an den Fehler heranzukommen. Die Antwort auf die Frage ist indessen leicht:

Die Fehlersuchmöglichkeit ist immer die beste, die *am schnellsten* zur Fehlerauffindung führt. Wenn es am meisten Erfolg verspricht, so ist eine einfache Spannungsmessung zuerst angebracht, denn mit ihrer Hilfe kann ein sehr großer Prozentsatz der Fehler gefunden werden. Die meisten Fehler sind doch darauf zurückzuführen, daß Kondensatoren oder Widerstände schadhafte geworden sind. Wenn beispielsweise die Erfahrung

lehrt, daß in der Videoendstufe der Anodenaußenwiderstand öfters durchbrennt, so ist eine Anodenspannungsmessung besser als die Aufnahme eines Oszillogrammes. Der Feststellung, daß an Anode der Röhre das Signal nicht einwandfrei vorhanden ist, muß dann doch die Spannungsmessung folgen. Also ist in diesem Fall die Oszillogrammaufnahme ein Umweg.

Es gibt andererseits auch Fälle, die umgekehrt gelagert sind. Deshalb werden am besten beide Möglichkeiten jeweils dann angewandt, wenn sie am meisten Erfolg versprechen, den Fehler am schnellsten zu finden.

1. Nachdem festgestellt worden ist, daß der Fehler in der Videoendstufe zu suchen ist, wird die Spannung an der Anode der Videoendröhre gemessen. Es ist, wie schon im vorangegangenen Beispiel angegeben wurde, tatsächlich so, daß der Außenwiderstand oft defekt wird. Meist brennt er nicht ganz durch, sondern infolge übermäßiger Erwärmung, die Brandspuren zur Folge hat, wird der Widerstand größer und die Anodenspannung sinkt ab. Die Verstärkung der Stufe wird herabgesetzt. Die Folge davon ist ein flaeses Bild ohne Kontrast, oder das Bild geht ins Negative über, d. h. schwarze Stellen werden grau und weiße Stellen dunkler. Schließlich hat der Außenwiderstand auch Einfluß auf den Frequenzgang, so daß bei einem Fehler auch ein Teil der Durchlaßfrequenzen benachteiligt werden kann. Dadurch erscheint das Bild in irgendeiner Form unnatürlich im Kontrast oder mit verwaschenen Kanten. Bei einem solchen Fehler ist eine Anodenspannungsmessung an der Videoendröhre immer angebracht.

2. Bei dem im Bild 6.02-1 gezeigten Schaltungsbeispiel soll die Spannung 120 V betragen (1). Weicht die Spannung von der Angabe im Schaltbild wesentlich ab, so richtet sich der Verdacht sofort auf den Außenwiderstand R 1, weil er von den in Frage kommenden Teilen das am stärksten belastete ist. Um auszuschließen, daß die gesamte Plus-Spannung nicht stimmt, und um ferner Fehler der Schirmgitterspannungszuführung auszuschneiden, wird als zweite Messung die Spannung am Schirmgitter (2) kontrolliert, wobei der Kontrastregler auf vollen Kontrast gestellt wird. Sollte auch diese Spannung fehlen, so wird der Fehler routinemäßig in Richtung Netzgleichrichter gesucht.

Mit den so durchgeführten Messungen dürfte die Mehrzahl der Fehler erkannt worden sein. Übrig bleiben die schwierigen Fehler, die oszillografisch genauer bestimmt werden.

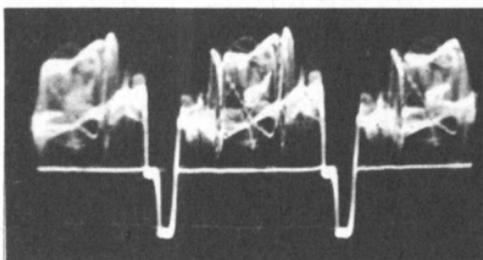


Bild 6.05–11. Impuls an der Katode der Bildröhre

3. Durch systematisches Herantasten an die Videoendröhre wird der Fehler festgestellt. Spannungsmessungen führen bei den jetzt noch nicht gefundenen Fehlern nicht weiter, und alle Einzelteile ablöten und prüfen nimmt zuviel Zeit in Anspruch.

Sollte das *Oszillogramm am Steuergitter* in Ordnung sein, so wird eine weitere Messung mit dem Oszillografen an der Katode der Bildröhre vorgenommen. Das Oszillogramm muß hier verstärkt und, handelt es sich um einen einstufigen Verstärker, um  $180^\circ$  gedreht erscheinen (**Bild 6.05–11**). Fehlt das Signal dort, so wird rückwärts in Richtung Anode getastet.

#### *Fehlersuche mit Oszillograf und Bildmuster-generator*

Die beste Möglichkeit der Suche nach schwierigen Fehlern im Videoteil bietet der Bildmuster-generator in Verbindung mit einem Oszillografen. Das Videosignal des Bildmuster-generators wird an das Steuergitter der Videoendstufe oder auch direkt nach der Gleichrichtung hinter der Diode eingekoppelt. Der Oszillograf wird an dem Punkt der Bildröhre angeschlossen, an dem das Videosignal die Bildröhre ansteuert, das ist entweder die Katode oder das Steuergitter (Wehnelt). Damit kein Signal von der Antenne stört, wird die Videodiode abgelötet. Der Oszillograf wird über einen Abschwächer 1 : 10 oder 1 : 20 angeschlossen, da dann der Eingangswiderstand des Oszillografen erhöht wird (die Eingangskapazität wird kleiner). Die Möglichkeit einer Verfälschung der Impulse durch den Oszillografen wird geringer (**Bild 6.05–12**).

Impulsverfälschungen durch den Oszillografen können nur noch dann vorkommen, wenn der Oszillograf ein Band von ca. 5 MHz nicht gleichmäßig verstärken kann. Ein solcher Oszillograf ist aber für die einwandfreie Fehlerbestimmung ungeeignet. Ist er nun einmal vorhanden, so sollte er nur für grobe Fehlerbestimmungen benutzt werden.

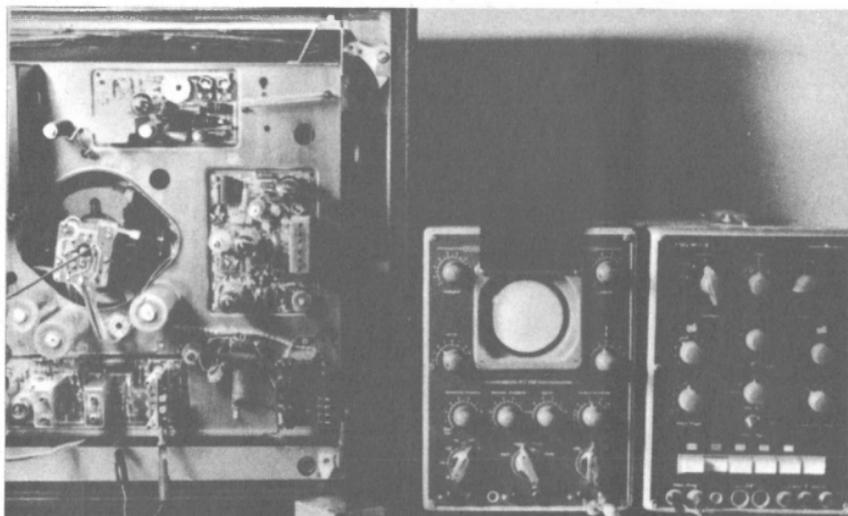


Bild 6.05-12. Oszillograf und Bildmuster-generator bei der Fehlersuche im Videoteil

Bei einem einwandfrei arbeitenden Videoteil ist es nach Anschluß des Oszillografen möglich, das Oszillogramm der Videospannung des Bildmustergenerators auf dem Schirm sauber zu sehen. Da das Signal einwandfrei ohne Verschleifungen und ohne Überschwingungen vom Generator geliefert wird, muß es genauso einwandfrei, jedoch verstärkt, an der Bildröhre ankommen. Es ist also mit dieser Methode möglich, das verstärkte Signal daraufhin zu überprüfen, ob das Frequenzband gleichmäßig ohne Abfall bei hohen oder niedrigen Frequenzen verstärkt wird. Am besten sieht man sich die Zeilenfrequenz an.

Sind die Kanten des Zeilenimpulses verschliffen und das Impulsdach ist krumm, so deutet das daraufhin, daß die hohen Frequenzen benachteiligt werden (Bild 6.05-13). Sind die Kanten

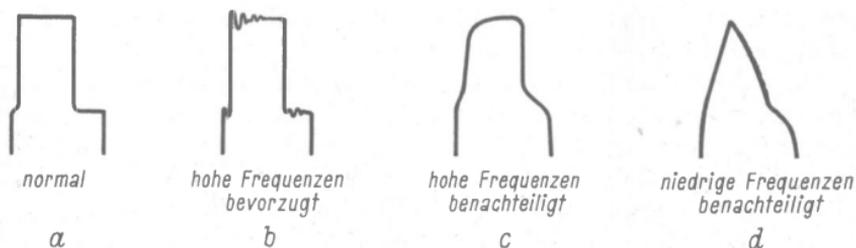


Bild 6.05-13. Verschiedene Zeilenimpulsformen am Videoausgang

stark überbetont, ja sogar Überschwingungen feststellbar, so sind die hohen Frequenzen bevorzugt.

Zur Übertragung einer einwandfreien Rechteckspannung gehört eine Grundfrequenz mit einem breiten Spektrum von Harmonischen. Je breiter das Band, um so einwandfreier der Rechteckimpuls mit steiler Flanke und geradem Dach. Es kann also aus der Verformung des Impulses die Art des Fehlers abgelesen werden.

Werden die hohen Frequenzen benachteiligt (**Bild 6.05–14**), so deutet das darauf hin, daß ein Fehler an einer der Resonanzdrosseln im Anodenzweig vorliegt, da diese den Frequenzgang im oberen Bereich verbessern sollen. Ferner besteht die Möglichkeit, daß der Außenwiderstand ausgewechselt und ein Widerstand mit denselben Werten, aber nicht in derselben Ausführungsform, eingebaut wurde. Bei manchen Fabrikaten wird ein Widerstand verwendet, dessen Induktivität mit zur Verbesserung des Frequenzganges ausgenutzt wird. Es sind meist drahtgewickelte Widerstände. Wird ein Schichtwiderstand eingebaut, entfällt die Frequenzgang-Korrektur.

Sollte der Fehler zwischen Diode und Steuergitter zu suchen sein, so besteht die Möglichkeit, daß sich die Größe des Arbeitswiderstandes der Diode verändert hat. Wird der Arbeitswiderstand größer als der kapazitive Widerstand aller Parallel-Kapazitäten, so wird dadurch auch der Frequenzgang verschlechtert. **Bild 6.05–15** zeigt einen Zeilenimpuls, dessen verschliffene Kanten auf einen solchen Fehler zurückzuführen sind. Interessant ist die Auswirkung dieses Fehlers auf das Schirmbild (**Bild 6.05–16**). Nicht nur die Kanten sind verwaschen, sondern auch eine Brummeinstreuung kann sich bemerkbar machen.

Liegt der Fehler vor, daß die hohen Frequenzen bevorzugt werden, so ist wahrscheinlich einer der Dämpfungswiderstände unterbrochen. Die Widerstände liegen meist parallel zu den Resonanzdrosseln (**Bild 6.05–17**), oft sind die Drosseln sogar auf die Widerstände gewickelt, so daß der Einfachheit halber beides zusammen ausgewechselt wird.

Als weiterer Fall kann der eintreten, daß die niedrigen Frequenzen benachteiligt werden (**Bild 6.05–13**, Impuls d). Das ist daran zu erkennen, daß zwar die Vorderkante des Zeilenimpulses die eckige Form hat, aber die hintere Schulter ist verformt abgerundet. Fehlerursache in einem solchen Fall ist meist der Katodenkondensator, der an Kapazität verloren hat und ausgetrocknet ist. Theoretisch kommt noch das Zeitkonstantenglied

Bild 6.05-14. Verschleffener Zeilenimpuls. Die hohen Frequenzen werden benachteiligt

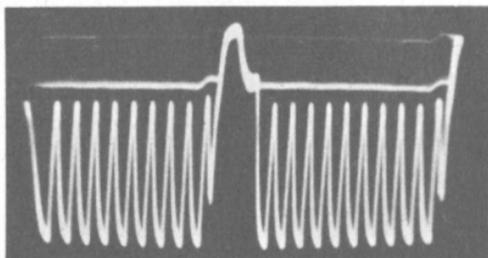
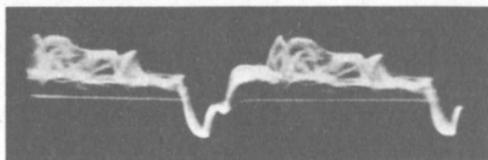


Bild 6.05-15. Impuls am Steuergitter der Videoendröhre bei zu kleinem Richtwiderstand



am Steuergitter in Frage (wenn kapazitiv gekoppelt wird), also Koppelkondensator und Gitterableitwiderstand. Aber dieser Fehler dürfte nur äußerst selten vorkommen, da diese Teile nicht zu Wertänderungen neigen.

Mit der Meßmethode Bildmustergenerator in Verbindung mit Oszillograf läßt sich auch die Verstärkung in der Videoendstufe genau kontrollieren. Das Verhältnis der Höhe des Signals (von Spitze zu Spitze gemessen) am Steuergitter und an der Anode (oder Bildröhre) gibt die Verstärkung durch diese Röhre an. Wird beispielsweise das Gittersignal 3 mm hoch eingestellt und

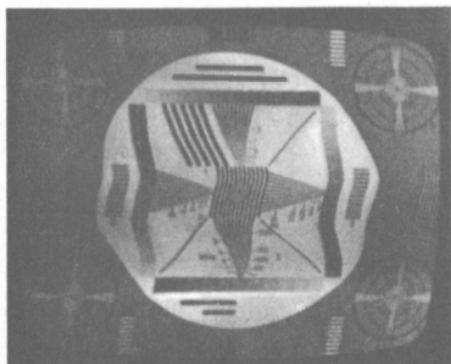
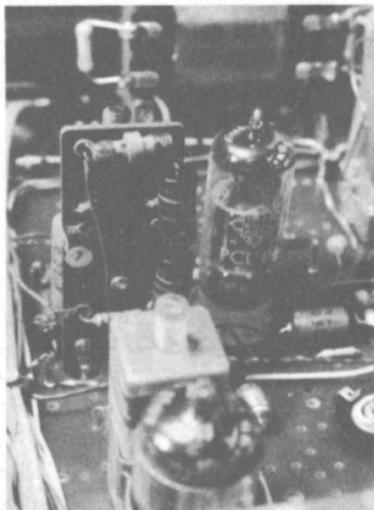


Bild 6.05-16. Testbild bei diesem Fehler

Rechts: Bild 6.05-17. Dämpfungswiderstand mit Drossel in der Schaltung der Videoendstufe



hat das Signal an der Anode eine Höhe von 45 mm, so hat diese Endstufe eine 15fache Verstärkung.

Nach dieser Methode sind alle wichtigen Funktionen des Videoteiles zu überprüfen und so auch alle Fehler festzustellen.

## 6.06 Praktische Fehlersuche

Um ein praktisches Beispiel der rationellen Fehlersuche zu geben, wird in **Bild 6.06–1** die Schaltung eines kompletten Videoverstärkers eines Luxusempfängers gezeigt. Zusätzlich sind alle auf dem Gesamtschaltbild in der Nähe befindlichen Teile aufgeführt. So bleibt der Eindruck erhalten, den der Reparaturtechniker beim ersten Betrachten des Schaltbildes gewinnt. Seine erste Aufgabe ist es nun, die Schaltung in einzelnen Blöcken zu sehen, damit es möglich ist, den im Gerät befindlichen Fehler in einem der Blöcke zu fixieren.

Es geht dabei nicht darum, Unterscheidungen der Schalteinzelteile nach ihrer genauen Funktion zu treffen, sondern Grenzen zu schaffen, in denen der Fehler eingekreist werden kann. Die gestrichelten Linien grenzen die einzelnen Blöcke ab. Anschließend soll der Fehler näher bestimmt werden. Dazu ist es nötig, die eingangs des Kapitels beschriebenen Prüfungen der Reihe nach durchzuführen.

Zuerst werden die einfachen Prüfungen und bei schwierigeren Fehlern die aufwendigeren Prüfmethoden angewendet. Das sieht in der Praxis folgendermaßen aus:

Die Prüfung ohne Eingriff in das Gerät hatte den Verdacht begründet, daß ein Fehler in diesem Teil des Gerätes möglich sei. Zur Feststellung, ob der Verdacht gerechtfertigt ist, wird bei leichten Fehlern am besten die leichteste Prüfung zuerst durchgeführt, und zwar wird mit dem Finger oder dem Lötkolben das Steuergitter der Videoendstufe berührt (Prüfung 1). Sollte das Ergebnis nicht einwandfrei sein, so werden die weiterhin beschriebenen Prüfungen an diesem Punkt durchgeführt.

Der erfahrene Praktiker wird dabei Abkürzungen der Fehlersuche vornehmen können; er wird von vornherein die angemessene Methode wählen. Dem jüngeren noch nicht so erfahrenen Techniker sei das jedoch nicht empfohlen. Aus der gewollten Fehlersuchabkürzung kann unter Umständen ein Umweg werden.

Je nach dem Ergebnis der Prüfung wird die Fehlersuche wie schon beschrieben weitergeführt. An Punkt 2 wird festgestellt,

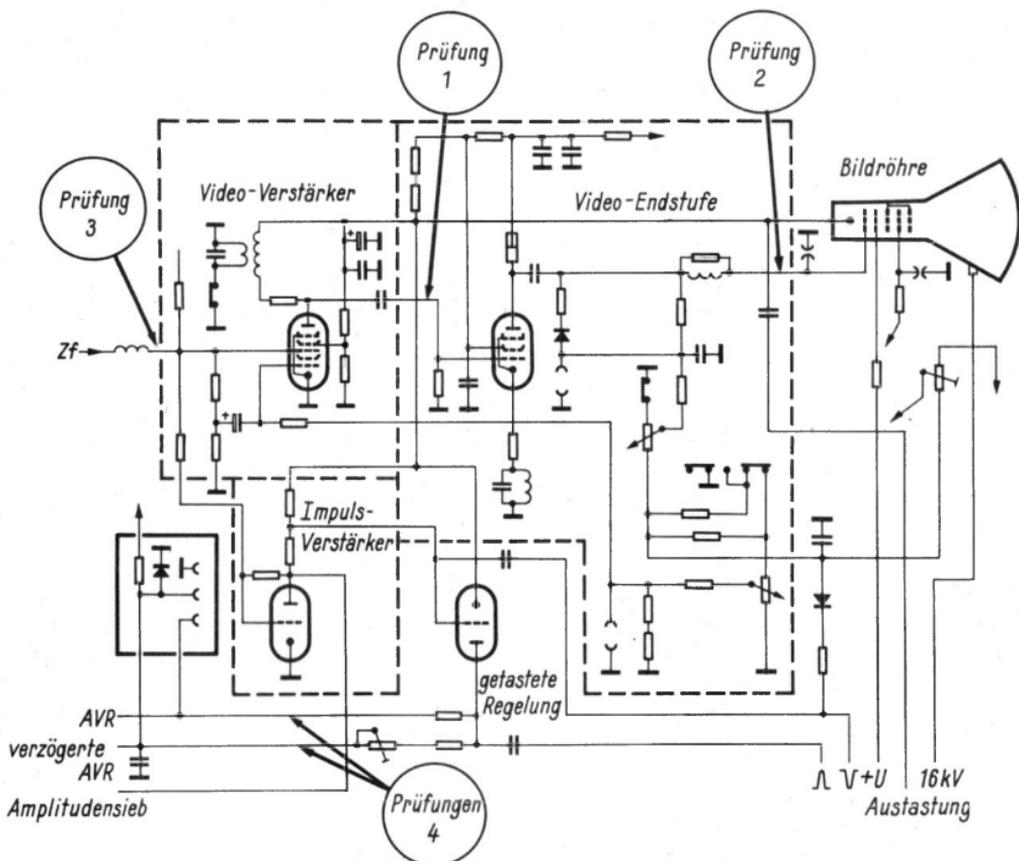


Bild 6.06-1. Schaltungsauszug des Videoteiles eines Luxusgerätes

ob der Fehler vor oder an der Bildröhre zu suchen ist. An Punkt 3 wird ermittelt, ob das Videosignal vom Videogleichrichter einwandfrei ankommt, und an Punkt 4 wird die Regelspannung und damit die Funktion der getasteten Regelung überprüft. Gerade bei einer im ersten Augenblick schwierig erscheinenden Schaltung wie der vorliegenden ist das Fehlersuchsystem gut anwendbar.

Aufgabe des Reparaturtechnikers ist es daher, zuerst die Einteilung der Blöcke vorzunehmen. Ist das geschehen, kann sich die Fehlersuche auf den fehlerhaften Block konzentrieren. Mit den bekannten Methoden der Spannungsmessung, der Widerstandsmessung und des Oszillografierens wird der Fehler dann genau bestimmt.

Anhand dieses Beispiels soll auch gezeigt werden, daß es im ersten Moment nicht so wichtig ist, die Funktion der Einzelteile genau zu überprüfen. Das ist nur in seltenen Fällen nötig. Bei der vorliegenden Schaltung handelt es sich beispielsweise um eine solche mit mehreren Spezialanordnungen, mit Bildregister, Brillantzeichner, Synchronimpulsverstärker mit Signalverstärkung für getastete Regelung, mit lichtabhängiger Regelung und einer mit der Helligkeitssteuerung gekoppelten Schwarzwertwiedergewinnung. Trotzdem ist es bei der Mehrzahl der vorkommenden Fehler nicht nötig, sich jeweils genau mit diesen Schalteinzelteilen vertraut zu machen. Die meisten Fehler lassen sich nach Einkreisung der Stufe routinemäßig finden. Das gilt auch für viele mehr oder minder aufwendige Automaten. Sie können gleichzeitig mit den Stufen für die Fehlersuche erfaßt werden. So kann der Fehler gleichsam „nebenbei“ festgestellt werden. Es ist in der Praxis sowieso nicht möglich, daß jeder Techniker alle Schalteinzelteile aller Fabrikate und Jahrgänge kennt oder sich bei einer normalen Reparatur damit befaßt.

Dieses Hineindenken in alle Einzelheiten einer Schaltung sollte nur bei einem schwierigen Fall nötig sein. Im Laufe der Zeit, wenn immer mehr Erfahrungen vorliegen, werden auch aus schwierigen Fällen Routine-Reparaturen.

### 6.07 Praktische Winke

Sollte sich der Bildinhalt vollkommen ins Negative verkehrt haben und ist keine Synchronisation möglich, so besteht die Möglichkeit, daß die Diode falsch gepolt angeschlossen wurde (**Bild 6.07-1**).

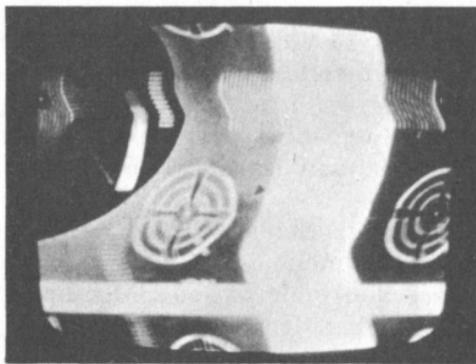


Bild 6.07-1. Testbild bei falsch gepolter Videodiode

## 7 Fehlersuche an der Bildröhre

### 7.01 Die Arbeitsweise der Bildröhre

Im Gegensatz zu normalen Verstärkerröhren werden Bildröhren einseitig gesteuert, d. h. der dem Arbeitspunkt der Verstärkerröhre vergleichbare Punkt liegt nicht in der Mitte der Kennlinie, sondern es ist der Punkt, an dem die Röhre sperrt. Im Sperrmoment hat der Strahlstrom seinen Minimalwert. Der Bildpunkt, der in diesem Moment abgetastet wird, erscheint schwarz. Der Sperrpunkt wird erreicht, wenn die Spannung von Katode nach Steuergitter (Wehnelt) stark negativ geregelt wird ( $-U_{g1}$  80 bis 100 V).

In **Bild 7.01–1** ist die Kennlinie einer Bildröhre dargestellt. Während die Steuerspannung einer Zeile und eines Zeilenimpulses unten eingezeichnet ist, erscheinen rechts die abgestuften mit der Spannung erzielten Helligkeitsänderungen auf dem Bildschirm. Die Schwarzwerte liegen immer in Richtung Zeilenimpuls.

Die Steuerung erfolgt meist über die Katode. Dabei liegt das Steuergitter wechselstromseitig an Masse. Wie bei der Gitterbasisschaltung liegt die Steuerspannung zwischen Katode und Masse und beeinflusst so das Verhältnis Steuergitter–Katode. Je kleiner das Spannungsverhältnis wird, desto mehr Strahlstrom fließt und der in dem Moment auf dem Bildschirm abgetastete Punkt erscheint heller. Sollte der Verdacht bestehen, daß die Katoden- oder Steuergitterspannung fehlerhaft sind, so kann als erste Grobprüfung ein Kurzschluß zwischen Katode und Steuergitter hergestellt werden. Dann muß der größte Strahlstrom fließen. Die Bildfläche muß hellweiß erscheinen.

In Richtung zum Bildschirm ist nach dem Wehneltzylinder ein weiteres Gitter angeordnet, das gegenüber Katode eine höhere positive Spannung erhält. Dadurch werden die von der Katode kommenden Elektronen beschleunigt. Wird die Spannung an dem zweiten Gitter durch fehlerhafte Einflüsse zu gering, so wird die Verstärkung in der Bildröhre herabgesetzt. Die Elektronenbeschleunigung fehlt, und weniger Elektronen pro Zeiteinheit treffen auf die Leuchtschicht des Bildschirms auf. Das kann soweit gehen, daß beim Fehlen der Spannung an Gitter 2 kein Bild mehr auf dem Bildschirm zu sehen ist.

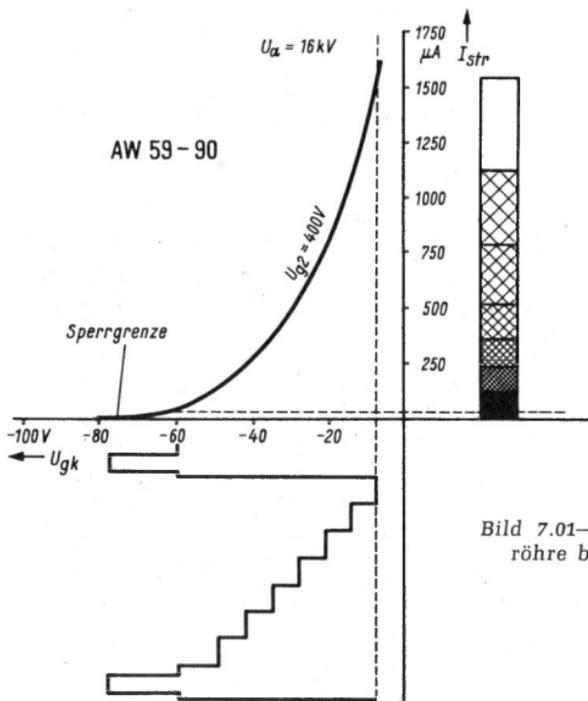


Bild 7.01-1. Kennlinie einer Bildröhre bei anliegendem Signal

Im Elektrodensystem der Bildröhre entstehen außerdem durch die Spannungsunterschiede an den einzelnen Elektroden eine oder mehrere Elektronenlinsen. Durch Spannungsänderung an einem Gitter kann der Elektronenstrahl so beeinflusst werden, daß der auf dem Bildschirm erscheinende Bildpunkt größer oder kleiner erscheint. Die Elektrode, an der die Spannung verändert werden kann, wird Fokussierungselektrode genannt. Bei den gebräuchlichen Bildröhren mit statischer Fokussierung kann die positive Spannung an dieser Elektrode verändert werden. Der Elektronenweg wird dadurch zuerst etwas auseinandergezogen und dann so zusammengeführt, daß der Bildpunkt auf dem Schirm möglichst klein erscheint.

Der Durchmesser des Bildpunktes soll einer Zeilenhöhe entsprechen. Er läßt sich mit dem Schärferegler genau einstellen. Ist das Bild unscharf, so sollte erst dieser Regler nachgestellt werden. Starke, nicht mehr regelbare Unschärfen können durch Fehler in der Bildröhre verursacht werden. Meist hängen diese Fehler mit der Alterung zusammen; das Vakuum der Bildröhre

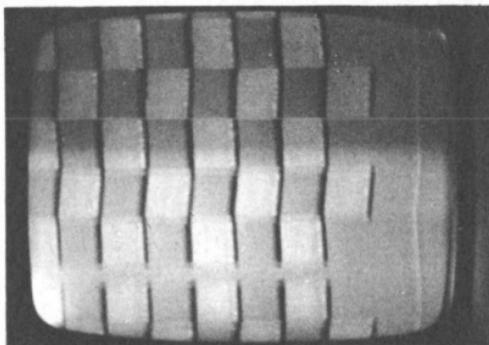
ist schlecht geworden. Die Bildröhre muß in Extremfällen ausgetauscht werden.

## 7.02 Fehler durch Alterung

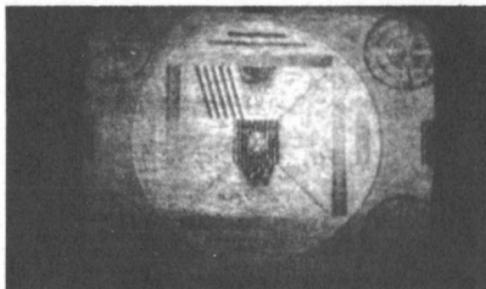
Es können zwei Gruppen von Fehlern an Bildröhren unterschieden werden. Die erste Gruppe umfaßt Fehler durch Alterung. Zu erkennen ist dieser Alterungsfehler an einem flauen Bild ohne tiefes Schwarz und helles Weiß sowie durch Unschärfe (**Bild 7.02-1** und **7.02-2**). Auch durch eine hohe Videosignalspannung (Kontrastregler voll aufgedreht) ist das Bild nicht mehr kontrastreich einzustellen. Der Fehler entsteht in erster Linie dadurch, daß die aus Barium und Strontiumoxyd gebildete Oberflächenschicht der Katode im Laufe der Jahre allmählich beim Emittieren der Elektronen herausgerissen wird und so der Elektronenaustritt durch die dadurch verkleinerte Katodenoberfläche erschwert wird. Es können nicht mehr genügend Elektronen emittieren. Der Elektronenstrom kann nicht mehr ausreichend stark geregelt werden.

Hat der Katodenstrom bei mittlerer Bildhelligkeit normalerweise eine Stärke von etwa 200 bis 300  $\mu\text{A}$ , so beträgt er bei einer verbrauchten Bildröhre nur noch 50 bis 100  $\mu\text{A}$ .

*Bild 7.02-1. Schirmbild einer Bildröhre mit Alterungsfehler*



*Bild 7.02-2. Schirmbild einer Bildröhre mit Alterungsfehler*



Es ist nicht etwa so, daß der Leuchtschirm verbraucht ist. Das kommt sehr selten vor. Bei über 90 % der durch Alterung nicht mehr brauchbaren Bildröhren ist der Fehler im Strahlensystem und nicht im Leuchtschirm zu suchen.

Bei der Regenerierung werden deshalb auch verbrauchte Bildröhren mit einem neuen System versehen und wieder verwendet. Dabei wird der Bildröhrenhals aufgeschnitten, das Elektroden-system herausgenommen, ein neues System eingesetzt und mit dem Bildröhrenhals verschmolzen. Anschließend wird die Röhre wieder luftleer gepumpt und damit das Vakuum hergestellt. Der aus einem Gemisch von Kristallphosphoren, wie Zink- und Cadmiumsulfid, bestehende Leuchtschirm wird nur in seltenen Fällen erneuert.

Die Alterungsfehler sind mit einer Messung an der Bildröhre festzustellen. Liegt genügend verstärkte Wechselspannung (40 bis 80  $V_{ss}$ ) an und stimmen die Betriebsspannungen, so ist erwiesen, daß die Bildröhre defekt ist.

Die Katode der Bildröhre wird dann als nicht mehr brauchbar angesehen, wenn ihre Emissionsfähigkeit auf 50 % ihres Normalwertes gesunken ist. Das tritt nach einer Betriebsdauer von ca. 4000 Stunden ein. Die Erfahrung lehrt, daß bei einer normalen Benutzung nach ungefähr 5 Jahren damit gerechnet werden muß, daß die Bildröhre Abnutzungserscheinungen zeigt. Wird das Bild vom Besitzer des Gerätes immer sehr hell gestellt, so wird die Lebensdauer herabgesetzt. Während sich der Betrachter des Bildes im Laufe der Jahre an den allmählichen Mangel an Kontrast und Helligkeit gewöhnt hat, fällt meist zuerst der Mangel an Bildschärfe auf, der darauf zurückzuführen ist, daß die Stromverhältnisse in der Röhre nicht mehr stimmen und eine Fokussierung nicht mehr in ausreichendem Maße möglich ist. Durch schlechtes Vakuum der Bildröhre kann auch Unschärfe entstehen.

### **7.03 Fehler durch Elektrodenschluß, Unterbrechung und Isolationsfehler**

Die zweite Gruppe der Bildröhrenfehler umfaßt alle Ausfälle durch Elektrodenschlüsse, Unterbrechungen und Isolationsfehler in der Bildröhre. Diese Fehler zeigen sich wesentlich früher, meist im ersten Betriebsjahr. Trotz der Vielzahl von Prüfungen, die eine Bildröhre vor Verlassen des Herstellerwerkes durchläuft, kommt es zu solchen Fehlern. Sie sind nicht immer so leicht zu erkennen, wie die Fehler der ersten Gruppe.

Da die Bildröhre das teuerste Einzelteil des Fernsehgerätes ist und das Auswechseln außerdem verhältnismäßig viel Zeit beansprucht, ist es angebracht, bei Verdacht auf Bildröhrenfehler eine genaue Fehlerbestimmung vorzunehmen. Es könnte sonst vorkommen, daß die Bildröhre ausgewechselt wird und der Fehler sich nach wie vor zeigt. Um das zu vermeiden, wird wie nachstehend vorgegangen:

#### **7.04 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät**

Ist der Ton da und wird der Bildschirm nicht hell, so ist nur in wenigen Einzelfällen damit zu rechnen, daß die Bildröhre defekt ist. Ein Verdacht auf Bildröhrenfehler liegt eher vor, wenn ein Bild vorhanden ist und die Bildhelligkeit sich nicht regeln läßt, wenn der Kontrast sich ruckartig ohne Übergang verändert, das Bild nicht scharf einzustellen ist und beim Aufdrehen des Helligkeits- und Kontrastreglers Unschärfen entstehen, die wie Fahnen aussehen. Wird das Bild ganz hell gestellt und erscheinen dann schräge weiße Streifen auf dem Bildschirm, so verdichtet sich der Verdacht eines Bildröhrenfehlers. Zwar kann sich das bei der weiteren Fehlersuche als harmloser Defekt in der Bildrücklauf-Dunkeltastung herausstellen, doch sollte die Untersuchung dieser Fehlererscheinung bei der Bildröhre beginnen.

#### **7.05 Prüfung mit Eingriff in das Gerät**

Die Bildröhre wird mit folgenden Spannungen versorgt. (In der **Tabelle 7.05–I** sind die einzelnen Spannungen und Oszillogramme nochmals übersichtlich dargestellt.) Es sind:

1. Die Heizspannung, sie liegt bei den meisten Bildröhren bei 6,3 V; der Heizstrom beträgt 300 mA.
2. Die Videosignalspannung mit einer Höhe von 40 bis 100  $V_{ss}$ . Sie ist mit Hilfe des Oszillografen sichtbar zu machen. Bei der Ansteuerung der Katode ist der Impuls positiv gerichtet.
3. Die positive Katodengleichspannung, die bei Geräten mit Gleichstromkopplung (also ohne Koppelkondensator zwischen Videoendstufe und Bildröhre) gleich der Anodenspannung der Videoendstufe ist.
4. Die veränderliche, positive Steuergitterspannung, die mit dem Helligkeitsregler im Bereich von ungefähr 40 bis 140 V geregelt werden kann. Mit ihrer Hilfe kann die mittlere Bild-

helligkeit eingestellt werden. Sie ist dann gegeben, wenn der Strahlstrom Werte von 200 bis 300  $\mu\text{A}$  erreicht und das mittlere Spannungsverhältnis zwischen Katode und Steuergitter ungefähr bei 40 bis 60 V liegt.

5. Eine positive Spannung an Gitter 2 von ungefähr 300 bis 500 V zur Beschleunigung des Strahlstromes.

6. Eine meist veränderliche Spannung von 0 bis 500 V am Gitter 4 bei den gebräuchlichen Bildröhren mit statischer Fokussierung (Bildröhren mit der Kennzeichnung AW). Die älteren Bildröhren wurden magnetisch fokussiert (Bildröhren mit der Kennzeichnung MW), dabei fällt die regelbare Spannung weg. Diese Funktion übernimmt ein auf den Bildröhrenhals aufgeschobener und veränderlicher Dauermagnet.

7. Einen negativen Zeilenrücklaufimpuls aus dem Zeilentransformator, der an das Steuergitter gelegt wird, um den Zeitraum, währenddessen der Elektronenstrahl vom Ende der einen Zeile zum Anfang der nächsten geführt wird, dunkel zu tasten. Die negative Spannung zwischen Steuergitter und Katode wird in diesem Zeitabschnitt um den Betrag der Impulsspannung erhöht, und die Röhre sperrt. Der Impuls kann auch an eines der anderen Gitter geführt werden. Seine Spitzenspannung muß dann höher sein.

8. Einen Bildrücklaufimpuls aus der Bildendstufe, der die Aufgabe hat, den Bildrücklauf dunkel zu tasten. Er sperrt die Röhre während der Zeit des Bildrücklaufes und hat beim Anliegen am Steuergitter eine Spitzenspannung von ca. 50 bis 70  $V_{ss}$ .

9. Die Anodenspannung von 14 bis 16 kV.

Diese zur besseren Übersicht einzeln aufgeführten Spannungen in der Tabelle 7.05-I müssen an der Bildröhre anliegen, unabhängig davon, welche Schaltung der Hersteller des Gerätes gewählt hat. Wenn also ausnahmsweise einmal keine Schaltung des Gerätes vorliegt, können die Spannungen trotzdem nachkontrolliert werden. Eine normale Schaltung der Spannungszuführung zur Bildröhre ist in **Bild 7.05-1** zu sehen. Die auf den Einzelbildern aufgeführten Spannungen sind nochmals gekennzeichnet. Die Spannungen selbst können am Bildröhrensockel, der bei jedem Gerät leicht zugänglich ist, gemessen werden (**Bild 7.05-2**).

Bei vermuteten Fehlern an Bildröhren werden am besten grob zwei Fehlerarten unterschieden. Entweder es ist kein Bild zu sehen – der Schirm bleibt dunkel –, oder es ist ein fehlerhaftes

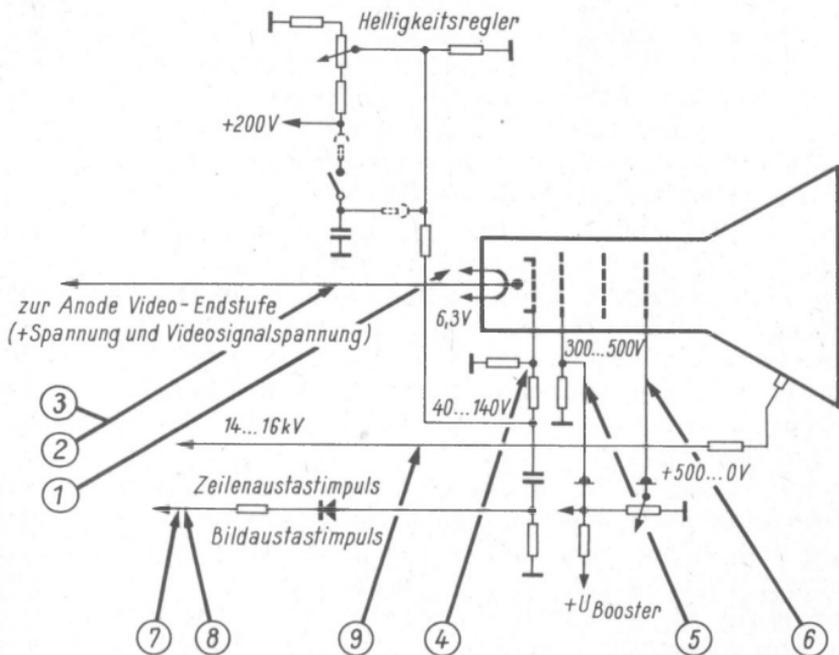


Bild 7.05-1. Schaltung der Spannungszuführung einer Bildröhre

Bild 7.05-2. Röhrenfassung einer Bildröhre mit Druckplatte für Einzelteile

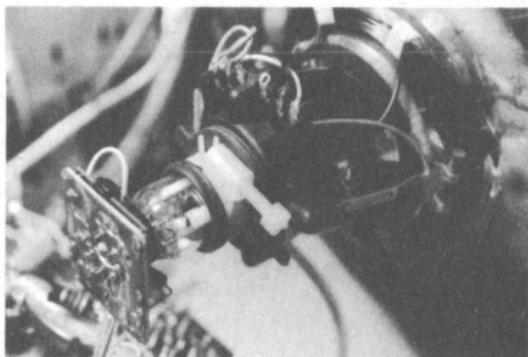


Bild vorhanden, und die Fehlerursache wird an der Bildröhre vermutet. Im ersten Fall wird wie folgt vorgegangen:

### 7.06 Fehlersuche, wenn kein Bild vorhanden ist

1. Das Gerät wird zur Leistungsaufnahme-Messung an ein Wattmeter angeschlossen. Ist die Leistungsaufnahme viel zu

gering, so scheidet die Bildröhre als Fehlerquelle vorerst aus. Ein Fehler an der Bildröhre macht sich kaum durch eine wesentlich veränderte Stromaufnahme bemerkbar. Dagegen sind Fehler, die verhindern, daß der Bildschirm hell wird, oft an der zu niedrigen oder zu hohen Stromaufnahme zu erkennen (Fehler im Heizkreis und in der Zeilenendstufe).

2. Ist die Leistungsaufnahme des Gerätes in etwa normal (ca. 160 W) und bleibt der Schirm dunkel, so wird die Anodenspannung gemessen. Dazu wird ein Röhrenvoltmeter mit einem vorgeschalteten Hochspannungsmeßkopf verwendet. Der Anodenanschluß der Bildröhre wird nur so lange angetippt, bis der Zeiger des Instrumentes seinen Höchstwert erreicht hat. (Wird länger gemessen, so kann der Vorwiderstand des Tastkopfes durchbrennen.)

Allgemein ist die Methode des Funkenziehens mit einem Schraubenzieher bekannt. Damit sind jedoch keine exakten Ergebnisse zu erzielen. Es könnte sein, die Hochspannung ist zu gering oder sie ist nicht gleichgerichtet. Das ist mit dieser Methode nicht einwandfrei festzustellen. Die Fehlersuche wird nur erschwert, und man sollte sich nicht auf diese Grobprüfung verlassen.

3. Hat sich herausgestellt, daß die Hochspannung normal vorhanden ist, so kann durch einen Kurzschluß zwischen *Katode und Steuergitter der Bildröhre* leicht festgestellt werden, ob das Spannungsverhältnis Katode-Steuergitter stimmt.

Wird der Schirm bei einem kurzzeitigen Schluß hell, so ist der Fehler an der Spannungszuführung der Katode oder des Steuergitters zu suchen. Meist ist die Katodenspannung zu hoch oder zu niedrig, und zwar als Folge eines Fehlers in der Videoendstufe.

Bei zu niedriger Katodenspannung ist bei Geräten mit Gleichstromkopplung zwischen Videoendstufe und Katode der Bildröhre meist der Außenwiderstand der Videoendstufe defekt (siehe Videoendstufe).

Ist die Katodenspannung zu hoch, so kann das daran liegen, daß die Videoendstufe nicht arbeitet (zu hohe negative Gittervorspannung infolge eines Fehlers). Dadurch liegt die gesamte Plusspannung der Videoendstufe an der Katode der Bildröhre, und sie verändert das Verhältnis der Katodenspannung zur Steuergitterspannung zum Negativen hin. Die Bildröhre sperrt.

4. Aber auch die Helligkeitsregelung kann einen Fehler aufweisen, wenn der Schirm dunkel bleibt. Durch Messen der Span-

nung mit dem Röhrenvoltmeter ist das schnell festzustellen. Nach Anlegen des Instrumentes an das Steuergitter wird der Helligkeitsregler betätigt, und der Zeiger des Instrumentes muß sich in einem Bereich um ca. 100 V bewegen. Als grober Anhaltspunkt möge dienen, daß der Schirm hell sein muß, wenn zwischen *Katode und Steuergitter eine Spannung von -40 V* liegt.

5. Außerdem besteht die Möglichkeit, daß die *Spannung am Gitter 2* zu niedrig ist oder ganz fehlt. Dadurch ist keine Zwischenbeschleunigung der Elektronen möglich, und der Strahlstrom kann die Bildröhre nicht erreichen. Mit einer Spannungsmessung kann festgestellt werden, ob die Spannung mindestens ca. 300 V beträgt.

In der **Tabelle 7.06-I** sind die Prüfungen noch einmal zusammengefaßt und schematisch dargestellt.

### **7.07 Fehlersuche, wenn ein fehlerhaftes Bild vorhanden ist**

Beim zweiten Fehlerkomplex ist ein fehlerhaftes Bild vorhanden, von dem angenommen wird, daß es auf einen Bildröhrenfehler zurückzuführen ist. Die für die Fehlersuche in einem solchen Fall erforderlichen Prüfungen sind in der **Tabelle 7.07-I** dargestellt.

1. Eine Möglichkeit der Fehlerfeststellung bietet eine *Prüfröhre*, die fest eingebaut ist. In dem Reparaturgerät wird die Fassung von der Bildröhre gezogen, der Ablenksatz getrennt (Stecker ziehen) und der Hochspannungsanschluß abgenommen. Anschließend wird eine Verbindung der drei Anschlüsse zur Prüfröhre hergestellt und das Gerät eingeschaltet. Arbeitet das Gerät mit der Prüfröhre einwandfrei, dann ist die Bildröhre des Reparaturgerätes schadhaft.

Bei der Verwendung von Prüfröhren ergeben sich kleine Schwierigkeiten, weil sich in den Fernsehempfängern verschiedene Ablenksätze befinden. Es ist empfehlenswert, als Prüfröhre eine solche von 43 cm und einen älteren Ablenksatz sowie eine neuere Prüfröhre mit statischer Fokussierung und  $90^\circ$  Ablenkung bzw. mit  $110^\circ$  Ablenkung zu verwenden. Dann ist man in der Lage, die meisten Geräte in der geschilderten Form zu überprüfen. Es können ohne weiteres Geräte mit einer 43er Bildröhre an einer 53er Prüfröhre geprüft werden. Der Schirm ist dann zwar nicht voll ausgefüllt, aber das Bild ist normal zu sehen, und die Fehlererscheinung kann gut im Vergleich zwischen Prüfröhre und zu prüfender Röhre beurteilt werden.

Als Zuführung für den Hochspannungsanschluß muß ein hochspannungsfestes Kabel verwendet werden. Am besten ordnet man die Prüfröhre in der Werkstatt an einem Platz an, an dem sie nicht stören kann; sie wird dann fest installiert, so daß sie jederzeit zur Verfügung steht. Wird das Gehäuse eines unbrauchbar gewordenen alten Fernsehgerätes für die Bildröhre benutzt, so sind weitere Sicherheitsmaßnahmen überflüssig.

Im Zweifelsfall genügt es, für die Prüfung der Bildröhre, die drei genannten Anschlüsse auszutauschen. Nur bei einigen Geräte-Modellen ist kein Stecker für den Ablenksatz vorhanden; hier empfiehlt es sich, ein Kabel mit Lötenden zu benutzen, um die Anschlüsse versuchsweise anzulöten.

2. Eine andere Prüfmöglichkeit bietet die *Aufnahme der Oszillogramme an der Bildröhre*. Wenn das Oszillogramm der Videospannung das Signal einwandfrei mit genügender Amplitude zeigt, alle Betriebsspannungen vorhanden sind und die Helligkeit zu regeln ist, so wird der Strahlstrom auch gesteuert, und das Bild muß zu sehen sein.

Sollte auf dem Oszillogramm das Videosignal nicht einwandfrei und bei ungenügender Amplitude zu sehen sein, so ist die Videoendstufe zu überprüfen. Ist sie in Ordnung, so wird die Videosignalführung zur Bildröhre abgelötet und das Oszillogramm nochmals aufgenommen. Zeigt es sich jetzt einwandfrei, so hat die Bildröhre einen Feinschluß (Isolationsfehler).

Das läßt sich auch mit einer Messung des Strahlstromes feststellen. Dazu wird die Katodenleitung der Bildröhre aufgetrennt und ein Mikroamperemeter zwischengeschaltet. Bei mittlerer Helligkeit fließt normalerweise ein Katodenstrom von 100 bis 200  $\mu\text{A}$ . Da aber diese Messung nichts über den Bildinhalt aussagt, ist doch zuerst die Aufnahme eines Oszillogramms angebracht. Nur im Zweifelsfall braucht die Strahlstrommessung zu erfolgen.

Um den Strahlstrom der Bildröhre in keinem Fall zu groß werden zu lassen, wird er durch geeignete Schaltungsmaßnahmen begrenzt. Der mittlere Katodenstrom kann dann bei voll aufgedrehten Helligkeits- und Kontrastreglern nicht größer als 500  $\mu\text{A}$  werden. Der Spitzenstrom bei Weißwerten liegt bei 1500  $\mu\text{A}$ . Außer von den Reglerstellungen ist der mittlere Katodenstrom auch von der Höhe des Videosignals abhängig; er wird bei einem Videosignal mit höherer Spannung niedriger. Andererseits ist, bedingt durch die Kennlinienform bei Vollaussteuerung, eine Verschiebung der Helligkeitswerte gegeben; dem wird dadurch

Bild 7.07-1. Bildimpuls am Bildausgangstransformator. Der gleiche Impuls liegt auch an der Bildröhre an, wenn ein Kurzschluß des Koppelkondensators (Diode) vorliegt

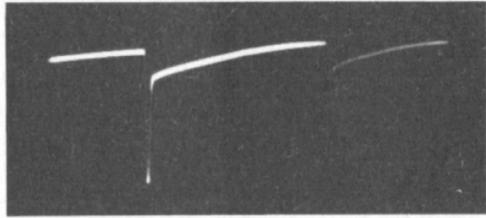
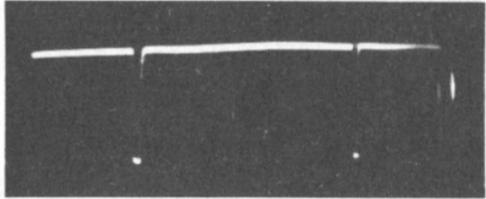


Bild 7.07-2. Normaler Bildimpuls zur Austastung



entgegengewirkt, daß der Gesamt-Katodenwiderstand der Bildröhre nicht kapazitiv überbrückt wird. Die dadurch entstehende Gegenkopplung wirkt einem zu großen Strahlstrom bei hellen Stellen entgegen und läßt den Strom bei den dunklen Stellen leicht ansteigen. Dadurch wird der visuelle Bildeindruck verbessert. Bei einzelnen Gerätetypen wird schon in der Videoendstufe Vorsorge gegen eine solche Bildeindruck-Änderung getroffen.

Eine Strahlstrommessung kann auch an der Beschleunigungselektrode (G 2) vorgenommen werden. Der Strom ist hier normalerweise kleiner als  $10 \mu\text{A}$ , und er steigt, wenn die Hochspannung kleiner wird. Durch die dann weniger große Beschleunigung fließen mehr Elektronen über das Gitter 2 ab. Der Stromfluß kann Werte bis  $150 \mu\text{A}$  annehmen; dann ist kein Bild mehr zu sehen, und die Hochspannung ist zu niedrig. So kann in einem Zweifelsfall indirekt ermittelt werden, ob genügend Hochspannung vorhanden ist.

3. Sicherheitshalber werden auch die beiden Oszillogramme der Austastimpulse angesehen. Auch wenn diese fehlerhaft sind, kann eine Beeinflussung des Bildes eintreten.

Der Bildaustastimpuls wird vom Bildausgangstransformator zur Bildröhre geführt. Am Bildausgangstransformator hat der Impuls entsprechend seinem Verwendungszweck eine schräge, nach oben gerichtete Gerade gemäß **Bild 7.07-1**. An der Bildröhre darf aber der Impuls während der Bildablenkung keine ansteigende Spannung haben, denn dadurch könnte das Verhältnis der Spannungen Steuergitter nach Katode verändert werden (der

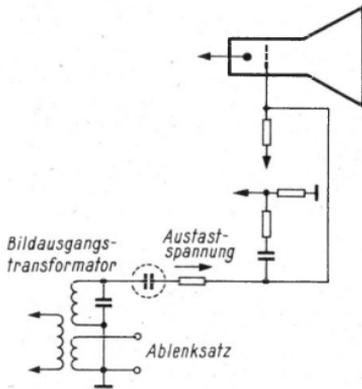


Bild 7.07-3. Standardschaltung zur Heranführung des Bildaustastimpulses an die Bildröhre

während der Bildablenkung stetig an. Das Bild erscheint je nach Helligkeitseinstellung oben oder unten heller. — Einen Schaltbildauszug der Bildaustastung zeigt **Bild 7.07-3**.

Die vorstehende Fehlerbeschreibung soll als Beispiel dafür dienen, wie ein Fehler an der Bildröhre richtig erkannt und gesucht werden kann. Ausgangspunkt der Fehlersuche ist der Röhrensockel der Bildröhre, der leicht zugänglich ist.

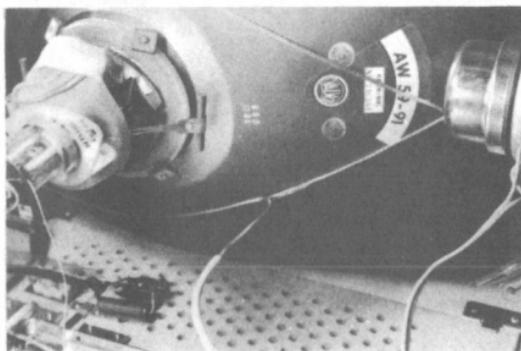
## 7.08 Praktische Winke

Bei älteren Geräten, die noch mit magnetischer Fokussierung ausgestattet sind, empfiehlt es sich, die Stellung der Ionenfalle zu kontrollieren, wenn die Betriebsspannungen vorhanden sind und sich keine oder zu wenig Helligkeit zeigt. Der Pfeil der Ionenfalle muß auf Punkt 9 des Bildröhrensockels weisen. Der Abstand vom Röhrensockel soll ca. 10 mm betragen. Von dieser Stellung ausgehend wird die größte Bildhelligkeit durch leichtes Seitwärts- sowie Vor- und Rückwärtsbewegen der Ionenfalle ermittelt.

Mechanische Fehler im Gefüge des Elektrodensystems der Bildröhre lassen sich durch *leichtes* Klopfen feststellen, da sich der Fehler dann verändert und auf dem Bildschirm jeweils verschiedene Bilder zu sehen sind.

Sind mehrere, schräg sich über die Bildröhre ziehende weiße Streifen auf dem Bildschirm sichtbar, so ist die Bildaustastung nicht wirksam. Da dieser Effekt auch bei einem Bildröhrenfehler auftreten kann, wird das Oszillogramm des Bildrücklaufimpulses an der Bildröhre aufgenommen. Ist der Impuls vorhanden, so liegt ein Bildröhrenfehler vor. Fehlt der Impuls, so wird der Weg des Impulses oszillografisch verfolgt und der Fehler festgestellt, denn am Bildkipppausgangstransformator, wohin der Weg führt, liegt der Impuls. Das steht auch ohne Messung fest, sonst wäre keine Bildablenkung vorhanden und das Bild wäre auf dem Bildschirm nicht zu sehen.

Beim Arbeiten an der Bildröhre ist darauf zu achten, daß die Halterung der Röhre geerdet ist. Es kann durch ungeschicktes Hantieren leicht passieren, daß statische Aufladungen Spannungsüberschläge mit verhältnismäßig langen Funken zum Chassis hin erzeugen.



*Bild 7.08-1. Metallband-Erdung der Bildröhre*

Die Erdung erfolgt meist über ein Metallband, das auf dem Außenbelag der Röhre aufliegt (**Bild 7.08-1**). Zwischen Band und Chassis wird aus Sicherheitsgründen ein Widerstand von  $2\text{ M}\Omega$  und evtl. ein Kondensator von  $5\text{ nF}$  eingeschaltet. Bei Spannungsüberschlägen ist die Erdung zu kontrollieren.

## 8 Fehlersuche in der getasteten Regelung

### 8.01 Die Wirkungsweise

Die Antenneneingangsspannung an einem Fernsehempfänger unterliegt Schwankungen. Es können kurzzeitige Störungen auftreten, die die Eingangsspannung herabsetzen, oder das Eingangssignal kann so hoch sein, daß der Zf-Verstärker oder die Videoendstufe übersteuert werden. Besonders beim Empfang von zwei oder drei Programmen, die mit unterschiedlicher Feldstärke einfallen und die mit einer Druckastenmechanik umgeschaltet werden, sind die Spannungsunterschiede sehr hoch. Ohne besondere schaltungstechnische Maßnahmen wäre eine Übersteuerung der Zf-Verstärkerstufe und anschließend der Videoendstufe die Folge. Die Synchronimpulse würden begrenzt, sie könnten nicht mehr oder nur ungenügend verstärkt werden. Das Bild könnte nur noch schlecht oder überhaupt nicht synchronisiert werden. In einem anderen Fall wäre die Verstärkung zu niedrig; das Bild würde verschneit und ohne Kontrast zu sehen sein.

Um ein in seiner Amplitude weitgehend gleichbleibendes, unverfälschtes Signal an der Bildröhre zu erhalten, werden deshalb auch Fernsehempfänger ähnlich wie Rundfunkempfänger automatisch geregelt. Die Verstärkung im Hf- und Zf-Verstärker wird durch Änderung der Gittervorspannung (Arbeitspunktverschiebung) je nach Stärke des Eingangssignales geregelt. Ist das Eingangssignal schwach, so arbeitet das Gerät mit voller Verstärkung. Wird die Antennenspannung zu hoch, so wird die negative Gittervorspannung der zu regelnden Röhren höher, der Arbeitspunkt der Röhre verlagert sich in den weniger steilen Teil der Regelkennlinie der Röhre, und die Verstärkung wird herabgesetzt.

Damit die automatische Verstärkungsregelung (kurz AVR genannt) bei Signalschwankungen sofort einsetzen kann, ist es erforderlich, die zur Regelung nötige negative Gittervorspannung aus dem ankommenden Signal zu gewinnen. Bei starkem Antennensignal steht eine hohe Spannung zur Verfügung, und bei schwachem ist die Spannung niedrig. Wird diese schwankende Spannung auf einen Wert gebracht, der als negative Gittervorspannung geeignet ist, so können die damit versorgten Röhren geregelt werden, und eine automatische Verstärkungsregelung ist gegeben (**Bild 8.01-1**).

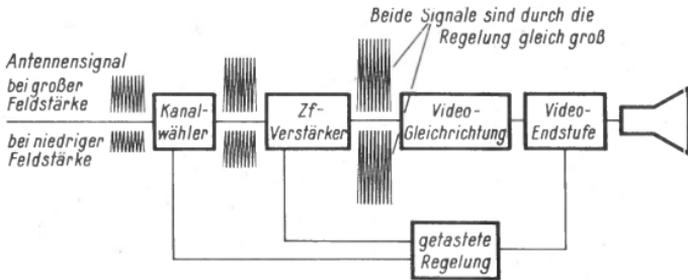


Bild 8.01-1. Wirkungsweise der getasteten Regelung

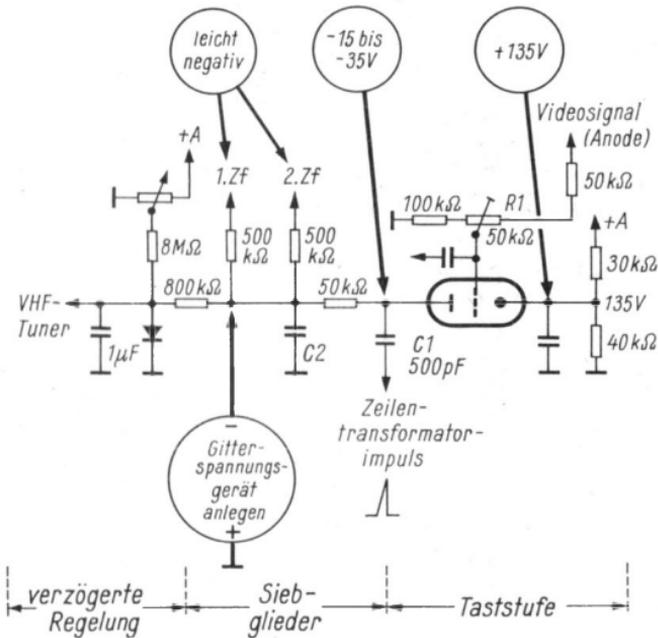


Bild 8.01-2. Schaltung einer getasteten Regelung

Leider wird eine Schaltung, die die Gittervorspannung aus dem gesamten Videofrequenzgemisch erzeugt, nicht zur Zufriedenheit arbeiten, da die entstehende Gleichspannung vom Bildinhalt abhängig ist. Bei dunklen Bildern ist die gleichgerichtete Spannung hoch und bei hellen niedrig. Damit würde eine zusätzliche Abhängigkeit der Verstärkung vom Bildinhalt eintreten. Um das zu vermeiden, benutzt man die flachen Dächer der Zeilensynchronimpulse. Da die Synchronisierimpulse eine gleichbleibende Form

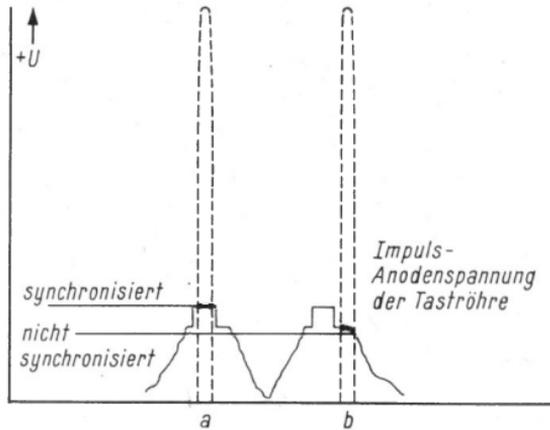
aufweisen sollen, ist die daraus gewonnene Spannung nicht vom Bildinhalt abhängig; sie liegt in ihrer Amplitude über dem Bildinhalt. Nur wenn die Amplitude des gesamten Signales größer oder kleiner wird, ändert sich auch die Spannung und damit die Regelspannung. Damit aus dem Signalgemisch nur der Zeitabschnitt herausgeholt wird, an dem der Zeilenimpuls ankommt, wird eine Schaltung gemäß **Bild 8.01–2** angewendet.

Als Anodenspannung dient ein Impuls, der dem Zeilentransformator entnommen wird. An der Katode liegt eine positive Spannung, die erst überwunden sein muß, bevor Anodenstrom fließen kann. Das ist nur dann der Fall, wenn die Spitzen des Rückschlagimpulses die Katodenspannung übersteigen und das Videosignal gleichzeitig am Gitter synchron anliegt. Damit wird erreicht, daß die Röhre nur arbeitet, wenn die Impulsdächer des Zeilenimpulses anliegen. Der dann fließende Strom lädt den Kondensator C 1 negativ auf, und je nach Höhe der anliegenden Videosignalspannung kann an C 1 eine mehr oder minder hohe negative Spannung abgegriffen werden. Da sich der Rückschlagimpuls in seiner Amplitude nicht ändert, bestimmt die Amplitude der Videosignalspannung die negative Regelspannung. Die Spannung wird geglättet, auf die gewünschte Grundhöhe gebracht und den Regelröhren zugeführt. Mit Hilfe des einstellbaren Reglers R 1 kann die Höhe des Videosignals eingestellt werden. Damit wird die Regelung mehr oder weniger wirksam. Da davon die Verstärkung des Videosignals über die Zf abhängig ist, kann mit dem Regler eine Grobeinstellung des Kontrastes vorgenommen werden.

Läuft das Gerät mit dem Sender nicht synchron, so stimmt der Zeitpunkt, an dem die Taströhre durch den Zeilenimpuls geöffnet wird, nicht mit dem Impuls im Videosignal überein. Zur Erzeugung der Regelspannung wird dann nicht das Dach des Zeilenimpulses benutzt, sondern eine in jedem Fall niedrigere Spannung des Zeileninhaltes. Die Regelspannung wird zu niedrig. In **Bild 8.01–3** sind beide Zustände dargestellt. In a besteht Übereinstimmung zwischen dem als Anodenspannung dienenden Impuls aus dem Zeilentransformator und dem Videosignal. Das Gerät läuft synchron. In b ist das Gerät nicht synchronisiert, es wird ein falscher Spannungsabschnitt getastet. Die entstehende Regelspannung stimmt nicht.

Daraus ist zu ersehen, daß vor dem Messen der Regelspannung ein Signal an den Antennenbuchsen anliegen und eine einwandfreie Synchronisation der Zeile gegeben sein muß.

Bild 8.01–3. Die Regelspannung hat nur im synchronisierten Zustand ihre richtige Höhe (a). Lläuft das Gerät nicht synchron, wird eine niedrigere falsche Spannung für die Regelung getastet (b)



Bei Schaltteilen, die mit Impulsspannungen in Fernsehempfängern arbeiten, ist der Fehleranteil höher als bei solchen, die mit gleichbleibenden oder niedrigen Spannungen arbeiten. Durch die hohen Impulsspannungen besteht eher die Gefahr, daß die anliegenden Kondensatoren durchschlagen, die Röhren oder Transistoren beschädigt oder die Widerstände defekt werden. Dies trifft ganz besonders auf die getastete Regelung zu. Der Fehleranteil, der auf die getastete Regelung entfällt, ist verhältnismäßig hoch. Deshalb ist bei der Fehlersuche der getasteten Regelung erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen.

Eine Fehlergrobbestimmung ohne Eingriff in das Gerät ist schwer, da die Fehlererscheinungen und die Fehlerbilder sehr leicht zu verwechseln sind. Fast alle Fehler, die aussehen, als ob sie im Kanalschalter, in der Zf und teilweise in Videogleichrichtung, Videoendstufe und Amplitudensieb liegen würden, können ihren Ursprung auch in einem Defekt in der getasteten Regelung haben. Um jedes Risiko auszuschalten, sollte man sich deshalb immer zuerst versichern, ob die getastete Regelung als Fehlerquelle in Frage kommt. Das ist schnell geschehen.

## 8.02 Prüfung mit Eingriff in das Gerät

1. Bleibt der Fehler trotz neuer Taströhre bestehen, so legt man am besten sofort das Gitterspannungsgerät an und regelt die Spannung von ca.  $-30\text{ V}$  bis  $0\text{ V}$  durch. Ist das Bild in einer Stellung normal zu sehen, ist der Fehler schon näher definiert, er wird in der getasteten Regelung zu suchen sein. Bleibt das Fehlerbild, wie es war, so wird die angelegte Spannung mit dem

Röhrenvoltmeter nachgemessen, denn es besteht auch die Möglichkeit eines Kurzschlusses. Ändert sich die Spannung aber entsprechend der Reglerstellung und den Spannungsangaben auf dem Gitterspannungsgerät, so liegt kein Kurzschluß vor.

In der Fehlersuch-Tabelle 8.02-I sind diese Maßnahmen zur Fehlerbestimmung übersichtlich dargestellt.

Allgemein kann gesagt werden, daß Fehler in der getasteten Regelung, die die Spannung positiv werden lassen, ein Fehlerbild mit grobkörnigem Schnee entstehen lassen. Die Verstärkung wird durch die Regelröhre herabgesetzt, und die Gittervorspannung kann so positiv werden, daß Gitterstrom einsetzt.

Fehler, die die Regelspannung negativer als vorgeschrieben werden lassen, machen sich dadurch bemerkbar, daß der Bildschirm weiß wird. Das anliegende Signal kann nicht verstärkt werden, die Zf-Regelröhre wird gesperrt.

Ist durch die beschriebene Prüfung festgestellt worden, daß der Fehler in der getasteten Regelung liegt, so wird

2. mit dem Röhrenvoltmeter geprüft, wie hoch die Regelspannung ist. Dazu wird die Spannung am Steuergitter der geregelten Zf-Röhre gemessen. Hier soll die Regelspannung wirksam werden, und nur die hier anliegende Spannung ist maßgebend für das Arbeiten der Regelung. Die Spannung am Steuergitter muß beim Anliegen eines Signals leicht negativ sein. Da sie mit der Höhe der anliegenden Antennenspannung schwankt, kann sie vom Hersteller nicht genau angegeben werden. Dafür ist aber meist die Katodenspannung genannt. Im Zweifelsfall wird deshalb

3. die Katodenspannung der 1. Zf-Regelröhre gemessen. Anhand der Höhe dieser Spannung kann beurteilt werden, ob in der getasteten Regelung ein Fehler vorliegt. Ist die Katodenspannung zu hoch (positiv), so fließt zuviel Katodenstrom. Die Gitterspannung ist positiver geworden. Bei niedriger oder gar keiner Spannung an Katode fließt zu wenig Katodenstrom. Die Gitterspannung ist negativer als normal. Zu beachten ist, daß ein Signal mit ausreichender Feldstärke anliegt.

4. Sollte eine Abweichung der Katodenspannung vorliegen, so werden die mit der Spannung geregelten Röhren ausgewechselt. Bleibt der Fehler, dann wird

5. die Anodenspannung an der Taströhre überprüft. Sie muß negativ sein, und zwar in der Größenordnung von  $-15\text{ V}$  bis  $-35\text{ V}$ . Ist hier eine Abweichung zum Positiven hin vorhanden,

Bild 8.02-1. Impuls aus dem Zeilentransformator, der als Tast-Anodenspannung verwendet wird

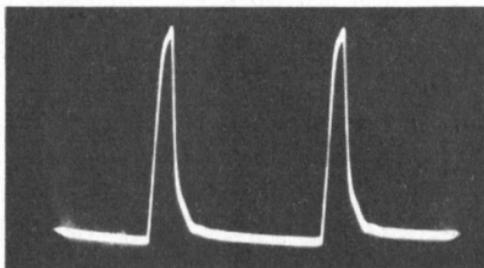


Bild 8.02-2. Videosignal zur Erzeugung der Regelspannung



so wird der Ladekondensator überprüft. Er ist durch den anliegenden Rückschlagimpuls am meisten gefährdet, und die Erfahrung lehrt, daß er häufig defekt wird.

Zwar wäre ein systematisches Messen vom Steuergitter nach der Anode der Taströhre der gründlichere Weg der Fehlersuche doch zeigen sich da meist Schwierigkeiten. Bei den üblicherweise verwendeten Leiterplatten ist das Verfolgen von Leitungswegen nicht leicht. Die Gefahr von Falschmessungen ist groß, und es ist zweckmäßig, erst zu versuchen, an schwer verwechselbaren Meßpunkten zu prüfen und so den Fehler einzugrenzen. Als Meßpunkte bieten sich in erster Linie die Röhrenfassungen an.

Im vorliegenden Fall lehrt auch die Erfahrung, daß die Siebglieder in den Zuführungsleitungen viel seltener defekt werden als der Ladekondensator an der Anode der Taströhre. Mit der Anodenspannungsmessung ist sofort Klarheit geschaffen, ob der Fehler in der Regelspannungserzeugung oder der Regelspannungszuführung zu suchen ist. Fehlt die negative Spannung an der Anode der Taströhre oder ist sie zu hoch, so wird ein Fehler in der Spannungserzeugung vorliegen.

6. Je nach den Angaben im Schaltbild wird eine Gleichspannung an Katode oder Gitter gemessen. Der größere Wert wird aber auf die beiden

7. Oszillogramme gelegt. Damit die negative Regelspannung entsteht, müssen – wie schon eingangs besprochen – zwei Impulsspannungen anliegen. An die Anode wird der als Anodenspannung wirksame Rückschlagimpuls aus dem Zeilentransformator über einen Kondensator geführt (**Bild 8.02-1**), und an Katode

oder Gitter (je nach Schaltung) wird das Videosignal geleitet (**Bild 8.02–2**). Sollte eine der beiden Spannungen fehlen, so ist der Fehler schnell gefunden, denn die Zuführungen gehen geradewegs in den Zeilentransformator und in die Videoendstufe. Viele Fehlermöglichkeiten bleiben nicht übrig.

Wenn der Rückschlagimpuls fehlt, so besteht die Möglichkeit, daß die entsprechende Wicklung des Zeilentransformators eine Unterbrechung aufweist. Das ist eine Fehlermöglichkeit, die nicht übersehen werden sollte.

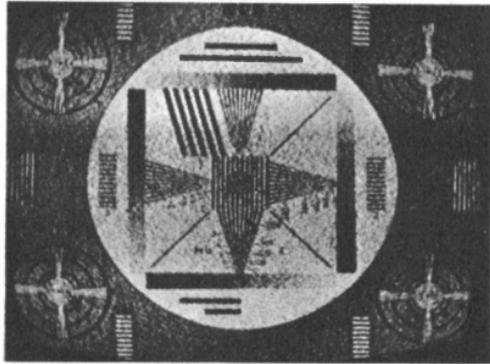
Liegt die negative Gleichspannung in normaler Höhe an der Anode der Taströhre an, so erübrigt sich das Oszillografieren, denn dann muß der Fehler in der Spannungszuführung zwischen Taströhre und Gitter der Regelröhren liegen. Hier ergibt sich eine weitere Fehlermöglichkeit, da viele Geräte noch mit einer verzögerten Regelung arbeiten.

### **8.03 Verzögerte Regelung**

In der Eingangsstufe soll die Regelung erst dann einsetzen, wenn das Signal mit einer bestimmten Mindestfeldstärke anliegt, damit besonders in schlecht versorgten Gebieten eine optimale Verstärkung erreicht werden kann. Andererseits soll aber bei zu hohen Eingangsfeldstärken eine Übersteuerung verhindert werden. Zu diesem Zweck wird mit einer Regelung gearbeitet, die erst dann einsetzt, wenn das Eingangssignal eine bestimmte Höhe überschreitet (verzögerte Regelung). An die Regelspannung, die für die Eingangsstufe bestimmt ist, wird eine positive Gegenspannung geführt, die erst von der Regelspannung überschritten werden muß, ehe sie wirksam werden kann. Zur Heranführung der Gegenspannung wird oft ein sehr hochohmiger Widerstand verwendet (5 bis 10 M $\Omega$ ), der die Spannung von der Plusspannung abgreift. Beide Spannungen werden an die Anode einer Begrenzerdiode geführt. Solange die Spannung positiv ist, entsteht mit Hilfe der Diode, die mit der Katode an Masse liegt, ein Kurzschluß; eine Regelspannung kann sich dann nicht bilden. Erst wenn eine größere negative Spannung anliegt, die die positive Vorspannung übersteigt, wird die resultierende Spannung negativ; es kann in der Diode kein Strom mehr fließen, da die Anode negativ wird. Die Spannung kann als Regelspannung wirksam werden.

Teilweise wird auch ohne Diode gearbeitet. Dann besteht die Gefahr, daß die positive Spannung bei einem Defekt als Regel-

Bild 8.03–1. Schirmbild bei herabgesetzter Verstärkung durch fehlerhafte Regelspannung



spannung wirksam wird und das Gerät durch Anliegen einer falschen Regelspannung Fehler zeigt. Mit Hilfe des Gitterspannungsgerätes sind auch diese Fehler schnell eingekreist.

In älteren Geräten sind oft hochohmige Widerstände zu finden, die ihren Wert vergrößert haben. Dadurch fehlt die Gegenspannung, und die Regelröhren arbeiten mit einer zu hohen negativen Grundspannung. Die Verstärkung ist herabgesetzt, das Bild hat grobkörnigen Schnee (**Bild 8.03–1**).

#### 8.04 Kontrolle der getasteten Regelung

Das einwandfreie Arbeiten der Regelung kann auf zwei verschiedene Weisen festgestellt werden. Nach der ersten Methode wird der *Oszillograf in Verbindung mit einem Bildmuster-generator* verwendet. Dem Bildmuster-generator werden Antennenspannungen von verschiedener Höhe entnommen, und zwar beispielsweise  $100\ \mu\text{V}$ ,  $500\ \mu\text{V}$  und  $1000\ \mu\text{V}$ . Diese verschiedenen Signale werden abwechselnd an den Antenneneingang des zu prüfenden Gerätes gegeben. Gleichzeitig wird das Videosignal mit dem Oszillograf aufgenommen. Am besten eignet sich dazu das Signal am Steuergitter der Videoendröhre.

Wenn die Regelung einwandfrei funktioniert, wird die Höhe des Impulses beim Anliegen der verschiedenen Spannungen dieselbe bleiben. Arbeitet das Gerät mit verzögerter Regelung in der Hf-Stufe und unverzögerter Regelung in der ersten Zf-Stufe, so wird sich die vertikale Ablenkung des Oszillogrammes zwischen dem Signal von  $100\ \mu\text{V}$  und dem von  $500\ \mu\text{V}$  ändern, da die verzögerte Regelung bei  $100\ \mu\text{V}$  noch nicht einsetzen soll.

An dem Oszillogramm ist der Zeilenimpuls ganz besonders zu beobachten. Das Dach darf nicht beschnitten sein. In **Bild 8.04–1** ist die Meßanordnung schematisch dargestellt.

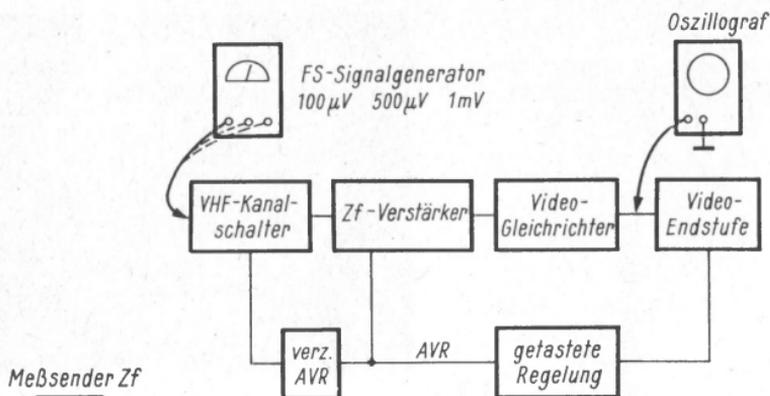


Bild 8.04-1. Kontrolle der getasteten Regelung mit verschiedenen Antennensignalspannungen mit Oszillograf

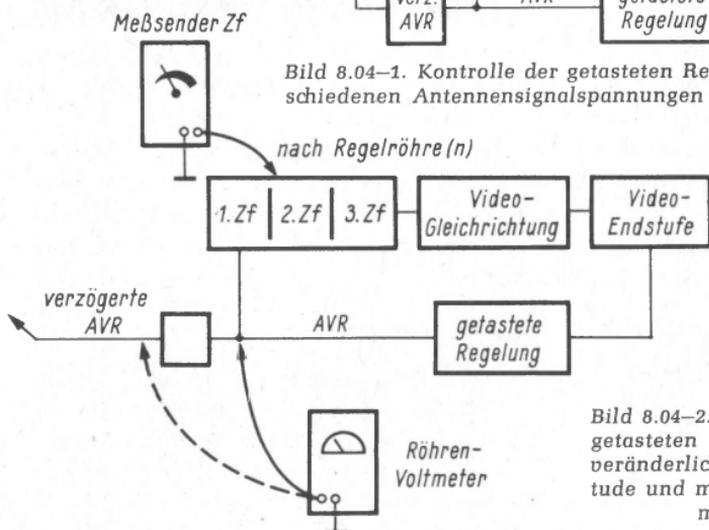


Bild 8.04-2. Kontrolle der getasteten Regelung mit veränderlicher Zf-Amplitude und mit Röhrenvoltmeter

Bei der zweiten Methode benutzt man ein Röhrenvoltmeter in Verbindung mit einem Meßsender. An einer leicht zugänglichen Stelle nach der Regelröhre wird das Zf-Signal eingekoppelt. Gleichzeitig wird die Gittervorspannung, zuerst in der unverzögerten Regelleitung, gemessen. Dann wird die Ausgangsspannung des Meßsenders allmählich erhöht; infolgedessen muß die Regelspannung immer negativer werden. Wenn die Spannung gleichzeitig mit der Erhöhung des Signals ansteigt, ist die unverzögerte Regelung in Ordnung.

Anschließend wird das Röhrenvoltmeter an den Zweig der verzögerten Regelspannung angelegt und ebenfalls das Meßsendersignal allmählich erhöht. Hier darf die Regelspannung erst später einsetzen. Der Regler des Meßsenders muß also erst gedreht werden können, ohne daß sich der Zeiger des Röhrenvolt-

meters verändert. Nach dem Pegelinsatzpunkt muß sich dann der Zeiger wie bei der unverzögerten Regelung in den negativen Bereich hin ändern. Die Anordnung der Meßgeräte bei dieser Art der Regelspannungsüberprüfung ist schematisch in **Bild 8.04–2** dargestellt.

Bei Geräten mit einem Regler für die Einstellung der getasteten Regelung kann die Grundeinstellung ebenfalls mit Hilfe des Oszillografen vorgenommen werden. Dazu wird die Verstärkung des Gerätes heruntergeregelt (Kontrastregler nach links), und der Regler wird so gedreht, daß er das Oszillogramm nicht verformt.

Für die Einstellung ist es empfehlenswert, das verstärkte Videosignal an der Bildröhre anzusehen, da hier infolge der Verstärkung in der Videoendstufe Verformungen der Impulse besser zu erkennen sind.

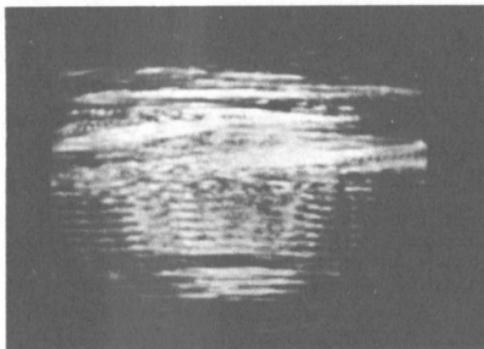
### 8.05 Praktische Winke

Ein typischer Fehler in der getasteten Regelung liegt darin vor, wenn nach dem Einschalten des Empfängers der Ton normal zu hören, dann das Bild kurz zu sehen ist, anschließend der Schirm weiß wird und Bild und Ton verschwinden. Der Fehler ist darauf zurückzuführen, daß die Regelspannung zu negativ wird, wenn der Rückschlagimpuls aus dem Zeilentransformator kommt. Dieser baut sich erst kurze Zeit nach dem Einschalten des Empfängers auf, d. h. nachdem die Röhren arbeiten. Allerdings bleibt der Ton bei manchen Geräten mit einer Einschaltbrummunterdrückung von vornherein ganz aus; dann ist nur das Bild kurz zu sehen.

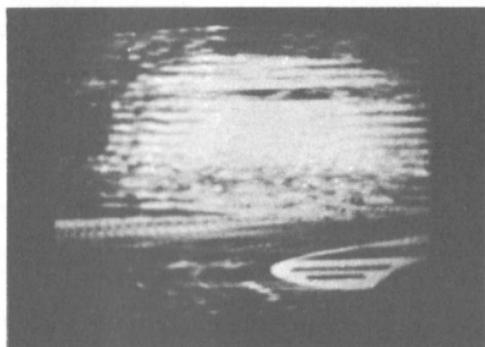
*Bild 8.05–1. Fehlerhafter Impuls am Steuergitter der Videoendstufe, wenn der Siebkondensator der getasteten Regelung zu niedrige Kapazität hat*



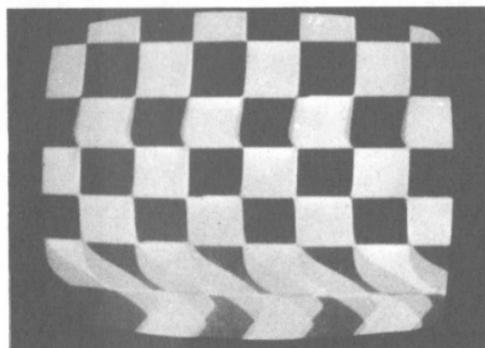
Ein hin und wieder auftretender Fehler, der zwar am Oszillogramm am Steuergitter der Videoendstufe leicht zu erkennen ist (**Bild 8.05–1**), dessen Ursache aber manchmal nicht leicht festzustellen ist, liegt vor, wenn der Siebkondensator der getasteten Regelung (C 2 in Bild 8.01–2) seinen Wert verkleinert hat oder wenn er eine Unterbrechung aufweist. Das Schirmbild kann dann



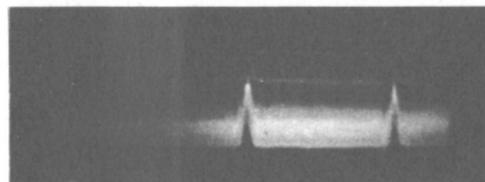
*Bild 8.05-2. Schirmbild bei einer Unterbrechung des Siebkondensators der Regelspannung*



*Bild 8.05-3. Schirmbild bei zu kleiner Kapazität des Siebkondensators der Regelspannung*



*Bild 8.05-4. Schirmbild bei Feinschluß des Siebkondensators*



*Bild 8.05-5. Oszillogramm der Regelspannung bei fehlerhaftem Siebelektrolytkondensator*

im Extremfall so aussehen, wie in **Bild 8.05-2** zu erkennen ist. Bei weniger großer Abweichung von der Sollkapazität erscheint das **Bild 8.05-3** oder eine Fehlererscheinung wie in **Bild 8.05-4**. Hier liegt ein Feinschluß des Kondensators vor.

Richtig zu erkennen ist der Fehler beim Oszillografieren der Regelspannung an dem Kondensator. Da es sich um eine Gleichspannung handelt, dürfte an dieser Stelle lediglich eine Ablenkung der Nulllinie erfolgen. Ist der Fehler hier vorhanden, so ist ein Oszillogramm wie in **Bild 8.05-5** zu sehen.

## 9 Fehlersuche im Amplitudensieb

### 9.01 Aufgaben und Wirkungsweise

In den bis jetzt beschriebenen Teilen des Fernsehempfängers war das gesamte vom Sender gelieferte Signal nach dem Überlagerungsprinzip verstärkt, gleichgerichtet und anschließend zur Steuerung an die Bildröhre gebracht worden. In diesem verstärkten Signalgemisch sind die Bild- und Zeilensynchronisierimpulse enthalten. Sie müssen aus dem Gemisch herausgesiebt werden, damit sie die Synchronisierung des Bildes und der Zeile vornehmen können. Das geschieht mit Hilfe des Amplitudensiebes. In ihm sollen die Impulse von dem Videosignalgemisch getrennt werden. Die zweite Aufgabe besteht darin, die Bild- und Zeilenimpulse untereinander zu trennen und den zu synchronisierenden Teilen zuzuführen (**Bild 9.01-1**).

Die erste Aufgabe wird in den meisten Geräten mit einer Schaltung gelöst, die sich bei allen Herstellern ähnelt. Während in älteren Geräten die Röhren ECL 80, EF 80 und ECH 81 verwendet wurden, sind neuere Röhren-Amplitudensieb-Schaltungen meist mit der Röhre ECH 84 aufgebaut. Diese Röhre hat keine Regelkennlinie. Dadurch weist die Kennlinie des Heptodenteiles für das anzusteuernde Gitter 3 oben und unten einen ausgeprägten Knick auf. Damit ist es besser möglich, die Impulse vom Signal zu trennen.

Durch das Arbeiten mit niedriger Schirmgitter- und Anodenspannung wird die Kennlinie verkürzt. Das Signal kann so in seiner Amplitude beschnitten werden. Durch Verlagerung des Arbeitspunktes nach dem Audionprinzip wird beim Anliegen des Signals erreicht, daß nur die über dem Bildinhalt liegenden Impulse in der Röhre verstärkt werden, während das Signal nicht in der Lage ist, die Röhre zu steuern.

Da die den Arbeitspunkt verschiebende Spannung vom anliegenden Signal selbst an einer am Gitter liegenden R-C-Kombination gebildet wird, ist sichergestellt, daß bei kleinem wie großem ankommenden Signal immer die Impulse verstärkt werden. Der Bildinhalt wird je nach Spannungshöhe des anliegenden Signals mehr oder weniger in den nicht mit zu verstärkenden Kennlinienbereich verschoben.

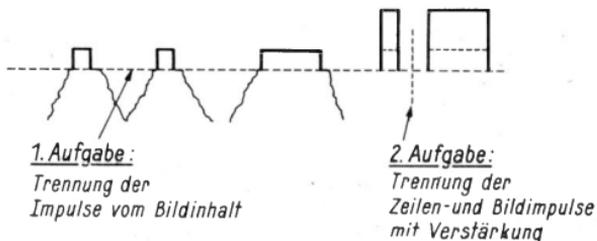


Bild 9.01-1. Die Aufgabe des Amplitudensiebes  
mit Impulstrennstufe

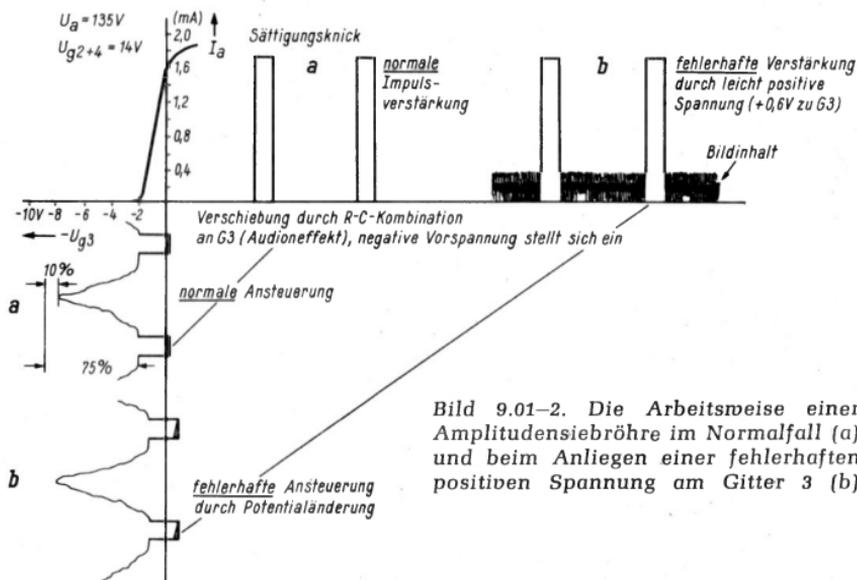


Bild 9.01-2. Die Arbeitsweise einer Amplitudensiebröhre im Normalfall (a) und beim Anliegen einer fehlerhaften positiven Spannung am Gitter 3 (b)

In Bild 9.01-2 ist die Steuerung an der Kennlinie einer Amplitudensiebröhre dargestellt. Das komplette Videosignal liegt an dem zu steuernden Gitter 3. Am Außenwiderstand im Anodenkreis der Röhre kann der verstärkte und beschnittene Impuls abgegriffen werden. Der Bildinhalt wird nicht mit verstärkt (Fall a).

In Bild 9.01-3 ist die Schaltung einer Amplitudensiebröhre ECH 84 zu sehen. Über C 1, R 1 wird das Signalgemisch an die mit niedriger Schirmgitter- und Anodenspannung arbeitende Heptode der Verbundröhre ECH 84 gebracht. Über den Koppelkondensator C 3 werden die an der Anode noch vorhandenen Zeilen- und Bild-

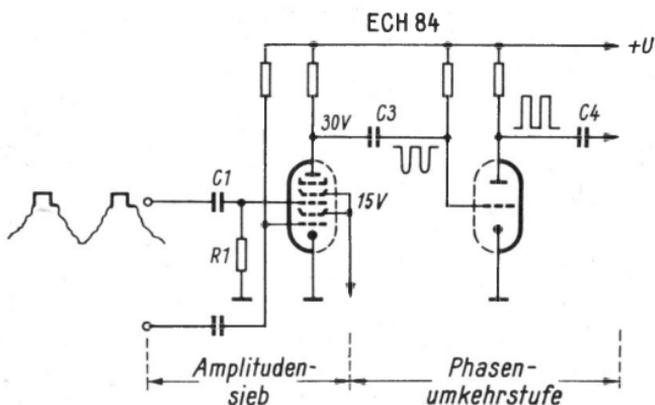


Bild 9.01-3. Einfache Amplitudensiebschaltung mit Phasenumkehrstufe

impulse zur weiteren Verstärkung und Umkehrung der Phase dem Triodensystem zugeführt.

Das Amplitudensieb wird meist mit einer Störaustastung kombiniert. Sie soll verhindern, daß kurzzeitige Störungen die Synchronisation des Empfängers stören und das Bild oder die Zeile wegkippen. Diese Schaltung arbeitet folgendermaßen:

Während der Ansteuerimpuls positiv gerichtet sein muß, wird an das erste Steuergitter der Amplitudensiebröhre ein niedriger Impuls in negativer Richtung gebracht. Seine Höhe entspricht normalerweise ungefähr einem Drittel bis zu einem Viertel der Steuerspannung am Gitter 3. Mit Hilfe einer zusätzlichen Vorspannung wird dafür gesorgt, daß dieser Impuls keinen Einfluß auf die Vorgänge in der Röhre nehmen kann. Lediglich dann, wenn eine das normale Signal überragende Störspannung anliegt, wird die Spannung am Steuergitter so negativ, daß die Röhre für die Zeit, an der die Störspannung anliegt, sperrt. Zwar können dann auch keine Impulse verstärkt werden, aber die Synchronisation kommt eher außer Tritt, wenn zum falschen Zeitpunkt eine Spannungsspitze synchronisiert. Fehlen lediglich einmal einige Impulse, so fällt die Synchronisation nicht aus; sie fängt sich sofort beim nächsten Impuls wieder.

Eine komplette Amplitudensiebschaltung mit Störaustastung ist in **Bild 9.01-4** zu sehen.

Das vom Videoteil kommende Signal ist in seiner Amplitude sehr unterschiedlich, es kann zwischen 10 bis 100  $V_{SS}$  liegen. Da die Synchronisation aber bei allen diesen Spannungen jeweils

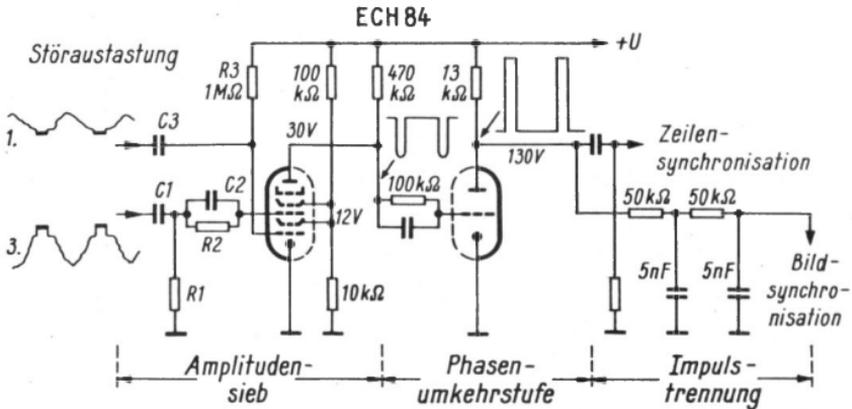


Bild 9.01-4. Komplette Amplitudensiebschaltung mit Störaustattung und Impulstrennung

einwandfrei arbeiten soll, wird mit einer Audionschaltung gearbeitet. Die Audionkombination bilden C 1, R 1. Die ankommenden Synchronisierimpulse lassen die Spannungen am Gitter 3 der ECH 84 so positiv werden, daß Gitterstrom fließt. Dieser lädt den Kondensator C 1 negativ auf, und der Arbeitspunkt verschiebt sich in den negativen Bereich. Durch entsprechende Dimensionierung des Zeitkonstanten-Gliedes C 1, R 1 kann erreicht werden, daß große wie auch kleinere Videospannungen die Röhre so steuern, daß nur die Impulse verstärkt werden. Am Außenwiderstand der Röhre liegen die verstärkten Impulse. Der Bildinhalt wird nicht mitverstärkt. So ist die erste Aufgabe, die Trennung des Bildinhaltes von den Impulsen, erreicht.

Die Kombination R 2 / C 2 hat die Aufgabe, ein Verstopfen der Röhre durch starke Störimpulse zu vermeiden. Durch den Widerstand R 2 fließt dann der überschüssige Ladestrom ab. Das niedrigere negative Signal für die Störaustattung wird über C 3 dem ersten Steuergitter zugeführt. Über den Widerstand R 3 wird die zusätzliche Vorspannung an das Steuergitter gebracht.

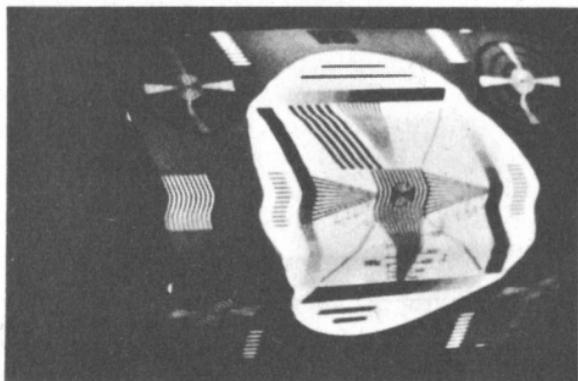
Im Triodensystem der ECH 84 werden die ausgesiebten Impulse wieder umgekehrt, da durch die Phasenverschiebung in der ersten Röhre eine Umkehrung erforderlich geworden ist. Außerdem werden sie begrenzt. Mit Hilfe von Integrations- und Differentiationsgliedern werden die Impulse untereinander getrennt, so daß die ausgesiebten Zeilen- und Bildimpulse ihrer weiteren Verwendung zugeführt werden können.

## 9.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät

1. Wenn das Bild durcheinander läuft, weder mit Hilfe des Zeilen- und Bildreglers zum Stehen zu bringen ist und der Ton einwandfrei oder nur leicht verbrummt ist, richtet sich der erste Verdacht auf einen Fehler im Amplitudensieb (**Bild 9.02-1**).



*Bild 9.02-1. Typisches Schirmbild bei einem Amplitudensiebfehler*



*Bild 9.02-2. Schirmbild bei einem Feinschluß des Koppelkondensators im Amplitudensieb*

2. Ist in dem durcheinanderlaufenden Bild kein Schwarz, sondern nur Grau enthalten (bei aufgedrehtem Kontrastregler), dürfte der Fehler dagegen nicht im Amplitudensieb, sondern im Videoteil zu suchen sein.

3. Steht das Bild noch, zeigt es aber die typisch verzerrte Form wie in **Bild 9.02-2**, so deutet das auf einen Spannungsfehler im Amplitudensieb hin.

4. Laufen Bild oder Zeile zeitweilig weg, so sollte die Fehlersuche immer im Amplitudensieb beginnen.

### 9.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät

1. Zuerst wird die Röhre des Amplitudensiebes ausgewechselt. Ausfälle an Röhren sind bei älteren Geräten im Amplitudensieb häufig zu beobachten. Bei Amplitudensiebschaltungen mit der Röhre ECH 84 sind Röhrenausfälle wesentlich seltener anzutreffen. Trotzdem empfiehlt sich die kleine Mühe des Röhrenwechsels.

Es passiert öfters, daß ein Spannungsfehler vorliegt, durch den die Röhre schon beschädigt wurde (Koppelkondensator-Kurzschluß), so daß nach der eigentlichen Fehlerbeseitigung auch die Röhre ausgewechselt werden muß. Sollte ein Verdacht vorliegen, so ist es angebracht, die Röhre zu ersetzen. Damit wird jedes Risiko einer Kundenreklamation ausgeschaltet.

2. Die zweite Messung dient dazu, festzustellen, ob der Koppelkondensator zwischen Videoendstufe und Amplitudensieb defekt geworden ist. Das ist einer der am häufigsten anzutreffenden Einzelteilfehler in diesem Teil des Fernsehgerätes.

Die Prüfung ist ganz einfach. Die Röhre wird herausgezogen und das Gerät eingeschaltet. Dann wird mit dem Röhrenvoltmeter die Spannung am anzusteuernenden Gitter gemessen. Ist eine positive Spannung zu messen, so kann sie nur über den Kondensator anliegen. Er weist einen Feinschluß auf und muß ausgewechselt werden.

So ist es ohne Eingriff in die Schaltung und ohne Ablöten möglich, einen Kondensatordefekt festzustellen. Da die Gleichspannungen bei herausgezogener Röhre höher als beim normalen Arbeiten des Gerätes werden, ist die Prüfung auf diese Weise eindeutig.

Da es dann einfach ist, prüft man sicherheitshalber gleich die Spannungen am anderen Steuergitter und an der Umkehrrohr mit. So kann mancher zuerst schwierig erscheinende Fehler schnell festgestellt werden. Gerade krummziehende Bilder, Bauchtanz und ähnliche Erscheinungen, die sich nicht sofort eindeutig bestimmen lassen, können so gefunden werden.

In der **Fehlersuchtafel 9.03-I** sind die ersten Grobprüfungen aufgeführt.

Man sollte sich beim Amplitudensieb nicht darauf verlassen, am Gitter mit dem Röhrenvoltmeter eine kleine negative Span-

nung zu messen und daraus zu schließen, die Videospannung liege normal an. Das kann täuschen. Der Feinschluß des Koppelkondensators kann so klein sein, daß die Spannung am Gitter noch negativ zu messen ist, und trotzdem macht sich das schon als Fehler im Bild bemerkbar. Das ist ganz besonders dann der Fall, wenn zeitweilige Fehler vorliegen, d. h. das Bild läuft zeitweilig und läßt sich mit dem Bildfangregler wieder einfangen, oder die Zeile kippt zeitweilig weg. Dann sollte die oben beschriebene Koppelkondensatorprüfung durchgeführt werden. Sehr oft ist die Fehlerursache damit schnell festgestellt.

In Bild 9.01–2 ist anhand der Kennlinie dargestellt, wie eine verhältnismäßig kleine Änderung des Potentials am Gitter 3 den zu verstärkenden Impuls begrenzen kann. Durch einen kleinen Feinschluß des Koppelkondensators am Gitter 3 liegt eine positive Spannung von nur + 0,6 V am angesteuerten Gitter. Durch die Audionkombination ist es nicht mehr möglich, das Signal in den negativen Bereich zu verschieben. Die Röhre wird mit einem falschen Teil des Signals angesteuert. Da die Synchronimpulse zu einem Teil beschnitten werden und statt der Impulse ein ständig sich ändernder Bildinhalt verstärkt wird, ist der Synchronisationsbereich eingengt. Bild und Zeile sind nur noch mangelhaft zu synchronisieren, und das Bild wackelt unregelmäßig (leichter Bauchtanz).

Das Schirmbild beim Vorhandensein eines solchen Fehlers zeigt **Bild 9.03–1**.

Ähnliche Auswirkungen können auch auftreten, wenn sich die Zeitkonstante der Audionkombination ( $R/C$ ) verändert hat. Da ein Widerstand nur äußerst selten seinen Wert verkleinert, kann es sich nur um eine Kapazitätsänderung des Kondensators C 1 (ohne Feinschluß) handeln. Dann ist es nicht mehr möglich, daß sich die erforderliche negative Spannung einstellt, die den Arbeitspunkt richtig festlegt.

3. Ist der Koppelkondensator nicht defekt, so werden als nächstes die *Schirmgitter- und Anodenspannung der Amplitudensiebröhre* und die *Anodenspannung der Umkehröhre* gemessen. Wie bereits eingangs beschrieben, sind die beiden Spannungen am Amplitudensieb meist sehr niedrig. Die Angaben im Schaltbild sind zu beachten. Die Schirmgitterspannung wird oft mit einem Spannungsteiler auf einen niedrigen Wert (ca. 10 bis 40 V) gebracht. Dadurch sind die Widerstände stärker als sonst üblich belastet, und es kann passieren, daß die Spannung durch Widerstandsänderung noch niedriger wird als im Schaltbild

Bild 9.03-1. Schirmbild bei sehr kleinem Feinschluß des Koppelkondensators

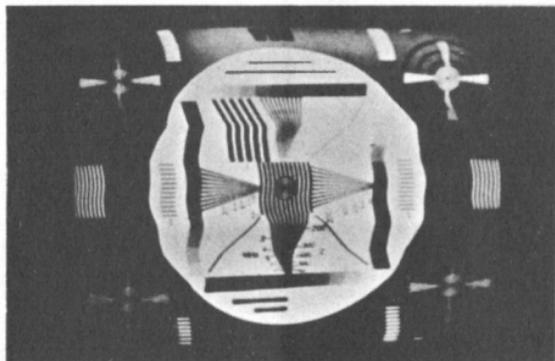
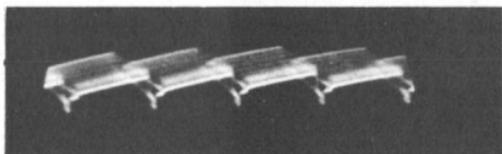


Bild 9.03-2. Oszillogramm an Anode der Amplitudensieb-  
röhre bei zu niedriger Schirm-  
gitterspannung. Eine Syn-  
chronisation ist nur noch  
schlecht möglich. Das Bild  
wackelt



angegeben. Das ist dann die Ursache dafür, daß die Synchronisation nicht einwandfrei arbeitet. Die Kennlinie der Röhre wird dadurch zu stark verkürzt, und es kommt zu einer Beschneidung der Impulse. Das läßt sich am besten durch die Aufnahme der Oszillogramme an der Anode feststellen. Ein Beispiel dafür ist im Oszillogramm **Bild 9.03-2** zu sehen.

4. Weitere Prüfungen ohne Verwendung des Oszillografen sind nicht angebracht, denn nur anhand der *Oszillogramme* lassen sich jetzt noch nicht gefundene Fehler näher bestimmen. Die Oszillogramme sind in ihrer Form und ihrer Spannung in allen Service-Unterlagen angegeben, so daß nur Vergleiche angestellt zu werden brauchen. Dabei gilt immer der Satz: Form geht vor Höhe. Die Form des Oszillogrammes darf nicht von den Herstellerangaben abweichen, während bei der Spannung – also bei der Höhe – schon kleinere Differenzen vorkommen können, die sich nicht sofort als Fehler bemerkbar zu machen brauchen. Oft ist die Höhe der anliegenden Antennenspannung bestimmend für die Schaltbildangaben, und wenn die Antennenbedingungen bei der Reparatur andere sind, können kleinere Differenzen auftreten.

Leicht läßt sich auch unterscheiden, ob ein Fehler vorliegt oder ob die Amplitude allgemein etwas vom Sollwert abweicht. Wenn alle Oszillogramme leicht unter dem Sollwert bleiben, ist

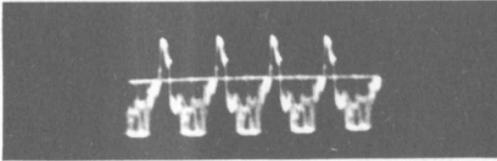


Bild 9.03-3. Oszillogramm am anzusteuernenden Gitter des Amplitudensiebes bei einem Feinschluß des Koppelkondensators

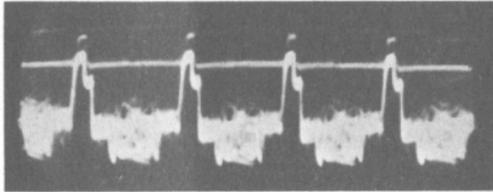


Bild 9.03-4. Normaler Impuls am Steuergitter der Amplitudensiebröhre

das nicht sofort als Fehler anzusehen. Ist aber beispielsweise das Oszillogramm am Gitter der Röhre normal und weicht es an der Anode von den Schaltbildangaben ab, so dürfte ein Grund vorliegen, das näher zu überprüfen.

Beispiele fehlerhafter Oszillogramme sind in den folgenden Bildern zu sehen.

Bei einer kleinen positiven Spannung am anzusteuernenden Gitter der Amplitudensiebröhre verformt sich das Oszillogramm schon leicht am Gitter (**Bild 9.03-3**; zum Vergleich zeigt **Bild 9.03-4** einen normalen Impuls am Gitter). An der Anode ist der Fehler noch deutlicher zu erkennen (**Bild 9.03-5**). Der Bildinhalt ist teilweise mit verstärkt worden. Schematisch war dieser Fehler schon anhand der Kennlinie (Bild 9.01-2, Fall b) dargestellt worden. Der an der Anode noch vorhandene Bildinhalt stört den Synchronisationsvorgang und beeinflusst das Schirmbild. Einwandfrei abgeschnittene und verstärkte Zeilenimpulse an der Anode der Röhre sind zum Vergleich in **Bild 9.03-6** zu sehen.

5. Arbeitet die Schaltung mit einer Störaustastung, so ist zu beachten, daß durch einen Fehler in der Störaustastung indirekt ein Fehler im Amplitudensieb verursacht werden kann. In **Bild 9.03-7** ist das Oszillogramm an der Anode der Amplitudensiebröhre zu sehen, wenn der Widerstand, der die positive Sperrspannung an das Störaustastgitter legt, defekt geworden ist. Dann steuert das kleinere negative Videosignal die Röhre ständig mit. Die Folge davon ist eine Überlagerung der Impulse.

6. Liegt das Oszillogramm am Steuergitter der Umkehröhre noch richtig an, so wird der Oszillograf auf Bildablenkung umgeschaltet, da hier schon zwischen Bild- und Zeilensynchronimpuls

Bild 9.03-5. Oszillogramm an Anode der Amplitudensieb-  
röhre bei einem Feinschluß  
des Koppelkondensators

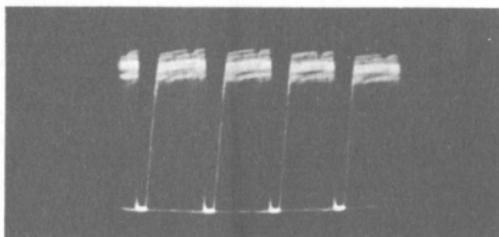


Bild 9.03-6. Einwandfreies Os-  
zillogramm an Anode der  
Amplitudensiebbröhre

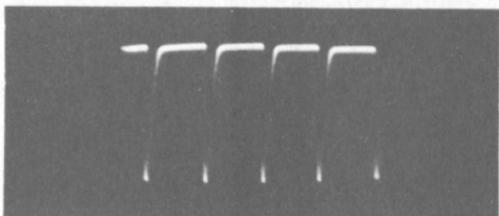


Bild 9.03-7. Oszillogramm an  
Anode der Amplitudensieb-  
röhre beim Fehlen der Sperr-  
spannung für die Störaus-  
tastung

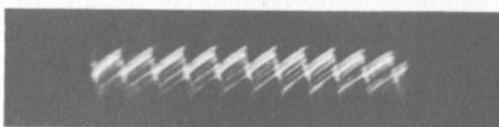


Bild 9.03-8. Bildimpuls nach  
der Phasenumkehrung

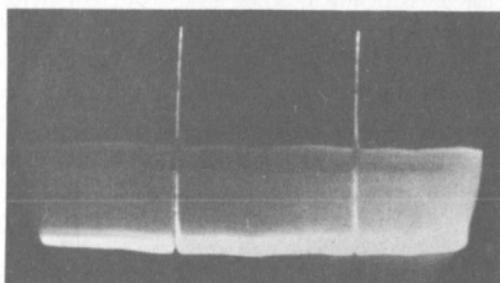
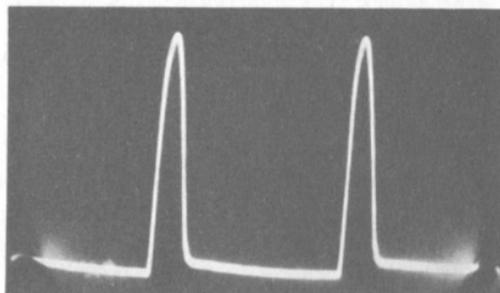


Bild 9.03-9. Zeilenimpuls nach  
der Phasenumkehrung



unterschieden werden kann. Genauere Prüfungen der Bildim-  
pulse können erst nach der Verstärkung in der Umkehrrohre  
vorgenommen werden, da sich der Bildimpuls dann so aus dem  
Signal heraushebt, daß bessere und genauere Feststellungen

über eine Fehlermöglichkeit getroffen werden können. Die Bildwechselimpulse haben hier normalerweise eine Spannung von ca. 30 bis 50  $V_{SS}$  und die Zeilenimpulse 20 bis 40  $V_{SS}$  (Bilder 9.03–8 und 9).

7. Nach der Umkehrung wird die Trennung der beiden Synchronisierimpulse vorgenommen. Die *Oszillogramme des Bild- und des Zeilenimpulses* können jetzt *getrennt* aufgenommen werden. Als Anhaltspunkt gelten in jedem Falle die im Schaltbild vom Hersteller angegebenen Oszillogrammformen und Werte.

Zu beachten ist, daß die Ablenkfrequenz des Oszillografen entsprechend für den Bild- und Zeilensynchronisierimpuls umgeschaltet wird.

An den Punkten, an denen die Impulse zur Synchronisation verwendet werden, ist die Höhe der Ablenkspannung zu beachten. Bei Geräten mit unstabilem Bild ist meist die Synchronisierimpuls-Spannung nicht hoch genug. Zurückzuführen ist dieser Umstand auf ungenügende Verstärkung.

8. Die genaue jetzt noch erforderliche Fehlerbestimmung wird am besten mit einem *Ohmmeter* vorgenommen. Da die Integrations- und Differenzierketten nur aus Kondensatoren und Widerständen bestehen, ist hier das Messen der Einzelteile bei ausgeschaltetem Gerät die sicherste Methode, das defekte Teil zu finden. Es kommen nur noch wenige Teile in Frage, die den Fehler verursachen können. Es ist nicht etwa erforderlich, diese Teile einzeln abzulöten. Beim Anlegen des Ohmmeters gegen Masse kann aus dem gemessenen Wert ermittelt werden, ob eine Wertabweichung vorliegt. Ist die Kette in Ordnung, so stimmt auch der Gesamtwiderstandswert; liegt Feinschluß vor, so wird das Instrument einen niedrigeren Wert anzeigen.

Erfahrungsgemäß werden in den eben beschriebenen Teilen des Fernsehempfängers meist Kondensatoren defekt. Da keine hohen Ströme fließen und geringe Spannungen anliegen, werden die Widerstände nur wenig belastet; und demzufolge treten an ihnen wenig Fehler auf. Die Kondensatoren dagegen können Feinschluß haben, ihr meßbarer Übergangswiderstand liegt dann bei 4  $M\Omega$  bis 20  $k\Omega$ .

#### **9.04 Platinenwechsel oder Einzelteilreparatur**

Es erhebt sich hier die Frage, die gerade in der Zukunft immer aktueller werden wird: Ist es nicht besser, die gesamte Druck-

platine auszuwechseln, wenn die Messung gezeigt hat, daß der Fehler in ihr zu suchen ist? Die Antwort darauf ist nicht ganz leicht, sie wird je nach Art der Werkstatt unterschiedlich ausfallen. Werkskundendienststellen, bei denen die benötigten Platinen vorrätig sind, werden dann die gesamte Platine austauschen, wenn die zu erwartende Arbeitszeit in keinem Verhältnis zum Platinenpreis steht. Das wird in Zukunft in steigendem Maße der Fall sein. Die Mehrzahl der Werkstätten jedoch wird auch weiterhin das schadhafte Einzelteil suchen. Es ist meist nicht sofort möglich, eine passende Platine zu beschaffen, und wenn auch viele Firmen einen vorbildlichen Ersatzteil-Kundendienst unterhalten, so dauert es doch oft mehrere Tage, bis das Teil in der Werkstatt eintrifft. Da der Kunde sein Fernsehgerät nicht so lange Zeit entbehren möchte, müßte ihm ein Leihgerät zur Verfügung gestellt werden. Das noch nicht fertig reparierte Gerät müßte weggestellt werden, bis das Teil beschafft ist. Neben dem Arbeitsaufwand ist das für den Reparateur unbefriedigend, und er wird lieber die noch zu erwartende Fehler-suchzeit in Kauf nehmen. In der Mehrzahl der Reparaturfälle wird unter diesen Voraussetzungen eine genaue Fehlerbestimmung rationeller sein.

### **9.05 Praktische Winke**

Bei krummziehenden Bildern oder bei Geräten mit leichtem Bauchtanz ist es auch mit dem Oszillografen nicht immer ganz einfach, den Fehler näher zu bestimmen. Um in Zweifelsfällen schnell zu klären, ob die Brummspannung schon aus dem Videoteil kommt, schließt man die Videospannung vor dem Amplitudensieb gegen Masse kurz. Nun wird versucht, das durcheinanderlaufende Bild mit Hilfe des Bild- und Zeilenfangreglers kurzzeitig zum Stehen zu bringen. Zeigt das Bild dann keine Brummeinwirkung, so dürfte der Ansteuerimpuls aus dem Videoteil die Brummspannung schon mit sich führen. Die Fehlersuche beginnt nun im Videoteil.

Bei älteren Geräten kann es vorkommen, daß die Impulse im Amplitudensieb trotz einwandfreier Einzelteile nicht normal ausgesiebt und verstärkt werden. Man kann sich helfen, indem man die Schirmgitterspannung durch Änderung des Schirmgitterwiderstandes etwas heraufsetzt. Mit dem Oszillografen ist festzustellen, bei welcher Spannung die Impulse einwandfrei denen der Schaltbildunterlagen entsprechen.

# 10 Fehlersuche in der Zeilensynchronisation

## 10.01 Synchronisationsschaltungen

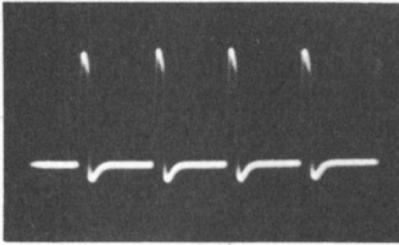
Mit Hilfe des Amplitudensiebes werden die Synchronisierimpulse aus einem Teil des Videosignals ausgesiebt, verstärkt und begrenzt. Mit Hilfe der Störaustastung wird erreicht, daß kurzzeitige Störungen den Synchronisationsvorgang nicht ungünstig beeinflussen. Durch Integration und Differentiation werden die längeren Bildimpulse von den kürzeren Zeilenimpulsen getrennt. So stehen diese Impulse getrennt und verstärkt zur Verfügung, um den Zeilen- und den Bildgenerator so zu beeinflussen, daß Gleichlauf mit dem Sender erreicht wird. Die beiden unterschiedlichen Impulse sind in **Bild 10.01-1** zu sehen. Während der Zeilenimpuls 15 625 mal je Sekunde gesendet wird, hat der Bildimpuls eine Frequenz von 50 Hz.

Die Synchronisation kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden. Bei der direkten Synchronisation wird der Impuls unmittelbar zum Auslösen des Bild- und Zeilengenerators benutzt. Bei der indirekten Synchronisation wird eine Differenzspannung erzeugt, die den Generator indirekt durch eine Gleichspannungsverschiebung steuert.

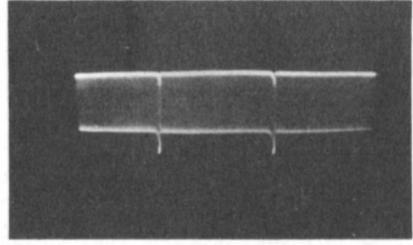
Die direkte Synchronisation wird vorwiegend bei der Bildsynchronisation angewendet, und sie bereitet reparaturmäßig weniger Sorgen. Die indirekte Art findet man hauptsächlich bei der Zeilensynchronisation. Es ist damit möglich, Störimpulse, die trotz Störaustastung noch vorhanden sind, zu beseitigen. Das Blockschaltbild der indirekten Zeilensynchronisation ist in **Bild 10.01-2** dargestellt.

In diesem Teil der Schaltung sind verhältnismäßig viele Fehler zu suchen. Daher ist es wichtig, die vorwiegend verwendeten Schaltungsarten in ihren Grundzügen zu kennen. Es handelt sich dabei um die verschiedenen Phasenvergleichsschaltungen. Mit ihrer Hilfe wird eine Gleichspannung erzeugt, die den Zeilengenerator steuert. Eine Schaltung als Beispiel zeigt **Bild 10.01-3**.

Sinn der Schaltung ist es, eine positive oder eine negative Spannung zu erzeugen, die den Zeilengenerator jeweils dann in seiner Frequenz nachregelt, wenn er nicht mit dem Sender übereinstimmt. Die Spannungsrichtung ist abhängig von der folgenden Zeilengeneratorschaltung. Handelt es sich um eine kapazi-



a) Zeilenimpuls



b) Bildimpuls

Bild 10.01-1. Zeilen- und Bildimpuls nach der Impulstrennung

tiv wirkende Reaktanzstufe, die die Generatorfrequenz beeinflusst, so soll die Schaltung eine negative Regelspannung erzeugen, wenn der Zeilengenerator zu langsam läuft. Eine positive Spannung soll erzeugt werden, wenn der Zeilengenerator zu schnell läuft.

Wenn der nachfolgende Zeilengenerator mit einer Multivibratorschaltung aufgebaut ist, wird die Sperrzeit eines der beiden Systeme mit Hilfe der Regelspannung so beeinflusst, daß der Multivibrator langsamer oder schneller schwingt. Die jeweils erzeugte Regelspannung wird so an den Generator herangeführt, daß sie ihn auf seinen Sollwert schiebt. Beim symmetrischen Phasendiskriminator wird das dadurch erreicht, daß zwei in ihrer Phase entgegengesetzte Synchronisierimpulse über die Kondensatoren C 1 und C 2 den beiden Dioden D 1 und D 2 zugeführt werden. Da die Dioden in ihrer Polarität entgegengesetzt

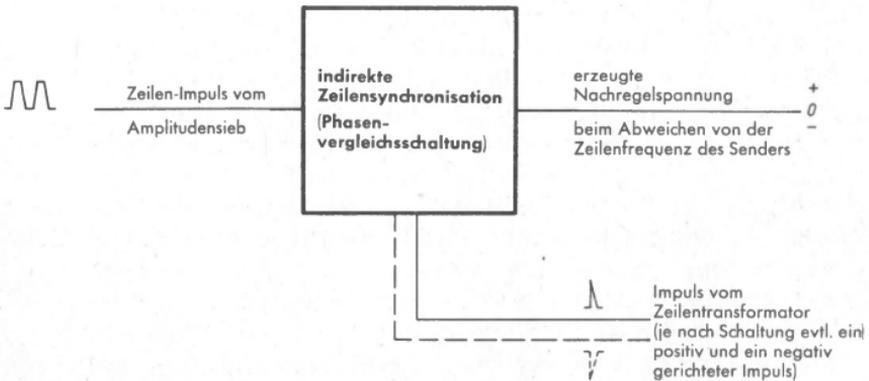


Bild 10.01-2. Blockschaltbild einer indirekten Zeilensynchronisationsschaltung

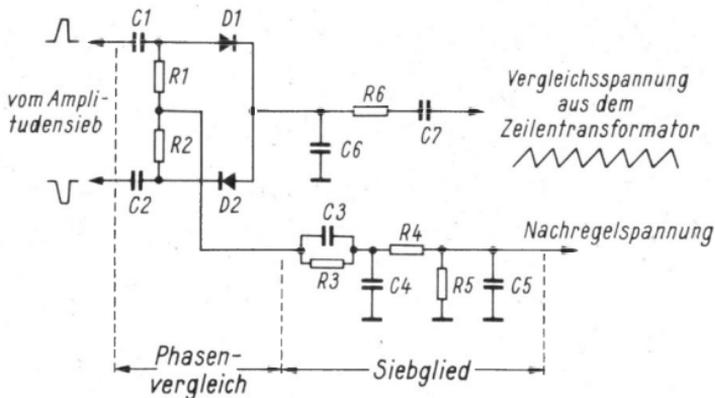


Bild 10.01-3. Schaltung eines symmetrischen Phasendiskriminators

geschaltet sind und ebenso die zugeführten Spannungen entgegengesetzt gerichtet sind, herrschen für beide Spannungen gleiche Verhältnisse bei entgegengesetzter Spannungsrichtung.

Beim Anstieg der Spannungen sind die Dioden in Durchlaßrichtung geschaltet. Beim Abfall auf Null sind die Dioden gesperrt. In diesem Zeitabschnitt entladen sich die beiden Kondensatoren über die Widerstände R 1 und R 2 mit entgegengesetzter gerichteter Spannung. Die Spannungen heben sich gegenseitig auf.

Zusätzlich wird aus dem Zeilentransformator ein Impuls zurückgeführt, der zu einer sägezahnförmigen Spannung integriert wird. Die Frequenz entspricht zwangsläufig der des Zeilengenerators. Die Sägezahnspannung wird mit den sich gegenseitig aufhebenden Synchronisierimpulsen verglichen, und zwar dann, wenn an den Dioden eine Spannung in Durchlaßrichtung anliegt. Das ist im kurzen Moment des Spannungsanstieges der Fall. Stimmen die Vergleichsimpulse in diesem Moment mit den Synchronisierimpulsen nicht überein und ist die Phasenlage beider Spannungen verschieden, geht also die Sägezahnspannung gerade nicht durch ihren Nullpunkt, so hebt oder senkt sich das Potential nach einigen Impulsen, je nachdem, ob der Sägezahnimpuls im Öffnungsmoment gerade positiv oder negativ ist. Es entsteht eine pulsierende negative oder positive Spannung. Diese Spannung kann mit Hilfe von Siebgliedern geglättet und zum Nachsteuern des Zeilengenerators benutzt werden.

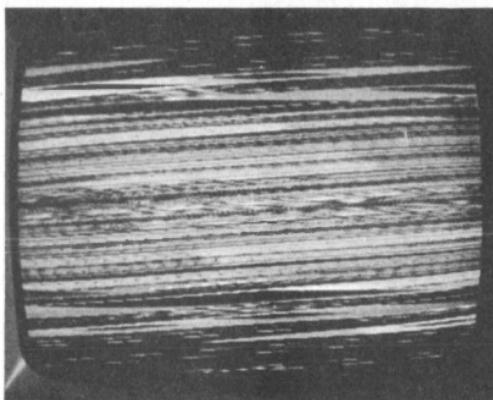
Es gibt eine ganze Reihe von Phasenvergleichsschaltungen, die in ihrem Aufbau unterschiedlich sind. Auch die Impulsformen weichen voneinander ab. Gemeinsam ist aber allen Schaltungen,

daß ein Impuls oder eine Sinusschwingung (mit der Frequenz des Zeilengenerators) mit den Synchronisierimpulsen verglichen wird und daß aus diesem Vergleich beim Abweichen der beiden Impulse in ihrer Frequenz oder Phase eine Gleichspannung erzeugt wird.

Wesentlich ist ferner, daß durch die Schaltung die Frequenz des Zeilengenerators in einem möglichst großen Bereich festgehalten wird. Es soll also beim Abweichen des Oszillators von der Synchronisierimpulsfrequenz noch bei größeren Differenzen eine Regelspannung entstehen, die den Zeilengenerator wieder auf seinen Sollwert schiebt.

Der Bereich, in dem ein Synchronisieren möglich ist, wird *Haltebereich* genannt. Er wird von der Breite des Vergleichsimpulses bestimmt. Ist die Frequenzabweichung größer, so bricht die Regelspannung zusammen, und der Zeilengenerator gerät „außer Tritt“, die Zeile kippt weg, Streifen sind zu sehen (**Bild 10.01–4**).

Bild 10.01–4. Schirmbild, wenn der Zeilengenerator „außer Tritt“ läuft



Sollte das Bild bei einem Gerät nicht feststehen und leicht wegkippen, so dürfte die Ursache in der Vergleichsschaltung zu suchen sein. Bei der Fehlersuche kann zwischen der Vergleichsschaltung und der anschließenden Siebkette unterschieden werden. Während ein Teil der Fehler nur in der Siebkette zu finden ist, gibt es andere Fehler, die nur in der Vergleichsschaltung liegen können.

Doch genau wie bei anderen Teilen des Fernsehempfängers soll auch hier bei der Fehlersuche systematisch vorgegangen werden. Eine feinere Unterscheidung sollte erst dann vorgenom-

men werden, wenn der Fehler grob bestimmt ist. Es muß also erst einmal klargelegt werden, ob der Fehler tatsächlich in der Zeilensynchronisation als Ganzes zu suchen ist.

### 10.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät

Die Vermutung, daß ein Fehler in der Zeilensynchronisation vorliegt, taucht auf, wenn beim Betätigen des Bildkippreglers das Bild einwandfrei synchronisiert wird, es aber beim Drehen des Zeilenreglers nicht einwandfrei zum Stehen zu bringen ist. Typisch für einen Fehler in der Synchronisation ist das Bild, das verschoben ist, oder bei dem am linken Rand ein Teil des Bildes fehlt (**Bild 10.02-1**).

Ferner besteht die Möglichkeit eines Fehlers in der Zeilensynchronisation, wenn das Bild während der Sendung öfters wegkippt und wieder eingestellt werden muß, und schließlich

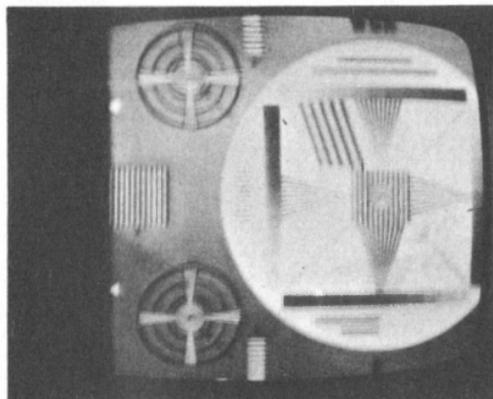


Bild 10.02-1. Schirmbild bei einem Fehler in der Zeilensynchronisation



Bild 10.02-2.  
Regelschwingungen

beim Auftreten von Regelschwingungen, die sich so bemerkbar machen, wie das in **Bild 10.02–2** zu sehen ist.

Bei Automatik-Geräten befindet sich kein Feinregler für Bild und Zeile mehr unter den Bedienungsknöpfen. Bei diesen Geräten kann ein weggekipptes Bild vom Gerätebesitzer nicht wieder eingefangen werden. Der Techniker kann jedoch versuchen, den Grobregler oder die Zeilengeneratorspule mit einem nichtmetallischen Schraubenzieher so zu regeln, daß das Bild wieder steht.

Ist das Bild jedoch nicht zum Stehen zu bringen, so sollte die Fehlersuche folgendermaßen beginnen:

### **10.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät**

1. Sicherheitshalber werden zuerst die *Röhren des Zeilengenerators*, des Amplitudensiebes und die eventuell vorhandene Reaktanzröhre ausgewechselt. Es wäre ärgerlich, sollte sich nach Überprüfung der Oszillogramme als Fehler eine schadhafte Röhre herausstellen. Beseitigt der Röhrenwechsel den Fehler nicht, so wird bei groben Fehlern, d. h. wenn das Bild nicht mehr zum Stehen zu bringen ist, wenn die Zeilenfrequenz stark vom Sollwert abweicht – was auch am Zirpen des Zeilentransformators zu hören sein kann – oder wenn das Bild seitlich stark verschoben erscheint, als nächstes

2. bei allen Geräten, die am anzusteuern den Gitter des Zeilengenerators 0 V haben sollen, die *Nachregelspannung* gegen Masse kurzgeschlossen. Jetzt muß es möglich sein, den Zeilengenerator mit seinem Grobregler (Sinusspule) so zu regeln, daß das Bild, wenn auch nur kurzzeitig, zum Stehen zu bringen ist. Sollte das nicht möglich sein, so dürfte ein Fehler im Zeilengenerator vorliegen. Auch Krummziehfehler sind so zu erkennen und einzukreisen.

3. Bei Geräten, die an diesem Punkt normalerweise eine kleine Spannung anliegen haben, wird die *Nachregelspannung* gemessen. Dazu wird das *Röhrenvoltmeter* angelegt. Ein Fehler in der Phasenvergleichsschaltung liegt wahrscheinlich vor, wenn hier mit dem Röhrenvoltmeter eine höhere positive oder negative Spannung gemessen wird. Meist deutet das auf eine Unsymmetrie hin. Sie kann auftreten, wenn beispielsweise eine der Dioden ihre Werte verändert hat. Es entsteht dann eine unerwünschte, feste Regelspannung, die auch im synchronisierten Zustand noch vorhanden ist. Eine solche Spannung verschiebt

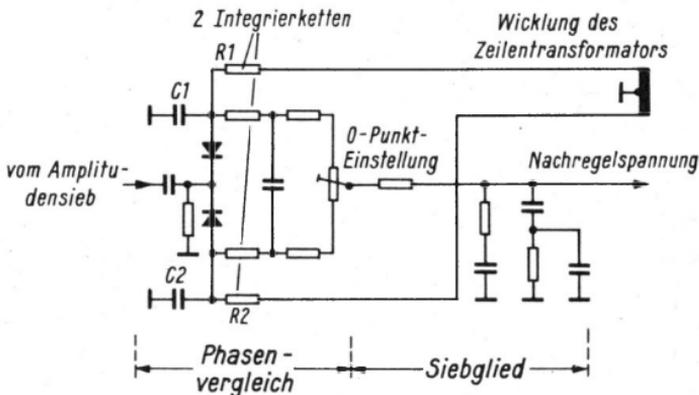


Bild 10.03-1. Phasenvergleichsschaltung mit zwei rückgeführten Impulsen

die Phasenlage der beiden Vergleichsspannungen, und die Synchronisation setzt regelmäßig etwas später ein. Auf dem Schirm macht sich das wie in Bild 10.02-1 bemerkbar: das Bild erscheint seitlich verschoben.

Wird keine Spannung gemessen, so sind daraus keine Schlüsse zu ziehen, denn wenn die Frequenzabweichungen des Generators außerhalb des Haltebereiches liegen, so bricht die Nachsteuerspannung zusammen, und es kann mit Hilfe der Spannungsmessung nicht unterschieden werden, ob an dieser Stelle ein Fehler vorliegt oder nicht.

Die Prüfungen zur Fehlergrobbestimmung sind in der **Tabelle 10.03-I** nochmals dargestellt.

4. Anschließend wird das *Oszillogramm* am Ausgang des *Amplitudensiebes* oder der *Phasenumkehrstufe* aufgenommen. Stimmt es mit den Schaltungsunterlagen überein, so steht fest, daß der Fehler nach dem Amplitudensieb zu suchen ist. Weicht es von den Unterlagen ab, so wird das Oszillogramm sicherheitshalber am Gitter der dazwischenliegenden Röhre (Phasenumkehrstufe) aufgenommen. Ist es dort in Ordnung und im Anodenkreis nicht, so besteht die Möglichkeit einer Rückwirkung des Fehlers von der Synchronisationsschaltung aus. Als Fehlerquelle kommt in erster Linie die Integrierkette des rückgeführten Zeilenimpulses in Frage (**Bild 10.03-1**). Die Impulsspannung kann sehr hoch sein. Dadurch kommt es häufig vor, daß die Kondensatoren durchschlagen. Oft ist in diesem Fall ein Kondensatordefekt leicht daran zu erkennen, daß der folgende

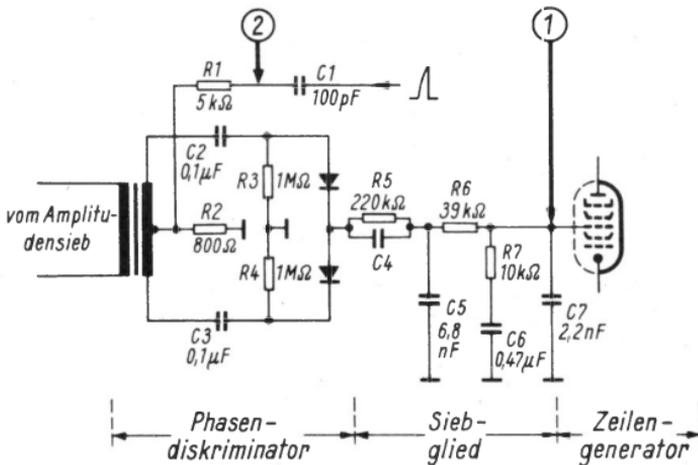


Bild 10.03-2. Phasendiskriminatorschaltung

Widerstand verbrannt ist. Da dies aber nicht die Regel ist, sollte bei groben Fehlern immer zuerst das Oszillogramm des Zeilenimpulses an der Stelle aufgenommen werden, an der es zum Phasenvergleich herangeführt wird. Die Zahl der Fehler in diesem Zweig liegt wesentlich höher als in den anderen Teilen der Phasenvergleichsschaltung.

Anhand des Fehlerbildes kann eine grobe Bestimmung des Fehlerortes vorgenommen werden. Ist das Bild nicht mehr einzufangen oder steht es zu weit seitlich wie in Bild 10.02-1, so beginnt die Fehlersuche zweckmäßigerweise in der *Phasendiskriminator-Schaltung*.

Kippt das Bild zeitweilig weg, zieht es krumm oder sind Regelschwingungen zu sehen, so ist es angebracht, zuerst die *Siebketten* zu untersuchen.

5. Mit Hilfe des Schaltbildes wird der Weg des Synchronisierimpulses verfolgt. In der Praxis sind dem dadurch Grenzen gesetzt, daß die Dioden und Teile der Phasenvergleichsschaltung oft schwer zugänglich in Abschirmbechern untergebracht sind. Da durch die vorangegangenen Prüfungen klargestellt worden war, daß der Fehler in dem jetzt eng begrenzten Schaltungsteil zu suchen ist, kann das *Ohmmeter* zur weiteren Fehlersuche benutzt werden. Die Messungen werden bei ausgeschaltetem Gerät vorgenommen.

Als Beispiel dieser Möglichkeit der Fehlersuche soll die Schaltung in **Bild 10.03-2** dienen.

Zuerst wird das Ohmmeter an das Gitter 3 des Sinusgenerators gegen Masse gelegt (1). Zeigt das Instrument einen Widerstand von ungefähr  $1,3 \text{ M}\Omega$  an, so sollte es umgepolt werden. Man legt also den Pluspol des Ohmmeters an Masse und den Minuspol an das Gitter 3 des Sinusgenerators. Zeigt das Instrument jetzt den gleichen Widerstand wie bei der vorhergegangenen Messung an, so sind aus diesem Meßergebnis folgende Schlüsse zu ziehen:

a) Es liegt kein Feinschluß oder ein Schluß der drei Kondensatoren C 5, C 6 und C 7 der Siebkette vor. In diesem Falle würde ein kleinerer Widerstand angezeigt.

b) Der Kondensator C 4 der Siebkette hat keinen Feinschluß oder Schluß. Das Meßinstrument würde in diesem Falle ebenfalls einen niedrigeren Widerstand anzeigen.

c) Die Dioden haben in Durchlaßrichtung keinen hohen ohmschen Widerstand. Das Meßinstrument würde in einem solchen Falle einen höheren Widerstandswert anzeigen. Dabei kann gesagt werden, daß sehr viele Fehler an Dioden darauf zurückzuführen sind, daß der Widerstand in Durchlaßrichtung größer geworden ist.

d) Es ist weiter klargestellt, daß die beiden Widerstände R 3 und R 4 in Ordnung sind, sonst wäre der gemessene Widerstandswert ebenfalls höher.

e) Außerdem kann gefolgert werden, daß auch die beiden Kondensatoren C 2 und C 3 keinen Schluß oder Feinschluß aufweisen, denn auch dann wäre ein abweichendes Meßergebnis – in diesem Falle ein niedrigeres – auf dem Instrument abzulesen.

Es bestehen zwar immer noch versteckte Möglichkeiten, daß trotzdem eines der aufgeführten Teile nicht in Ordnung ist, z. B. kann einer der Kondensatoren seinen Wert erheblich vergrößert haben oder eine Unterbrechung aufweisen, aber das sind außergewöhnlich seltene Fälle. Die leichteren und häufigeren Fehler können mit dieser Messung erkannt werden.

Liegt das Meßergebnis wesentlich unter  $1,3 \text{ M}\Omega$ , so kommt als Fehler einer der drei Kondensatoren C 5, C 6 und C 7 in Frage.

Wird bei beiden Messungen ein größerer Wert als  $1,3 \text{ M}\Omega$  abgelesen, so sind die Widerstände R 5 und R 6 fehlerverdächtig.

Werden beim Umpolen des Instrumentes unterschiedliche Ergebnisse erzielt, so richtet sich der Verdacht auf eine der Dioden oder die Kondensatoren C 2 und C 3. Es brauchen zur endgültigen

tigen Fehlerfeststellung nur jeweils diese Teile abgelötet und überprüft werden.

6. Eine zweite Messung kann hinter dem Kondensator C 1 gegen Masse vorgenommen werden (2). Das Meßergebnis muß der Addition der beiden Widerstände R 1 und R 2 (im Beispiel 5,8 k $\Omega$ ) entsprechen.

Ist der gemessene Gesamtwiderstand höher, so wird einer der beiden Widerstände defekt sein.

Ist der Meßwert niedriger, so wird der Kondensator C 1 defekt sein.

Erst wenn die Prüfung des Kondensators ergibt, daß er in Ordnung ist, richtet sich der Verdacht auf den Transformator, denn ein solcher Transformator wird viel seltener defekt als ein Kondensator.

So können mit den beiden Messungen die meisten verbliebenen Fehler gefunden werden. Lediglich zur genauen Bestimmung müssen diejenigen Einzelteile, auf die sich ein festbegründeter Verdacht richtet, abgelötet werden.

Das Ablöten von Einzelteilen ohne einen begründeten Verdacht ist nicht rationell und birgt Gefahren in sich. Durch schlecht ausgeführte Lötungen können Fehler in die Schaltung hineinkommen. Es können Wackelkontakte oder Kurzschlüsse durch das Ineinanderlaufen von Lötzinn entstehen. Das erschwert die Fehlersuche sehr. Der Techniker erzielt nach den mangelhaften Lötarbeiten andere Meßergebnisse als vorher. Das macht ihn unsicher. Die Übersicht geht verloren, und er weiß nicht mehr, wo er anfangen soll. Nur wenige Techniker behalten beim Vorliegen eines solchen Falles kühlen Kopf und fangen mit der Fehlersuche von vorn an. Viele Reparateure kommen nicht darüber weg, daß sie verschiedene Meßergebnisse festgestellt haben. Sie suchen die Erklärung für den Fehler in den verschiedenen Ergebnissen, und damit „beißen“ sie sich fest. Der beste Rat in einem solchen Fall ist, das Gerät wegzustellen und am anderen Morgen nochmals mit der Fehlersuche von vorn zu beginnen. Dann ist der einem guten Techniker eigene Ehrgeiz zum Finden der Fehler wieder voll da, und meistens sind die am Vortage hoffnungslos erscheinenden Probleme schnell gelöst.

#### **10.04 Praktische Winke**

Bei vielen Schaltungen ist ein Symmetrieregler eingefügt. Es handelt sich dabei um einen regelbaren Widerstand, der so

eingestellt sein muß, daß an seinem Mittelabgriff das Potential Null vorhanden ist. Es lassen sich Unsymmetrien in der Schaltung ausgleichen. Wenn der Regler falsch eingestellt ist, liegt eine kleine positive oder negative Spannung fest an dem zu regelnden Zeilengenerator. Zu erkennen ist die Fehleinstellung daran, daß das Bild leicht wegkippt und an seiner linken

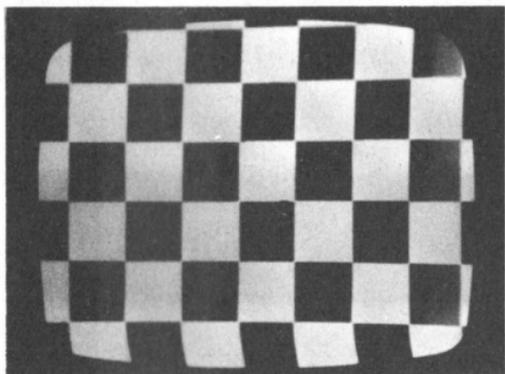


Bild 10.04-1. Schirmbild bei Unsymmetrie der Phasenvergleichschaltung

oder rechten Seite ein Stück fehlt, oder der Rand stark aufgehellt erscheint (**Bild 10.04-1**). Vor der eigentlichen Fehlersuche ist deshalb beim Vorliegen eines solchen Mangels die richtige Einstellung des Reglers nach Angaben der Hersteller zu überprüfen. Sind keine Anweisungen vorhanden, so hilft man sich folgendermaßen:

1. Es wird verhindert, daß die Synchronisierimpulse an den Diskriminator kommen. Die einfachsten Möglichkeiten sind entweder das Herausziehen der Amplitudensiebröhre, und zwar so, daß die Heizungsanschlüsse in der Fassung bleiben, oder ein Kurzschluß vom Steuergitter nach Masse.

2. Dann wird der Regler so gedreht, daß der vertikale Austastbalken auf dem Bildschirm zu sehen ist. Anschließend werden die Synchronisierimpulse wieder herangeführt.

Eine weitere Möglichkeit der Korrektur des Symmetrieregler ist folgende:

Der Mittelabgriff wird gegen Masse kurzgeschlossen. Versetzt sich das Bild dann nach rechts oder links, so muß der Regler nachgestellt werden, bis das Bild bei einem Schluß nicht mehr nach rechts oder links rückt.

Eine Schwierigkeit hat diese Einstellmöglichkeit. Wenn der Kurzschluß gegen Masse hergestellt wird, fehlt die Zeilensyn-

chronisation, und das Bild wird wegkippen. Der Zeilenkippreger muß deshalb so nachgeregelt werden, daß das Bild auch ohne Synchronisierimpuls für kurze Zeit stehen bleibt.

Ein typischer Fehler in der Zeilensynchronisation liegt vor, wenn der Zeilenaustastbalken in der Mitte der Bildschirmfläche zu sehen ist, und zu beiden Seiten ferner je ein Halbbild und außerdem noch ein weiteres Bild ganz schwach mit halber Zeilenfrequenz. Das noch schwach sichtbare Bild deutet auf eine falsche Regelspannung für den Zeilengenerator hin.

### 10.05 Kontrolle des Halte- und Fangbereiches

Geräte, die in Reparatur kommen, weil nach Angaben ihres Besitzers die Zeile oft wegkippt, sollten zuerst daraufhin über-

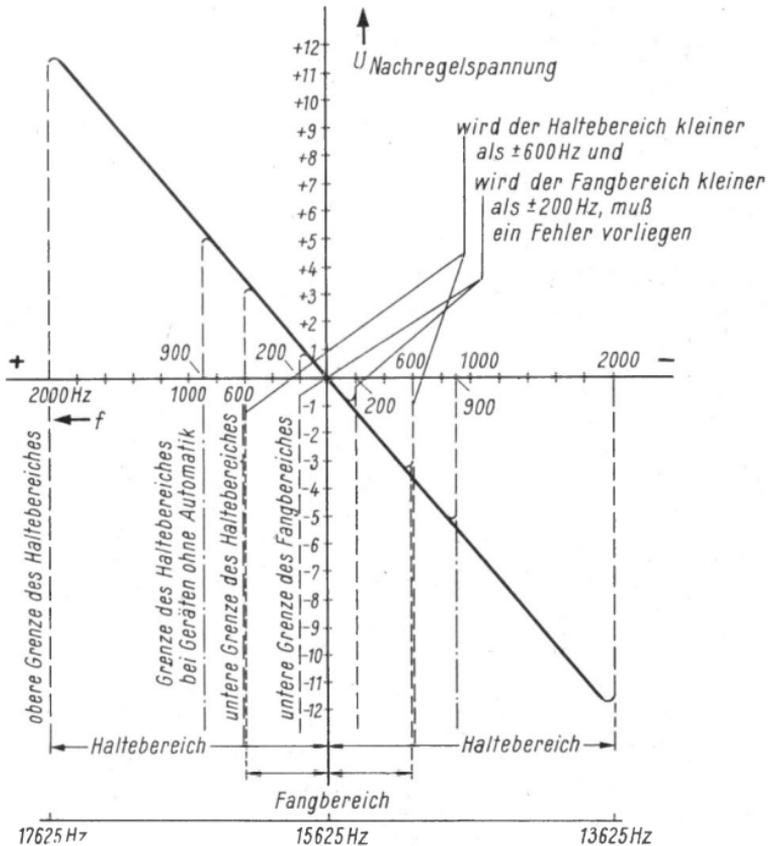


Bild 10.05-1. Halte- und Fangbereichsgrenzen

prüft werden, ob der Halte- und Fangbereich noch groß genug ist. Sollte die Nachregelspannung infolge eines Fehlers einen zu kleinen Regelbereich haben oder sollte sich der Bereich verschoben haben, so ist das leicht mit dem Bildmustergenerator zu überprüfen. Er wird mit seinem Hf-Signal an die Antennenbuchsen angeschlossen. Dann wird eine mittlere Videosignalspannung eingestellt. Anschließend wird die Zeilenfrequenz von ihrem Sollwert 15 625 Hz langsam um 1000 Hz herunter- und heraufgeregelt. Bei einem Gerät ohne Fehler wird das Bild stehen bleiben, erst über der 1000-Hz-Grenze wird es wegkippen. Sollte das jedoch vorher schon geschehen, so wird zuerst das Siebglied zwischen Phasenvergleich und Zeilengenerator überprüft. Wenn sich die Zeitkonstante dieser Glieder verändert hat, kann eine Einengung des Haltebereiches die Folge sein.

Wie **Bild 10.05–1** zeigt, kann zwischen einem Halte- und einem Fangbereich unterschieden werden. Der Fangbereich umfaßt den Frequenzbereich, in dessen Grenzen oberhalb und unterhalb der Zeilenfrequenz ein nichtsynchronisierter Empfänger wieder Gleichlauf erreicht. Er soll bei einem Empfänger ohne Zeilenfangautomatik bei  $\pm 500$  Hz liegen. Empfänger mit Zeilenfangautomatik müssen einen größeren Fangbereich aufweisen. Er soll bei  $\pm 850$  bis 2000 Hz liegen. Im Bild sind die Grenzen eingezeichnet.

Auch der Fangbereich kann mit dem Bildmustergenerator überprüft werden. Dazu wird das Bild ausgekippt, und dann wird es durch Regeln der Zeilenfrequenz wieder zum Stehen gebracht. In der Stellung des Zeilenfrequenzreglers, in der es wieder steht, kann zunächst die Grenze des Fangbereiches angenommen werden; Abweichungen lassen sich so feststellen. Die Prüfbedingungen können darüber hinaus in dem Maße verschärft werden, in dem der Videopegel vermindert wird; außerdem kann man das Signal-Impuls-Verhältnis verändern. So läßt sich ein einwandfreies Urteil über Fang- und Haltebereich abgeben, und es können Fehler festgestellt werden, die sich durch häufiges Wegkippen des Bildes bemerkbar machen.

## 10.06 Regelschwingungen

Das Siebglied zwischen Phasenvergleich und Zeilengenerator hat nicht nur Einfluß auf den Fangbereich, sondern es hat auch die Aufgabe, Regelschwingungen zu unterbinden. Je besser die Siebung der Spannung ist, desto weniger besteht die Gefahr,

daß Regelschwingungen auftreten. Eine Grenze für die Siebglieder ist aber dann gegeben, wenn die Kapazitäten so groß sind, daß sich die Regelspannung zu langsam einstellt, d. h. wenn es nach dem Auskippen der Zeile zu lange dauert, bis das Bild wieder steht. Beide Fehler haben ihren Ursprung in einem Fehler der Siebglieder.

Bei kleineren Abweichungen eines Siebgliedes kann es zum „Ausfransen“ des Bildes kommen, ein Fehler, der auch dann auftreten kann, wenn das Signal vorher im Amplitudensieb nicht einwandfrei begrenzt worden ist.

### **10.07 Praktische Winke**

Beim Austauschen der Dioden ist darauf zu achten, daß dieselben Typen wie bisher verwendet werden. In verschiedenen Schaltungen werden statt der üblichen Dioden mit einem Widerstand in Sperrichtung von ungefähr 200 bis 800 k $\Omega$  kleine Selen- gleichrichter benutzt, die einen erheblich höheren Sperrwiderstand haben (ca. 10 bis 50 M $\Omega$ ). Die an ihnen entstehende negative Spannung ist meist höher (bis - 50 V). Ein Ersatz der Selengleichrichter durch Germaniumdioden darf nicht vorgenommen werden.

# 11 Fehlersuche in Zeilengeneratoren

## 11.01 Sinusgeneratoren und Multivibratoren

Nach der in Deutschland gebräuchlichen Norm wird das Bild in 625 Zeilen aufgeteilt. Da je Sekunde 25 ganze Bilder gesendet werden (50 Bilder beim Zeilensprungverfahren), ergibt sich eine Frequenz von  $25 \times 625 = 15\,625$  Hz. Das ist die Zeilenfrequenz, die im Zeilen- oder Horizontalgenerator erzeugt werden muß und die dazu bestimmt ist, den erforderlichen Ablenkstrom zu steuern.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die gewünschte Frequenz zu erzeugen. In früheren Jahren wurden dazu Schwingschaltungen nach dem Sperrschwingerprinzip verwendet. Diesen Schaltungen hafteten aber kleine Mängel an. Sie waren vornehmlich nicht frequenzstabil genug. Bei Spannungsschwankungen oder bei einer Alterung der Röhren und Kondensatoren traten Abweichungen von der Sollfrequenz auf. Sie konnten so groß sein, daß unter Umständen keine Synchronisation mehr möglich war.

Eine Besserung dieser Schwierigkeiten brachte die Anwendung von Sinusoszillatoren; bei ihnen handelt es sich um Schwing-schaltungen nach dem Rückkopplungsprinzip. Der Vorteil dieser Schaltungen liegt darin, daß praktisch nur die Schwingkreis-Induktivitäten und -Kapazitäten frequenzbestimmend sind. Weder die Röhrenkapazität noch andere Einzelteile der Schaltung können bei normaler Alterung Einfluß auf die Schwingkreisfrequenz ausüben. Da diese Schaltung auch in nichtsynchronisiertem Zustand bei Spannungsschwankungen verhältnismäßig frequenzstabil bleibt, wird der Sinusoszillator bei vielen neueren Geräten zur Erzeugung der Zeilenfrequenz benutzt. Die Synchronisation erfolgt dabei meist indirekt über eine Reaktanzröhre, die dem Schwingkreis parallel geschaltet wird. Durch Zuführung der in der Phasenvergleichsschaltung erzeugten Nachregelspannung an das Steuergitter der Reaktanzröhre wird der Arbeitspunkt der Röhre verschoben. Damit verändern sich die Steilheit und die Scheinkapazität, die durch die Reaktanzschaltung gebildet wird. In begrenztem Maße ist es dadurch möglich, die Frequenz des Schwingkreises zu beeinflussen.

In **Bild 11.01-1** ist anhand eines Blockschaltbildes zu erkennen, daß mit Hilfe der Reaktanzröhre Einfluß auf die Kapazität des

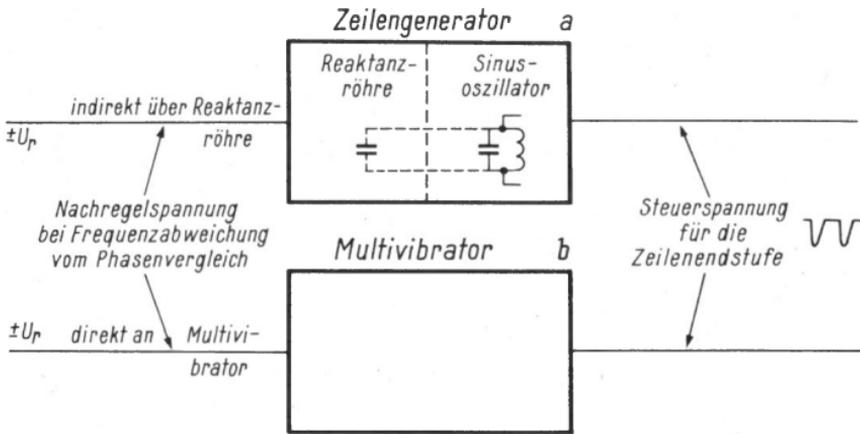


Bild 11.01-1. Blockschaltbild eines Zeilengenerators mit Sinusgenerator und Reaktanzröhre (a) sowie Multivibrator (b)

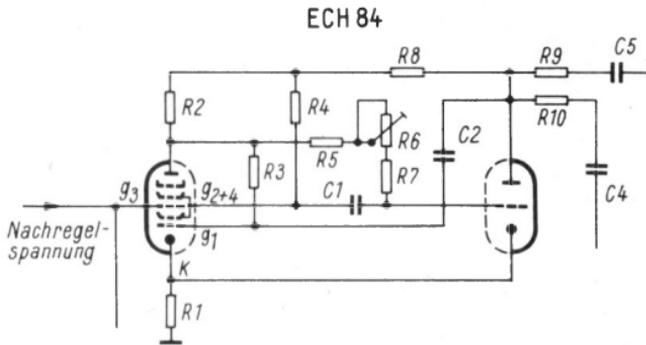


Bild 11.01-2. Multivibratorschaltung

Schwingkreises der Sinusoszillatorschaltung genommen werden kann. Die Frequenz kann durch eine Spannungsänderung an der Röhre verändert werden. Die Änderung wiederum erfolgt durch die Nachregelspannung der Phasenvergleichsschaltung. Auch bei der Reparatur kann beim Zeilengenerator, der mit einem Sinusoszillator arbeitet, grob zwischen Reaktanzstufe und Oszillatorstufe unterschieden werden.

Außer dieser Schaltungsart werden noch Oszillatorschaltungen verwendet, die nach dem Multivibratorprinzip arbeiten.

Ein Multivibrator besteht aus zwei Röhrensystemen, von denen abwechselnd immer ein System geöffnet ist, während das andere sperrt. Durch das ständige Öffnen und Sperren entsteht eine

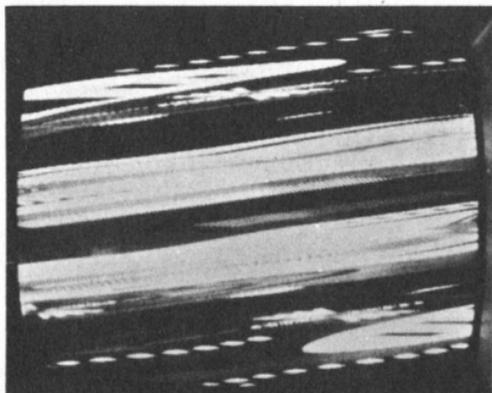
nichtsinusförmige Wechsellspannung. Frequenzbestimmend sind die am Gitter der Röhren angeordneten R-C-Kombinationen. Mit ihrer Größe wird die jeweilige Entladungsdauer und damit die Frequenz bestimmt. Eine in der Praxis angewendete Schaltung dieser Art zeigt **Bild 11.01–2**. Die beiden Röhrensysteme werden gebildet von: Katode-Gitter 1 – Gitter 2 + 4 des Heptodensystems der ECH 84 und dem Triodensystem dieser Röhre. C 1 und C 2 sind die beiden frequenzbestimmenden Kondensatoren, die eine Verkopplung der beiden Röhrensysteme herbeiführen. Die von der Phasenvergleichsschaltung kommende Nachregelspannung wird an das Gitter 3 des Heptodensystemes der ECH 84 gelegt, und sie verzögert oder beschleunigt den Entladungsvorgang der beiden gekoppelten Röhren je nach Polarität der anliegenden Nachregelspannung. Reparaturtechnisch bietet diese Schaltungsart kaum größere Schwierigkeiten, da der Schaltungsaufwand verhältnismäßig gering ist. Die Fehlersuche kann so vorgenommen werden, wie es nachstehend beschrieben wird.

Um eine rationelle Fehlersuche sicherzustellen, muß zuerst Klarheit darüber geschaffen werden, ob der Fehler tatsächlich im Zeilengenerator zu suchen ist.

### 11.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät

Der Verdacht auf einen Fehler im Zeilengenerator liegt dann vor:

1. wenn sich das Bild mit Hilfe des Bildkippreglers synchronisieren läßt, aber die Zeilenfrequenz mit Hilfe des Grob- und Feinreglers nicht auf ihren Normalwert zu bringen ist (**Bild 11.02–1**),



*Bild 11.02–1. Schirmbild, nicht zeilensynchronisiert*

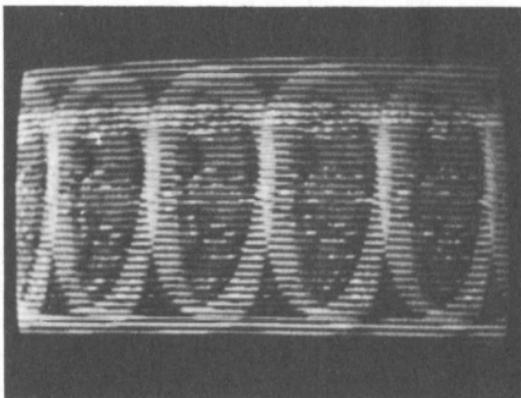


Bild 11.02-2. Fehlerbild bei zu hoher  
Zeilenfrequenz

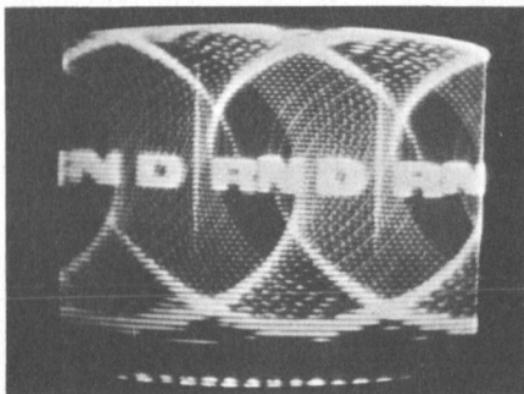


Bild 11.02-3. Fehlerbild bei zu niedriger  
Zeilenfrequenz

2. wenn zwei oder mehrere Bilder nebeneinander zu sehen sind (**Bild 11.02-2**), oder wenn ein Bild nicht vollständig und ineinander verschoben zu sehen ist (**Bild 11.02-3**),

3. wenn der Ton vorhanden ist, der Schirm aber dunkel bleibt, keine Zeilenfrequenz zu hören ist und das Wattmeter normale oder höhere als normale Leistungsaufnahme anzeigt. In letzterem Falle sieht man sich die Zeilenendröhre an. Wird ihr Anodenblech rotglühend, so dürfte damit schon feststehen, daß der Zeilen-generator keine oder zu wenig oder eine verformte Steuerspannung für die Zeilenendröhre liefert. Diese ist deshalb überlastet

und glüht rot. In anderen Fällen muß der Verdacht noch erhärtet werden.

Um festzustellen, ob der Fehler in der Stufe selbst zu suchen ist, werden folgende Prüfungen vorgenommen:

### 11.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät

1. Die Röhren des Zeilengenerators, der Reaktanzstufe und sicherheitshalber der Zeilenendstufe werden ausgewechselt. In einigen Geräten wird in der Zeilensynchronisation auch eine Röhre, z. B. EAA 91, verwendet. Dann wird diese Röhre ebenfalls ausgetauscht. Bei einem transistorbestückten Zeilengenerator werden die Transistoren nicht sofort probeweise ausgewechselt, denn das würde eine wesentliche Mehrarbeit gegenüber dem Röhrenwechsel erfordern. Bei einem solchen Zeilengenerator ist es ratsam, zuerst die Spannungen an den Transistoren zu messen. Aus den Spannungsabweichungen gegenüber den Sollwerten kann auf einen Transistordefekt geschlossen werden.

2. Sollte ein Fehlerbild mit zu hoher Zeilenfrequenz, mit Bauchtanz oder Verdacht auf einen anderen Fehler im Zeilengenerator vorhanden sein, so wird verhindert, daß die Nachregelspannung an den Zeilengenerator gelangt (Kurzschluß gegen Masse). Das Bild wird dann wegkippen, sofern es nicht sowieso schon diesen Fehler aufweist. Mit Hilfe des Zeilenreglers – grob oder fein – wird es kurzzeitig zum Stehen zu bringen sein, wenn die Ursache in einer fehlerhaften Synchronisierspannung zu suchen ist. Ändert sich beim Kurzschluß nichts an dem Fehlerbild, so dürfte klargestellt sein, daß der Fehler im Zeilengenerator zu suchen ist.

Um weiter festzustellen, ob der Zeilengenerator die gewünschte Impulsspannung abgibt, wird am Gitter der Zeilenendstufe die Spannung gemessen. Ist diese weniger als minus 30 V (oder weicht sie um mehr als 20% von den Angaben des Herstellers ab), so dürfte auch ein Fehler im Zeilengenerator vorliegen.

In der **Tabelle 11.03–I** für die Fehlergrobbestimmung sind die bisher beschriebenen Maßnahmen nochmals übersichtlich dargestellt.

Ist mit diesen Messungen geklärt, daß der Fehler im Zeilengenerator zu suchen ist, so wird die Schaltung zu Hilfe genommen. Als Beispiel soll die Schaltung nach **Bild 11.03–1** dienen. Es handelt sich um eine Sinusgeneratorschaltung mit der Röhre

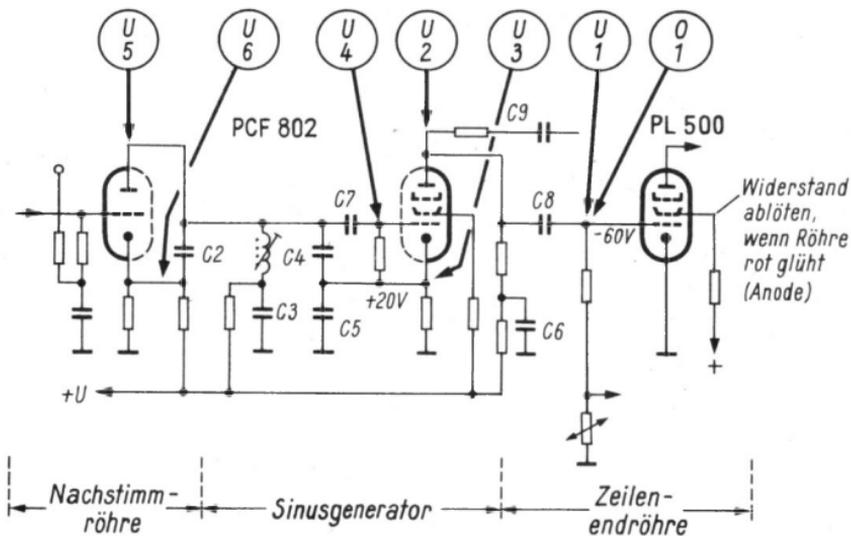


Bild 11.03-1. Sinusgeneratorschaltung

PCF 802. Als Nachsteuerröhre wird das Triodensystem der Röhre benutzt.

Die mit Hilfe der Phasenvergleichsschaltung gewonnene Nachregelspannung wird an das Gitter der Röhre gelegt und beeinflusst so die Frequenz der Schwingschaltung. Je nachdem, ob die Regelspannung positiv oder negativ wird, ändert sich die Frequenz, und sie wird niedriger oder höher. Fehlt die Regelspannung – und das ist dann der Fall, wenn Zeilengenerator und Synchronisierimpulse im Gleichlauf sind –, so hat der Sinusgenerator seine richtige Frequenz.

3. Um festzustellen, daß durch die Grobprüfung (Herbeiführung eines Kurzschlusses an Gitter 1 der PCF 802) auch tatsächlich ein richtiges Ergebnis erzielt wurde, wird sicherheitshalber mit dem Röhrenvoltmeter an diesem Gitter die Spannung gemessen. Das ist besonders dann wichtig, wenn sich das Schirmbild durch den Kurzschluß in seinem Aussehen geändert hat. Liegt eine höhere positive oder negative Spannung an, wird der Fehler in der Phasenvergleichsstufe und nicht im Horizontalgenerator gesucht.

Sollten mit Hilfe dieser Messung jedoch keine Anhaltspunkte für einen Fehler zu finden sein und schwingt der Generator trotz Nachregelung des Spulenkernes mit stark abweichender Frequenz, so werden die frequenzbestimmenden Teile untersucht.

Das sind in erster Linie die Kondensatoren des Sinuskreises. Fehler an der Spule sind sehr selten.

Ein Verdacht auf eine fehlerhafte Spule ist nur dann gegeben, wenn einzelne Zeilenpaare aus dem Bild ausreißen und dadurch ein mehr oder minder starkes Zucken im Bild zu sehen ist. Dann besteht die Möglichkeit, daß der Draht der Spulenwicklung eine Bruchstelle aufweist.

Außerdem gibt es manchmal Empfänger, bei denen die Zeile öfters wegkippt. Wenn die Frequenz des Sinusgenerators mit Hilfe des Kernes in der Spule nachgeregelt werden kann und dann die Synchronisation einwandfrei arbeitet, besteht die Möglichkeit, daß der Kern zu locker im Gewinde sitzt und er sich mechanisch verändert hat. Aber auch die umgekehrte Möglichkeit ist gegeben, und zwar, daß sich das Kunststoffmaterial des Spulenkörpers durch Alterung oder Erwärmung verändert hat und so die Spule zu lose sitzt. Dann kann es ebenfalls zu Frequenzverschiebungen kommen. Im ersten Fall hilft etwas Wachs, das in die Gewindegänge des Kernes getropft wird. Im zweiten Fall hilft etwas Uhu, das zwischen Spule und Kern gebracht wird.

4. Bleibt der Bildschirm dunkel, ist der hohe Ton der Zeilenfrequenz nicht zu hören, wird das Anodenblech der Zeilenendstufe rotglühend und ist die Stromaufnahme höher als normal, so wird zuerst die Spannung am Steuergitter der Zeilenendstufe gemessen. Sie müßte ca.  $-30$  bis  $-60$  V betragen (im Beispiel  $-60$  V, Messung U 1).

Hat die gemessene Spannung positive Werte, so wird der *Koppelkondensator* C 8 an der dem Steuergitter zugewandten Seite abgelötet und dann die Spannung gemessen. Liegt an dem freien Ende eine positive Spannung, so ist der Kondensator schadhaft. Das ist bei den geschilderten Symptomen die häufigste Fehlerquelle. Die Zeit, die für die Überprüfung des Kondensators aufgewendet wird, macht sich gut bezahlt.

Sollte der Kondensator jedoch in Ordnung sein, so wird er wieder angelötet, und als nächstes wird der Schirmgitterwiderstand an der Zeilenendstufe abgelötet. Da das Anodenblech dieser Röhre rotglühend wird, besteht die Gefahr, daß die Röhre bei längerem Einschalten des Empfängers defekt wird. Deshalb wird die Schirmgitterspannung weggenommen. Damit wird verhindert, daß ein hoher Kurzschlußstrom fließen kann. Der Fehler kann nach dem Ablöten in Ruhe gesucht werden.

5. Anschließend wird die *Anodenspannung des Pentoden-systems der PCF 802* genau überprüft (Messung U 2). Zwar war

sie schon im Zusammenhang mit der Koppelkondensatorprüfung gemessen worden, doch wird bei dieser Prüfung meist kein großer Wert darauf gelegt, ob die Spannung auch dem angegebenen Wert im Schaltbild entspricht.

Ist die Spannung niedriger als angegeben, so kann daraus geschlossen werden, daß die Röhre überlastet wird. Der Zeilenimpuls fehlt auch hier. Fehlt die Spannung ganz, so wird zwischen dem Außen- und Siebwiderstand gemessen. Damit kann festgestellt werden, ob einer der Widerstände oder der Siebkondensator defekt ist.

6. Wird alles in Ordnung befunden, so wird die *Katodenspannung* gemessen. Sie muß im Beispiel + 20 V betragen (Messung U 3). Ist sie erheblich höher, so deutet das auch darauf hin, daß die Röhre falsch angesteuert wird (die Anodenspannung wird dann auch abweichend sein).

7. Es wird zur Klärung dieses Sachverhaltes deshalb zunächst die Röhre PCF 802 herausgezogen und die *Spannung an Gitter 1 der Röhre* gemessen (Messung U 4). Ist die Spannung positiv, dann ist der Koppelkondensator C 7 defekt.

Man kann die Messung auch ausführen, ohne die Röhre herauszuziehen, doch ist es möglich, daß der Übergangswiderstand im Koppelkondensator noch verhältnismäßig groß ist und das Meßergebnis zweifelhaft bleibt. Dies ist ganz besonders dann der Fall, wenn am Steuergitter der Zeilenendröhre eine negative Spannung gemessen wird, die niedriger als normal ist.

Nach dem Herausziehen der Röhre liegt die volle Plusspannung an dem Kondensator, und da auch kein Gitterstrom fließen kann, ist das Meßergebnis eindeutig. Liegt eine positive Spannung am Steuergitteranschluß, ist der Koppelkondensator C 7 defekt.

8. Ist trotzdem die Fehlerquelle bis jetzt nicht gefunden worden, so wird die *Anoden- und Katodenspannung des Triodensystems* gemessen (Messung U 5 und U 6). Aus dem Ergebnis der beiden Messungen läßt sich erkennen, welches Teil schadhaft ist.

Fehlt die Anodenspannung, so dürfte der Außenwiderstand und eventuell der Kondensator C 3 defekt sein (in seltenen Fällen Unterbrechung der Sinusspule). Ist die Katodenspannung höher als normal, so dürfte der Kondensator C 2 schadhaft sein.

So kann der Fehler ohne Ablöten verschiedener Einzelteile genauer bestimmt werden. Gerade bei Geräten mit Druckpla-

tinen ist das Heraussuchen der Einzelteile nicht immer einfach. Es lohnt sich nach der Messung erst ein kurzes Überlegen, wenn die Spannungen nicht stimmen, ehe Einzelteile abgelötet werden.

9. Zeigt sich immer noch keine Fehlerursache, so wird der *Gitterableitwiderstand* mit dem *Ohmmeter* bei ausgeschaltetem Gerät gemessen. Es kommt hin und wieder vor, daß er seinen Wert vergrößert und dadurch die Röhre allmählich zugestopft wird.

10. Erst wenn diese Fehlermöglichkeiten alle nicht zutreffen, werden die *SchwingkreisKapazitäten* gegen neue mit gleichen Werten ausgetauscht. Das bleibt die letzte mögliche Maßnahme. Es kommt allerdings sehr selten vor, daß diese Kondensatoren defekt werden. Deshalb ist es berechtigt, sie erst am Schluß zu überprüfen. Die insgesamt ausgeführten Messungen haben ohnedies nicht viel Zeit in Anspruch genommen, haben aber eine lückenlose Überprüfung des Zeilengenerators ergeben.

Da die Impulsspannung am Ausgang des Zeilengenerators höher ist als vorher, treten hier die meisten Fehler auf, und durch die Fehlersuche vom Ausgang rückwärts werden die Fehler am schnellsten gefunden.

Auch schwierige Fehler können ihren Ursprung im Zeilengenerator haben. Darunter sind beispielsweise zeitweilige, sprunghafte Frequenzveränderungen zu zählen, das Bild kippt dann zeitweilig um. Auch Krummziehfehler, die ihren Ursprung nicht in Röhrenfehlern haben, und manchmal auch Fehler, die als Folgeerscheinung eine zu niedrige Zeilenfrequenz haben, gehen auf den Zeilengenerator zurück. Diese Mängel werden mit den bis jetzt angewendeten Mitteln möglicherweise nicht gefunden. Bei solchen Fehlern nimmt man den *Oszillografen* zu Hilfe.

Als erstes wird das Oszillogramm am Steuergitter der Zeilenendstufe aufgenommen (Messung O 1). Da der hier anliegende Impuls ein einwandfreies Arbeiten der Zeilenablenkung gewähr-

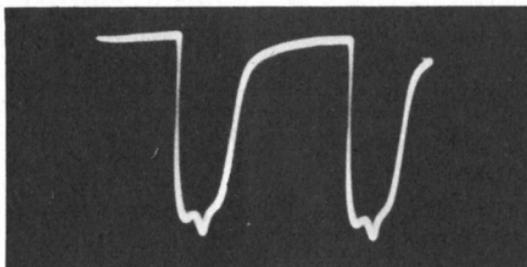


Bild 11.03-2. Oszillogramm eines einwandfreien Ansteuerimpulses der Zeilenendröhre

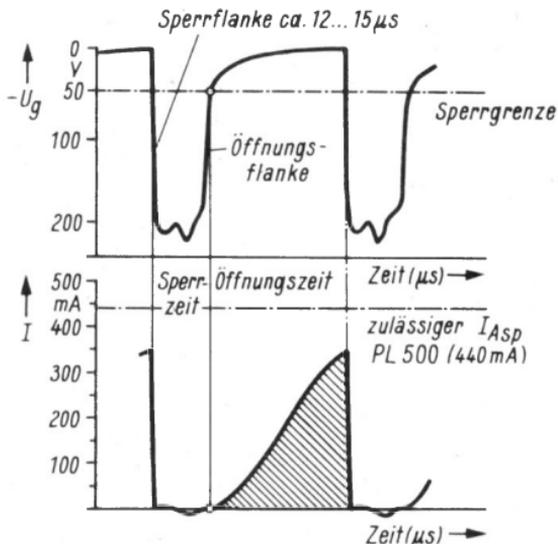


Bild 11.03-3. Normale Steuerspannung und Strom einer Zeilenendröhre

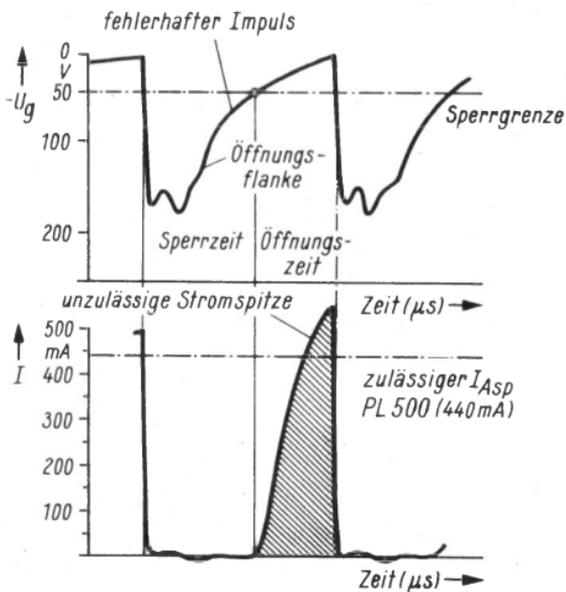


Bild 11.03-4. Fehlerhafte Steuerspannung und Strom einer Zeilenendröhre

leisten soll, muß er genau mit den Schaltbildunterlagen übereinstimmen.

Es kommt häufig vor, daß in anderen Teilen des Fernsehempfängers die aufgenommenen Oszillogramme kleine Abweichungen gegenüber den Schaltbildern aufweisen. Trotzdem macht sich das nicht als Fehler bemerkbar. Bei dem Impuls am Gitter der Zeilenendstufe sollte man bei der Messung jedoch genau sein. Schon kleine Abweichungen können schwerwiegende Folgen haben. Oft kommt es beispielsweise vor, daß in verhältnismäßig kurzen Zeitabständen die Röhre der Zeilenendstufe defekt wird. Die Ursache ist in einem fehlerhaften Ansteuerimpuls zu suchen.

In **Bild 11.03-2** ist ein Ansteuerimpuls eines einwandfrei arbeitenden Gerätes zu sehen. Er hat eine steil abfallende Sperr- und eine steil ansteigende Öffnungsflanke. Aufgabe des Ansteuerimpulses ist es ja, die Zeilenendröhre für den kurzen Zeitabschnitt des Zeilenrücklaufes von 12 bis 15  $\mu\text{s}$  zu sperren. In dieser Zeit soll kein Anodenstrom fließen. Ist die Öffnungsflanke nicht steil genug, so wird die Sperrzeit zu groß. Es entsteht eine zu große Anodenstromspitze. Dadurch wird die Zeilenendröhre kurzzeitig überlastet. In **Bild 11.03-3** ist der Impuls nochmals herausgezeichnet, und darunter ist der durch den Impuls gesteuerte Anodenstrom der Zeilenendstufe PL 500 eingezeichnet worden. Ist durch einen Fehler in der Zeilengeneratorstufe der Impuls verformt, wie das im darunter befindlichen **Bild 11.03-4** zu erkennen ist, so steigt der Strom über den für die Röhre zulässigen Wert, so daß sie durch Überlastung beschädigt werden kann.

Aus dem Vorstehenden ist zu erkennen, wie wichtig die Impulsform des Ansteuerimpulses ist. Sie sollte genau überprüft werden.

Bei einem Feinschluß des Koppelkondensators an der Zeilengeneratordröhre (**Bild 11.03-1**, Kondensator C 7) kann eine Verformung gemäß **Bild 11.03-5** eintreten.

Hat der Koppelkondensator an der Zeilenendstufe einen kleinen Feinschluß, so werden die Amplitude und die Form des Impulses verändert (**Bild 11.03-6**). Wird der Feinschluß noch größer, so wird die Zeilenendröhre nicht mehr gesperrt, das Anodenblech wird glühend rot, und das Bild verschwindet.

Auch wenn der Impuls in seiner Form stimmt, muß seine Spannung Spitze-Spitze überprüft werden. Wenn die Spannungshöhe nicht stimmt, können durch längeren Betrieb in diesem fehlerhaften Zustand Teile beschädigt werden. In erster

Bild 11.03-5. Oszillogramm des Zeilenimpulses am Steuergitter der Zeilenendröhre bei einem Feinschluß im Zeilengenerator

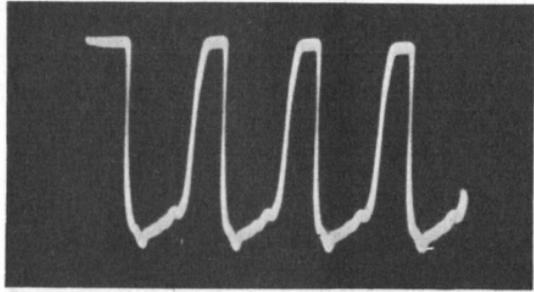
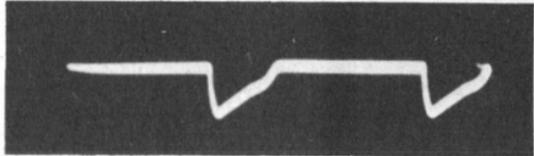


Bild 11.03-6. Oszillogramm des Zeilenimpulses am Steuergitter der Zeilenendröhre bei einem Feinschluß des Koppelkondensators an dieser Röhre



Linie kann der Zeilentransformator durch falsche Öffnungszeiten Schaden erleiden.

Von großer Wichtigkeit ist die senkrecht abfallende Flanke des Impulses. Sie bewirkt ein ruckartiges Abschalten, und dadurch wird der Rückschlagimpuls hoch. Ist die Flanke aber nicht steil, so wird die im Zeilentransformator entstehende Hochspannung zu niedrig. Andererseits soll der Impuls auch nicht zu breit sein, da die Röhre sonst zu früh geöffnet wird. Es fließt dann zuviel Anodenstrom, der für die Ablenkung nicht benötigt wird und der dazu beiträgt, das Lebensalter der Zeilenendröhre zu verkürzen.

Sollten bei der Aufnahme des Oszillogramms trotzdem Zweifel über die richtige Form bestehen (beim Fehlen eines Schaltbildes) so schafft eine Katodenstrommessung der Zeilenendstufe Klarheit. Während der Katodenstrom bei älteren Röhren PL 81 bis 180 mA betragen soll, liegt er bei der Röhre PL 36 bei 200 mA und bei der Röhre PL 500 bei 250 mA. Durch falsche Ansteuerung kann dieser Strom bis über 600 mA ansteigen.

#### 11.04 Praktische Winke

Sind nebeneinander mehrere Bilder zu sehen, so ist die Zeilenfrequenz zu niedrig. Sind zum Beispiel drei Bilder vorhanden, so hat die Zeilenfrequenz noch ein Drittel ihres Sollwertes, bei zwei Bildern ist sie halb so groß wie normal,  $15\ 625 : 2 = 7\ 812,5$  Hz.

Auch an dem charakteristischen hohen Ton, der meist aus dem Zeilentransformator zu hören ist, kann die Veränderung wahr-

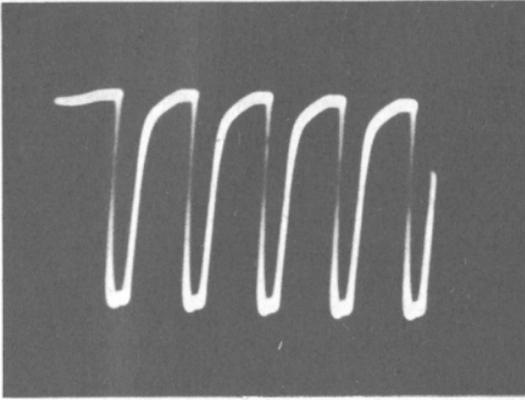


Bild 11.04-1. Oszillogramm bei zu hoher Zeilenfrequenz 20 800 Hz (Ablenkfrequenz des Oszillografen 5200 Hz)

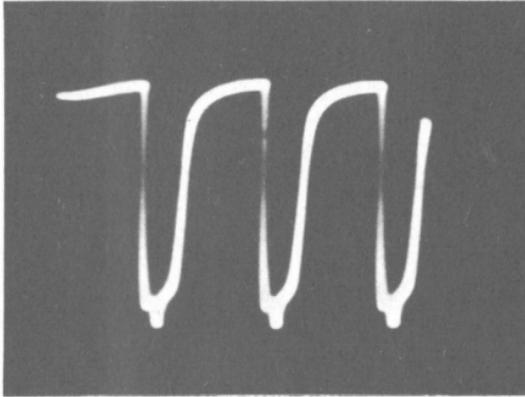


Bild 11.04-2. Oszillogramm bei zu niedriger Zeilenfrequenz 10 400 Hz (Ablenkfrequenz des Oszillografen 5200 Hz)

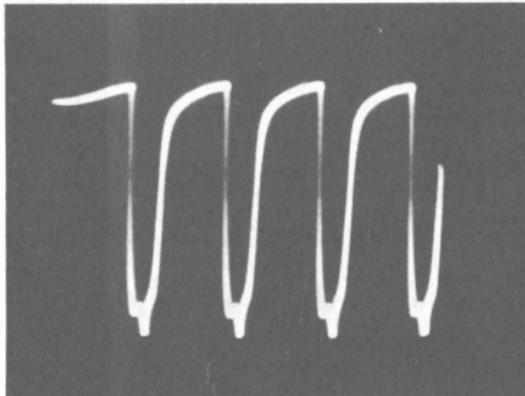


Bild 11.04-3. Oszillogramm bei normaler Zeilenfrequenz 15 625 Hz (Ablenkfrequenz des Oszillografen 5200 Hz)

genommen werden; er ist in seiner Frequenz entsprechend tiefer und dadurch besser wahrnehmbar. Bei derart großen Abweichungen von der Sollfrequenz fällt der Verdacht auf den Zeilengenerator und hier wiederum auf die frequenzbestimmenden Teile, wenn keine höhere Spannung am Steuergitter der nachzuregelnden Röhre liegt.

Im Vergleich zu den Fehlerbildern 11.02–2 und 11.02–3 sind die entsprechenden Oszillogramme (**Bilder 11.04–1** und **2**) der Zeilenfrequenz wiedergegeben. Zur Kontrolle ist ferner ein Oszillogramm mit *richtiger* Zeilenfrequenz in **Bild 11.04–3** abgedruckt. Anhand der größeren oder kleineren Zahl der Impulse kann die Frequenz dann bestimmt werden, wenn der Oszillograf keine besondere Schaltstellung für „Zeilenfrequenz“ 15 625 Hz hat. Ist diese Stellung vorhanden, so kann die Abweichung noch besser kontrolliert werden.

## 12 Fehlersuche in der Zeilenendstufe

### 12.01 Fehlerhäufigkeit und Ersatzteilbeschaffung

Die meisten Fehler in älteren Fernsehempfängern treten in der Zeilenendstufe auf. Die Ursache ist in den hohen Spannungen und Spannungsspitzen zu suchen, die eine übermäßige Beanspruchung der Bauteile zur Folge haben. Die Boosterspannung hat Werte bis zu 900 V. Durch die Zeilenablenkung entstehen Spannungsspitzen bis zu 6 kV, und die im Zeilentransformator erzeugte Hochspannung hat Werte bis zu 18 kV. Auch die Ströme sind so hoch wie in keinem anderen Teil des Fernsehgerätes; so war schon erläutert worden, daß der Strom der Zeilenendröhre bis 250 mA betragen kann. Hinzu kommt, daß bereits geringfügige Veränderungen der Impulse als Fehler auf dem Bildschirm zu erkennen sind. Kleinere Impulsverformungen in anderen Teilen des Gerätes sind meist nicht so kritisch.

So muß der Zeilenendstufe besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Veranlaßt durch die erhöhte Zahl der Ausfälle gegenüber anderen Stufen des Fernsehgerätes wird auch von seiten der Hersteller alles getan, um die Konstruktionen betriebssicherer zu machen. Das wiederum hat zur Folge, daß die Schaltungen und Einzelteile in der Zeilenendstufe öfters geändert werden. Besonders bei Zeilentransformatoren trifft das zu. Das Problem der Reparaturwerkstatt liegt dabei weniger in der Fehlersuche als in der Beschaffung der vielen verschiedenen Ersatzteiltypen. Eine „kleine“ Auswahl verschiedener Zeilentransformatoren ist in **Bild 12.01–1** zu sehen. Sie sind in Form und Anordnung sehr unterschiedlich.

Es ist nicht angebracht, Veränderungen an Zeilentransformatoren vorzunehmen, Teile passend zu machen oder mit kleinen Schaltungsänderungen ähnliche Teile brauchbar zu machen. Grundsätzlich sollten nur Originalteile verwendet werden. Oft sind Kundenreklamationen die Folge von unsachgemäßen Umbauten. Die Arbeit ist nutzlos, weil zuguterletzt doch das Originalteil beschafft werden muß. Wegen des häufigen Wechsels der Modelle muß der Reparaturtechniker entsprechende Vorsorge treffen und die gebräuchlichsten Typen am Lager haben.

Damit wird in diesem Zusammenhang das Problem der Lagerhaltung angesprochen. Es ist vom Standpunkt einer rationellen



Bild 12.01-1. Eine kleine Auswahl verschiedener Zeilentransformatortypen

Fehlersuche unmöglich, jedes größere Ersatzteil oder jede Zeilentransformatortype nur einmal zu bestellen oder bei der Werksvertretung zu dem Zeitpunkt, an dem es gebraucht wird, zu beschaffen. Das würde bedeuten, daß ein Gerät vom Kunden abgeholt wird, dann der Fehler gesucht und anschließend das Gerät unfertig weggestellt wird. Der Zeilentransformator wird beschafft und das Gerät wiederum zum Arbeitsplatz gebracht und repariert. Die Reparatur geht nicht reibungslos vor sich. Die Folge ist ein erhöhter Arbeitsaufwand. Natürlich läßt sich der beschriebene Arbeitsablauf nicht ganz vermeiden, doch sollte dem Ersatzteillager immer größere Aufmerksamkeit gewidmet werden. *Eine erhöhte Lagerhaltung steigert die Reparaturleistung wesentlich.*

## **12.02 Spannungen, Ströme und Impulse in Zeilenendstufen**

Die Aufgabe der Zeilenendstufe ist es, dafür zu sorgen, daß sich in den Zeilenablenkspulen ein sägezahnförmiger Strom aufbauen kann, der eine Frequenz von 15 625 Hz hat. Mit Hilfe dieses Stromes wird der Elektronenstrahl in der Bildröhre hori-

zontal abgelenkt. Je weiter er von der Bildmitte abgelenkt werden muß, um so höher ist auch die erforderliche Ablenkleistung. Der Widerstand der Ablenkspulen muß entsprechend niedrig sein. War der Widerstand bei alten Geräten mit  $70^\circ$ -Ablenkspulen noch ca. 21 bis 23  $\Omega$ , so beträgt er bei  $110^\circ$ -Ablenkung nur noch 4,5 bis 6  $\Omega$ . Die Induktivität der Horizontalablenkspulen verhält sich entsprechend. Sie war bei  $70^\circ$ -Ablenksystemen ca. 35 mH und beträgt bei  $110^\circ$ -Horizontalablenkungen ca. 4 bis 5 mH.

Die Schaltungen der Zeilenendstufen sind bei den einzelnen Fabrikaten sehr unterschiedlich, und sie ändern sich, wie bereits erwähnt, im Verhältnis zu den anderen Stufen im Fernsehgerät häufiger. Da andererseits in der Zeilenendstufe sehr viele Fehler auftreten, ist es hier ganz besonders wichtig, Möglichkeiten zur rationellen Fehlersuche aufzuzeigen.

Zuerst soll das allen Zeilenendstufen Gemeinsame herausgestellt werden. Das sind die einzelnen Spannungen und Ströme, die in der Zeilenendstufe erzeugt werden sollen. Es sind folgende:

### 1. Die hohe Ablenkleistung für die Zeilenablenkung

Es ist die eigentliche Hauptaufgabe des Zeilenablenkteiles, diese für die Ablenkspulen bestimmte Leistung zu erzeugen. Der Strom, der sich in den Zeilenablenkspulen aufbauen soll und der die zur Ablenkung erforderlichen Magnetfelder aufbauen und verändern soll, muß Sägezahnform haben. Während des stetig ansteigenden Teiles wird der Elektronenstrahl der Bildröhre waagerecht von links nach rechts über den Bildschirm geführt. Während des kurzen, steil abfallenden Teiles des Ablenkstromes wird der Strahl an seinen Anfangsablenkpunkt zurückgeführt (**Bild 12.02-1**).

### 2. Die Boosterspannung

Sie entsteht dadurch, daß sich der Boosterkondensator während der Zeit der Zeilenablenkung von links bis zur Bildmitte auflädt. Die Kapazität des Kondensators wird so groß gewählt, daß er sich während der übrigen Zeit der Zeilenablenkung und während des Zeilenrücklaufes nur wenig entlädt. Die Boosterspannung braucht deshalb kaum gesiebt zu werden und steht als Gleichspannung zur weiteren Verwendung zur Verfügung.

In den ersten Jahren nach Einführung des Fernsehens waren die als Boosterkondensator verwendeten Kondensatoren oft nicht spannungsfest genug und wurden häufiger defekt. Inzwi-

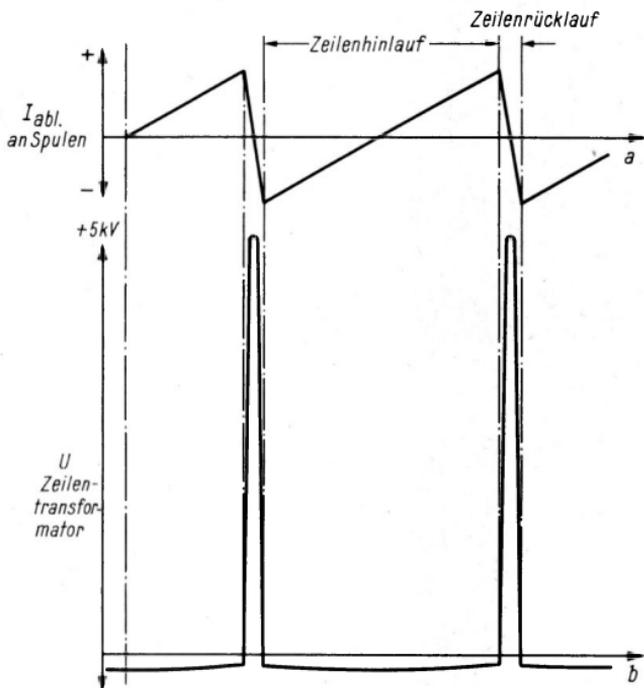


Bild 12.02-1. Strom- und Spannungsverlauf in den Zeilenablenkspulen

schen sind diese Fehler nur noch selten anzutreffen. Eine einfache Prüfung des Boosterkondensators kann wie nachstehend vorgenommen werden:

a) Die Katoden-Anschlußkappe der Boosterdiode wird abgenommen.

b) Die Spannung an Anode der Zeilenendröhre wird gemessen.

Liegt eine positive Spannung an der Anode der Röhre, so ist das die über den defekten Boosterkondensator an der Anode liegende Plusspannung.

Ist keine Spannung in diesem Zustand zu messen, dann dürfte der Boosterkondensator in Ordnung sein.

So ist ohne Lötarbeit eine Schnellprüfung möglich. Die Prüfung ist in **Bild 12.02-2** dargestellt.

Bei älteren Geräten wurden als Boosterröhren Dioden (PY 81) verwendet, deren Anheizzeit ungefähr doppelt so lang wie die

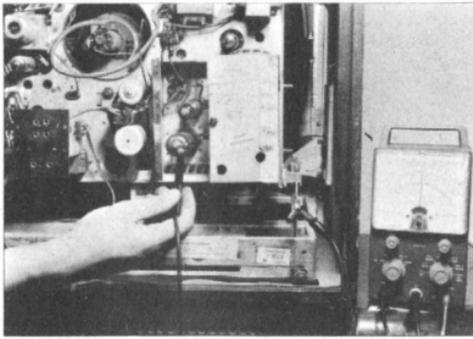


Bild 12.02-2. Booster-  
kondensatorprüfung ohne  
Lötarbeit

der übrigen Röhren war. Bei Alterung der Röhre wird diese Zeit noch länger. Es dauert dann verhältnismäßig lange, bis nach dem Einschalten das Bild erscheint. Die in neueren Geräten verwendete Röhre PY 88 hat die normale Anheizzeit. Infolgedessen ist die Zeitspanne zwischen dem Einschalten und dem Erscheinen des Bildes nicht mehr so groß. Sollte sie gelegentlich zu groß sein, so schafft das Auswechseln der Boosterdiode meist Abhilfe.

### 3. Die hohe Anodenspannung für die Bildröhre

Die im Zeilentransformator zur Verfügung stehende Impulsspannung wird in einer besonderen Wicklung hochtransformiert. Diese Wicklung hat über 1000 Windungen und einen ohmschen Widerstand von 150 bis 250  $\Omega$ .

Wegen der hohen Spannungen müssen die einzelnen Lagen gut isoliert sein. Die gesamte Wicklung ist meistens nochmals mit Kunststoff umgeben. Kleine Schäden an dieser Schicht führen oft zur Beschädigung und zu Sprühercheinungen am Transformator. Die transformierte Impulsspannung wird mit Hilfe einer Hochspannungsdioden (z. B. DY 86) gleichgerichtet. Dabei arbeitet die Diode als Spitzengleichrichter. Die gleichgerichtete Spannung entspricht in ihrer Höhe fast der Spannung Spitze-Spitze der anliegenden Impulsspannung. Die Siebkette für die gleichgerichtete Spannung bildet die Kapazität des Zuführungskabels der Hochspannung zur Bildröhre, der eventuell darin befindliche Widerstand und die Kapazität, die an der Bildröhre zwischen dem Außenbelag und dem in der Bildröhre angebrachten Metallbelag gebildet wird. In **Bild 12.02-3** ist das mit dem entsprechenden Ersatzschaltbild dargestellt.

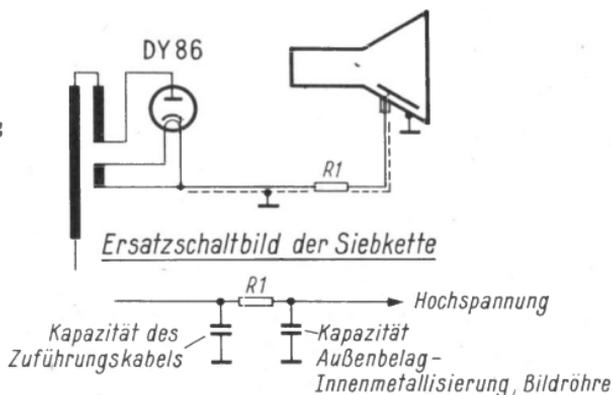
Beim Auswechseln des Hochspannungssockels und des Anschlußkabels ist darauf zu achten, daß ein Kabel mit denselben Widerstandswerten verwendet wird.

Hin und wieder kommt es zu Fehlern, wenn der Außenbelag der Bildröhre nicht einwandfrei geerdet ist. Dann kommt es zu statischen Aufladungen und Spannungsüberschlägen. Das Bild ist zerrissen, Streifen sind zu sehen. Der Fehler kann auch zeitweilig auftreten. An der Funkenbildung ist er meist leicht zu erkennen. Einwandfreie Erdung schafft Abhilfe.

Der Außenbelag wird bei bestimmten Röhrentypen aus Sicherheitsgründen gegen hohe Kurzschlußströme nicht direkt an Masse gelegt. Ein Widerstand (ca. 2 M $\Omega$ ) und, als Schluß für die Wechselfrequenz, ein parallel geschalteter Kondensator liegen zwischen Außenbelag und Masse.

Durch die hohe Impulsbelastung wird die Hochspannungsdiode verhältnismäßig häufig defekt. Der Innenwiderstand der Röhre vergrößert sich, und dadurch sinkt die gleichgerichtete Hochspannung. Der Strahlstrom in der Bildröhre wird nicht mehr genügend beschleunigt. Infolgedessen wird der Einfluß der Ablenk magnetfelder größer, der Strahl wird weiter abgelenkt, und das Bild wird größer. Steht der Helligkeitsregler auf „hell“, so kann das Bild bei gesunkener Hochspannung ganz verschwinden. Derselbe Fehler kann auch auftreten, wenn ein Feinschluß in der Hochspannungswicklung des Zeilentransformators vorliegt oder wenn ein Fehler im Hochspannungssockel vorhanden ist. Sockel mit Heizschleife und Hochspannungsanschluß müssen in diesem häufig auftretenden Fall ausgewechselt werden.

Bild 12.02-3. Hochspannungserzeugung mit Siebung



Versagt die Gleichrichtung bei einem Kurzschluß in der Diode oder im Sockel, so ist das daran zu erkennen, daß ein schwaches, blaues Leuchten um den Hochspannungsanschluß zu sehen ist.

Dem Zeilentransformator können ferner Impulse mit verschiedenen hohen Spannungen entnommen werden. Sie finden Verwendung für

1. die Zeilenaustastung,
2. die getastete Regelung,
3. für Automaten,
4. als Heizspannung für die Hochspannungsgleichrichter-  
röhre.

In **Bild 12.02-4** ist anhand des Blockschaltbildes gezeigt, welche Spannungen der Zeilenendstufe zugeführt werden und welche aus der Zeilenendstufe entnommen werden können.

Da der Strom für Zeilenhin- und -rücklauf gleiche Höhe haben soll, die Zeit für Zeilenhin- und -rücklauf aber verschieden lang ist, entsteht im Zeilentransformator beim Rücklauf eine hohe Spannungsspitze (bis 6 kV).

In Bild 12.02-1 ist die entstehende Induktionsspannung (b) unter dem Strom der Ablenkspulen eingezeichnet. Aus dieser Impulsspannung werden die anderen schon aufgezählten Impulse durch Transformation gewonnen.

Die zweite in der Zeilenendstufe vorhandene Röhre ist eine Diode für hohe Leistung (PY 88,  $P_a = 5 \text{ W}$ ,  $I_a = 220 \text{ mA}$ ), auch Boosterdiode genannt (to boost = anheben). Die Katode dieser Röhre liegt über eine Anzapfung des Zeilentransformators an der Anode der Zeilenendröhre. Dadurch ist die Boosterdiode während des hohen Rücklaufimpulses gesperrt. Jedoch in dem Moment, in dem der neue Hinlauf beginnt, wird die Röhre leitend. Durch ihre Ventilwirkung bewirkt sie eine Dämpfung. Ein Schwingen des Anodenkreises der Zeilenendröhre wird dadurch weitgehend verhindert. Die Gefahr des Nachschwingens ist wegen der hohen Spannung des Rücklaufimpulses besonders groß. Es werden deshalb meist noch zusätzliche Dämpfungsglieder zwischen der Katode der Boosterdiode und der Anode der Zeilenendröhre eingefügt. Arbeitet die Boosterdiode oder das Dämpfungsglied nicht einwandfrei, so entstehen Nachschwingungen, die den Ablenkstrom beeinflussen.

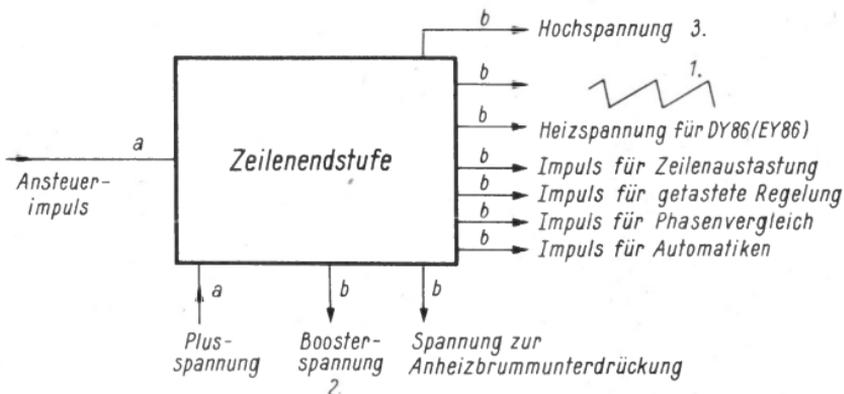


Bild 12.02-4. Spannungen, Ströme und Impulse, die der Zeilenendstufe zugeführt werden (a) und die entnommen werden (b)

Die anderen eingangs erwähnten Impulsspannungen werden mit Hilfe verschiedener Wicklungen dem Zeilentransformator entnommen.

So sind die wesentlichsten Bestandteile der Zeilenendstufe:

1. die Zeilenendröhre,
2. die Boosterdiode,
3. der Zeilentransformator.

Hinzu kommen noch Regler und Spulen zum Korrigieren der Bildbreite und Bildlinearität. Da der Sägezahnstrom für die Zeilenablenkung erst im Anodenkreis der Zeilenendröhre gebildet wird, können auch hier erst Einstellmöglichkeiten geschaffen werden.

Moderne Geräte haben außerdem meist Automaten zur Stabilisierung des Zeilengenerators, der Hochspannung und des Bildformates. Da die Schaltungen dieser Automaten bei den einzelnen Gerätekonstruktionen sehr unterschiedlich sind und meist nur aus wenigen Einzelteilen bestehen, sollte sich der Reparaturtechniker durch sie bei der Fehlersuche nicht irritieren lassen. Er sollte immer erst die wesentlichen Teile der Schaltung untersuchen, also jene Teile, die helfen, ein Bild auf dem Schirm entstehen zu lassen. Dann ergeben sich beim Messen der Spannungen immer Rückschlüsse auf Fehler, die eventuell in Automatikschaltungen zu finden sind. Bei der Fehlersuche wird eine Stabilisierungsschaltung noch näher erläutert.

### **12.03 Prüfung ohne Eingriff in den Empfänger bei Fehlererscheinung „kein Bild“**

Da in der Zeilenendstufe zahlreiche verschiedene Spannungen und Impulse entstehen, sind auch die Fehlermöglichkeiten, die Fehlerarten und die Erscheinungsformen derselben auf dem Bildschirm sehr unterschiedlich. Nach der Art der Fehler und der anzutreffenden Fehlerhäufigkeit kann grob zwischen Fehlererscheinung „kein Bild“ und anderen Fehlern, die vermutlich in der Zeilenendstufe ihren Ursprung haben, unterschieden werden. Zuerst soll die Fehlererscheinung „kein Bild“ beschrieben werden.

Das Gerät wird über ein Wattmeter an das Netz angeschlossen. Die normale Leistungsaufnahme eines Fernsehgerätes beträgt ca. 160 bis 200 W. Liegt sie ca. 40 W unter diesem Wert, heizen die Röhren und ist kein Bild vorhanden, so deutet das auf einen Fehler in der Zeilenendstufe hin. Sie arbeitet nicht. Ist der Leistungsverbrauch unter den gleichen Bedingungen höher als normal, so wird die Zeilenendstufe wahrscheinlich falsch oder überhaupt nicht angesteuert. Dann wird mit der Fehlersuche am besten am Steuergitter der Zeilenendröhre begonnen. Das ist die Prüfung 3 der **Tabelle 12.03–I**. Dabei ist das Anodenblech der Zeilenendröhre zu beachten. Es könnte durch zu hohen Anodenstromfluß rotglühend sein. Durch Ablöten des Schirmgitterwiderstandes wird der Strom dann in der Röhre zuerst weitgehend unterbunden. Der Fehler kann so ohne Gefährdung der Röhre gesucht werden.

### **12.04 Prüfung mit Eingriff in den Empfänger bei Fehlererscheinung „kein Bild“**

Die auszuführenden Messungen sind übersichtlich der Tabelle zu entnehmen. Wenn auch in vielen Veröffentlichungen darauf hingewiesen wird, daß das Funkenziehen mit einem Schraubenzieher an der Hochspannung eine sehr zweifelhafte Prüfung darstellt, so gibt es doch Situationen, in denen diese Prüfungsart von den meisten Praktikern mit Erfolg angewendet wird. Der Außendiensttechniker wird beim Kunden kaum darauf verzichten können. Deshalb wurde diese Prüfung als erste aufgeführt. Fehlt der überspringende Funke, wenn der Schraubenzieher in die Nähe eines nichtisolierten, hochspannungsführenden Teiles gebracht wird, so steht fest, daß die Zeilenendstufe einen Fehler

aufweist. Weitergehende Folgerungen sollten mit Vorsicht getroffen werden.

Eine genaue Prüfung der Hochspannung und damit indirekt das Arbeiten der Zeilenendstufe erfolgt durch Spannungsmessung mit dem Hochspannungsmeßkopf. Die Spannung muß zwischen 14 und 16 kV betragen. Dabei ist zu beachten, daß der Meßkopf nur kurze Zeit angelegt wird, da sonst die im Tastkopf befindlichen Widerstände durchbrennen können.

Ist die Spannung nicht vorhanden oder viel zu niedrig (unter 6 kV), so werden als nächstes die Röhren im Zeilenablenkteil ausgetauscht. Es handelt sich um die Zeilenendröhre, die Boosterdiode und die Hochspannungsgleichrichterröhre. Die Röhren werden am besten einzeln ausprobiert. Da die Zeilenendröhre öfters als die anderen defekt wird, ist es von Vorteil, mit dem Auswechseln dieser Röhre zu beginnen.

Sollte der Fehler durch den Röhrenwechsel nicht zu beseitigen sein, so wird die Schirmgitterspannung der Zeilenendröhre gemessen. Sie muß zwischen 100 bis 200 V betragen. In älteren Geräten brennt häufig der Schirmgitterwiderstand durch. Es ist hier empfehlenswert, beim Ersatz einen etwas höher belastbaren zu verwenden. Normalerweise sollen immer Ersatzteile mit gleichen Werten Verwendung finden; aber in diesem Fall hat es sich gezeigt, daß die Widerstände trotz ausreichender Dimensionierung meist infolge der zusätzlichen Wärmeentwicklung der Zeilenendröhre und der Boosterdiode defekt werden. In neueren Geräten haben die Hersteller schon entsprechende Vorsorge getroffen. Der Fehler ist seltener geworden.

Als nächstes sollte der Boosterkondensator überprüft werden. Die Prüfungsmöglichkeit ist bereits auf Seite 193 beschrieben worden. Haben die bisher durchgeführten Prüfungen keinen Erfolg gezeigt, so wird jetzt die Gittervorspannung an der Zeilenendröhre gemessen. Sie muß normalerweise zwischen -30 und -60 V liegen. Wird ein zweifelhafter oder offensichtlich abweichender Wert gemessen, so wird hier am besten das Oszillogramm des Ansteuerimpulses aufgenommen. Bei der Besprechung des Zeilengenerators war schon eingehend auf die Form und Höhe des Impulses eingegangen worden. Ist seine Form anormal, so wird der Fehler vorher im Zeilengenerator und nicht in der Zeilenendstufe zu suchen sein. Liegt der Impuls jedoch normal an, so ist es an der Zeit, die Schaltungsunterlagen zur Hand zu nehmen.

## 12.05 Fehlersuche bei Fehlererscheinung „kein Bild“

Als Beispiel für die Fehlersuche soll die Schaltung nach **Bild 12.05—1** dienen. Da vorausgesetzt wurde, daß kein Bild vorhanden ist, muß zuerst geprüft werden, warum der richtig anliegende Steuerimpuls an der Zeilenendröhre (PL 500) nicht die *Ablenkung des Elektronenstrahls* vornimmt. Nach den bisher durchgeführten Prüfungen sind nur noch defekte Empfänger übriggeblieben, bei denen klargestellt ist, daß die Hochspannung fehlt oder nur in ungenügender Höhe vorhanden ist, die Spannungsverhältnisse an der Zeilenendröhre jedoch stimmen. Als Fehlerquelle kommen jetzt praktisch nur noch der Zeilentransformator und der Ablenksatz in Betracht. Die Zeilenablenkspulen des Ablenksatzes werden nur sehr selten schadhaft. Es bleibt mithin nur noch der Zeilentransformator als Fehlerquelle übrig. Er muß ausgewechselt werden.

Absichtlich wurde keine der bekannten Zeilentransformator-Prüfmöglichkeiten erwähnt. Sie gelten alle nur für bestimmte Typen oder Fabrikate. Sie bringen kaum schneller Klarheit als die beschriebene, indirekte Prüfung. Es ist nicht vorteilhaft, wenn der alle Empfänger reparierende Techniker Prüfmöglichkeiten erlernt, die nur für bestimmte Typen von Zeilentransformatoren gelten. Die Gefahr von Fehlschlüssen ist groß, wenn die entsprechenden Typen nicht mehr so oft in Reparatur kommen und der junge Techniker daher nur selten die Möglichkeit hat, sich diese Empfängertypen einzuprägen. Dem routinierten Techniker sind die einzelnen Typen geläufig, nicht jedoch dem jungen Techniker. Der letztere muß mit einem Mal alles lernen, und nicht allmählich so, wie sich die Reparaturtechnik zeitlich entwickelte. Es ist deshalb besser, nur Prüfmethoden anzuwenden, die für *alle* Empfänger gelten.

Sehr oft ist nicht der Transformator selbst defekt, sondern nur der Hochspannungssockel. Das ist meist dann der Fall, wenn der hohe Ton der Zeilenfrequenz zu hören ist und die Hochspannung zu gering ist. Dann braucht nur der Sockel mit Heizschleife und Hochspannungsanschluß ausgewechselt zu werden.

## 12.06 Prüfung ohne Eingriff in den Empfänger bei „fehlerhaftem Bild“

Es kann erstens unterschieden werden zwischen Fehlern, die vom Steuergitter der Zeilenendröhre bis zum Ablenksatz auf-



treten, und zweitens solchen, die durch fehlerhafte Impulse aus dem Zeilentransformator verursacht werden.

Fehler der zweiten Gruppe werden meist zuerst in den Stufen gesucht, für die die Impulse bestimmt sind. Wenn also beispielsweise nur Streifen auf dem Bildschirm zu sehen sind und die Zeilenfrequenz ist nicht auf ihren Sollwert zu bringen, so ist besser, den Fehler zuerst in der Zeilensynchronisation oder im Zeilengenerator zu suchen. Erst wenn sich bei der Fehlergrobbestimmung herausstellt, daß der Impuls für den Phasenvergleich aus der Zeilenendstufe fehlt, wird das Oszillogramm in der Zeilenendstufe aufgenommen. Die Wahrscheinlichkeit, den Fehler direkt durch Aufnahme des Oszillogrammes in der Zeilenendstufe zu finden, ist geringer. Ähnlich verhält es sich mit den anderen Impulsen.

*Fehler der ersten Gruppe* können jedoch direkt gesucht werden. Es handelt sich dabei um folgende:

### 1. *Bildbreitenfehler*

Es kann vorkommen, daß die Zeilengeometrie oder die Zeilenlinearität nicht stimmt. Das Bild ist links oder rechts zusammengedrängt. Es handelt sich meist um Röhrenfehler. Wenn die Emission der Zeilenendröhre zu schwach wird, dann ist der Stromanstieg in der Röhre nicht linear, das Bild erscheint am rechten Rand zusammengedrückt.

Bei emissionsschwacher Boosterdiode kann das Bild links abgeschnitten und zusammengedrängt sein. Dieser Fehler hat Ähnlichkeit mit einem solchen, der durch falsche Ansteuerung der Reaktanzröhre hervorgerufen wird. Dabei kommt es jedoch nicht zu einem Zusammendrängen. Diese und ähnliche Fehler können außerdem noch durch fehlerhafte Zeilenlinearitätsglieder (Spulen, Magnete) hervorgerufen werden. Dabei ist es auch möglich, daß das Bild zu breit ist (bei normaler Bildhöhe) und sich nicht mehr auf die normale Breite einstellen läßt (**Bild 12.06-1**).

### 2. *Streifenfehler*

Gemeint sind senkrechte Streifen, gleich welcher Art. Sie haben dann, wenn sie sich auf VHF und UHF gleichermaßen zeigen, ihren Ursprung meist in der Zeilenendstufe. Es kann sich um Partialschwingungen handeln, die auch die Zeilenlinearität mit beeinflussen und als senkrechte Streifen am linken Bildrand (Gardine) zu sehen sind. Sie sind bereits beschrieben worden.

Bild 12.06-1. Das Bild ist zu breit

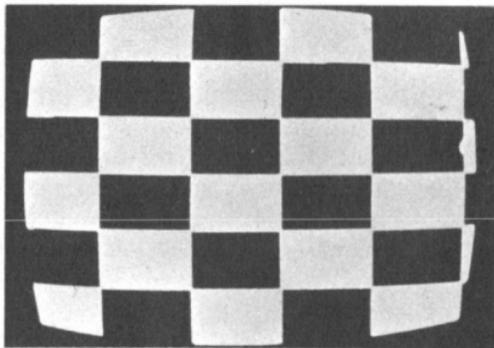
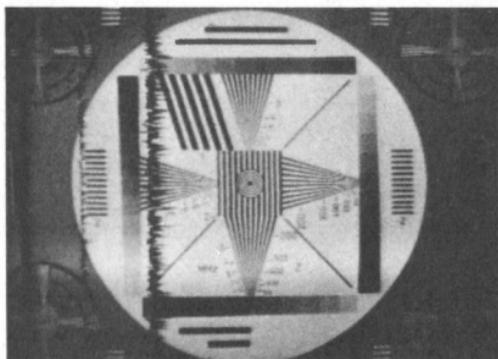


Bild 12.06-2. Streifenfehler, der durch überspringende Funken im Zeilentransformator verursacht wird



Auch Barkhausen-Schwingungen mit einer Frequenz von über 1000 MHz können schwarze, senkrechte Streifen verursachen. Fehlerquelle ist meist eine schadhafte Röhre in der Zeilenendstufe. In den ersten Jahren des Fernsehens gab es vereinzelt Schaltungen, die anfällig für diese Fehler waren. Dann mußten die Schwingungen mit Hilfe von Widerständen oder Ferritkugeln bedämpft werden.

Ferner können Streifen auch durch überspringende Funken im Zeilentransformator verursacht werden (**Bild 12.06-2**).

### 3. Ausgerissene Zeilenpaare, Bauchtanz und ähnliche Fehler der Zeilenendstufe

Wird vermutet, daß ein solcher Fehler seinen Ursprung in der Zeilenendstufe hat, so kann dieser wie folgt gesucht werden:

## 12.07 Prüfung mit Eingriff in den Empfänger bei „fehlerhaftem Bild“

Hat das Bild ausgerissene Zeilenpaare oder starke, helle Streifen, so können Spannungsüberschläge im Zeilentransformator die Ursache sein. Am besten wird der Käfig entfernt und der Zeilentransformator im Dunkeln beobachtet. Dabei können auch kleine Funkenstrecken erkannt werden.

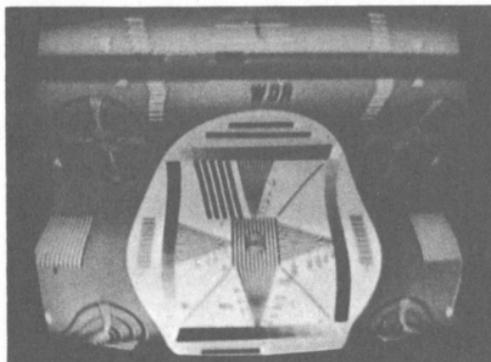
Wird auf diese Weise kein Fehler festgestellt, so werden wieder zuerst die Röhren probeweise ausgewechselt. Der Fehleranteil der Röhren im Zeilenablenkteil ist sehr hoch, und es sollte nie versäumt werden, sie rechtzeitig auszuwechseln.

Bei anderen Fehlern wird erst wieder klargestellt, ob der Fehler in der Zeilenendstufe entsteht oder ob er aus einem anderen Teil des Gerätes in die Endstufe hineingebracht wird (**Tabelle 12.07-1**).

Die Aufnahme des Oszillogrammes am Steuergitter der Zeilenendröhre läßt erkennen, ob der Fehler vom Zeilengenerator kommt. Ist das Oszillogramm in Ordnung, so scheidet diese Möglichkeit aus.

Ist die Plusspannung des Gerätes nicht genügend gesiebt, so kann dadurch ein Krummzieh- oder Bauchtanzfehler entstehen (**Bild 12.07-1**). Bei dem großen Strombedarf der Zeilenendstufe macht sich das oft zuerst in dieser bemerkbar. Das Oszillogramm der geglätteten Gleichspannung wird aufgenommen. Ist der Wechselstromanteil zu hoch, so wird das Siebglied des Netzteiles (Elektrolytkondensator oder Drossel) verantwortlich für den Fehler sein (**Bild 12.07-2** und **3**).

Da der linear ansteigende Ablenkstrom in den Zeilenspulen des Ablenksatzes erst in diesen wirksam wird, kann eine Tren-



*Bild 12.07-1. Schirmbild bei mangelhafter Siebung*

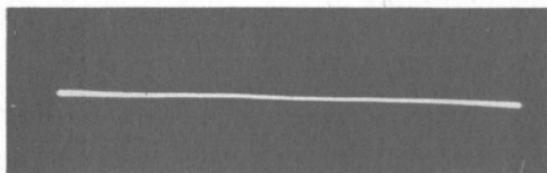


Bild 12.07-2. Oszillogramm der Gleichspannung am Eingang der Zeilenendstufe

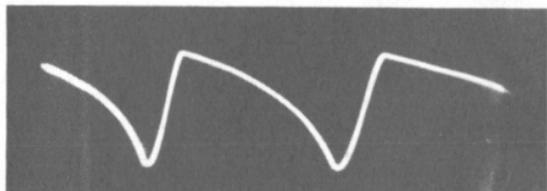


Bild 12.07-3. Oszillogramm der Gleichspannung am Eingang der Zeilenendröhre bei mangelhafter Siebung

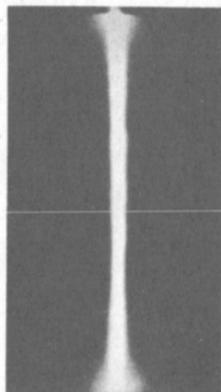


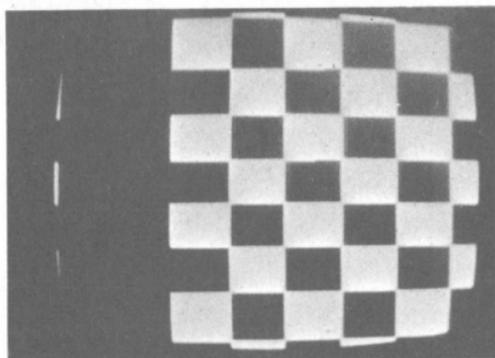
Bild 12.07-4. Bei einem Fehler in der Zeilenablenkspule ist ein mehr oder weniger breiter senkrechter Streifen zu sehen

nung zwischen Zeilenendstufe und Ablenssatz nur schwer vorgenommen werden. Die Industrie ist aber in den letzten Jahren immer mehr dazu übergegangen, die Ablenkeinheiten mit Steckern zu versehen und nicht mehr anzulöten. Dadurch ist es wesentlich leichter, bei Verdacht auf einen Fehler im Ablenssatz diesen probeweise auszuwechseln. Bei Ablensätzen ohne Metallmantel kommen Fehler der Zeilenablenkspulen nur sehr selten vor. Sollte ausnahmsweise ein Kurzschluß oder eine Unterbrechung vorliegen, so zieht sich das Bild seitlich zusammen, oder es ist ein senkrechter Strich zu sehen (**Bild 12.07-4**).

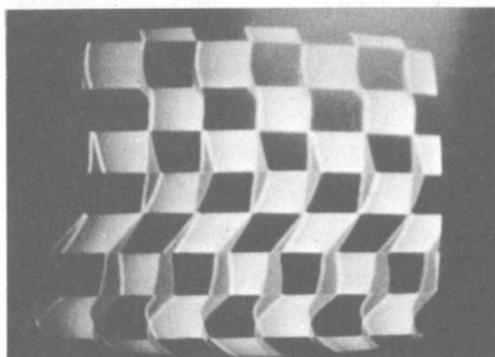
Das Fehlen eines Impulses ist meist auf eine Unterbrechung oder schlechte Masseverbindung im Zeilentransformator zurückzuführen. Die dabei auftretenden Fehler sind für jeden Impuls typisch. Es war schon festgestellt worden, daß die Fehlersuche in einem solchen Fall in der Stufe beginnt, in welcher der Impuls eine Aufgabe zu erfüllen hat.

## 12.08 Impulsfehler

1. Fehlt der Impuls für den Phasenvergleich, so läuft die Zeile weg. Das Bild ist nur schwer zum Stehen zu bringen (**Bild 12.08-1**).



*Bild 12.08-1. Das Bild läuft seitlich weg – Fehlerbild, wenn der Phasenvergleichsimpuls fehlt*



*Bild 12.08-2. Fehlerbild, wenn der Impuls für die getastete Regelung fehlt*

2. Ist kein Impuls für die getastete Regelung vorhanden, so kann diese nicht arbeiten, da die Anodenspannung fehlt (**Bild 12.08-2**).

3. Entsteht kein Zeilenaustastimpuls, so ist am linken Bildrand ein heller Schimmer zu sehen; das Bild kann unscharf wirken.

4. Fehlt ein Impuls, der für eine Automatik benötigt wird – wie im Beispiel –, so kann diese nicht arbeiten.

Es ist also verhältnismäßig einfach, solchen Fehlern auf die Spur zu kommen, und auch bei der Fehlerbeseitigung gibt es wenig Schwierigkeiten. Der Zeilentransformator muß ausgewechselt werden, wenn nicht eine mangelhafte Masseverbindung des Wicklungsendes festgestellt werden kann.

Verschiedene Firmen liefern die Zeilentransformatorenwickel einzeln. Dann kann der Transformator selbst repariert werden. Diese Arbeit erfordert große Sorgfalt. Der Kern muß einwandfrei zusammengesetzt werden, damit der reparierte Transformator nicht wieder defekt wird.

## 12.09 Fehlersuche bei „fehlerhaftem Bild“

Als Beispiel soll die Schaltung nach Bild 12.05–1 dienen. Sicherheitshalber wird zuerst die Schirmgitterspannung gemessen und die Boosterkondensatorprüfung durchgeführt. Es könnte ein Feinschluß des Schirmgitter- oder des Boosterkondensators vorliegen. Das kann durch eine Messung schnell festgestellt werden.

Als Fehlerquelle kommen jetzt praktisch nur noch die Schaltelemente der Bildbreitenautomatik in Betracht. Fast alle modernen Geräte haben eine Bildbreitenautomatik oder Stabilisierungsschaltung. Damit wird die Bildbreite auch bei schwankender Netzspannung gleichmäßig festgehalten. Im vorliegenden Fall wird über die beiden als kapazitive Spannungsteiler geschalteten Kondensatoren C 3 und C 4 ein Impuls abgegriffen und an den VDR-Widerstand geleitet.

Ein VDR-Widerstand (voltage dependent resistor) ist ein spannungsabhängiger Widerstand. Sein Widerstandswert nimmt ab, wenn die anliegende Spannung erhöht wird. Dadurch hat er eine gekrümmte Kennlinie. Durch diese Krümmung tritt eine begrenzte Gleichrichtung anliegender Wechsel- und Impulsspannungen auf. Der VDR-Widerstand kann zur Gleichrichtung von Impulsen aus dem Zeilentransformator verwendet werden.

Der vom Zeilentransformator kommende Impuls wird gleichgerichtet, und die gleichgerichtete, negative Spannung wird über die Widerstände R 3 und R 2 dem Steuergitter der Zeilenendröhre zugeführt. Als negative Gittervorspannung bestimmt sie den Arbeitspunkt der Röhre. Ist die negative Spannung hoch, so fließt weniger Anodenstrom durch die Röhre; ist die Spannung niedriger, wird der Stromfluß erhöht. Die Spannung wird aber höher, wenn die Netzspannung steigt. Dann erhöhen sich alle Spannungen im Zeilentransformator und damit auch die Impulsspannungen. Die erhöhte, gleichgerichtete und dem Steuergitter zugeführte negative Spannung sorgt aber dafür, daß nicht mehr soviel Strom durch die Zeilenendröhre fließt. Die von der Zeilenendröhre abhängigen Spannungen werden niedriger. Sinkt die Netzspannung, so kann wieder mehr Strom in der Röhre fließen. Die Impulsspannungen des Zeilentransformators werden stabil gehalten.

Um von außen Einfluß auf die Höhe der negativen Vorspannung nehmen zu können, wird der negativen Spannung noch eine einstellbare positive Gegenspannung über die Widerstände

R 7, R 6 und R 5 zugeführt. Da R 6 regelbar ist, kann die Gittervorspannung durch die Zuführung einer mehr oder weniger positiven Spannung höher oder niedriger geregelt werden.

Da mit dieser Stabilisierungsschaltung alle Spannungen des Zeilentransformators festgehalten werden, liegt auch die Hochspannung fest. Durch Einstellung der richtigen Bildbreite ist infolgedessen auch die Hochspannung zwangsläufig auf ihrem Normalwert. Diese soll ca. 14 bis 16 kV betragen. Würde sie höher als 17 kV, so könnten Schäden am Zeilentransformator oder an der Bildröhre auftreten.

### 12.10 Kontrolle und Fehler der Bildbreitenautomatik

Die Kontrolle der Bildbreitenautomatik kann folgendermaßen vorgenommen werden: Das Gerät wird über einen Regeltransformator angeschlossen, und die Spannung des Transformators wird von 180 bis 230 V geregelt. In diesem Bereich muß die Bildbreite in etwa gleich bleiben. Auf **Bild 12.10-1** ist die Prüfung dargestellt.

Fehler in der Stabilisierungsschaltung sind meist schon beim Messen der Gittervorspannung an der Zeilenendröhre festzu-

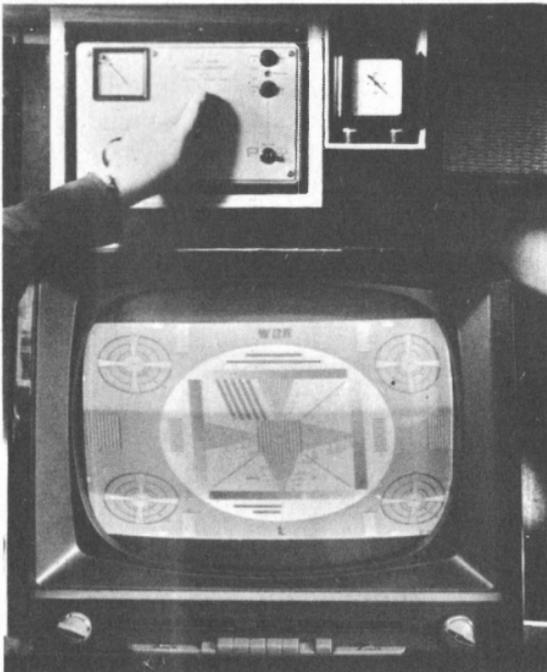


Bild 12.10-1. Kontrolle der Bildbreitenautomatik bei 170 V Netzspannung

Bild 12.11-1. Zeilentransformator mit defekter Isolierung der Hochspannungswicklung

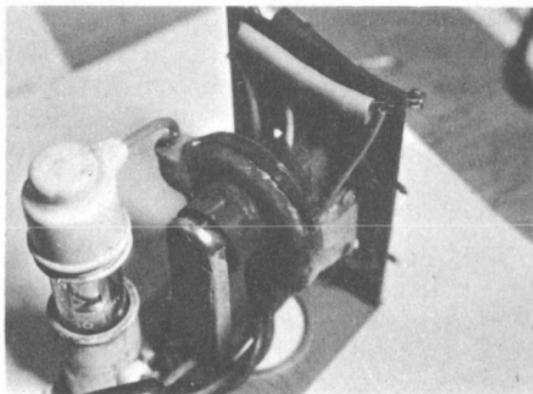
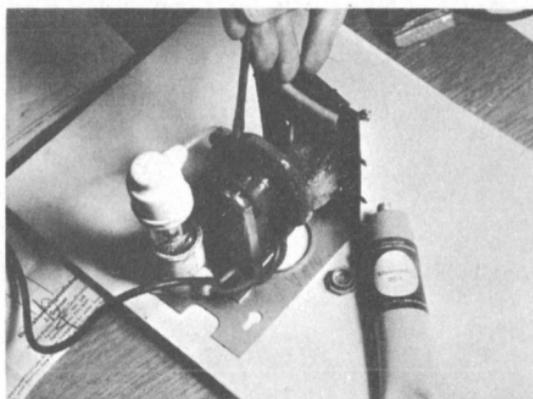


Bild 12.11-2. Reparatur des Zeilentransformators mit Siliconpaste DC 4



stellen. Die negative Spannung weicht dann erheblich vom Sollwert ab. Es kann eine so starke Abweichung vorliegen, daß kein Bild mehr zu sehen ist. Bei einem Schluß der Kondensatoren C 3 und C 4 wird die Impulsspannung zu hoch, der Widerstand R 5 und auch der Regler R 6 können durchbrennen. Ist die Gittervorspannung zu niedrig, dann hat meist einer der Widerstände R 2 und R 3 seinen Wert vergrößert. Der VDR-Widerstand wird nur sehr selten defekt, und er braucht deshalb nicht sofort in den Kreis der verdächtigen Teile einbezogen zu werden.

Bereitet das theoretische Wissen um die Wirkungsweise des Zeilenablenketeiles manchmal einige Kopfschmerzen, so ist die praktische Arbeit in diesem Schaltungsteil nicht schwierig. Der größte Teil der Fehler ist in defekten Röhren und Zeilentransformatoren zu suchen. Die restlichen Mängel sind meist so

augenfällig, daß sie leicht festgestellt werden können. Wegen der hohen Impulsspannungen gibt es auch nur selten kleine Feinschlüsse, größere Übergangswiderstände und ähnliche Fehler, die in anderen Stufen des Gerätes öfters auftreten und hohe Anforderungen an den Reparaturtechniker stellen.

### **12.11 Praktische Winke**

Bei älteren Geräten kann es vorkommen, daß die Isolierung des Zeilentransformators beschädigt ist und daß dadurch Sprühercheinungen festzustellen sind. Das Auswechseln des Zeilentransformators kann in einem solchen Fall oft umgangen werden, wenn man die offen liegenden Stellen dick mit Siliconpaste DC 4 einstreicht. Auf diese Weise kann die Lebensdauer des Zeilentransformators verlängert werden. In **Bild 12.11–1** ist ein defekter Zeilentransformator gezeigt, der mit Hilfe der Paste repariert werden kann; sie wird gemäß **Bild 12.11–2** über die schadhaften Stellen gestrichen.

# 13 Fehlersuche in der Bildsynchronisation

## 13.01 Bildsynchronisationsschaltungen

Aufgabe der Bildsynchronisation ist es, mit Hilfe der vom Sender gelieferten Synchronimpulse den Bildgenerator des Empfängers in Gleichlauf mit dem Sender zu bringen. Zu diesem Zweck müssen die Bildimpulse aus dem vom Amplitudensieb gelieferten Impulsgemisch herausgetrennt und anschließend so an den Bildgenerator geleitet werden, daß sie diesen in seiner Frequenz beeinflussen. Der Beginn einer Schwingung des Bildgenerators soll vom Synchronisierimpuls abhängig gemacht werden. Ferner muß verhindert werden, daß die Zeilensynchronimpulse den Bildgenerator erreichen. Sie sollen den Synchronisationsvorgang nicht stören.

Die Trennung der Bild- von den Zeilensynchronimpulsen kann am einfachsten mit Hilfe einer Integrationskette vorgenommen werden. Durch die Schaltung von Widerständen und Kondensatoren – wie in **Bild 13.01–1** angegeben – und durch entsprechende Dimensionierung dieser Teile wird erreicht, daß sich der Kondensator C 1 bei den kurzzeitigen Zeilenimpulsen auf- und völlig entlädt. Bei den zeitlich länger dauernden Bildimpulsen kann sich der Kondensator jedoch nicht vollständig entladen. Die Zeit reicht dazu nicht aus. Es kommt schon ein neuer Impuls, der sich auf die vom vorherigen Impuls gebliebene Spannung aufbaut. Da jeweils immer fünf Bildwechselimpulse hintereinander gesendet werden, entsteht so aus dem Synchronimpuls-

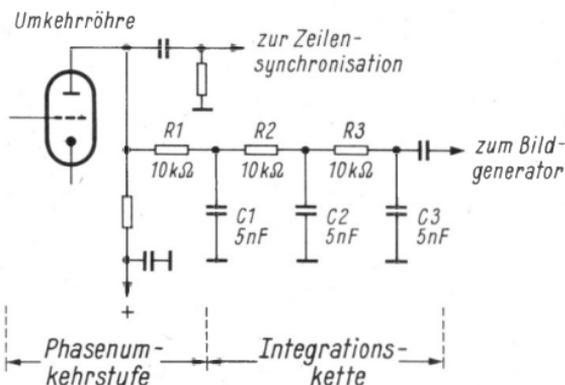


Bild 13.01–1. Bildsynchronisationsschaltung

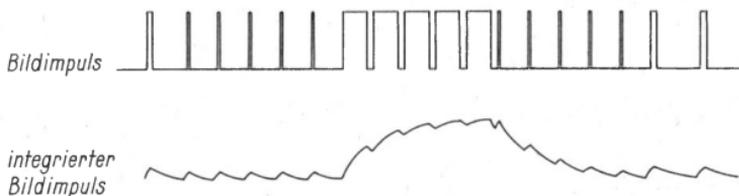


Bild 13.01-2. Integration der Bildimpulse

gemisch eine Spannungsspitze mit höherer Amplitude. Diese Spannungsspitze kann für den eigentlichen Synchronisiervorgang verwendet werden.

In **Bild 13.01-2** wird der Spannungsverlauf bei der Integration gezeigt.

Meist werden mehrgliedrige Integrationsketten verwendet, so daß die zur Synchronisation erforderliche hohe Spannung in mehreren Etappen integriert wird.

Durch das Zeilensprungverfahren würde der Beginn der Integration auf verschiedenen hohem Spannungspotential liegen, denn bei einem Teilbild liegt zwischen dem letzten Zeilensynchronimpuls und dem Beginn der Bildwechselimpulse eine Zeitspanne von  $64 \mu\text{s}$  und beim nächsten Teilbild eine solche von  $32 \mu\text{s}$ . Um ein gleich hohes Ausgangspotential für den Beginn der Integration zu erhalten und um störende Einwirkungen der Zeilensynchronimpulse auf den Bildwechsel zu vermeiden, werden den

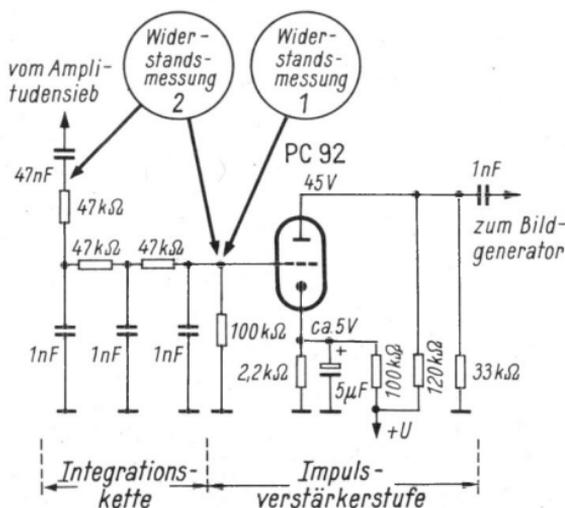


Bild 13.01-3. Bildsynchronisationsschaltung mit Röhre

Bildsynchronimpulsen vom Sender Ausgleichsimpulse (Vortrabanten) vorausgeschickt. Dadurch werden gleiche Verhältnisse für jeden Bildwechsel geschaffen.

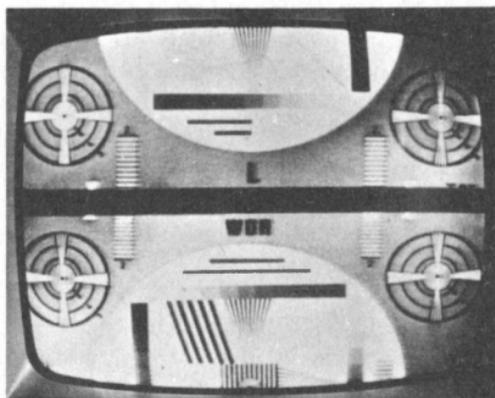
Spitzengeräte haben teilweise unterschiedliche Schaltungsbesonderheiten. Damit soll jeweils erreicht werden, daß das Bild sehr stabil synchronisiert wird. Störungen sollen den Synchronisiervorgang kaum noch beeinflussen. Eine solche Schaltung ist in **Bild 13.01–3** gezeigt. Hier wird der integrierte Impuls über eine besondere Röhre geführt, ehe der Bildgenerator synchronisiert wird. Diese Schaltung soll als Beispiel für die Fehlersuche in der Bildsynchronisierung dienen.

### 13.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät

1. Der Verdacht auf einen Fehler in der Bildsynchronisation ist gegeben, wenn das Bild von oben nach unten oder umgekehrt über den Bildschirm läuft (**Bild 13.02–1**). Es wird zuerst der Bildkippreger betätigt. Ist es möglich, durch Verändern dieses Reglers das Bild zum Stehen zu bringen, wenn auch nur für einen Moment, so deutet das auf einen Fehler in der Bildsynchronisation oder in den davor liegenden Schaltstufen, wie Impulstrennstufe, Amplitudensieb, Videoendstufe, getastete Regelung, hin.

In der **Tabelle 13.02–I** sind die für einen solchen Fehler in Frage kommenden Stufen wieder gestrichelt angedeutet.

Ist es nicht möglich, durch Verändern des Bildkippreglers das Bild zum Stehen zu bringen, so weist wahrscheinlich der Bildgenerator selbst einen Fehler auf. Sicherheitshalber wird aber



*Bild 13.02–1. Schirmbild bei einem Defekt in der Bildsynchronisation (Bild läuft)*

2. der von der Rückseite zugängliche Bildkipp-Grobregler nachgestellt. Dazu wird der Feinregler in Mittelstellung gebracht, und es wird dann mit dem Grobregler versucht, das Bild zum Stehen zu bringen. Gelingt das nicht oder läuft das Bild nach einiger Zeit wieder weiter, so sollte die nächste Prüfung folgen.

### 13.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät

Es muß zuerst mit Sicherheit festgestellt werden, ob der Fehler tatsächlich in den Schaltungszweigen der Bildsynchronisation zu suchen ist.

Erstens kann das von der Impulstrennstufe kommende Impulsgemisch schon durch einen vorher liegenden Fehler so deformiert sein, daß keine einwandfreie Integration möglich ist.

Zweitens kann im Bildgenerator ein Fehler bei der Schwingungserzeugung vorliegen, der trotz anliegender, einwandfreier Synchronisierspannung keinen einwandfreien Gleichlauf zuläßt. Dieser Fehler tritt öfters bei Sperrschwingerschaltung auf.

Der Bildgenerator soll im unsynchronisierten Zustand eine etwas niedrigere Kippfrequenz als die Synchronimpulse haben. Dadurch ist es möglich, daß der Synchronimpuls den Kippvorgang einwandfrei auslöst. Wird die freie Kippfrequenz aber durch einen Fehler höher als die Frequenz des Synchronimpulses – z. B. 52 Hz –, so kippt der Generator zu früh, und eine Synchronisation ist nicht oder nur zeitweilig möglich. Der Fehler ist entweder in der defekten Bildgeneratorröhre zu suchen, die ihre Werte verändert hat, oder aber das Zeitkonstantenglied des Sperrschwingers hat seine Werte verändert. – Ferner kann noch folgendes gesagt werden:

Läuft der Bildgenerator zu schnell (Sollfrequenz zu hoch), so läuft das Bild auf dem Bildschirm von oben nach unten. Hinkt der Bildgenerator nach (Sollfrequenz zu niedrig), so läuft das Bild von unten nach oben. Fehlt also der Synchronimpuls, so wird das Bild von unten nach oben laufen, da die Kippfrequenz im unsynchronisierten Zustand etwas niedriger als die Sollfrequenz sein soll.

Steht die Zeile einwandfrei fest, so werden als erstes die in Frage kommenden Röhren *Bildsynchronisation* – *Bildgenerator* – *Amplitudensieb* – *Impulstrennstufe* ausgewechselt. Nur wenn der Bildkipp nach dem Röhrenwechsel vollkommen einwandfrei arbeitet, kann von einer weiteren Fehlersuche abgesehen werden. Hier sollte eine sehr genaue Prüfung vorgenommen werden,

denn es kann passieren, daß der Fehler nach wie vor nicht behoben ist. Der Röhrenwechsel hat den fehlerhaften Zustand nur verkleinert. Deshalb ist hier eine gründliche Prüfung erforderlich. Bleiben Zweifel, ist der Fangbereich zu klein oder ist der Fehler noch vorhanden, so wird nach einer kurzen Überprüfung der Gesamt-Plus-Spannung zur weiteren Fehlersuche der *Oszillograf* verwendet.

Bei dem verhältnismäßig geringen Schaltaufwand der Bildsynchronisation ist es nicht nötig, eine Trennung zwischen Prüfung und eingehender Fehlersuche vorzunehmen. Bei den einzelnen Konstruktionen weichen die Höhe der Impulsspannungen und die Form der Impulse voneinander ab; es ist deshalb ratsam, nach dem erfolglosen Röhrenwechsel die Schaltung zur Hand zu nehmen. Zur Klärung darüber, ob der Fehler vor oder nach den Bildsynchronisationsschaltteilen liegt, wird *das Oszillogramm nach der Impulstrennstufe und vor dem Bildgenerator* aufgenommen. Stellt sich heraus, daß der Fehler schon vor der Bildsynchronisation zu suchen ist, weil das Oszillogramm nicht in Ordnung ist, so wird als nächstes der Koppelkondensator des Amplitudensiebes überprüft.

Wie bereits besprochen, geschieht das einfach so, indem die Röhre des Amplitudensiebes herausgezogen und dann am Ankoppelgitter die Spannung gemessen wird. Ist eine positive Spannung vorhanden, so dürfte der Koppelkondensator einen Feinschluß aufweisen.

Es kommt öfter vor, daß die kurzzeitigen Zeilenimpulse bei einem Feinschluß im Amplitudensieb noch differenziert werden können, während eine Integration der deformierten Bildimpulse nicht mehr möglich ist.

Sollte der Koppelkondensator in Ordnung sein, so werden die Oszillogramme der Impulstrennstufe, des Amplitudensiebes und der Videoendstufe überprüft. In seltenen Fällen sind die Synchronimpulse schon am Gitter der Videoendröhre beschnitten, und das Amplitudenverhältnis Signal-Synchronimpuls stimmt nicht. Dann ist der Fehler in der Videogleichrichtung oder der getasteten Regelung zu suchen. Mit dem Oszillografen sind diese Fehler schnell zu bestimmen.

Ist das Oszillogramm am Ausgang der Impulstrennstufe in Ordnung und ist es am Bildgenerator fehlerhaft, so liegt ein Fehler in den Schaltelementen der Bildsynchronisation vor. Hier am Ende der Bildsynchronisationsschaltung ist schon die rückwirkende Bildfrequenz aus dem Bildgenerator zu sehen, und

außerdem kann durch Auskippen des Bildes der Synchronimpuls sichtbar gemacht werden. Je nach Schaltung ist das Oszillogramm der Bildfrequenz an dieser Stelle unterschiedlich, aber der Synchronimpuls hebt sich immer als Spitze heraus.

In **Bild 13.03–1** ist das Oszillogramm zu sehen, daß in der Schaltung an der Anode der Röhre PC 92 in unsynchronisiertem Zustand vorhanden sein muß. Laufen Synchronisierspannung und Bildfrequenz gleich, wird also synchronisiert, so sieht das Oszillogramm wie in **Bild 13.03–2** aus. Synchronimpuls und Bildfrequenz decken sich.

Ist das Oszillogramm hier fehlerhaft, wird es am Steuergitter der Röhre PC 92 aufgenommen (**Bild 13.03–3**). Ist es auch hier fehlerhaft, so wird die Röhre herausgezogen und an der Röhrenfassung die Gleichspannung gemessen. Liegt eine positive Spannung an, so kann der Koppelkondensator defekt sein. Schwankt der Zeiger jedoch nur um den Nullpunkt des Instrumentes, so wird das Gerät ausgeschaltet und am Röhrensockelanschluß des Steuergitters mit dem *Ohmmeter* der Widerstand gemessen (Messung 1 in Bild 13.01–3). Ist er niedriger als 100 k $\Omega$ , dann hat ein Kondensator der Integrationskette Schluß- oder Feinschluß. Ist der gemessene Widerstandswert höher als 100 k $\Omega$ , so kann der Gitterableitwiderstand schadhafte sein.

Mit Absicht wurde die Messung bis jetzt auf die Röhrenfassung beschränkt, denn sie ist in jedem Fall schnell zu finden. Ganz besonders bei Geräten mit Druckplatinen ist es trotz vorliegender Schaltunterlagen oft nicht schnell genug möglich, in der Schaltung Meßpunkte zu finden. Deshalb sollte zuerst versucht werden, den Fehler von leicht zugänglichen Punkten aus zu finden. Nur in den wenigen Fällen, in denen der Fehler hier so nicht zu finden ist, müssen einzelne Punkte herausgesucht werden.

Die zweite Widerstandsmessung wird hinter dem Koppelkondensator vorgenommen (Messung 2 in Bild 13.01–3), und zwar von diesem Punkt zum Steuergitter. Damit können alle drei Widerstände mit einem Male gemessen werden. Der Meßwert muß um 150 k $\Omega$  liegen. Ist er höher, so hat einer der Widerstände seinen Wert verändert. Mit dieser letzten Messung ist nun jeder Fehler bis zum Steuergitter der PC 92 lokalisiert.

Stimmt das Oszillogramm am Steuergitter noch und ist es an der Anode der Röhre fehlerhaft, so wird die Anoden- und Katodenspannung gemessen. Mit einer dieser Messungen wird jetzt der fehlerhafte Widerstand ermittelt. Da der Katode in

Bild 13.03-1. Bildsynchronimpuls mit Impuls des Bildgenerators an der Anode im unsynchronisierten Zustand

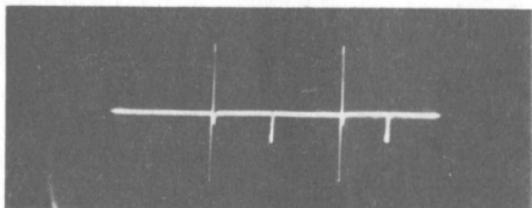


Bild 13.03-2. Bildsynchronimpuls mit Impuls des Bildgenerators im synchronisierten Zustand

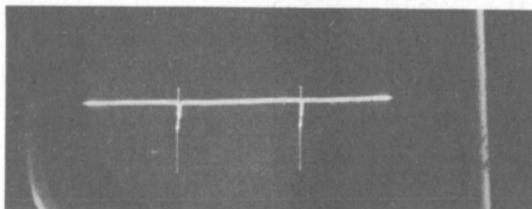


Bild 13.03-3. Bildsynchronimpuls am Steuergitter der Röhre

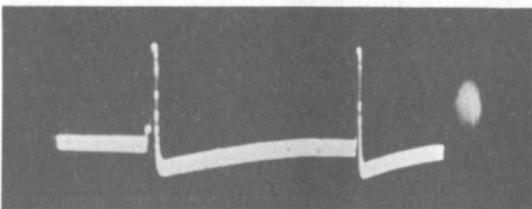


Bild 13.03-4. Integrierter Bildimpuls bei direkter Synchronisation

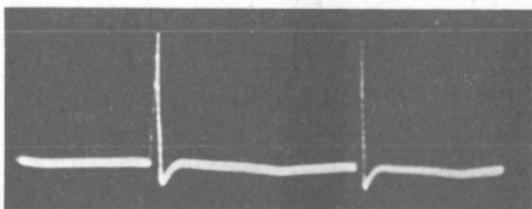
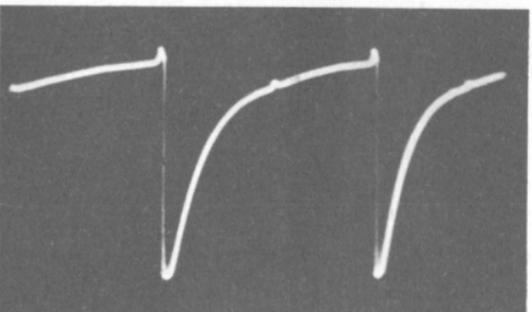


Bild 13.03-5. Bildgeneratorimpuls mit Synchronimpuls im unsynchronisierten Zustand



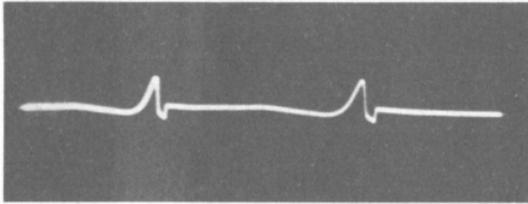


Bild 13.03-6. Integrierter Bildimpuls, wenn ein Widerstand der Integrationskette zu groß geworden ist

dieser Schaltung noch eine positive Teilspannung zugeführt wird, kann es vorkommen, daß der Zuführungswiderstand von 100 k $\Omega$  seinen Wert vergrößert hat. Die Katodenspannung ist dann nur wenig niedriger, aber die Impulsverstärkung ist nicht mehr normal, der Arbeitspunkt ist verschoben. Die Synchronisation kann labil werden. In einem solchen Fall ist der Widerstand zu überprüfen.

Übrig bleibt bei normalen Spannungen lediglich der Katoden-Elektrolytkondensator als Fehlerquelle. Er kann seine Kapazität verringert haben. Dadurch wird die Überbrückung des Katodenwiderstandes teilweise unwirksam. Es entsteht eine Gegenkopplungsspannung, die bewirkt, daß der Synchronimpuls an der Anode der Röhre niedriger wird. Die Synchronisation ist dadurch nicht einwandfrei gewährleistet.

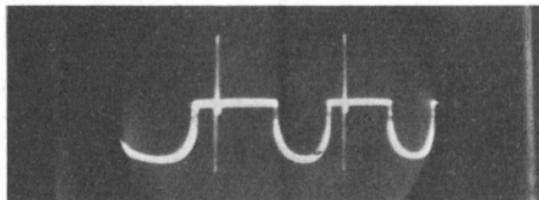
Auf diese Weise lassen sich Fehler auch in Geräten mit ähnlichen Schaltungen feststellen.

Bei den meisten Geräten wird direkt ohne Zwischenschaltung einer Röhre synchronisiert. Je nach Richtung der Synchronisierimpulse wird entweder am Gitter oder an der Anode eingespeist. Der integrierte Synchronimpuls (**Bild 13.03-4**) wird dann zur direkten Synchronisation herangezogen. Er ist im nichtsynchronisierten Zustand als Spitze über den Bildgeneratorimpuls laufend zu sehen (**Bild 13.03-5**). Wenn einer der Integrationswiderstände seinen Wert verändert hat und größer geworden ist, kann nicht mehr einwandfrei integriert werden. Das Oszillogramm zeigt keine hohe Spitze mehr (**Bild 13.03-6**). Die Bildsynchronisation arbeitet nicht. Das Bild läuft zeitweilig.

#### 13.04 Praktische Winke

Beim Oszillografieren der Bildsynchronisation sollte folgendes beachtet werden: Der Rücklaufimpuls des Bildgenerators kann bis ins erste Integrierglied zurückwirken. Bei der Kontrolle des Synchronimpulses sollte deshalb die Bildfrequenz so geregelt werden, daß Bildrücklauf und Synchronisierimpuls nicht zusam-

Bild 13.04-1 Fehlerhafter Impuls an Anode der PC 92 durch Brummeinstreuung



menfallen; dann kann der Synchronisierimpuls gemessen werden.

In den Schaltbildern werden oft Angaben gemacht wie: „synchronisiert“ oder „unsynchronisiert“. Dabei ist, wie bereits festgestellt wurde, ein Oszillogramm im synchronisierten Zustand immer eine Zusammensetzung zweier Impulse. Sollen Rückschlüsse auf einen Fehler gezogen werden, ist es besser, eine Trennung vorzunehmen, damit keine Fehlschlüsse gezogen werden. Der Bildfangregler wird verstellt.

Welche Formen ein Impuls bei einem fehlerhaften Zustand annehmen kann, ist im Oszillogramm in **Bild 13.04-1** zu sehen. Hier ist das Oszillogramm durch eine Brummeinstreuung infolge eines Heizfaden-Katodenschlusses verändert. Da die Frequenz der Brummspannung der Bildfrequenz entspricht, kann es sich nur um die Netzfrequenz handeln. Normalerweise wird der Techniker dieses Oszillogramm in der Form kaum ansehen, denn ehe er den Oszillografen benutzt, sollten die Röhren probeweise ausgewechselt sein, und damit wäre der Fehler schon behoben worden.

# 14 Fehlersuche in Bildgeneratoren

## 14.01 Schaltungsarten

Zur senkrechten (vertikalen) Ablenkung wird eine sägezahnförmige Spannung von 50 Hz benötigt. Als Schaltungsarten zu ihrer Erzeugung werden Sperrschwinger- und Multivibratorschaltungen (**Bild 14.01-1**) bevorzugt. Mit diesen Schaltungen ist es nicht schwierig zu synchronisieren.

Der Elektronenstrahl in der Bildröhre wird mit Hilfe der Bildablenkspulen abgelenkt. Dazu ist ein während des Bild-Hinlaufes linear ansteigender Strom erforderlich. Dieser Strom wird im Anschluß an den Bildgenerator mit Hilfe der Bildendstufe erzeugt. Reparaturtechnisch kann deshalb zwischen Bildgenerator und Bildendstufe unterschieden werden.

Bei der Fehlerbestimmung sollte erst wieder mit einfachen Mitteln darüber Klarheit geschaffen werden, ob der Fehler im Generatorenteil oder in der Bildendstufe zu suchen ist. Zuerst soll die Fehlersuche im Bildgenerator beschrieben werden.

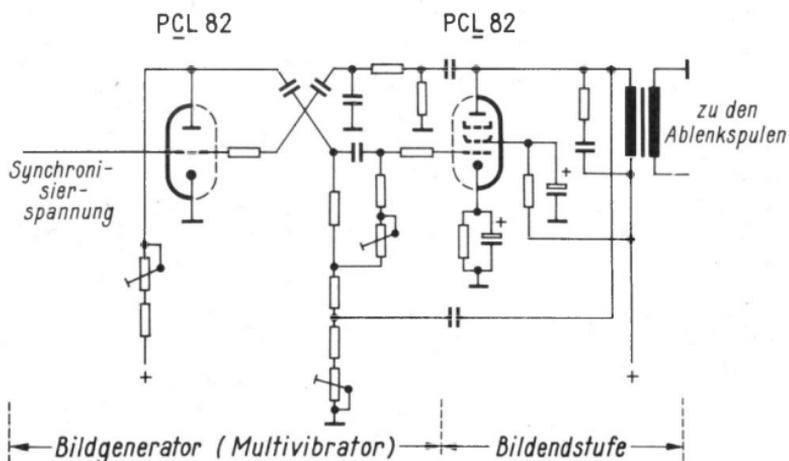


Bild 14.01-1. Bildgenerator in Multivibratorschaltung

Bild 14.02-1. Schirmbild beim  
Ausfall des Bildgenerators

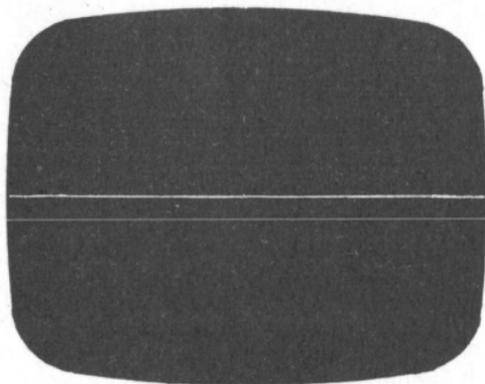
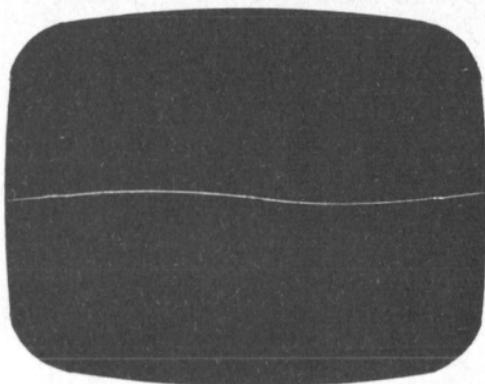


Bild 14.02-2. Eine Krümmung  
des Striches deutet an, daß der  
Ablenksatz defekt ist



### 14.02 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät

Der Verdacht auf einen Fehler im Bildgenerator liegt bei folgenden Erscheinungen vor:

1. wenn auf dem Bildschirm ein waagerechter Strich zu sehen ist. Dann muß zuerst die Helligkeit soweit zurückgeregelt werden, daß der Strich nur noch schwach zu sehen ist. Sonst ist die Gefahr des Einbrennens gegeben, und die Bildröhre kann unbrauchbar werden (**Bild 14.02-1**).

Handelt es sich um einen genau waagrecht verlaufenden Strich, so ist noch zu klären, ob der Fehler im Bildgenerator oder in der Bildendstufe zu suchen ist.

Ist der Strich gemäß **Bild 14.02-2** leicht gebogen, so kann der Ablenksatz defekt sein. Besonders dann, wenn es sich um einen

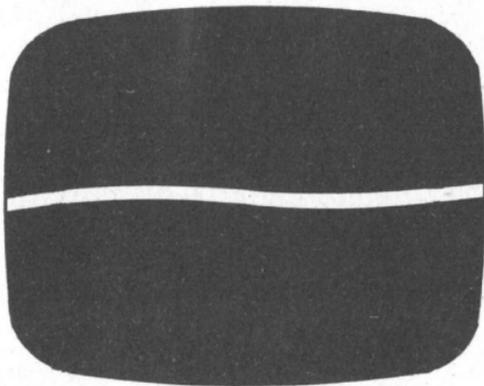


Bild 14.02-3. Wellenförmig gekrümmter 2 bis 3 cm breiter Balken

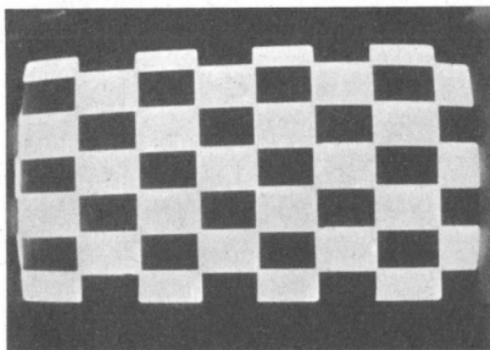


Bild 14.02-4. Trotz Nachstellen des Bildhöhenreglers ist das Bild nicht auf volle Höhe zu regeln

zwei bis fünf Zentimeter breiten, wellenförmig verlaufenden Balken handelt (**Bild 14.02-3**), ist zuerst die Überprüfung des Ablenksatzes zu empfehlen.

2. wenn das Bild oben und unten nicht auf eine den Bildschirm ausfüllende Höhe zu bringen ist (**Bild 14.02-4**);

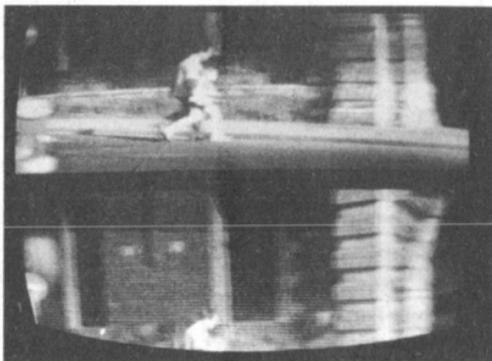
3. wenn mehrere Bilder übereinander zu sehen sind und die Synchronisation evtl. ausfällt (**Bild 14.02-5**);

4. wenn oben und unten Teile des Bildes fehlen und die Bildgeometrie nicht stimmt (**Bild 14.02-6**);

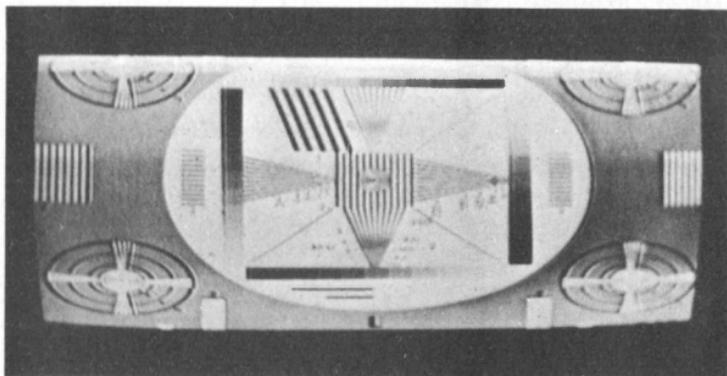
5. wenn sich bei der Prüfung der Bildsynchronisation herausgestellt hat, daß der Fehler im Bildgenerator zu suchen ist (Bild ist nicht zu synchronisieren, die Ablenkfrequenz ist zu hoch).

Zuerst sollte bei einem der genannten Fehler versucht werden, die zugänglichen Regler für Bildkipp – fein und grob –, Bildhöhe, Bildlinearität und Bildgeometrie nachzuregeln. (Ist ein Strich vor-

Bild 14.02-5. Das Bild erscheint doppelt (oder mehrfach) übereinander. Die Bildfrequenz ist zu niedrig



Unten: Bild 14.02-6. Oben und unten fehlen Bildteile. Die Bildgeometrie stimmt nicht



handen, so ist das Nachregeln überflüssig, dann kann sofort die nächste Prüfung vorgenommen werden).

Das Fehlerbild sollte dabei mit Hilfe eines Spiegels genau beobachtet werden. Sollte das Bild so wieder auf normale Höhe zu bringen und richtig nachzuregeln sein, so ist es ratsam, sicherheitshalber die Gesamt-Plus-Spannung zu überprüfen; sie könnte durch einen Fehler des Gleichrichters (der Siliziumdiode) abgesunken sein. In diesem Fall muß der Gleichrichter ausgewechselt werden. – Ist das Bild jedoch nicht richtig nachzuregeln, so sollen die nachstehenden Prüfungen folgen.

### 14.03 Prüfung mit Eingriff in das Gerät

Es ist auch in dieser Stufe angebracht, zuerst die Röhre gegen eine neue auszutauschen. Führt das nicht zur Fehlerbeseitigung, so wird geklärt, ob die eigentliche Fehlerursache in der Endstufe

oder im *Generator* liegt. Das kann dadurch geschehen, daß ein Schraubenzieher, dessen Klinge ein Finger berührt, an das Steuergitter der Endstufe gehalten wird. Ist als Fehler ein waagrechtter Strich vorhanden und *bewegt sich dann das Fehlerbild* nach oben und unten, so wird der Fehler im Bildgenerator zu suchen sein. Bleibt das *Fehlerbild unverändert*, so ist der Fehler in der Endstufe zu suchen. Auch der LötKolben kann als Indikator benutzt werden. Es kommt lediglich darauf an, eine Brummspannung an das Gitter heranzuführen.

Besteht der Verdacht, daß der Fehler von der Bildsynchronisation in den Bildgenerator hereinkommt, dann wird das Oszillogramm des Bildsynchronisierimpulses an der Einkopplung des Bildgenerators aufgenommen. Ist das Oszillogramm hier einwandfrei zu sehen, so wird der Fehler im Bildgenerator zu suchen sein (**Tabelle 14.03–I**).

Handelt es sich um einen Fehler, bei dem kein waagrechtter Strich, sondern ein fehlerhaftes Bild vorhanden ist, wie das schon eingangs beschrieben wurde, so ist es zur Einkreisung des Fehlers erforderlich, das Oszillogramm am Gitter der Bildendröhre aufzunehmen. Ist es hier entsprechend den Unterlagen normal, so ist der Fehler in der Endstufe zu suchen.

Wenn der Fehler am Oszillogramm hier schon zu sehen ist, so wird mit der Fehlersuche im Bildgenerator begonnen. Es ist dabei durchaus möglich, daß sich ein Defekt in der Bildendstufe herausstellt. Das ist wegen der vorhandenen Gegenkopplungszweige möglich. Bei einer systematischen Fehlersuche vom Bildgenerator über die Bildendstufe bis zur Ablenkung ist der Fehler aber schnell zu finden, wenn nicht typische Merkmale, die noch besprochen werden, eine Abkürzung der Fehlersuche möglich machen. Zur weiteren Fehlersuche ist es erforderlich, das Schaltbild zur Hand zu nehmen. Als Beispiel möge der in **Bild 14.03–1** gezeigte Schaltbildauszug dienen. Es handelt sich um eine Sperrschwingerschaltung, in der das Triodensystem als Bildgenerator, die Pentode als Bildendstufe arbeitet.

Ein Sperrschwinger verwendet das Rückkopplungsprinzip. Dabei wird mit sehr fester Kopplung gearbeitet, so daß keine sinusförmige Schwingung erzeugt wird. Der Sperrschwinger ist kurze Zeit geöffnet und längere Zeit gesperrt. Die feste Kopplung und damit das Sperren und Öffnen werden mit Hilfe des Sperrschwingertransformators erreicht. Durch Rückkopplung wird der fortlaufende Öffnungs- und Sperrvorgang aufrechterhalten. Während die Röhre gesperrt ist, hat der Kondensator C 1 eine nega-

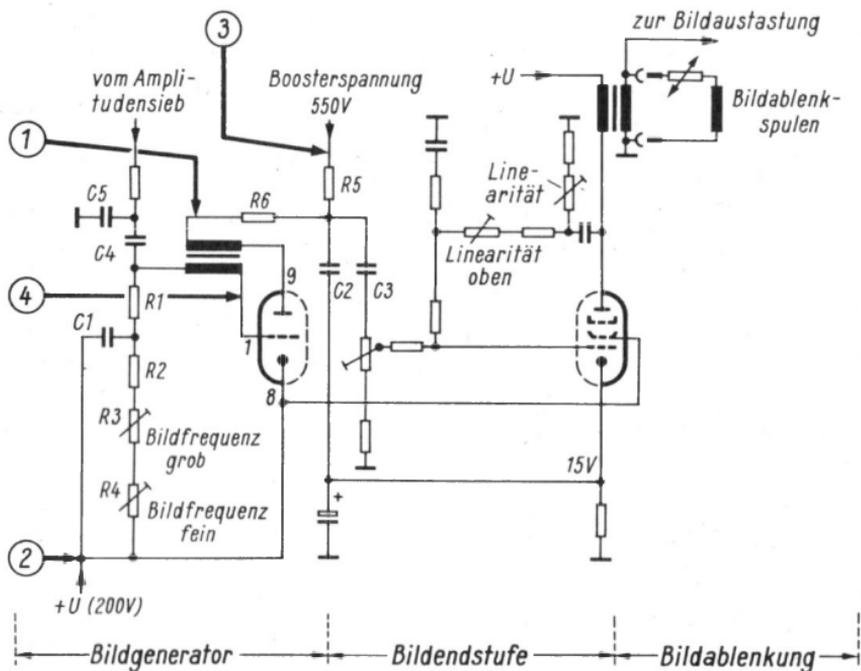


Bild 14.03-1. Sperrschwingerschaltung eines Bildgenerators mit Schaltung einer Bildendstufe

tive Ladung. Da diese Spannung über R 1 am Gitter der Röhre liegt, wird die Röhre gesperrt. Der Kondensator entlädt sich jedoch langsam über die Widerstandskette R 2, R 3 und R 4. Die Entladezeit kann durch Verändern des Gesamtwiderstandes der Kette verkürzt oder verlängert werden, und damit kann die Frequenz des Sperrschwingers höher oder niedriger eingestellt werden. Ist der Kondensator so weit entladen, daß über die Röhre wieder Strom fließen kann, so induziert dieser Strom in der festgekoppelten zweiten Transformatorwicklung eine Spannung, die das Gitter positiv werden läßt. Dadurch kann ein Gitterstrom fließen. Die Folge davon ist ein Absinken des Anodenstromes.

Dank diesem mit dem Audion vergleichbaren Effekt entsteht eine negative Spannung am Gitter, die die Röhre sperrt und den Kondensator C 1 negativ auflädt. Erst wenn dieser sich über die Widerstandskette soweit entladen hat, daß in der Röhre wieder Strom fließen kann, wiederholt sich der Vorgang, der, je nach der Größe von C 1 und der Widerstandskette, zeitlich länger oder kürzer eingeregelt werden kann.

In der Schaltung ist die Katode der Sperrschwingerröhre im Potential auf über 200 V angehoben. Die Anodenspannung muß also wesentlich höher sein, soll die Röhre arbeiten. Als Anodenspannung wird deshalb die Boosterspannung verwendet. Damit wird eine gleichmäßige, nicht schwankende Bildhöhe erzielt, da die Boosterspannung durch die Stabilisierungsschaltung in der Zeilenendstufe auf gleichem Wert gehalten wird. Schwankungen der Netzspannung machen sich nur wenig bemerkbar. — Der Kondensator C 2 ist als Ladekondensator geschaltet und gibt der Sperrschwingerspannung die gewünschte Sägezahnform. Über C 3 wird diese Impulsspannung dem Gitter der Bildendstufe zugeführt.

Durch die vorangegangenen Prüfungen war geklärt worden, daß der Fehler in der Sperrschwingerschaltung zu suchen sei. Es ist ratsam, zuerst mit dem Röhrenvoltmeter die *Katoden-* und *Anodenspannung* zu messen (Bild 14.03–1, Messung 1 und 2). Die Differenz zwischen den beiden Spannungen ergibt die Anodenspannung der Röhre. Ist die Anodenspannung an Punkt 9 der Röhre zu niedrig, so wird die Boosterspannung vor dem Widerstand R 5 gemessen (Messung 3). Das ist der nächste leicht auffindbare Punkt.

Bei der rationellen Fehlersuche ist es wichtig, zeitsparend zu arbeiten. Es soll möglichst vermieden werden, in Druckplattenabbildungen zu suchen; das kann zu Fehlurteilen führen. Hier ist es so, daß bei der planmäßigen Fehlersuche erst am Sperrschwingertransformator, dann am Widerstand R 6 und schließlich an R 5 gemessen würde. Bei verdrahteten Schaltungen wäre das der richtige Fehlersuchweg. Bei der Reparatur an Druckplatten sollte der Reparaturtechniker etwas umdenken. Es ist besser, anhand der Schaltungen leicht auffindbare Meßpunkte herauszusuchen und durch die dort erfolgenden Messungen auf den Fehlerort zu schließen. Nur in wenigen Fällen muß dann noch zum Schluß auf die zuerst beschriebene Fehlersuch-Methode zurückgegriffen werden.

So kann im vorliegenden Fall die Boosterspannung gemessen werden. Ist sie nicht in genügender Höhe vorhanden, so kann eine weitere Suche in der Platine unterbleiben. Es muß außerhalb des Bildkippteiles festgestellt werden, wo der Spannungsfehler zu suchen ist. Ist aber die volle Boosterspannung vorhanden, wird die Spannung am Gitter der Triode gemessen (Messung 4). Wenn der Sperrschwinger nicht arbeitet, kann hier keine negative Spannung gegenüber Katode gemessen werden. Es fließt

Bild 14.03-2. Oszillogramm am Sperrschwingertransformator

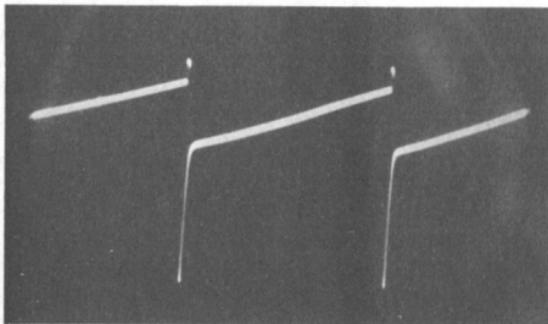
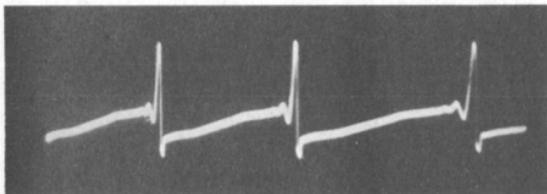


Bild 14.03-3. Fehlerhaftes Oszillogramm am Sperrschwingertransformator



zuviel Anodenstrom, und die Anodenspannung bricht zusammen. Es muß also erst geklärt werden, ob der Sperrschwinger arbeitet. Das kann mit Hilfe der Gitterspannungsmessung geschehen. Liegt gegenüber Katode keine meßbare, negative Spannung am Steuergitter, so schwingt die Schaltung nicht.

Wurde der Fehler mit Hilfe der vorangegangenen Messungen nicht gefunden, so wird die *Katodenspannung an der Pentode* gemessen. Ist diese zu hoch, kann der Kondensator C 2 defekt sein.

Es ist nicht nur so, daß ein Fehler im Gitterkreis den Sperrschwinger ganz außer Betrieb setzt. Es kann ein verformter Impuls entstehen, oder die Frequenz des Sperrschwingers kann zu hoch oder zu niedrig werden. Um das festzustellen, wird das *Oszillogramm am Sperrschwingertransformator* aufgenommen. Ist es fehlerhaft oder stimmt die Frequenz nicht (**Bilder 14.03-2 und 3**), so ist es an der Zeit, den Kondensator C 1 zu überprüfen. Von der Kapazität des Kondensators und der Widerstandskette R 2, R 3 und R 4 hängen die Schwingfrequenz, aber auch die Höhe der Impulsspannung und damit die Bildhöhe ab. Wird das Produkt aus  $(R 2 + R 3 + R 4) \times C 1$  kleiner, so entsteht eine höhere Frequenz. Der Kondensator kann sich nicht mehr voll auf- und entladen und der Bildsynchronimpuls ist nicht mehr in der Lage zu synchronisieren. Da Widerstände ihren Wert nur sehr selten verringern, kommen in solchen Fällen als Fehlerquelle in erster

Linie frequenzbestimmende Kondensatoren in Frage. Meist wird der Isolationswiderstand geringer, und dadurch wird der Gesamtwiderstand herabgesetzt.

Der Gesamtwiderstand der frequenzbestimmenden Widerstandskette ist durch eine *Widerstandsmessung von Punkt 1 nach Punkt 8* der Röhre bei ausgeschaltetem Gerät zu ermitteln. Es kommt selten vor, daß ein regelbarer Widerstand schadhaft wird, ohne daß das beim Regeln am unsaubereren Schleifen zu bemerken wäre (Haarriß am Anfang oder am Ende der Schleifbahn). Der Verdacht auf einen Fehler richtet sich deshalb bei zu hohem Widerstand der Kette zuerst auf den Widerstand R 2. Bei der Messung werden die beiden Regler am besten so eingestellt, daß der höchste Widerstand am Ohmmeter angezeigt wird. Damit kann festgestellt werden, ob auf der Schleifbahn eine Unterbrechung besteht, die durch den Schleifer überbrückt wird.

Sollte der Fehler bis jetzt noch nicht gefunden sein, so sollte der *Sperrschwingertransformator* überprüft werden. Damit ist dann jedes Schaltteil des Bildgenerators überprüft worden. Trotz der Impulsbelastung kommt es nur selten vor, daß der Sperrschwingertransformator defekt wird. Somit ist es berechtigt, ihn als letztes Bauteil zu prüfen. Der Einfachheit halber wird probeweise ein neuer Transformator angeschlossen. Da alle anderen Teile als Fehlerquelle ausscheiden, kann schon mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, daß der Transformator schadhaft ist.

So können im Zusammenwirken von Oszillograf, Röhrenvoltmeter und Ohmmeter alle Fehler im Bildgenerator festgestellt werden. Dabei ist besonders wichtig, daß die Instrumente am Arbeitsplatz griffbereit zur Verfügung stehen. Die rationelle Fehlersuche scheitert dann, wenn eines der Meßgeräte nicht unmittelbar am Arbeitsplatz greifbar ist und erst von einem anderen Platz geholt werden muß.

Erfahrungsgemäß wird der Techniker erst dann mit einem Meßgerät arbeiten, wenn es ihm direkt zur Verfügung steht. Ist dies nicht der Fall, entsteht erheblicher Leerlauf. Auch scheitert eine folgerichtige Fehlerdiagnose dann oft daran, daß die Meßergebnisse nicht von *allen* Meßpunkten vorliegen. Es fehlt das abgerundete Bild, das zur Fehlerbestimmung nötig ist. Bei der Fehlereinkreisung bleiben Lücken, die sich später nicht schließen lassen und die eine einwandfreie Fehlerbestimmung verzögern, ja teilweise unmöglich machen können.

# 15 Fehlersuche in der Bildendstufe

## 15.01 Aufgabe der Bildendstufe

Zur Ablenkung des Elektronenstrahls in senkrechter Richtung ist ein sägezahnförmig verlaufender Strom erforderlich (**Bild 15.01-1**). Er soll eine Stärke von 0,4 bis 0,7 A haben. Damit ein solch hoher Strom in den Ablenkspulen fließen kann, müssen diese eine niedrige Induktivität und einen niedrigen Gleichstromwiderstand aufweisen. Die Induktivität der Ablenkspulen beträgt deshalb auch nur ca. 7 mH, ihr Gleichstromwiderstand liegt bei 5  $\Omega$ . Um eine richtige Anpassung des relativ hohen Außenwiderstandes einer Röhre an die Ablenkspulen zu erreichen, wird ein Transformator verwendet. Dadurch wird gleichzeitig erreicht, daß die für das Arbeiten der Röhre erforderliche Gleichspannung nicht an die Ablenkspulen kommen kann. Sie liegt nur an der Primärspule.

Um in den niederohmigen Bildablenkspulen – **Bild 15.01-2** – einen linear ansteigenden Ablenkstrom der gewünschten Leistung zu erzielen, ist es erforderlich, den vom Bildgenerator gelieferten Impuls mit Hilfe einer Leistungsendstufe zu verstärken.

Durch den Bildausgangstransformator entstehen Phasenfehler. Mit geeigneten Schaltmitteln wird dem in der Bildendstufe vorgebeugt. Der Impuls wird mit Hilfe von Gegenkopplungsgliedern vorverzerrt, so daß sich in den Ablenkspulen der gewünschte, linear ansteigende Ablenkstrom aufbauen kann.

Bei der Fehlersuche muß zuerst geklärt werden, ob der Fehler im Bildgenerator, in der Bildendstufe oder im Ablenksatz liegt.

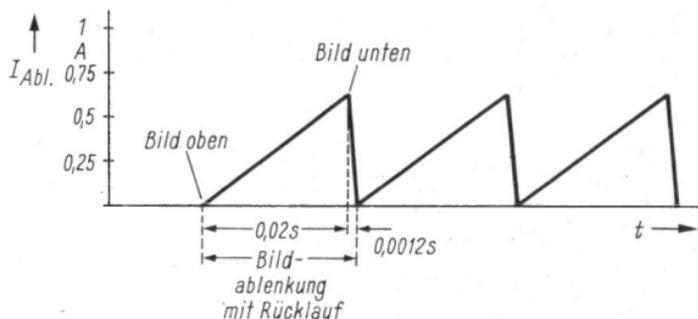
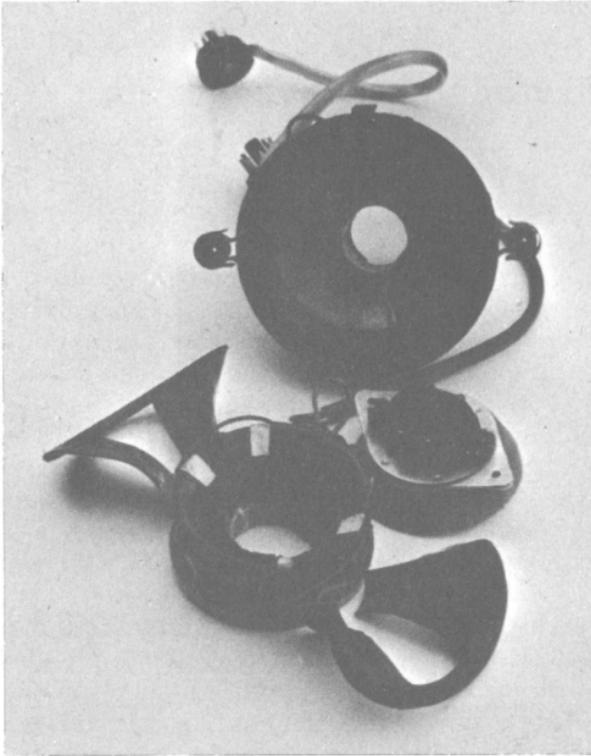
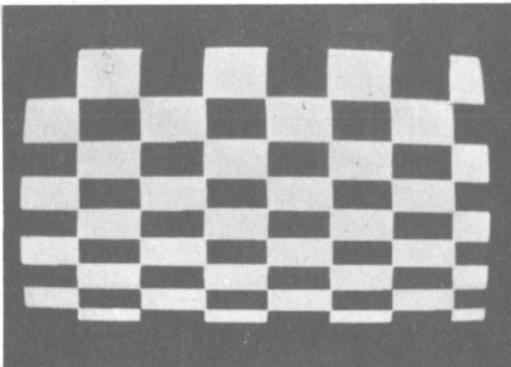


Bild 15.01-1. Normaler Stromverlauf in der Bildendstufe



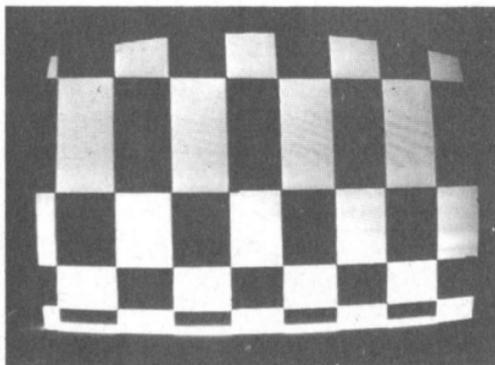
*Bild 15.01-2. Ablenk-  
satz und demontierte  
Bildablenkspule*

Diese Feststellung bereitet hier wenig Schwierigkeiten. Sie ist schon bei der Fehlersuche in Bildgeneratoren beschrieben worden. In der **Tabelle 15.01-I** sind die erforderlichen Prüfungen nochmals dargestellt worden. Typische Fehler in der Bildendstufe sind außerdem auf den Bildern **15.01-3, 4** und **5** zu sehen.

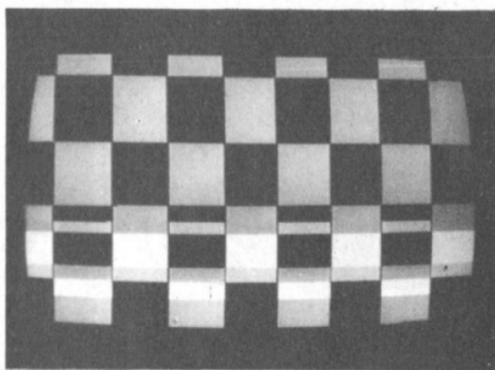


*Bild 15.01-3. Schirmbild  
bei Fehler in der  
Bildendstufe*

*Bild 15.01–4. Schirmbild  
bei Fehler in der  
Bildendstufe*



*Bild 15.01–5. Schirmbild  
bei Fehler in der  
Bildendstufe*



Sollte ein solcher Fehler vorliegen, so wird zuerst mit den von außen zugänglichen Reglern für Bildhöhe und Bildlinearität versucht, das Bild richtig einzustellen. Beim Nachlassen der Emissionsfähigkeit der Bildendstufe und durch Altern des Kathoden-Elektrolytkondensators (Austrocknen) ist es möglich, daß Linearitätsfehler auftreten, die mit Hilfe der Regler zu kompensieren sind. Sollte ein Regler jedoch bis zum Endausschlag gedreht werden müssen, wird außerdem noch ein Fehler vorliegen. Das Gerät könnte in absehbarer Zeit wieder mit den selben Fehlererscheinungen bemängelt werden. Der Kunde wird dann mit Recht sagen, es sei beim ersten Mal nicht ordentlich repariert worden.

## **15.02 Prüfung mit Eingriff in das Gerät**

Zuerst wird wieder versuchsweise die Röhre ausgewechselt. Röhrenauffälle sind im Bildgenerator und in der Bildendstufe – besonders bei älteren Geräten – häufig. Um festzustellen, ob der

Ablenksatz defekt ist, kann eine Spannungsmessung Spitze-Spitze am Ablenksatz vorgenommen werden. Liegt eine Spannung von über  $50 V_{SS}$  an und ist ein Strich auf dem Bildschirm zu sehen, so hat der Ablenksatz einen Fehler. In manchen Fällen läßt er sich reparieren. In Reihe mit den Ablenkspulen (entweder zwischen den Spulen oder davor) liegt ein NTC-Widerstand. Er hat die Aufgabe, den Stromfluß in den Bildablenkspulen auch bei Erwärmung stabil zu halten. Wird dieser NTC-Widerstand schadhaf, so führt er seine Regelfunktion nicht mehr aus, der Stromfluß durch die Ablenkspulen wird zu klein, und das Bild hat keine ausreichende Höhe. In Extremfällen ist nur ein Strich vorhanden. Nach dem Auswechseln des Widerstandes kann der Ablenksatz bei einem derartigen Fehler unbedenklich wieder verwendet werden.

### 15.03 Fehlersuche

Da die Schaltungen von Regionalgeräten in der Bildendstufe sehr einfach gehalten sind, soll als Beispiel die Schaltung eines Luxusgerätes genommen werden (**Bild 15.04–1**). In dieser Schaltung ist vor die Bildendstufe noch eine Vorverstärkerstufe geschaltet. Damit wird eine größere Verstärkung erzielt, und es ist dadurch möglich, sehr stark gegenzukoppeln. Durch die starke Gegenkopplung wird eine von der Erwärmung des Gerätes und von schwankender Netzspannung weitgehend unabhängige, gleichmäßige und konstante Bildhöhe und Bildlinearität erreicht.

Die sägezahnförmige Impulsspannung des Bildgenerators wird über C 163 dem Gitter der Triode zugeführt und steuert diese Verstärkerröhre. Mit Hilfe des RC-Gliedes R 175/R 177 und C 165 wird der Spannung die parabelförmige Komponente beigefügt, die nötig ist, um in den Ablenkspulen den zeitlinear ansteigenden Strom zu erhalten. In **Bild 15.04–2** ist eine solch parabelförmig geformte Spannung zu sehen, die den Verzerrungen in der Bildendstufe entgegenwirkt.

Gleichzeitig kann durch Betätigen des Reglers R 184 die Bildlinearität eingestellt werden. Durch Verändern des Ansteuerimpulses der Vorverstärkerröhre mit dem Regler R 185 wird die Bildhöhe eingestellt. Nach der Verstärkung des Impulses in der Triode wird das Signal über C 168 der Endstufe zugeführt. Hier erfolgt die Leistungsverstärkung des vorverzerrten Signals.

An der Sekundärseite des Bildausgangstransformators sind die niederohmigen Bildablenkspulen angepaßt und angeschlossen.

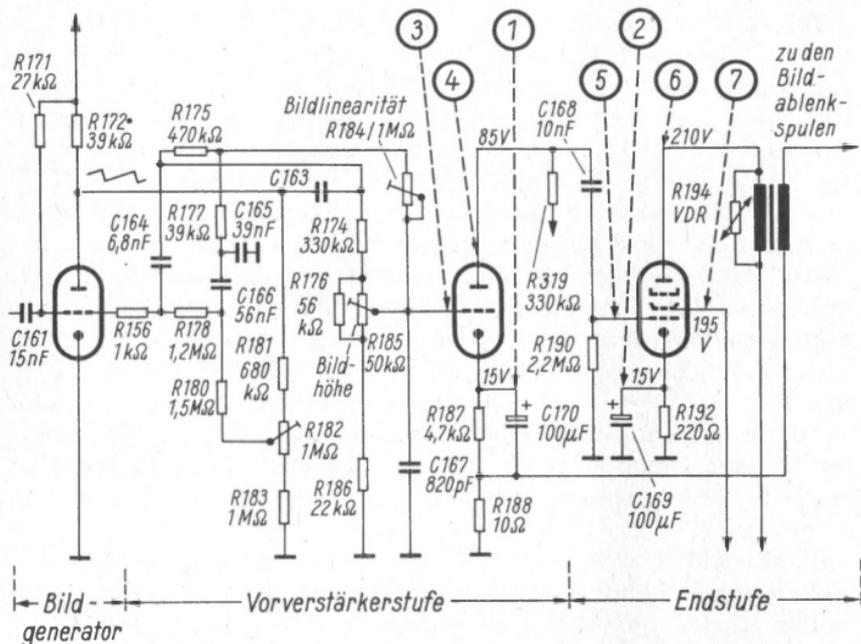


Bild 15.04-1. Schaltung einer Bildendstufe mit Vorverstärker

Ähnlich wie bei der Zeilenablenkung entsteht beim Bildrücklauf eine hohe Spannungsspitze von ca. 2,5 kV. Mit Hilfe des VDR-Widerstandes am Ausgangstransformator wird diese Spannungsspitze bedämpft. Es bleibt eine Spitze von ca. 800 bis 1000 V übrig (**Bild 15.04-3**).

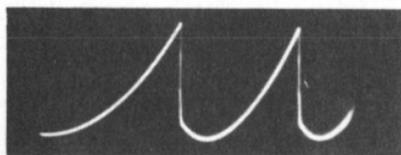


Bild 15.04-2. Oszillogramm eines parabelförmig vorverzerrten Bildimpulses am Steuergitter der Bildendstufe

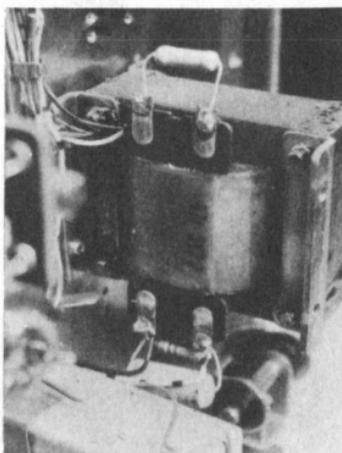


Bild 15.04-3. Bildausgangstransformator mit VDR-Widerstand zur Dämpfung der Spannungsspitzen beim Bildrücklauf

Bei der Fehlersuche erhebt sich auch hier die Frage, mit welchem Meßinstrument besteht die Aussicht, den Fehler am schnellsten zu finden: mit dem Oszillografen oder dem Röhrenvoltmeter. Die Antwort ist einfach. Handelt es sich um einen groben Fehler, also beispielsweise einen waagerechten Streifen, um völlig falsche Bildlinearität oder ein umgeschlagenes Bild, so wird die Fehlersuche am besten mit dem Röhrenvoltmeter begonnen. Es wird sich mit größter Wahrscheinlichkeit um einen Fehler handeln, der eine oder mehrere Betriebsspannungen verändert hat. Das ist mit dem Röhrenvoltmeter einfacher festzustellen als mit dem Oszillografen. Durch die Gegenkopplungen in der Schaltung werden bei einem derartigen Fehler vermutlich mehrere Oszillogramme nicht stimmen. Es würde sich doch dann die Spannungsmessung anschließen müssen, um die Abweichungen bei den Oszillogrammen genauer zu bestimmen. Deshalb ist es vorzuziehen, bei größeren Fehlern mit der Spannungsmessung zu beginnen.

Zuerst werden die beiden Katodenspannungen gemessen. Am Meßergebnis kann bereits abgelesen werden, in welcher der beiden Stufen der Fehler zu suchen ist. Liegt die Spannung bei einer Röhre höher als im Schaltbild angegeben, so deutet das daraufhin, daß die Röhre falsch angesteuert wird. Bei dem geringen Meßaufwand ist es vorteilhaft, gleichzeitig der Reihe nach alle Gleichspannungen zu messen, und zwar folgendermaßen:

1. Katodenspannungsmessung Triode,
2. Katodenspannungsmessung Pentode,
3. Gitterspannungsmessung Steuergitter Triode,
4. Anodenspannungsmessung Triode,
5. Gitterspannungsmessung Pentode,
6. Anodenspannungsmessung Pentode,
7. Schirmgitterspannungsmessung Pentode.

Da es sich um eine Verbundröhre handelt, können die Spannungen an den Sockelanschlüssen schnell gemessen werden.

Nicht empfehlenswert ist es, die Spannungen an den Röhrenfassungen reihum zu messen. Es wird dadurch erschwert, folgerichtig etwaige Spannungsabweichungen zu deuten. Es ist besser, den folgerichtigen Schaltungsaufbau als Grundlage für die Spannungsmessungen zu nehmen und nicht die Röhrenfassung selbst.

Durch die Messung vom Steuergitter der Vorstufe über die Anode nach dem Steuergitter der Endstufe und weiter zur Anode

der Endstufe kann eine Abweichung vom Sollwert besser lokalisiert werden. Wird beispielsweise schon die Triode am Steuer-  
gitter falsch angesteuert, so werden wahrscheinlich alle folgenden  
Spannungen vom Sollwert abweichen. Wird nicht systematisch  
gemessen, so wird mit der Suche an anderen Meßpunkten, an  
denen zufällig auch Abweichungen festgestellt wurden, erst Zeit  
verloren.

Sollte die Katodenspannung der Endröhre zu niedrig sein, so  
ist der Katoden-Elektrolytkondensator verdächtig, und er sollte  
probeweise abgetrennt werden. Ist nach dem Ablöten eine höhere  
Spannung zu messen, so wird er einen Feinschluß aufweisen.

Leider kommt es immer noch oft vor, daß die Kapazität dieses  
Kondensators niedriger wird. Das macht sich dann durch fehler-  
hafte Linearität am unteren Bildrand bemerkbar. Bei dieser Ge-  
legenheit soll an eine Faustregel erinnert werden:

*Fehler in der oberen Bildhälfte sollen in den Gegenkopp-  
lungszweigen von der Anode ausgehend gesucht werden.  
Fehler in der unteren Bildhälfte sind von der Katode aus-  
gehend zu suchen.*

Diese Faustregel ist aber nur mit Vorbehalt anwendbar und  
nur als ungefähre Anhaltspunkt für den Beginn der Fehlersuche  
gedacht. Je nach Schaltungsaufbau können abweichende Fehler-  
feststellungen gemacht werden.

Anhand der festgestellten Spannungsabweichungen kann der  
Fehler jedoch in der gewohnten Weise festgestellt und beseitigt  
werden. Durch die in diesen Stufen auftretenden hohen Span-  
nungsspitzen schlagen häufig Kondensatoren durch oder Wider-  
stände verändern ihren Wert und werden größer.

Kann der Fehler durch die Spannungsmessung nicht ermittelt  
werden, so sollte man den Oszillografen zu Hilfe nehmen. Die  
Oszillogramme sollten an der Anode des Bildgenerators be-  
ginnend aufgenommen werden. Der Weg des Impulses kann dann  
systematisch weiter verfolgt werden. Nach der Feststellung eines  
fehlerhaften Oszillogramms werden sicherheitshalber auch die  
folgenden noch aufgenommen. Wegen der in Bildendstufen üb-  
lichen starken Gegenkopplungen ist es manchmal nicht ganz ein-  
fach, von dem fehlerhaften Oszillogramm auf den Fehler selbst  
zu schließen. Eine falsch angesteuerte Röhre hat auch an der  
Anode ein fehlerhaftes Oszillogramm. Die Gegenkopplungs-  
spannung ist deshalb ebenfalls abweichend von der normalen  
Impulsform und erfüllt nicht ihre Aufgabe wie vorgesehen,

sondern verformt den Impuls noch mehr. Andererseits kann der Ansteuerimpuls in Ordnung sein, doch durch einen Fehler in der Gegenkopplung wird er verformt. Es ist nicht immer sofort erkennbar, wo die Ursache liegt, deshalb soll dem Oszillografieren das Spannungsmessen voraus gehen. Damit werden die Gegenkopplungsfehler meist schon festgestellt. Am Ausgangstransformator angelangt, interessiert in erster Linie die Form des schräg ansteigenden Teiles des Impulses. Jede Verformung ist im Bild als Linearitätsfehler zu sehen.

Der an der Primärseite des Transformators liegende VDR-Widerstand soll die hohen Spannungsspitzen beim Bildrücklauf dämpfen und damit den Ausgangstransformator schützen. Sollte er defekt sein, so ist das oft daran zu hören, daß er ein ungewohntes Geräusch von sich gibt. Bei längerem Betrieb in diesem Zustand kann der Transformator schadhafte werden. Bei einem Ausfall des Bildausgangstransformators sollte deshalb auch dem VDR-Widerstand Aufmerksamkeit gewidmet werden. Ein fehlerhafter VDR-Widerstand ist meist die Ursache für den Ausfall des Ausgangstransformators.

Durch die hohe Leistung, die in den Bildablenkstufen aufgebracht werden muß, ist ein Windungsschluß infolge fehlerhaft gewordener Isolation in den Bildablenkspulen des Ablenksatzes häufiger als in den Zeilenablenkspulen.

Von der Sekundärseite des Bildausgangstransformators wird der Bildimpuls auch zur Bildaustastung an die Bildröhre geleitet. Sollte in der Bildaustastung ein Fehler vorliegen, der den Bildimpuls nicht an die Bildröhre gelangen läßt, so sind auf dem Bildschirm weiße, schräg von links nach rechts verlaufende Linien sichtbar.

Bei einem Schluß in der Bildaustastung erscheint das Bild oben dunkler als unten. Fehler in der Bildaustastung sind am einfachsten mit dem Oszillografen zu finden, da der Impuls vom Ausgangstransformator beginnend leicht bis zur Bildröhre zu verfolgen ist.

Auch Bildgeneratoren werden mit Automaten versehen, die stabilisierend wirken sollen. Bei der vorliegenden Schaltung wird als Versorgungsspannung des Bildgenerators nicht die von Netzspannungsschwankungen abhängige Gleichspannung aus dem Netzteil genommen, sondern es wird eine durch Gleichrichtung der Zeilenrückschlagimpulse stabilisierte Gleichspannung gewonnen. Sie ist vom Netz unabhängig und bleibt dadurch weitgehend konstant.

Es gibt auch Automatikschaltungen, die ähnlich denen der Zeilenautomatiken arbeiten. Dabei werden Bildsynchronimpulse mit Impulsen des Bildgenerators verglichen. Bei Frequenzabweichungen entsteht eine positive oder negative Nachregelspannung, die dem Bildgenerator zugeführt wird und diesen immer auf dem richtigen Frequenz-Sollwert von 50 Hz hält.

Bei der Fehlersuche sollte man sich von den eingebauten Automaten nicht beirren lassen. Wenn zuerst immer die wesentlichen Grundschaltelemente herausgefunden und in der beschriebenen Weise überprüft werden, ergeben sich Fehler an den „Extra's“ des Gerätes von selbst. Am besten läßt man diese Schaltungsbesonderheiten am Beginn der Fehlersuche unbeachtet und prüft die Grundschaltung. Erst wenn darin alles in Ordnung ist, werden die Schaltungsbesonderheiten überprüft. Es kann keinem Reparaturtechniker zugemutet werden, alle Besonderheiten aller Fernseh-Werke auf Anhieb zu kennen.

#### 15.04 Praktische Winke

Aus der Funktion der einzelnen Schaltelemente kann in vielen Fällen die schädliche Wirkung des Fehlers auf die Schaltung abgeleitet und erkannt werden. Um das anhand eines Beispiels zu zeigen, ist in **Bild 15.05–1** die einfache Schaltung einer Bildendstufe zu sehen. Reparaturmäßig läßt sich die Schaltung in drei verschiedene Funktionsgruppen einteilen. Die einzelnen Gruppen werden in der Folge beschrieben.

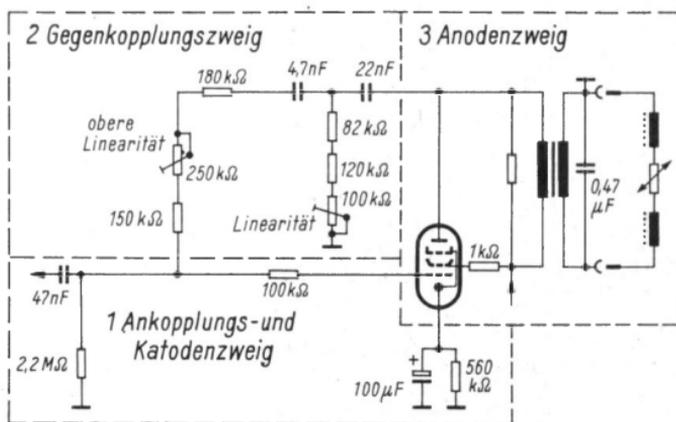
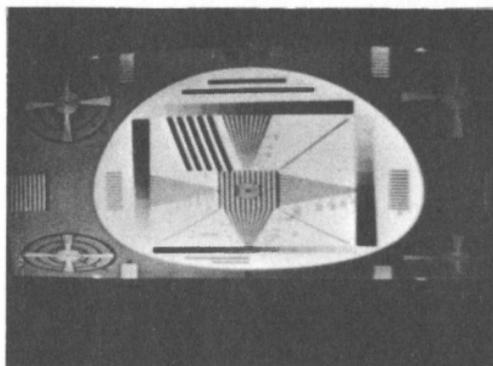


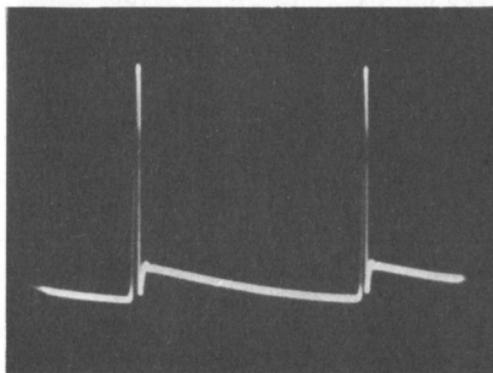
Bild 15.05–1. Reparaturmäßige Einteilung einer Bildendstufe

## 1. Der Ankopplungs- und Katodenzweig

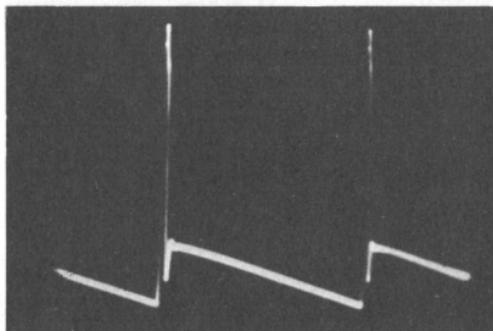
Hier wird das vom Bildgenerator kommende Signal angekopelt, mit Hilfe des Katodenwiderstandes die Gittervorspannung erzeugt und damit der Arbeitspunkt der Röhre festgelegt. Dieser Zweig ist im Schaltbild 15.05-1 abgegrenzt und mit 1 bezeichnet worden. Die häufigsten Fehler in diesem Zweig sind auf einen Fehler im Katodenzweig zurückzuführen. Im Laufe der Zeit kann



*Bild 15.05-2. Der Katodenelektrolytkondensator hat seinen Wert verändert und ist zu klein geworden*



*Bild 15.05-3. Das Oszillogramm weist bei diesem Fehler eine leichte Krümmung im unteren Teil auf*

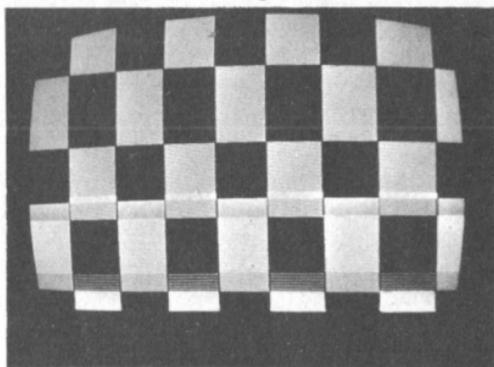


*Bild 15.05-4. Normales Oszillogramm an der Anode der Bildendröhre*

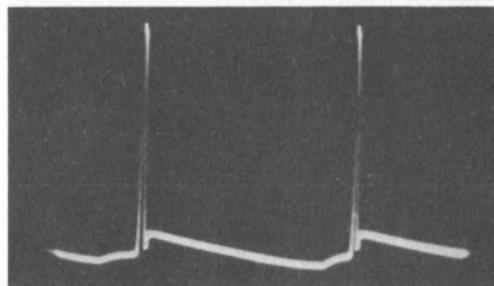
der Katoden-Elektrolytkondensator seinen Wert verkleinern und austrocknen. In diesem Fall wird die am Katodenwiderstand liegende Wechselspannung nicht mehr ganz gegen Masse kurzgeschlossen, und es entsteht eine zusätzliche Gegenkopplung. Die Verstärkung wird herabgesetzt. Das Bild ist nicht mehr auf volle Höhe zu stellen. Oft ist in der unteren Hälfte des Bildes eine Schrumpfung festzustellen. **Bild 15.05-2** zeigt das Schirmfoto eines Gerätes mit diesem Fehler.

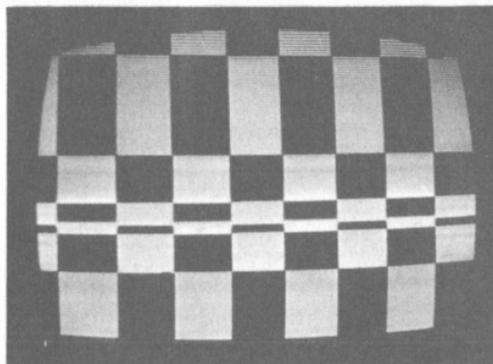
Um den Fehler im Zusammenhang mit der Verstärkungsfunktion der Röhre zu sehen, ist das Oszillogramm der Bildendstufe daruntergesetzt (**Bild 15.05-3**); es zeigt den Verlauf der Bildablenkspannung. Um die fehlerhafte Abweichung deutlich zu zeigen, ist ein Oszillogramm des Gerätes im Normalzustand ohne einen Fehler während der Zeit der Ablenkung ausgewählt worden. Es zeigt die schräg linear verlaufende Ablenkspannung und die beim Rückschlag entstehende hohe Spannungsspitze. Durch die Bedämpfung mit Hilfe des VDR-Widerstandes an der Anode hat diese Spitze noch eine Spannung von ca. 1000 V Sp-Sp (**Bild 15.05-4**). Normalerweise soll kein Einpendeln der Rückschlagspannung stattfinden, wie das bei dem Oszillogramm zu sehen ist. Beim Vergleich der beiden Oszillogramme kann der

*Bild 15.05-5. Der Katoden-elektrolytkondensator weist einen Kurzschluß auf. Das untere Teilbild ist umgeklappt*

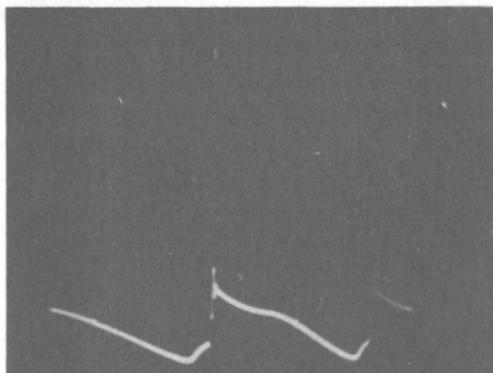


*Bild 15.05-6. Im Oszillogramm ist das umgeklappte Teilbild als Knick zu sehen*





*Bild 15.05-7. Der Koppelkondensator am Steuergitter der Bildendstufe hat einen Feinschluß*



*Bild 15.05-8. Im Oszillogramm ist die Bildverformung in der Mitte deutlich festzustellen*

Fehler deutlich daran erkannt werden, daß keine linear ansteigende Spannung vorhanden ist. Im zweiten Teil zeigt sich eine verflachende Krümmung, die sich bei der Bildablenkung als Schrumpfung im unteren Teil bemerkbar macht.

Sollte der Katoden-Elektrolytkondensator einen Kurzschluß aufweisen oder sollte die Katodenspannung zu klein geworden sein, so verschiebt sich der Arbeitspunkt der Röhre. In **Bild 15.05-5** ist die Auswirkung dieses Fehlers zu sehen, darunter das Oszillogramm an der Anode der Röhre (**Bild 15.05-6**). Der Knick im Oszillogramm entspricht dem umgeknickten Bild. Je nach Höhe der abweichenden Spannung kann sich der umgekehrte Rand des Bildes mehr oder weniger nach der Mitte zusammenschieben.

Sollte der Koppelkondensator einen Kurzschluß aufweisen oder die Leitung vom Koppelkondensator bis zum Steuergitter eine Unterbrechung (Widerstand 100 k $\Omega$  defekt), so fehlt die Ablenkspannung an der Endstufe. Die Bildablenkung kann nicht mehr arbeiten, es ist nur ein Strich auf dem Bildschirm zu sehen,

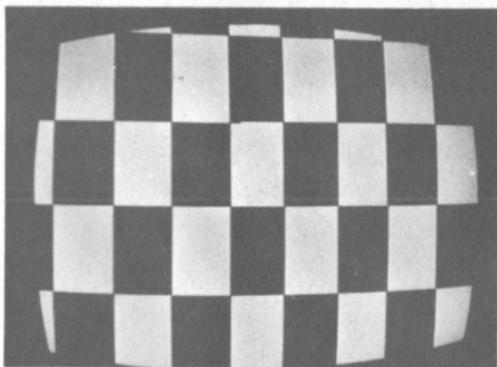
eine Erscheinung, die ja auch auftritt, wenn der Bildgenerator ausfällt.

Ist jedoch nur ein Feinschluß des Koppelkondensators vorhanden, so verändert sich wieder der Arbeitspunkt der Röhre. Ein Knick in der Ablenkspannung ist die Folge. Einen typischen Fall dieses Fehlers zeigt **Bild 15.05-7**. Das entsprechende Oszillogramm ist in **Bild 15.05-8** dargestellt.

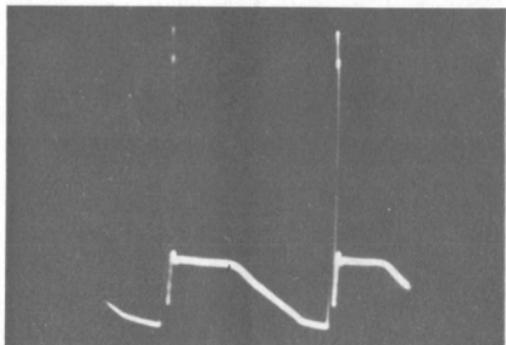
## 2. Der Gegenkopplungsweig

In diesem Zweig wird ein Teil der verstärkten Spannung von der Anode phasenverschoben zurückgeführt und damit gegengekoppelt. Meist sind in diesem Schaltungszweig noch verschiedene Regler für Bildgeometrie und Bildlinearität enthalten. Ist die Gegenkopplung aus irgendeinem Grund unterbrochen – ist z. B. ein Widerstand verbrannt –, so fehlt die Gegenkopplungsspannung, und die Verstärkung wird so stark erhöht, daß eine Übersteuerung der Röhre die Folge ist. Aus **Bild 15.05-9** ist die Auswirkung einer Unterbrechung der Gegenkopplung auf das Schirmbild ersichtlich. In dem geradlinigen Teil der Kenn-

*Bild 15.05-9. Der Gegenkopplungsweig ist unterbrochen (ein Widerstand ist defekt)*



*Bild 15.05-10. Das Bild ist durch die größere Verstärkung nur im steil abfallenden Teil zu sehen. Die Übersteuerung liegt außerhalb der Bildschirmfläche*



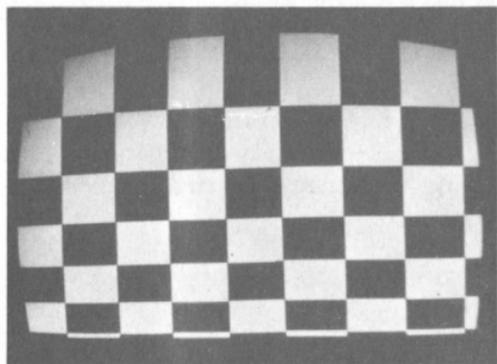


Bild 15.05–11. Ein Kondensator in der Gegenkopplung weist einen Feinschluß auf

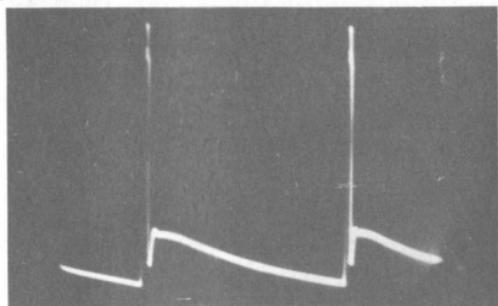


Bild 15.05–12. Der Spannungsverlauf ist nicht mehr linear

linie ist die Verstärkung zu groß. Oben und unten ist die Röhre übersteuert, und das Bild ist außerhalb der Schirmfläche zusammengedrückt. Das Oszillogramm in **Bild 15.05–10** zeigt das gut. Der viel zu steile, verkürzte Teil ist als zu langgezogenes Bild sichtbar. Das ist eine typische Erscheinung bei diesem Fehler.

Weist dagegen ein Kondensator im Gegenkopplungsweig einen Kurzschluß auf, so macht sich das in einer Formveränderung der Gegenkopplungsspannung bemerkbar. Die Bildlinearität stimmt nicht mehr. Sollte durch den Schluß eine Gleichspannung an das Steuergitter gelangen, so verschiebt sich zusätzlich wieder der Arbeitspunkt der Röhre. In **Bild 15.05–11** und im Oszillogramm **Bild 15.05–12** sind die Auswirkungen des Fehlers wieder zu sehen.

### 3. Der Anodenzweig

Hier handelt es sich im wesentlichen um den Bildausgangstransformator, dessen Aufgabe bereits beschrieben wurde. In sehr seltenen Fällen kommt es vor, daß die Primärseite durch mangelhafte Isolierung einen Feinschluß erhält. Die Ablenk-

Bild 15.05–13. Der Bildausgangstransformator hat primärseitig einen Feinschluß

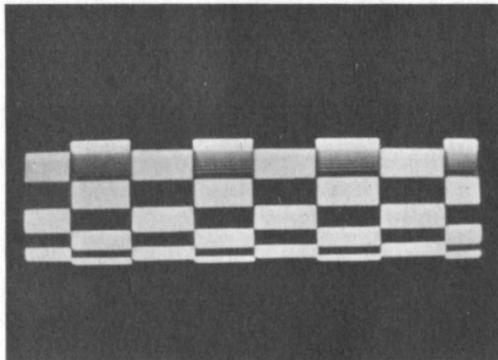
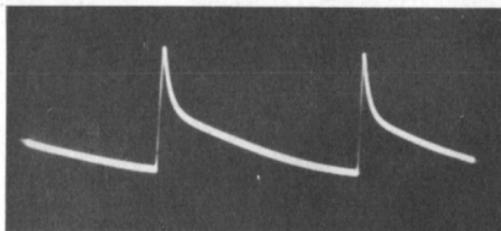


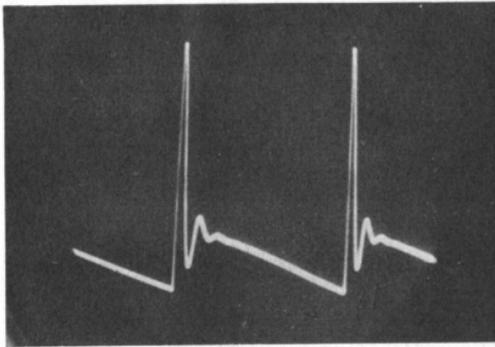
Bild 15.05–14. Im Oszillogramm ist neben der Verflachung das Fehlen der Spannungsspitze typisch für diesen Fehler



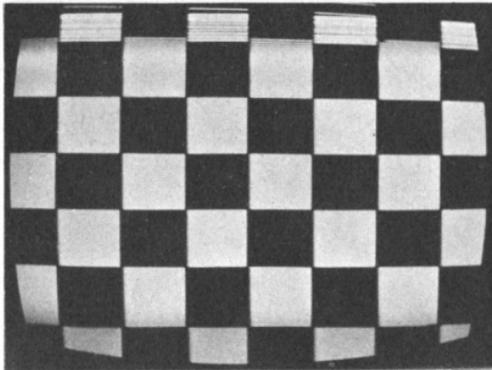
spannung wird dadurch herabgesetzt, und ein **Fehlerbild 15.05–13** ist die Folge. Bei dem Oszillogramm (**Bild 15.05–14**) ist die Herabsetzung der Rücklaufspannungsspitze typisch für einen Fehler am Transformator.

Sollte der VDR-Widerstand seine Funktion nicht mehr ausüben, d. h. bei anliegenden hohen Spannungen sinkt sein Widerstand nicht, so wird sich das auf das Bild nicht auswirken. Die Rücklaufspannungsspitze wird zu hoch. Eine Gefährdung des Bild-Ausgangstransformators ist die Folge. Deshalb sollte bei einem Transformatordefekt sicherheitshalber der VDR-Widerstand mit ausgewechselt werden, wenn nach dem Auswechseln des Transformators die Spannungsspitze zu hoch ist. Eine Möglichkeit, einen VDR-Widerstand in der Werkstatt zu überprüfen, ist ja nur in sehr seltenen Fällen gegeben.

Sekundärseitig liegt parallel zur Transformatorwicklung ein größerer Kondensator. Er hat die Aufgabe, die Eigenresonanz des Transformators so weit herabzusetzen, daß diese Schwingungen keinen Einfluß auf den geradlinigen Teil der Ablenkspannung nehmen können. In **Bild 15.05–15** ist eine solche nicht stark genug bedämpfte Schwingung im Anschluß an die Rücklauf-Spannungsspitze zu sehen. **Bild 15.05–16** zeigt das Schirmbild bei diesem Fehler. Darüber hinaus ist es möglich, daß auch



*Bild 15.05–15. Oszillogramm bei fehlender Dämpfung des Bildrücklaufes*



*Bild 15.05–16. Schirmbild bei Unterbrechung des Dämpfungskondensators an der Sekundärseite des Bildausgangstransformators*

Zeilenrücklaufimpulse über den Ablensatz induktiv auf die Bildablenkspulen und den Bildausgangstransformator gelangen. Diese Impulse könnten eine Schwingung verursachen. Der Kondensator verhindert auch diese Möglichkeit.

Bei einem Feinschluß des Kondensators wird die Ablenkspannung herabgesetzt. Aus **Bild 15.05–17** ist die Auswirkung des Fehlers auf das Schirmbild ersichtlich. Das entsprechende Oszillogramm an der Anode der Bildendstufe zeigt **Bild 15.05–18**. In diesem Fall ist das fehlerhafte Oszillogramm eine Rückwirkung vom Bildausgangstransformator her, im Gegensatz zu den bisher gezeigten Oszillogrammen, bei denen der Fehler davor lag. Das ist ein Beispiel dafür, daß bei der Auswertung der Oszillogramme von Bildendstufen immer die Möglichkeit eines rückwirkenden oder gegenkoppelnden Einflusses in die Überlegungen einbezogen werden muß.

Um hier nicht im Kreis zu suchen ist es ratsam, erst mit Hilfe der Spannungsmessung und aus der Deutung des Fehlerbildes

Bild 15.05–17. Schirmbild bei Feinschluß des Dämpfungskondensators an der Sekundärseite des Bildausgangstransformators

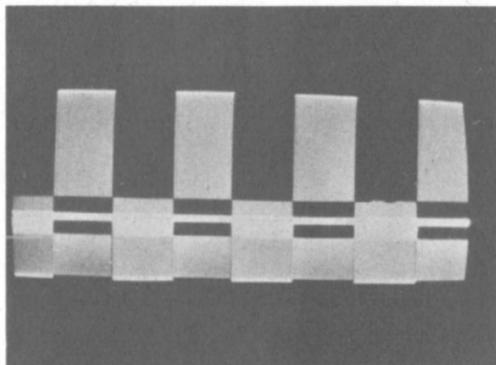
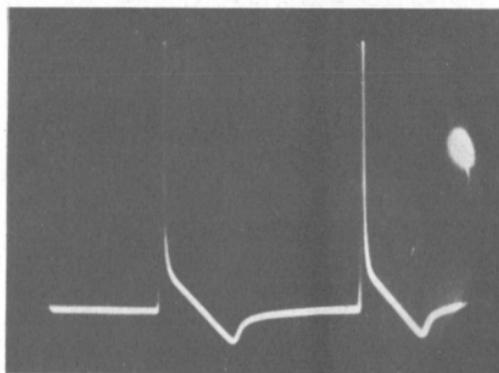


Bild 15.05–18. Oszillogramm bei Feinschluß des Kondensators



defekte Teile zu ermitteln. Nur bei den wenigen damit nicht festzustellenden Fehlerursachen sollte der Oszillograf herangezogen werden. Bei der Spannungsmessung sind in dieser Stufe Fehldeutungen nicht so leicht möglich wie bei der Aufnahme der Oszillogramme.

## 16 Fehlersuche im Tonteil

Während in den vorangegangenen Betrachtungen Fehler am Bild im Vordergrund standen, soll nun über den zum Bild gehörenden Ton gesprochen werden. Zwar sind von der Rundfunkgeräte-Reparatur her die Grundlagen des Überlagerungsprinzips bekannt, doch kommen bei Fernsehton-Übertragungen einige Abwandlungen hinzu. Es ist deshalb nötig, sich damit eingehender zu befassen.

Neben der Trägerfrequenz des Bildsenders liegt im Abstand von 5,5 MHz der Tonträger. Während der Bildsender amplitudenmoduliert wird, ist für den Tonsender in Deutschland Frequenzmodulation gewählt worden. Dadurch sind einige Störmöglichkeiten zwischen Bild und Ton ausgeschaltet. Der Tonkanal hat eine Bandbreite von  $\pm 50$  kHz, er ist also wesentlich schmäler als das Band des Bildsignals.

Im Empfänger soll der übermittelte Ton verstärkt, vom Bildsignal getrennt und im Lautsprecher hörbar gemacht werden. In den ersten Jahren nach Einführung des Fernsehens in Deutschland gab es zu diesem Zweck zwei Verfahren.

### 16.01 Das Paralleltonverfahren

Beim Paralleltonverfahren wird das vom Sender kommende Signal in einer Hf-Vorstufe verstärkt und anschließend einer

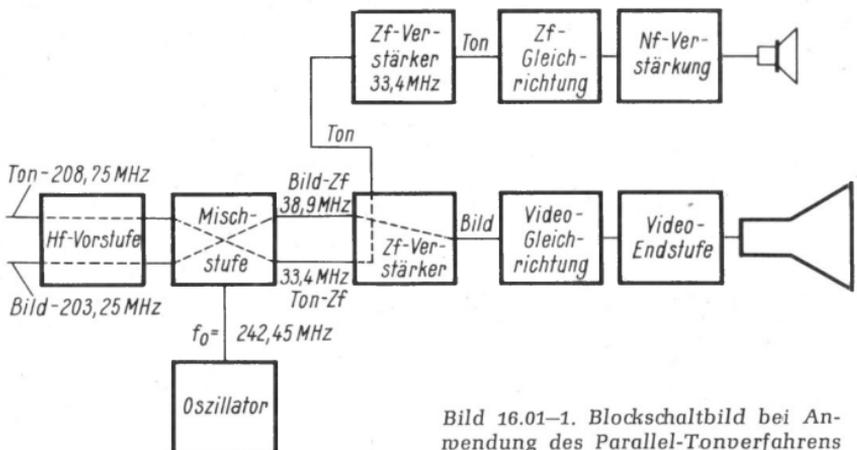
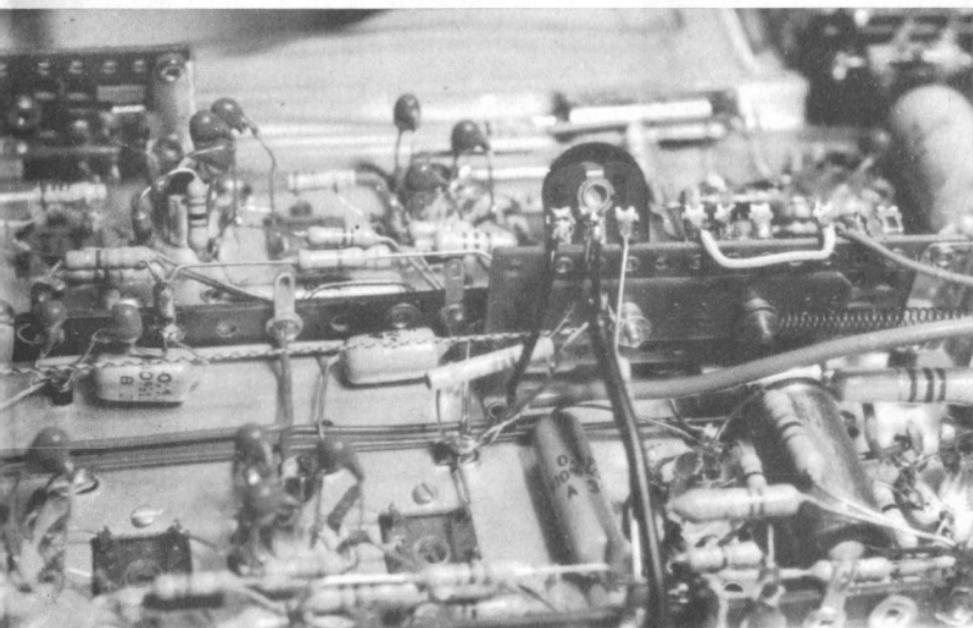


Bild 16.01-1. Blockschaltbild bei Anwendung des Parallel-Tonverfahrens



*Bild 16.01–2. Umschaltatz im 5-Normen-Empfänger*

Mischstufe zugeführt. Hier werden Oszillatorfrequenz und beide Trägerfrequenzen (Bild und Ton) gemischt. Durch den Mischvorgang liegt die am Eingang höhere Tonträgerfrequenz nach der Mischung unterhalb der Bild-Zf. Am Eingang des Zf-Verstärkers oder nach der ersten Zf-Stufe wird die Ton-Zf von der Bild-Zf getrennt und weiter verstärkt, gleichgerichtet und nach der Nf-Verstärkung dem Lautsprecher zugeführt. Dieses Verfahren wird heute noch vorwiegend in Ländern angewendet, die auch beim Ton Amplitudenmodulation verwenden. Dies ist der Fall in England, Frankreich, Luxemburg, Monaco und bis 1965 bei den belgischen Programmen (wallonisch und flämisch). Für Deutschland ist das für die Grenzgebiete wichtig, in denen 4- oder 5-Normen-Geräte betrieben werden. In **Bild 16.01–1** ist der Weg des Tones anhand eines Blockschaltbildes dargestellt.

Bei Fehlern im Tonteil muß dem gewählten Verfahren größere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Durch den etwas längeren Verstärkungsweg des Tones sind Störungen im Tonteil häufiger. Ihre Feststellung ist jedoch bis auf Fehler im Umschaltaggregat Routinesache. Schwierigkeiten treten nur in den jeweiligen Normen-Umschaltern auf. Diese Umschalter werden von mehr-

sprachigen Fernsehgerätebesitzern im Grenzgebiet häufig benutzt. Infolgedessen unterliegen sie erhöhter Abnutzung. Je nach Fabrikat müssen die Kontakte eventuell nachjustiert werden. Es kann durchaus passieren, daß bei einem Programm der Ton fehlt, während alle anderen Sender einwandfrei zu empfangen sind. In einem solchen Fall sollte der entsprechende Umschaltatz untersucht werden (**Bild 16.01–2**).

Außerdem passiert es öfters, daß der Ton infolge Verstimmung zu leise wird oder ganz fehlt. Dabei ist es empfehlenswert, die Oszillatorröhre auszuwechseln. Wenn durch deren Alterung leichte Frequenzänderungen auftreten, macht sich das bei Geräten, die nach dem Paralleltonverfahren arbeiten, besonders beim Ton bemerkbar. Schon bei einer Verstimmung des Oszillators um ca. 40 kHz können Tonverzerrungen wahrgenommen werden. Bei dem anschließend beschriebenen Intercarrierverfahren kann eine Verstimmung zwischen Oszillator und Trägerfrequenz des Senders nicht auftreten.

## **16.02 Das Intercarrierverfahren**

Das in Deutschland gebräuchliche Verfahren zum Empfang des Tones ist das Intercarrierverfahren. Es unterscheidet sich vom Paralleltonverfahren insofern, als der Ton im Bild-Zf-Verstärker mit verstärkt wird. Er wird erst nach der Videogleichrichtung ausgekoppelt. Hierbei bedient man sich des Differenzträgerverfahrens.

Durch die gekrümmte Kennlinie der Videodiode entsteht eine Differenzfrequenz zwischen Bild und Ton. Mit Hilfe von fest abgestimmten Kreisen wird diese Differenzfrequenz von 5,5 MHz ausgesiebt. Sie enthält die Tonmodulation. Über eine gesonderte Ton-Zf-Verstärkerröhre wird der Ton nochmals verstärkt. Dabei sind die zur Kopplung benutzten Bandfilter auf die Differenzfrequenz von 5,5 MHz abgestimmt. Damit das Tonsignal von Bildsignalresten befreit wird, sind noch weitere Schaltmaßnahmen nötig.

Zur Vermeidung von Tonstörungen arbeitet eine Zf-Verstärkerstufe meist als Begrenzerstufe. Sie ist daran zu erkennen, daß sie eine niedrigere Schirmgitterspannung erhält. Dadurch wird die Kennlinie verlagert und verkürzt. Die Verstärkung des Signals kann nur in einem kleineren Bereich vorgenommen werden. Höhere Spannungen, vor allem Störspannungen, werden einfach nicht mit verstärkt oder – anders ausgedrückt – begrenzt (**Bild 16.02–1**).

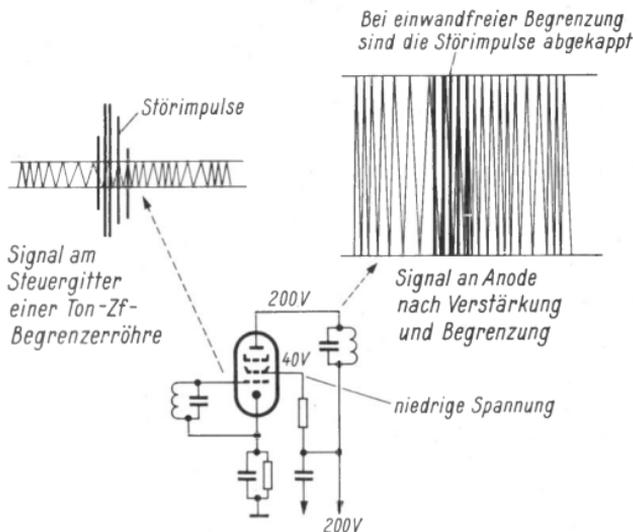


Bild 16.02-1. Arbeitsweise einer Begrenzerstufe

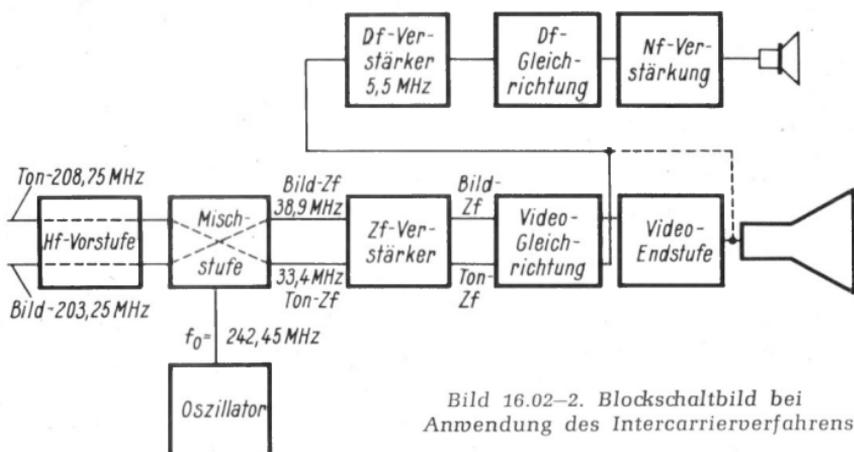


Bild 16.02-2. Blockschaltbild bei Anwendung des Intercarrierverfahrens

Zur Gleichrichtung des Tonsignals wird meist eine vom UKW-Rundfunk her bekannte Ratiodetektorschaltung verwendet. Anschließend wird die übriggebliebene Niederfrequenz in einer Endstufe nochmals verstärkt und dann dem Lautsprecher zugeführt. In **Bild 16.02-2** ist das Blockschaltbild des Hf- und Nf-Teiles eines Fernsehgerätes zu sehen, das nach dem Intercarrierverfahren arbeitet. Als wesentliches Merkmal ist die Ton-Zf zu bezeichnen. Während beim Paralleltonverfahren die Trägerfre-

quenz des Tones 33,4 MHz beträgt, hat die Differenzfrequenz beim Intercarrierverfahren eine Höhe von 5,5 MHz.

Die Fehlersuche nach der Auskopplung der Ton-Differenzfrequenz bereitet weniger Schwierigkeiten. Doch ist es manchmal nicht so einfach einen Fehler zu bestimmen, der vor der Auskopplung liegt und sich nur auf den Ton auswirkt. Im Verlauf der nachfolgend beschriebenen Fehlersuche werden diese schwierigeren Fälle jedoch auch mit eingekreist.

### 16.03 Prüfung ohne Eingriff in das Gerät

Bei Tonfehlern lassen sich grob folgende Unterschiede feststellen:

1. Aus dem Lautsprecher ist kein Geräusch oder Brummen wahrnehmbar.
2. Es ist ein schwaches Netzbrummen, aber kein Ton hörbar.
3. Der Ton ist fehlerhaft zu hören, d. h. zu leise, verrauscht oder verzerrt.

Liegt *der erste Fall* vor, so kann schon mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß der Fehler in der Tonendstufe einschließlich Lautsprecher zu suchen ist. Es wäre wahrscheinlich Zeitverschwendung, den gesamten Tonteil zu untersuchen. Bei einem derartigen Fall erübrigt sich eine weitere nähere Bestimmung.

Sollte das Gerät einen zweiten Lautsprecheranschluß haben, so kann ein Prüflautsprecher angeschlossen werden. Ist der Ton im Prüflautsprecher zu hören, so können die Zuleitung zum Lautsprecher oder die Schwingspule des Lautsprechers unterbrochen sein. Fehlt der Ton weiterhin, so beschränkt sich die Fehlersuche vorerst auf die Endstufe. In der **Fehlersuchtafel 16.03-I** sind die einfachen Suchmöglichkeiten dargestellt.

Liegt *der zweite oder dritte Fall* vor, so wird der Umschalter VHF-UHF betätigt. Damit wird die Möglichkeit überprüft, ob der Fehler im VHF-Kanalschalter oder im UHF-Tuner zu suchen ist. Bleibt die Fehlererscheinung trotz Umschaltung die gleiche, so scheidet die Möglichkeit eines Fehlers im VHF-Kanalschalter oder im UHF-Tuner vorerst aus.

### 16.04 Prüfung mit Eingriff in das Gerät

1. Wie schon bei den anderen Stufen erhebt sich die erste Frage nach dem zweckmäßigsten Beginn der Fehlersuche. Der

Fehleranteil der Röhren ist auch hier hoch. Um zu verhindern, daß nach längerer Fehlersuche doch eine Röhre als Fehlerquelle ermittelt wird, ist es hier zu empfehlen, die in Frage kommenden Röhren mit einem Röhrenhammer abzuklopfen. Dabei können Röhren mit mechanischen Fehlern leicht festgestellt werden. Beim Beklopfen ist bei diesen Röhren im Lautsprecher ein Krachen zu hören. Oft kann auf diese Weise die schadhafte Röhre sofort erkannt werden. In **Tabelle 16.04—I** ist angegeben, in welchen Stufen ein Fehler vorliegen kann. Dabei sind auch die vor der Ton-Zf liegenden Stufen mit aufgeführt worden. Röhrenfehler, die nur einen Tonausfall zur Folge haben, sind in diesen Stufen jedoch selten. Es können dort eher Verstimmungsfehler vorliegen.

2. Sollte durch den Röhrenwechsel keine Besserung eingetreten sein, so werden sicherheitshalber **die Widerstände auf den Platinen** oder in den fraglichen Stufen überprüft. Ist ein Widerstand verbrannt, so braucht keine Fehlersuche vorgenommen zu werden. Der Fehler bietet sich förmlich an, beseitigt zu werden.

Von den Anfängen der Radioreparatur her hat das Suchen nach verbrannten Teilen und Drahtunterbrechungen noch einen Beigeschmack der Stümperei. Man sollte jedoch das Kind nicht mit dem Bade ausschütten und diese Methode zur Ergänzung und Abkürzung der Fehlersuche mit verwenden. Oft weisen Kondensatoren Kurzschlüsse auf und als Folge davon verbrennen Widerstände. Warum sollte das Gerät dann erst systematisch untersucht werden, wenn der Fehler auf einen Blick festzustellen ist? Mit offenen Augen und kritischem Blick ist schon manches defekte Teil gesehen worden. Gerade bei Fehlern im Tonteil kann dadurch die Fehlersuche manchmal wesentlich abgekürzt werden.

3. Kann der Fehler auf diese Weise jedoch nicht festgestellt werden, so sollten *die Spannungen* gemessen werden. Man könnte jetzt von der Endstufe rückwärtsgehend messen, um so dem Fehler näher zu kommen. Da aber bei den Leiterplatten das Messen der Spannungen nicht immer so einfach ist, kann auch die entgegengesetzte Methode, also bei der Tonauskopplung beginnend, empfohlen werden.

Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein einer modulierten Zf-Spannung von 5,5 MHz und eines Hf-Signals am Arbeitsplatz. In dem Augenblick, in dem diese Signale, die in vielen Bildmustergeräten enthalten sind, erst an den Arbeitsplatz herangeholt werden müssen, scheidet die Methode. Man wird

den Aufwand scheuen und lieber auf althergebrachte Weise suchen. Bewährt hat es sich, die beiden Signale an jeden Arbeitsplatz über eine Leitung heranzubringen, so daß sie jederzeit abzugreifen sind. Ein Bildmustergenerator kann dann eine Werkstatt mit mehreren Arbeitsplätzen versorgen. Das modulierte 5,5-MHz-Signal wird in den Eingang der Ton-Zf eingekoppelt (Tabelle 16.04—I, Messung 1). Irgendwelche Vorsichtsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Ist der Ton bei aufgedrehtem Lautstärkereglern normal im Lautsprecher zu hören, so liegt der Fehler rückwärts zum Eingang zu — also Videogleichrichtung — Video-Zf.

Ist der Ton noch immer fehlerhaft, so wird das Signal hinter der Zf-Verstärkung oder der Begrenzerröhre angelegt (Messung 2). Kann dann ein normal lauter Ton mit dem Lautsprecher gehört werden, so steht fest, daß ein Fehler zwischen den beiden gewählten Meßpunkten zu suchen ist. So ist der Fehler auf einfache Art eingekreist und die fehlerhafte Stufe ermittelt worden.

Der Vorteil dieser Methode liegt unter anderem darin, daß man nicht auf einen bestimmten Meßpunkt angewiesen ist, sondern je nach mehr oder weniger leichter Zugänglichkeit in der Schaltung beispielsweise direkt an der Tonauskopplung oder am Steuergitter der 1. Ton-Zf-Röhre messen kann. Erst bei der weiteren Fehlersuche wird dann die genaue Fehlerursache festgestellt. Auch ist es möglich, diese Prüfungen vorzunehmen, ohne das Schaltbild zu Hilfe nehmen zu müssen. Ferner besteht der Vorteil, daß mit Hilfe des 5,5-MHz-Signals die Möglichkeit zum Nachstimmen des Tonteiles gegeben ist. Sollte eine Verstimmung vorliegen, kann der Abgleich sofort vorgenommen werden. Nur bei schwierigen Fehlern braucht man das Schaltbild zu Hilfe zu nehmen, und der Fehler kann in dem vorbestimmten engen Rahmen der defekten Stufe gesucht werden. Es erübrigt sich also das Durchmessen des gesamten Tonteiles.

### 16.05 Fehlersuche

Als Beispiel für die Fehlersuche soll der Schaltbildauszug nach **Bild 16.05—1** dienen. Mit Hilfe des modulierten 5,5-MHz-Signals kann der Fehler bereits in eine der drei in der Folge beschriebenen Fehlerarten eingruppiert werden. Es handelt sich dabei um folgende Möglichkeiten:

1. *Der Fehler liegt vor der Tonauskopplung.* Der Ton ist beim Anlegen des 5,5-MHz-Signals normal im Lautsprecher zu hören.

Bleibt der Fehler beim Umschalten von UHF nach VHF, dann wird die Video-Zf-Durchlaßkurve aufgenommen. Es kann sich um einen Fehler handeln, der die niedrigeren Frequenzen der Zf benachteiligt. Weil der Tonträger bei der Zf niedriger liegt (33,4 MHz) als der Bildträger, ist der Fehler in erster Linie dort zu suchen. Das Bild kann ohne weiteres noch so sein, daß es vom Kunden als normal bezeichnet wird. Meist handelt es sich bei diesen Fehlern um Geräte, die von unkundiger Hand verstimmt worden sind. Es hilft nur ein vollkommener Neuabgleich der Video-Zf.

2. *Der Fehler liegt nach der Tonauskopplung bis zur FM-Gleichrichtung.* Das kann durch Anlegen des 5,5-MHz-Signals an die Tonauskopplung (Ton noch fehlerhaft) und an die Anode der 2. Ton-Zf-Röhre (Ton jetzt normal zu hören) festgestellt werden.

3. *Der Fehler liegt im FM-Gleichrichterteil oder dem Nf-Teil.* Das ist dann der Fall, wenn der Ton beim Anlegen des 5,5-MHz-Signals auch an der Anode der 2. Ton-Zf-Röhre fehlerhaft bleibt.

Diese Feststellungen können durch das Anlegen des Ton-Zf-Signals an nur zwei Meßpunkten gemacht werden. Der Fehler kann auf diese Weise grob eingekreist werden. Die weitere Fehlersuche ist reine Routinesache. Sollte der zweite Fall vorliegen, so wird die Schaltung kurz näher betrachtet.

Das hinter der Video-Diode ausgekoppelte Tonsignal wird mit Hilfe eines auf 5,5 MHz abgestimmten Parallel-Resonanzkreises ausgesiebt und dem Steuergitter der ersten Ton-Zf-Verstärker-röhre zugeführt. An der Höhe der Spannungen kann meistens abgelesen werden, ob beabsichtigt ist, der Röhre Begrenzerwirkung zu geben. Im vorliegenden Fall hat die Röhre eine verhältnismäßig niedrige Schirmgitterspannung. Dadurch wird der geradlinige Teil der Kennlinie verkürzt, und es ist eine schwache Begrenzerwirkung vorhanden. Die zweite Stufe wird mit Hilfe eines kritisch gekoppelten Bandfilters angekoppelt. Die Begrenzerwirkung der zweiten Stufe wird neben der niedrigen Schirmgitterspannung noch durch eine verhältnismäßig hohe Katodenspannung erhöht. Der Arbeitspunkt wird dadurch so verschoben, daß die Begrenzung noch wirksamer wird. Die RC-Kombination im Filter 262 dient der Störunterdrückung. Während C 2 die erste Stufe neutralisiert, erfüllt diese Aufgabe C 3 in der zweiten Stufe. Die FM-Demodulation wird mit Hilfe der Spule 3 im Filter 263 und mit Hilfe der Dioden D 1 und D 2 vorgenommen. Die aus den Richtspannungen entstehende Differenzspannung ist die Niederfrequenz. Sie wird über das Deemphasisglied R 11,

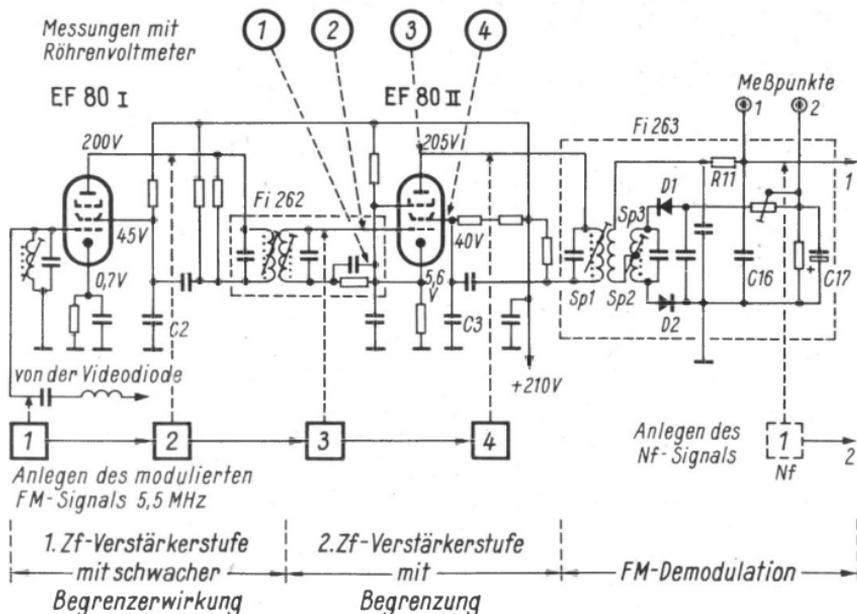


Bild 16.05-1a. Schaltbild des Tonteiles eines Fernsehempfängers (Hf-Teil)

C 16 und C 18 zur Nf-Verstärkung weitergeleitet. Mit Hilfe des Triodensystems der Röhre EBC 91 wird das Nf-Signal vorverstärkt und dann der Ton-Endröhre PL 82 zur Leistungsverstärkung zugeführt.

Zur Fehlersuche ist es von Vorteil, das modulierte 5,5-MHz-Signal an den Ton-Auskoppelkondensator oder einen eventuell vorhandenen Meßpunkt fest anzulegen. Damit wird sichergestellt, daß während der Fehlersuche immer ein Signal anliegt und es sofort zu hören ist, wenn der Fehler nicht mehr vorhanden ist. Das ist dann besonders wichtig, wenn der Verdacht besteht, daß ein zeitweiliger Fehler vorliegt. Dann kann es passieren, daß, ausgelöst durch eine Messung, der Fehler vorübergehend verschwunden ist. Durch fehlerhafte Einstellung des Kanalschalters oder des Kontrastreglers oder vorher irrtümlich verstellter anderer Regler (wie Einsteller für die getastete Regelung) wird das eventuell nicht rechtzeitig bemerkt und die Fehlersuche verzögert sich. Dies kann durch das Anlegen des modulierten 5,5-MHz-Signals vermieden werden.

Da es wahrscheinlich ist, daß ein mit dem Röhrenvoltmeter festzustellender Fehler vorliegt, wird am besten mit der Span-

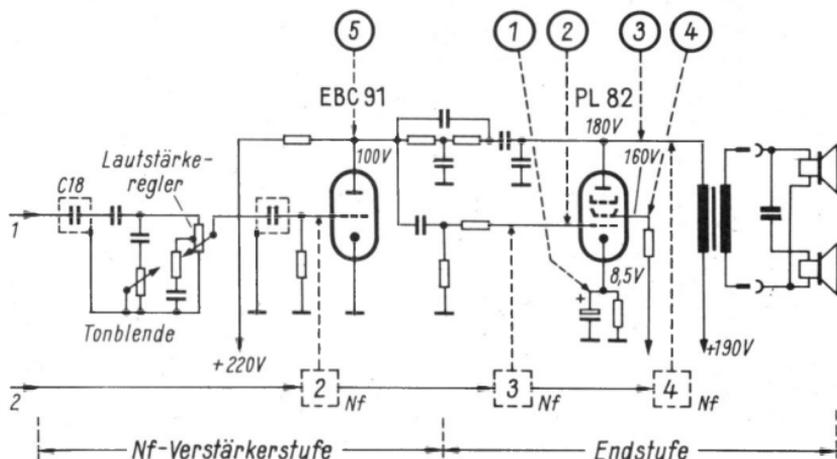


Bild 16.05-1b. Schaltbild des Tonteiles eines Fernsehempfängers (Nf-Teil)

nungsmessung begonnen. Dabei wird sich die Mehrzahl der Fehlerursachen bestimmen lassen. Nach einer kurzen Kontrolle des Nf-Verstärkers – Finger an Steuergitter der Vorverstärkeröhre oder des Lautstärkereglers halten – werden die Spannungen an den Zf-Röhren gemessen. Den besten Aufschluß über das Arbeiten der Röhren gibt immer die Katodenspannung. Es hat sich auch immer mehr durchgesetzt, daß der Sollwert der Katodenspannung im Schaltbild enthalten ist. Diese Spannung wird am besten zuerst gemessen. Anschließend werden dann Anoden-, Schirmgitter- und Steuergitterspannung gemessen. Im vorliegenden Fall wird also folgendermaßen vorgegangen:

Die vorangegangene Grobprüfung hatte ergeben, der Fehler sei in den Zf-Stufen zu suchen. Dann wird an Röhre EF 80 II gemessen und zwar folgendermaßen:

- (Zf) 1. Katodenspannung (5,6 V),  
 2. Steuergitterspannung (leicht negativ),  
 3. Anodenspannung (205 V),  
 4. Schirmgitterspannung (40 V).

Zu beachten ist dabei die Steuergitterspannung. Ist sie leicht positiv, so deutet das daraufhin, daß die Röhre falsch angesteuert wird. Zwangsläufig stimmen dann die anderen Spannungen nicht. Die Katodenspannung wird zu hoch und die Anoden-

spannung zu niedrig sein. Der Fehler ist in Richtung 1. Zf-Verstärkerröhre zu suchen. Hier werden die gleichen Messungen vorgenommen, wie sie gerade bei der zweiten Röhre beschrieben wurden. Hat sich herausgestellt, daß der Fehler im Nf-Teil zu suchen ist, so wird folgendermaßen gemessen:

- (Nf) 1. Katodenspannung der Endröhre (8,5 V),  
2. Steuergitterspannung (leicht negativ),  
3. Anodenspannung (180 V),  
4. Schirmgitterspannung (160 V),  
5. Anodenspannung der Nf-Vorröhre EBC 91 (100 V).

Fehlt eine der angegebenen Spannungen, so ist es ein leichtes, den Fehler genau zu bestimmen. Sind jedoch in ganz seltenen Fällen alle Spannungen normal vorhanden und der Fehler ist mit den Spannungsmessungen nicht festzustellen, so wird das Nf-Signal zu Hilfe genommen. Es wird erst an das Steuergitter, dann an die Anode, weiter an das Steuergitter der zweiten Röhre und anschließend an die Anode der zweiten Röhre angelegt.

Im Schaltbild (Bild 16.05-1) sind diese Messungen mit den viereckig umrahmten Zahlen gekennzeichnet. Die gestrichelte Umrandung zeigt, daß an diesen Stellen Nf angelegt werden muß.

Ist von einem Meßpunkt an der Ton im Lautsprecher zu hören, wird der Fehler unmittelbar davor gesucht. Denkbar sind eine Spulenunterbrechung der Gitterkreisspule oder ein Verstimmungsfehler. Die Kondensatoren der Bandfilter werden nur in äußerst seltenen Fällen defekt.

Ist der Ton auch beim Anlegen des Signals an die Anode der zweiten Zf-Röhre nicht zu hören, so kommt als Fehlerquelle die FM-Gleichrichtung in Frage. Zur Kontrolle wird direkt nach der Gleichrichtung, in diesem Falle an Meßpunkt 1, geprüft, ob der Nf-Teil in Ordnung ist (Fingerprobe oder Nf anlegen). Ist hier alles in Ordnung, werden die Teile des Filters F 263 überprüft. Sollte kein Ton zu hören sein, so wird eine Spulenunterbrechung zu vermuten sein. Ein Defekt einer oder beider Dioden wirkt sich kaum so aus, daß nichts mehr zu hören ist; es ist dabei eher ein verzerrter und leiser Ton wahrnehmbar. Genauso wirkt sich ein Defekt des Elektrolytkondensators C 17 aus. Nach der Behebung eines Fehlers im Filter ist es anzuraten, die Ton-Zf nachzustimmen. Dabei ist die Abgleichenweisung zu beachten.

Die Fehlersuche im Nf-Teil geschieht in der gleichen Weise wie bei der Zf beschrieben, nur mit dem Unterschied, daß zum

Prüfen Nf verwendet wird. Da die Endstufe eine Leistungsverstärkerröhre ist, wird hier beim Anlegen des Fingers oder der Nf oft keine wesentliche Verstärkung wahrgenommen. Das kann durchaus normal sein. Man sollte diese Probe immer an der Vorverstärkerröhre vornehmen. Dort muß eine wesentliche Verstärkung zu bemerken sein.

## 16.06 Ton-Zf-Verstärker mit Transistor

Neben dem Video-Zf-Teil ist im Ton-Zf-Teil zuerst die Röhre vom Transistor verdrängt worden. Im Ton-Zf-Verstärker bietet sich eine gute Möglichkeit, den Transistor ohne Schwierigkeiten einzusetzen. Seine Verstärkungseigenschaften sind bei der Ton-Zf-Verstärkung der Röhre ebenbürtig. Darüber hinaus kann er sehr gut zur Begrenzung des FM-Signals verwendet werden. Da das die beiden wesentlichen Forderungen sind, die an eine Ton-Zf-Verstärkerstufe gestellt werden, ist die Verwendung von Transistoren ohne „Kinderkrankheiten“ vor sich gegangen. Die Schaltung einer transistorisierten Ton-Zf-Stufe ist in **Bild 16.06-1** gezeigt.

Verwendet wird der Transistor AF 116. An Basis und Emitter wird eine positive Spannung gebracht. Sie beträgt 9 V an der Basis und 9,1 V am Emitter. Die Differenz von 0,1 V legt den Arbeitspunkt des Emitters fest. Da im Gerät eine Plusspannung von 205 V zur Verfügung steht, muß diese Spannung über einen verhältnismäßig hohen Widerstand von 68 k $\Omega$  an den Emitter des Transistors gebracht werden. Die Größe des Widerstandes bestimmt bei einem einwandfreien Transistor den Gesamtstrom durch den Transistor fast allein. Dadurch ist allein mit dem Emitterwiderstand eine Stabilisierung des Transistors zu

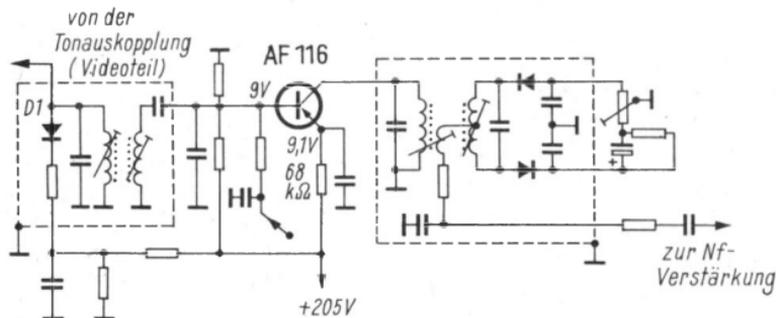


Bild 16.06-1. Ton-Zf-Verstärker mit Transistor

erreichen. Die Anordnung eines Transistors im Gerät zeigt **Bild 16.02-2**.

Bei der Fehlersuche in der Schaltung sollte zuerst die Emitterspannung gemessen werden. Liegt sie wesentlich höher als in den Schaltunterlagen angegeben ist, so deutet das daraufhin, daß kein Kollektorstrom fließt. Es wird am besten als nächstes bei ausgeschaltetem Gerät mit dem Ohmmeter von Kollektor nach Masse gemessen. Wird ein Widerstand von weniger als  $1 \Omega$  gemessen, so ist der Kollektorzweig in Ordnung. Der Transistor selbst wird dafür verantwortlich sein, daß kein Strom fließt. Vor dem Messen kann man noch versuchen, ob beim Beklopfen Krachstörungen im Lautsprecher zu hören sind. Dann ist auch schon ohne Messung ein Transistordefekt festgestellt. Meist handelt es sich um einen Schluß zwischen Emitter und Basis. Dadurch wird der Kollektorstrom unterbunden.

Ist die Emitterspannung wesentlich niedriger, so deutet das daraufhin, daß zuviel Strom durch den Transistor fließt. Es wird zuerst noch die Basisspannung gemessen. Die Differenz zwischen beiden Spannungen legt ja, wie schon erwähnt, den Arbeitspunkt fest, und zwar muß die Spannung an der Basis negativ gegenüber dem Emitter sein. Die Differenz soll im vorliegenden Fall  $0,1 \text{ V}$  betragen. Je nach anliegendem Signal kann sie etwas größer (ungefähr bis  $0,2 \text{ V}$ ) werden, da das Zf-Signal zwischen Basis und Emitter gleichgerichtet wird und dann mit einem hochohmigen Instrument meßbar ist. Bestehen Zweifel über die Spannungsverhältnisse, so wird ein Kurzschluß zwischen Emitter und Basis hergestellt. Jetzt muß die Emitterspannung wesentlich höher werden (ca.  $15$  bis  $30 \text{ V}$ ). Ändert sich die Spannung nicht, ist der Transistor defekt. In der **Tabelle 16.06-I** sind diese Prüfungen nochmals zusammengefaßt dargestellt.

Darüber hinaus sollte man mit Experimenten in der Transistorschaltung vorsichtig sein. Das Überbrücken von Widerständen und das Parallellegen von Kondensatoren sollten unterbleiben. Transistoren sind wesentlich empfindlicher gegenüber höheren Spannungen als Röhren. In den Schaltungen sind deshalb die Transistoranschlüsse auch oft mit Isolierlack überzogen oder mit Folie beklebt. Damit wird auch vom Hersteller aus das Mögliche getan, unbeabsichtigte Schlüsse zu vermeiden.

Etwas außergewöhnlich an der Schaltung ist die Lage der Diode D 1 am Eingang. Sie hat die Aufgabe, die Signalspannung von einem bestimmten Wert ab zu begrenzen. Es könnte passieren, daß dem Transistor bei hoher Antennensignalspannung und

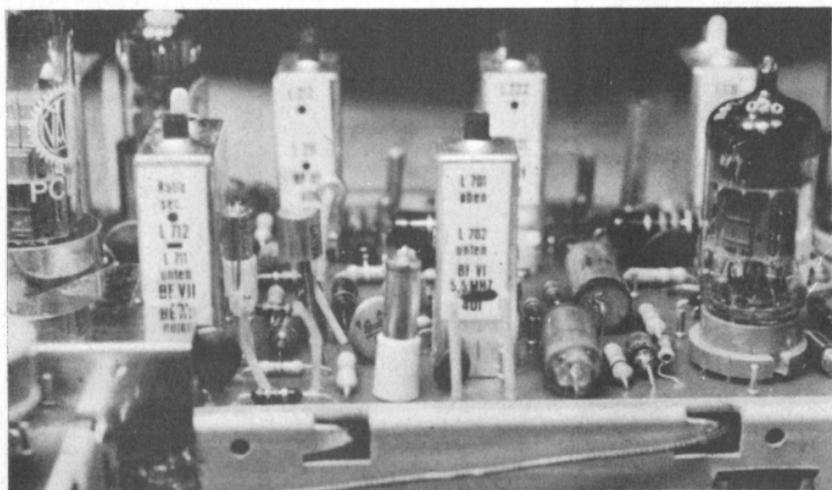


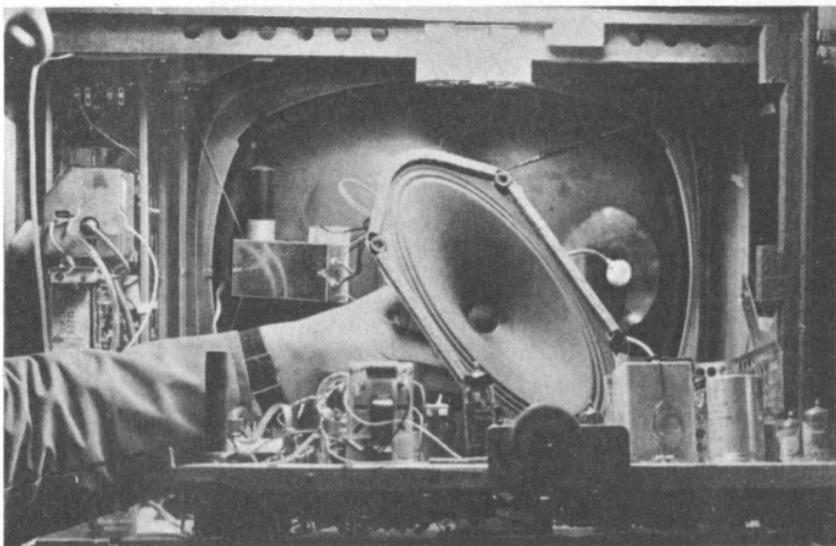
Bild 16.06-2. Anordnung eines Ton-Zf-Transistors in der Schaltung

aufgedrehtem Kontrastregler trotz Regelung zuviel Ton-Zf-Spannung zugeführt wird. Der Transistor würde übersteuert. Die vorgeschaltete Diode verhindert das, indem Spannungen, die einen bestimmten Wert übersteigen, gleichgerichtet werden.

Bei einem Schluß der Diode ist schon eingangs des Ton-Zf-Verstärkers kein Signal mehr vorhanden. Hat sich der Widerstand der Diode in beiden Richtungen vergrößert, so fehlt die Begrenzerwirkung und eine Beschädigung des Transistors ist möglich.

### 16.07 Praktische Winke

Schon bei der Behandlung des Kanalschalters wurde auf die Möglichkeit hingewiesen, daß sich Bild und Ton gegenseitig stören können. Es kann zwischen Tonfehlern durch Mikrofonieeffekt und durch Modulation unterschieden werden. Zu erkennen sind Mikrofoniefehler meist dadurch, daß sie, je nach eingestellter Lautstärke, stärker oder weniger stark auftreten. Wird der Ton ganz leise gestellt, ist ein solcher Fehler verschwunden. Besonders anfällig für diesen Fehler sind Röhren des Hf- und Zf-Teiles. Hin und wieder kommt es jedoch auch vor, daß der Fehler in einem anderen Schaltteil zu suchen ist. Um die Fehlerursache dann festzustellen, kann der Lautsprecher aus dem Gerät genommen werden. Durch Richtungsveränderung und Bewegen im



*Bild 16.07-1. Feststellen der Ursache des Mikrofonieeffektes durch Ändern der Schallrichtung des Lautsprechers*

Gerät kann die Richtung festgestellt werden, in welcher der Fehler zu suchen ist (**Bild 16.07-1**).

Modulationsstörungen sind oft etwas schwieriger zu bestimmen. Hierbei hilft ein Fernsehsignalgenerator, dessen Tonträger ausgeschaltet werden kann. Durch Ein- und Ausschalten des Tonträgers kann der Einfluß des Tones auf das Bild genau festgestellt werden. Wenn kein Fehler vorliegt, wird sich beim Ein- und Ausschalten keine Änderung der Bildqualität bemerkbar machen. Liegt ein Fehler vor, so kann das Signal jeweils von Stufe zu Stufe fortschreitend angelegt werden. Von einer bestimmten Stufe an ist der Fehler bei moduliertem Signal zu sehen. In dieser Stufe ist die Fehlerursache genauer zu bestimmen. In den meisten derartigen Fällen handelt es sich um Fehler, die durch Verstimmung verursacht werden. Ein Neuabgleich beseitigt den Fehler.

# Literaturverzeichnis

## Fachbücher

- Aring, Werner: Fernseh-Bildfehler-Fibel, Franzis-Verlag, München.
- Barkhausen, H.: Elektronen-Röhren, S. Hirzel-Verlag, Leipzig.
- Bergtold, Dr. F.: Die Große Fernsehfiel, Verlag Jacob Schneider, Berlin-Tempelhof.
- Diefenbach, Werner W.: Fernseh-Service, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- Deane, L. D., und Young, C. C.: TV Servicing Guide, Photofact Publication.
- Fellbaum, Günter: Fernseh-Service-Handbuch, Franzis-Verlag, München.
- Goldammer, Dr. Rudolf: Der Fernseh-Empfänger. Franzis-Verlag, München.
- Heinrichs, Gerhard: Fernseh-Service praktisch und rationell. Franzis-Verlag, München.
- Kiver, Milton S.: Television Simplified 6. Edition. D. van Norstrand Company, Inc., Princeton, New Jersey.
- Knobloch, Winfried: Prüfen, Messen, Abgleichen, Fernsehempfänger-Service. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, Berlin-Borsigwalde.
- Lennartz, Herbert: Fernsehempfänger. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, Berlin-Borsigwalde.
- Limann, Ing. Otto: Fernsehtechnik ohne Ballast. Franzis-Verlag, München.
- Lummer, Heinz: Fehlersuche und Fehlerbeseitigung an Transistor-empfängern. Franzis-Verlag, München.
- Marcus, P.: Kleine Fernsehempfangs-Praxis. Franzis-Verlag, München.
- Möhring, F.: Schaltungstechnik der Loewe-Opta-Empfänger. Werbeabteilung der Loewe Opta AG, Kronach.
- Nieder, Ernst: Fehlerkatalog für den Fernseh-Service-Techniker. Franzis-Verlag, München.
- Renardy, Dr. A.: Radio-Service-Handbuch. Franzis-Verlag, München.
- Richter, Heinz: Service-Fibel für den Fernsehtechniker. Vogel-Verlag, Würzburg.

Richter, Heinz: Gerätemessungen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Telefunken: Laborbuch Band 2 und 3, Die Fernsehbildröhre.

### **Fachveröffentlichungen**

Fath, C.: Wenn der Bildkipp Störungen zeigt. Radio-Fernseh-Phono-Praxis Nr. 2/1964.

Fath, C.: Fehler im Videoteil – im Oszillogramm erkennbar.

Lummer, H.: Fehlerstatistik. Funkschau Heft 16/1960.

Meyer, F. W.: Die Verwendung der Spanngitterröhre PCF 801 im VHF-Kanalwähler. Funkschau Heft 2/1964.

Möhring, F.: Methodische Fehlersuche bei Fernsehempfängern. Radio-Fernseh-Phono-Praxis Nr. 1/1964.

### **Kundendienstzeitschriften**

Graetz-Nachrichten – Technische Informationen – Am Mikrofon: Nordmende – Siemens-Radio-Nachrichten; Werkstattpraxis – Der Telefunken-Sprecher.

### **Kundendienst-Informationen und Serviceanweisungen**

folgender Firmen:

AEG-Telefunken GmbH, Hannover

Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim

Graetz KG, Altena (Westf.)

Grundig-Radio-Werke, Fürth/Bay.

Imperial, Rundfunk-Fernsehwerk, Osterode (Harz)

ITT-Schaub-Lorenz, Pforzheim

Kuba, Wolfenbüttel

Loewe Opta AG, Kronach/Ofr.

Metz Apparatewerke, Fürth/Bay.

Norddeutsche Mende Rundfunk KG, Bremen-Hemelingen

Philips, Deutsche Philips GmbH, Hamburg 1

Saba, Schwarzwälder Apparate-Bau-Anstalt, Villingen/Schwarzw.

Siemens-Electrogeräte, München

Wega-Radio GmbH, Fellbach bei Stuttgart

# Sachverzeichnis

## A

- Abblocken 101
- Abgleich 95
  - fehler 57
- Ablenk|satz 221
  - spulen 192, 229
- Ablöten von Einzelteilen 171
- Abnutzungserscheinungen 128
- Abschirmbecher 86
- Abschwächung 95
- Abstimmautomatik 42
- Adaptersockel 53
- Alterungsfehler 127
- Amplitudensieb 150
  - schaltung 152
- Arbeits|ablauf 19
  - bericht 31
  - einteilung 19
  - punkt 91
  - punktverlagerung 91
  - weise einer Begrenzerstufe 249
  - zeit 31
  - zeitausnutzung 34
- Audion|kombination 153
  - prinzip 150
- Aufblaskappe 43, 96
- Aussetzfehler 68
- Austast|balken 172
  - impulse 135
- Automatiken 124
- Automatikgrundeinstellung 42
- Automatische Feinabstimmung 59, 76
  - Nachstimmung 42, 52, 60

## B

- Bandfilter|kopplung 65, 80
  - spule 90
  - topfkreise 65
- Barium 127
- Basiskondensatoren 76

- Bauchtanz 104, 155
- Begrenzer|diode 144
  - stufe 248
- Beschleunigungselektrode 135
- Beschneidung der Impulse 135
- Betriebstemperatur 98
- Bild|amplitude 81
  - ausgangstransformator-  
Feinschluß 243
  - austastimpulse 135
  - austastung 137
  - breitenautomatik 207
  - eindruckänderung 175
  - endstufe 229
  - generatoren 220
  - geometrie 222
  - helligkeit 108
  - impulse 214
  - kippgrobregler 214
  - linearität 222
  - mustergenerator 43
  - regler 154
  - register 124
  - röhre 125
  - röhrenfehler 128
  - rücklauf-Dunkeltastung 128
  - rücklaufimpulse 130, 137
  - sperrschwinger 225
  - synchronisationsschaltung 211
  - synchronisierimpulse 152
  - trägerzwischenfrequenz 35
- Booster|diode 193, 196
  - kondensator 192
  - kondensatorprüfung 193
  - spannung 190, 192
- Breitbandigkeit 82
- Brillanzzeichner 124
- Brumm|einstreuung 120, 219
  - einwirkung 161
  - fehler 62

## C

Cadmiumsulfid 128  
Cramolinspray 58

## D

Dämpfung 90  
Dämpfungswiderstand 89, 120  
Deemphasieglied 253  
Differentiation 163  
Differenz|frequenz 102  
– trägerverfahren 248  
Dioden|fehler 115  
– kennlinien 102  
– wirkungsgrad 112  
Diskriminatorschaltung 52  
Drahtunterbrechung 90  
Dreipunktschaltung 52, 65  
Drucktasten|kanalwähler 49  
– mechanik 38  
Durchlaßfrequenz 94  
– kurve 81, 94, 96

## E

Effektivwert 112  
Einengung des Haltebereichs 174  
Eingangsräuschen 57  
– widerstand 51  
Einschaltbrummunterdrückung  
147  
Einzel|kreiskopplung 90  
– teilreparatur 160  
Elektrodensystem 126  
Elektronenbeschleunigung 125  
Emissionsfähigkeit 128  
Emittier|strommessungen 75  
– unterbrechung 100  
– widerstände 99  
Empfindlichkeit 57  
Entzerrerschaltungen 106  
Erdung 137  
Ersatzteil|anforderung 31  
– beschaffung 190  
– kundendienst 161

## F

Fangbereich 77  
Fangbereichskontrolle 173  
Fehleinstellungen 15

Fehler|grobbestimmung 12

– häufigkeit 190  
– statistik 79  
– suchschlüssel 30  
– suchzeit 19  
FM-Demodulation 253  
Fokussierung 125, 136  
Fotowiderstand 107  
Frequenz|abweichung 76  
– gangkorrektur 120  
– modulation 246  
– verschiebungen 182  
Funkenziehen 198

## G

Gegenkopplung 99  
Gesamt|kurve, resultierende 96  
– verstimmung 102  
Gitter|ableitwiderstand  
der Mischröhre 46  
– basisschaltung 52  
– gleichrichtung 46  
– spannungsgerät 40  
– spannungsmessung 92  
– strom 84, 91, 153  
– vorspannung 91  
Grid-Dip-Meter 49

## H

Haarrisie 74  
Haltebereich 165  
Haltebereichs-Kontrolle 173  
Hausreparatur 14  
Helligkeitsregelung 108, 132  
Höhenanhebung 103, 106  
Hochspannung 187  
Hochspannungsanschluß 133  
– erzeugung 195  
– prüfung 199  
– -Röhrensockel 195, 200  
– tastkopf 131  
– wicklung des Zeilentransfor-  
mators 195

## I

Implisionsgefahr 112  
Impuls|dächer 104, 119, 140  
– fehler 205

Impuls|verfälschungen 118  
– verformungen 119  
Innenwiderstand der Hochspan-  
nungsröhre 195  
Integration 163  
– der Bildimpulse 212  
Instrumentenwiderstand 100  
Intercarrierverfahren 82, 249  
Ionenfalle 136  
Isolationswiderstand von Kon-  
densatoren 228

**J**  
Jedermann-Gerät 28

**K**  
Kapazitäts|änderung 156  
– diode 52, 61, 76  
– verkleinerung des Katoden-  
kondensators 73  
Kaskoden|schaltung 51  
– stufe 35, 39, 48  
Katodenkondensator 88  
Keramische Kondensatoren 59  
Kollektorunterbrechung 100  
Kondensator|defekt 168  
– schluß in der Bildendstufe 240  
„Kontakt 60“ 58  
Kontakt|schwierigkeiten 77  
Kontrast|anpassung 107  
– regelstellung 112  
– regler 108  
Kontrolle der Bildbreiten-  
automatik 208  
Koppel|grad 65  
– kondensatoren 90, 155  
Krummziehfehler 167  
Kundendienst|mitteilungen 27  
– unterlagen 22  
Kundenreklamationen 15, 17, 86  
Kurzschluß 155, 171  
–, Emitter-Basis 100

**L**  
Lagerhaltung 190  
Leistungs|aufnahme 198  
– messung 131  
Leuchtschicht 125

**M**  
Magnethaltevorrichtung 71  
Masse|anschluß 37  
– schluß 85  
– verbindung 90  
Mehr-Normen-Empfänger 247  
Metallbänderung 137  
Mikrofonieeffekt 42, 77, 259  
Mindestfeldstärke 144  
Minitest 41  
Misch|filter 82  
– transistor 75  
– verstärkung 73  
Modulationsstörungen 260  
Multivibratorschaltung 177

**N**  
Nachstimm|arbeiten 37, 95  
– bereich der Automatik 42  
– diode 42, 75  
– spannung 52, 76  
Nachstimmung 84  
Netzgerät für UHF-Tuner-  
Reparatur 70

**O**  
Öffnungsflanke 186  
Oszillator|röhrenwechsel 39  
– verstimmung 40, 76  
Oszillogrammaufnahme 117  
Oxydieren der Schaltkontakte 58

**P**  
Parallel|tonverfahren 247  
– widerstände 82  
Partialschwingungen 202  
Phasen|diskriminator 164  
– umkehrstufe 152  
– vergleichsschaltung 163  
Platinen|riß 90  
– wechsel 160  
Plattenschlüsse 74  
Prüflautsprecher 250  
– röhre 133

**R**  
Ratiodetektorschaltung 249  
Rationalisierungsbestrebungen 20

Rationelle Arbeitsweise 9, 24  
– Fehlersuche 11  
Reaktanz|röhre 62  
– stufe 167, 174  
Rechteckspannung 120  
Regel|schwingungen 127  
– spannung 40  
– spannungserzeugung 140  
– spannungsüberprüfung 146  
– spannungszuführung 140  
– transformator 68  
Regelung, lichtabhängig 124  
–, verzögert 144  
Regenerierung 127  
Registerordner 24, 27  
Reparatur|aufteilung 14  
– ausführung 13  
– berichte 28, 31  
– erwartungen 19  
– leistungen 191  
– meldungen 17  
– zeit 10  
Reserveordner 27  
Resonanz|drosseln 12  
– kreis 86  
Röhren|entnahme 31  
– voltmeter 101

## S

Schärferegler 125  
Schaltungssammlung 22  
Scheinkapazität 62, 176  
Schirmgitterspannung 86  
–, gleitende 87  
Schnellprüfung am Schirmgitter 55  
Schrumpfung des Bildes 239  
Schutzlack 101  
Schwarz|schulter 114  
– wert 125  
– wertüberprüfung 109  
– wertwiederherstellung 109  
– wertwiederherstellungsschaltung 109  
Schwing|kreiskapazitäten 184  
– neigung 101  
– strom 75  
Selbsterregung 37, 93, 111

Selengleichrichter 175  
Serviceordner 27  
Sinus|generatoren 176  
– generatorschaltung 181  
Spannungs|differenz, Emitterbasis 101  
– messung am Ablenksatz 232  
– messung an Röhrenfassungen 234  
– überschläge 137, 195, 204  
– verstärkung 82  
Sperr|flanke 186  
– moment 125  
– schwinger 92  
– schwingerprinzip 176  
– widerstand von Dioden 175  
Spitzengleichrichter 194  
Sprühscheinungen im Zeilentransformator 210  
Spulenunterbrechung 80, 89, 256  
Stabilisierung des Zeilengenerators 198  
Statische Aufladung 75  
Stör|austastung 152  
– strahlbedingungen 49  
Stoßbetrieb 17  
Strahlstrom 109, 125, 130  
– messung 134  
Streifenfehler 202  
Streuungen 94  
Strom|aufnahme 40  
– messung am Kanalschalter 57  
Strontiumoxyd 127  
Stufen, schwingende 93  
– verstärkung 106  
Symmetrieregler 171  
Synchronimpulsverstärker 124

## T

Taströhre 108  
Temperatur|koeffizient 59  
– schwankungen 98  
Tiefpaßfilter 103  
Ton|amplitude 81  
– ausfall 251  
– auskoppelkondensator 254  
– auskopplung 253  
– teil 246

Ton|trägerzwischenfrequenz 35  
– verzerrungen beim Parallel-  
tonverfahren 248  
– -Zf-Verstärker mit Tran-  
sistoren 256  
Topf|kreisbandfilter 64  
– kreise 63  
Totalverstimmung 92  
Trägerfrequenz|anteile 103  
– reste 102  
Transformator-Eigenresonanz 243  
Transistordipper 49  
Transistor-Zf-Verstärker 100  
Traps 93  
Tuner-Testgerät 71  
Tunneldipper 49

## U

Überschwingungen 119  
Überspannung 75  
Übersteuerung 116  
UHF-Tuner 63  
Umgebungs|helligkeit 107  
– temperatur 98  
Umkehrrohre 159  
Unsymmetrie 167  
Unterbrechungen 79

## V

Vakuum 128  
Variometer 58  
VDR-Widerstand 207  
Vergleichsschaltung 165  
Verschleifungen 119  
Verstärkung der Vorstufe 48  
Verstärkungs|absenkung 106  
– regelung 138  
Verstimmung des Oszillators 39  
– fehler 38, 57, 79, 85, 93, 97  
Verstopfen 153  
Verzerrungen 106  
VHF-Kanalwähler 35, 68

VHF-Konverter 44  
Video|diode 103, 113  
– endrohre, Arbeitswider-  
stand 105  
– frequenzmessung 112  
– frequenzmittelwert 109  
– gleichrichtung 102  
– signal 103  
– teil-Schaltungsauszug 123  
– verstärkerstufe 107  
Vorstufentransistor 67  
Vortrabanten 213

## W

Wackelkontakte 171  
Wärmeentwicklung 98  
Windungsschluß im Ablenk-  
satz 236  
Wobbel|sender 57  
– signal 96

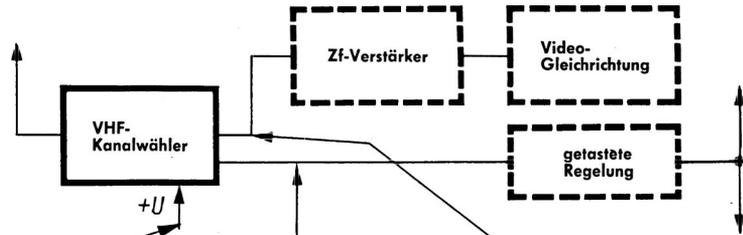
## Z

Zeilen|austastung 196  
– endstufe 190  
– fangautomatik 174  
– frequenz 187  
– geometrie 202  
– linearität 202  
– regler 154  
– synchronisation 162  
– synchronisierimpulse 152  
– transformatoren 191  
– transformatorwickel 205  
Zeitaufwand 21, 28  
Zeitkonstantenglied 120, 153  
Zf-Ankopplungsglied 100  
– -Durchlaßkurve 95  
– -Verstärker 78  
– -Wobbelsignal 95  
Zinksulfid 128  
Zwischenbeschleunigung 132  
Zwischensockel 43

## Tabellen-Verzeichnis

### Tabelle

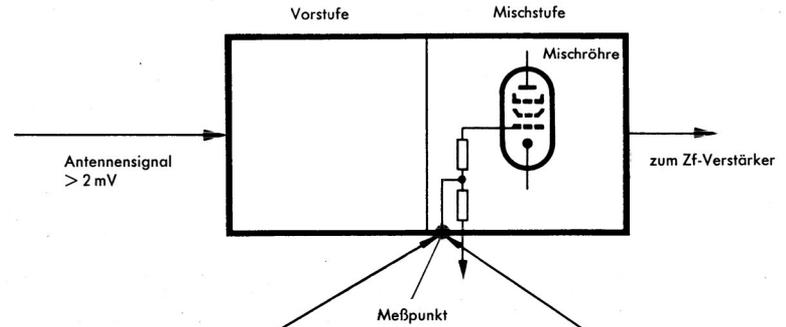
3.04-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung im VHF-Kanalwähler	T 1
3.04-II	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung zwischen Vor- und Mischstufe im VHF-Kanalwähler	T 2
4.05-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in Röhren-UHF-Tunern	T 3
4.09-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in Transistor-UHF-Tunern	T 4
5.02-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung im Zf-Teil	T 5
6.05-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in der Videogleichrichtung	T 6
6.05-II	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in Videoendstufen	T 7
7.05-I	Tabelle der benötigten Betriebsspannungen an der Bildröhre	T 8
7.06-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung an der Bildröhre (Bildschirm bleibt dunkel)	T 9
7.07-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung an der Bildröhre (fehlerhaftes Bild vorhanden)	T 10
8.02-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in der getasteten Regelung	T 11
9.03-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung im Amplitudensieb	T 12
10.03-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in der Zeilensynchronisationsschaltung	T 13
11.03-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung im Zeilengenerator	T 14
12.03-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in der Zeilenendstufe, wenn kein Bild zu sehen ist (Schirm dunkel)	T 15
12.07-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in der Zeilenendstufe, wenn kein Fehlerbild vorhanden ist	T 16
13.02-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in der Bildsynchronisation	T 17
14.03-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung im Bildgenerator	T 18
15.01-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in der Bildendstufe	T 19
16.03-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung im Ton-Nf-Teil	T 20
16.04-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung im Ton-Zf-Teil	T 21
16.06-I	Tabelle zur Fehlergrobbestimmung in einer Transistor-Ton-Zf-Stufe	T 22



<b>1. Prüfung</b>	Plusspannung am Kanalwählereingang überprüfen	Fehlt die Spannung, dann Umschalter UHF-VHF (Kontakte für Spannungsumschaltung) überprüfen und in Richtung Netzteil Fehler suchen	Regelspannung kurz-schließen	Bei Veränderung der Fehlererscheinung 2. Prüfung durchführen		
<b>2. Prüfung</b>			Gitterspannungsgerät anschließen und von 0 bis -30 V durchregeln	Ist in einer Reglerstellung das Bild einwandfrei zu sehen, so muß Fehler in der getasteten Regelung gesucht werden	Minitest II an Zf-Ausgang des Kanalschalters anlegen	Sind schwache Streifen auf dem Bildschirm zu sehen, liegt Fehler im Kanalschalter
<b>3. Prüfung</b>			Zur Kontrolle Regelspannung überprüfen mit Spannungsmessung	Fehlt die Regelspannung trotz anliegendem Gitterspannungsgerät, so liegt Kurzschluß der Regelspannung vor	Zf des Bildmuster-generators anlegen	Ist Bild des Bildmuster-generators normal zu sehen, liegt Fehler im Kanalschalter
<b>4. Prüfung</b>					VHF-Konverter anlegen	Ist normales FS-Sender-Bild einwandfrei vorhanden, liegt Fehler im Kanalschalter

**Tabellen-Anhang**

### VHF-Kanalwähler

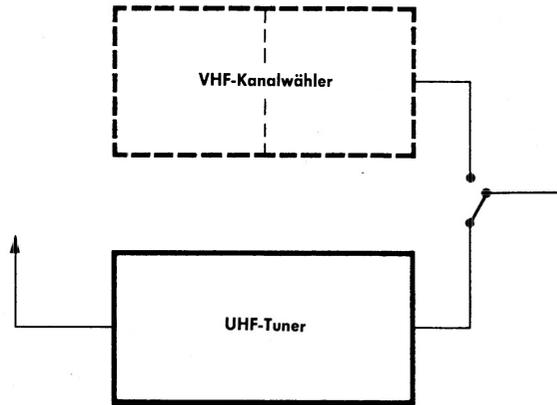


		2		1	
<b>1. Prüfung</b>	Wenn Mischstufe in Ordnung ist, Oszillograf anschließen	Ist kein Signal oder ein zu schwaches Signal zu sehen, ist Vorstufe defekt		Röhrevoltmeter anlegen. Spannung an Meßpunkt (oder an Steuergitter) messen	Ist eine Spannung von $-2$ bis $-5$ V vorhanden, so arbeitet die Oszillatorstufe
<b>2. Prüfung</b>				Weitere Kontrolle: Spannung an Gitter des Triodensystems messen (Oszillatordöhre)	Ist Spannung von $-2$ bis $-5$ V vorhanden, dann schwingt Oszillatordöhre

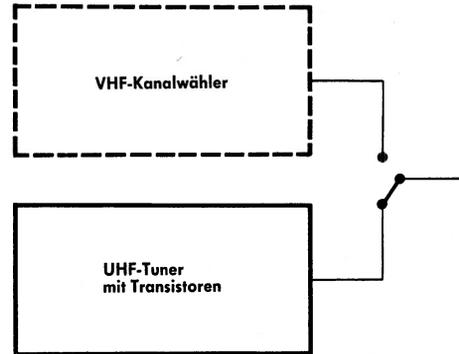
Kontrolle der Vorstufe

Kontrolle der Mischstufe

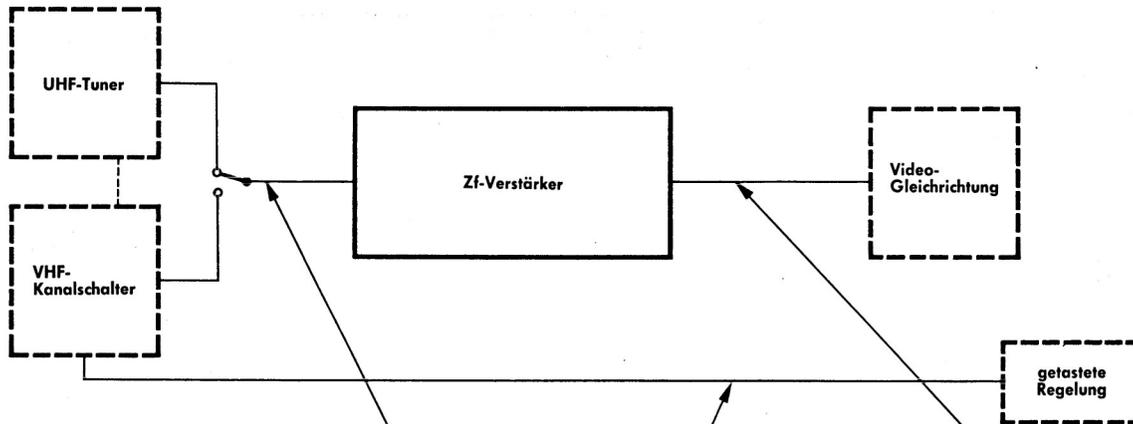
3.04-II Tabelle zur Fehlergröbbestimmung zwischen Vor- und Mischstufe im VHF-Kanalwähler



<b>1. Prüfung</b>			Umschalter UHF-VHF betätigen. Abstimmung durchführen	Ist auf VHF Empfang und auf UHF nicht, dann Umschalter und UHF-Tuner überprüfen		
<b>2. Prüfung</b>	Bei Aussetzfehlern Gerät über Regeltransf. anschließen, Spannung unter 200 V regeln	Setzt Empfang aus, Oszillatordrehkond. austauschen	Plusspannung beider Röhren am Tunereingang überprüfen	Fehlt eine Spannung, dann Fehler in Richtung Netzteil suchen		
<b>3. Prüfung</b>					Oszillatorstrom messen, dann Stator des Oszillatordrehkond. kurzschließen	Bei Kurzschluß muß Strom um mindestens 1 mA zurückgehen, sonst schwingt Oszillator nicht. Fehler im Oszillatorteil suchen.



<b>1. Prüfung</b>	Umschalter UHF-VHF betätigen und Abstimmung durchdrehen	Ist auf VHF Empfang, auf UHF nicht, dann Umschalter und UHF-Tuner überprüfen		
<b>2. Prüfung</b>	Transistor-Eingangsspannung überprüfen	Die Spannung muß zwischen 10 und 20V liegen. Bei größerer Abweichung Strommessung		
<b>3. Prüfung</b>	Stromleitung zum Mischtransistor unterbrechen und Strom messen	Der Strom muß zwischen 2,8 und 5,4 mA liegen (Herstellerangaben beachten). Bei Abweichungen Mischstufe überprüfen	Oszillatordrehkond (Innenleiter des Topfkreises) kurzschließen und Strom messen	Geht der Strom nicht mindestens um 0,1 mA zurück, Oszillator überprüfen
<b>4. Prüfung</b>	Stromleitung zum Vorstufentransistor unterbrechen und Strom messen	Der Strom muß wenig geringer als der des Mischtransistors sein. Bei Abweichungen Vorstufe überprüfen		

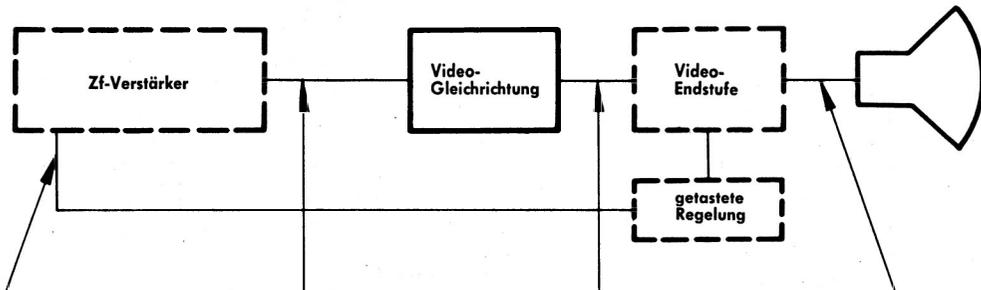


<b>1. Prüfung</b>			Regelspannungsleitung kurzschließen	Verändert sich das Bild dabei, dann 2. Prüfung		
<b>2. Prüfung</b>	Prüfsignal an Zf-Eingang legen (Minitest II)	Ist Signal auf Bildschirm zu sehen, dann Fehler vorher suchen oder nächste Prüfung	Gitterspannungsgerät anschließen, Spannung von 0 bis $-30\text{ V}$ durchregeln	Sind Bild und Ton in einer Regelstellung normal zu sehen, dann Fehler in gefasteter Regelung suchen	Zf des Bildmusters anlegen	Ist kein Testbild zu sehen, Fehler an Video-Gleichrichtung suchen
<b>3. Prüfung</b>	Zf des Bildmusters anlegen	Ist Testbild einwandfrei, Zf-Verstärker fehlerfrei				

Kontrolle am Zf-Eingang

Kontrolle der gefasteten Regelung

Kontrolle am Zf-Ausgang



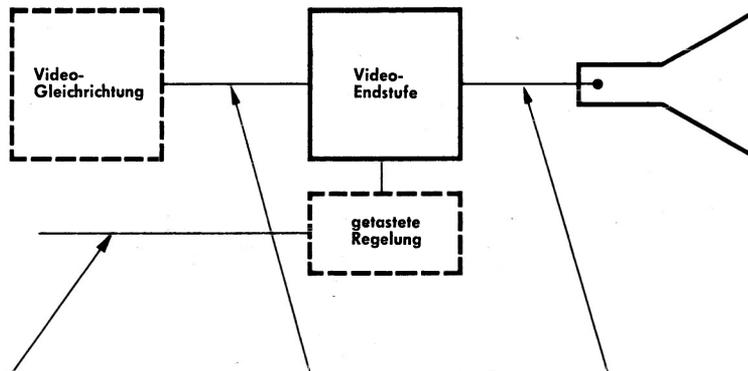
1. Prüfung					Mit Finger oder Lötcolben antippen	Erscheinen auf dem Bildschirm Streifen, so arbeitet die Videoverstärkung ab Meßpunkt		
2. Prüfung					Minitest II anlegen	Ist auf dem Bildschirm ein Muster wie auf Bild dargestellt zu sehen, dann arbeitet die Videoverstärkung ab Meßpunkt		
3. Prüfung	Regelspannung messen	Ist Ergebnis zweifelhaft, nächste Prüfung ausführen	Sperrschwinger anlegen	Ist auf dem Bildschirm kein Muster zu sehen, dann Fehler in Video-Gleichrichtung suchen	Mit Röhrenvoltmeter eine Impulsspannungsmessung Spitze—Spitze durchführen	Liegt eine Spannung von ca. 2..8 V an, so kommt das Videosignal bis zum Meßpunkt heran	Impulsspannungsmessung an Bildröhre durchführen (Katode oder G <sub>1</sub> )	Die Spannung muß 50..100 V Sp-Sp betragen, andernfalls Fehler vor Bildröhre suchen
4. Prüfung	Gitterspannungsgerät anlegen, Spannung von 0..30 V durchregeln	Ist Bild in einer Stellung normal zu sehen, ist Fehler in getasteter Regelung zu suchen			Oszillogramm aufnehmen	Ist Oszillogramm in Ordnung, dann liegt kein Fehler am Videosignal bis zum Meßpunkt vor	Oszillogramm aufnehmen	Das Oszillogramm muß mindestens 10mal so hoch wie das am Steuergitter sein
5. Prüfung					Videosignal des Bildmuster-generators anlegen	Ist das Generatorbild auf dem Bildschirm einwandfrei, dann ist Videoverstärker ab Meßpunkt in Ordnung		

Kontrolle der getasteten Regelung

Kontrolle am Eingang der Video-Gleichrichtung

Kontrolle am Eingang der Video-Endstufe

Kontrolle am Ausgang der Video-Endstufe



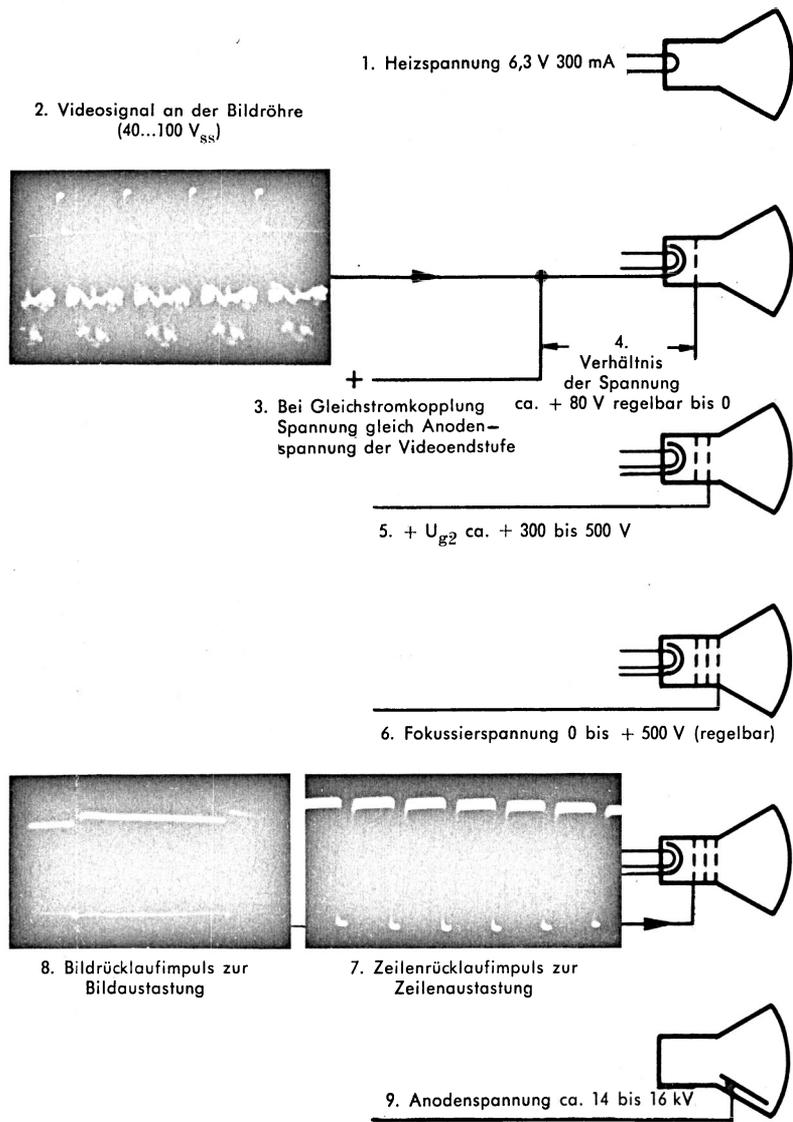
<b>1. Prüfung</b>			Mit Finger oder Lötkolben antippen	Erscheinen auf dem Bildschirm Streifen, so arbeitet die Videoverstärkung ab Meßpunkt		
<b>2. Prüfung</b>			Minitest II anlegen	Ist auf dem Bildschirm ein Muster wie auf Bild dargestellt zu sehen, arbeitet die Videoverstärkung ab Meßpunkt		
<b>3. Prüfung</b>	Regelspannung messen	Ist das Ergebnis zweifelhaft, nächste Prüfung ausführen	Mit dem Röhrenvoltmeter eine Impulsspannungsmessung Spitze-Spitze durchführen	Liegt eine Spannung von ca. 2..8 V an, so kommt das Videosignal bis zum Meßpunkt heran	Impulsspannungsmessung an der Bildröhre durchführen (Katode oder G <sub>1</sub> )	Spannung muß 50..100 V Spitze-Spitze betragen, andernfalls Fehler vor Bildröhre suchen
<b>4. Prüfung</b>	Gitterspannungsgerät anlegen, Spannung von 0..30 V durchregeln	Ist Bild in einer Reglerstellung normal zu sehen, Fehler in getasteter Regelung suchen	Oszillogramm aufnehmen	Ist Oszillogramm in Ordnung, dann liegt kein Fehler am Videosignal bis zum Meßpunkt vor	Oszillogramm aufnehmen	Das Oszillogramm muß mindestens 10mal so hoch wie das am Steuergitter sein
<b>5. Prüfung</b>			Videosignal des Bildmuster-generators anlegen	Ist Generatorbild auf Bildschirm einwandfrei, dann ist der Videoverstärker ab Meßpunkt in Ordnung		

Kontrolle der getasteten  
Regelung

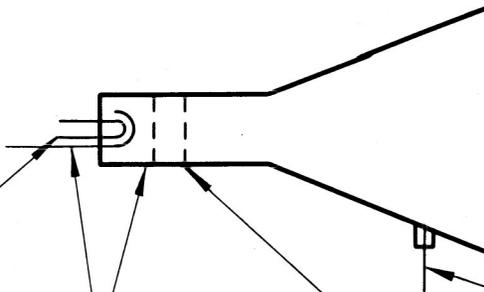
Kontrolle am Eingang  
Video-Endstufe

Kontrolle am Ausgang  
Video-Endstufe

6.05-II Tabelle  
zur Fehlergröbbestimmung  
in Videoendstufen

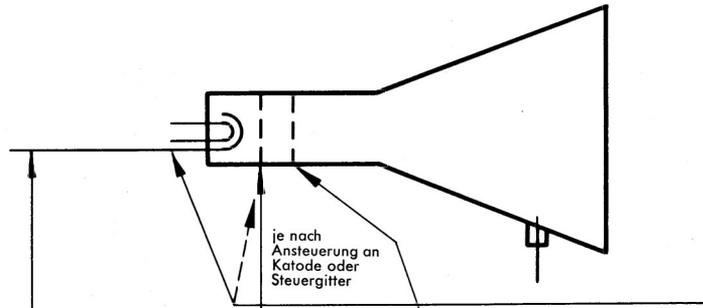


7.05-I Tabelle der benötigten Betriebsspannungen an der Bildröhre

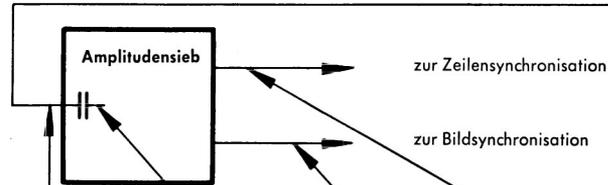
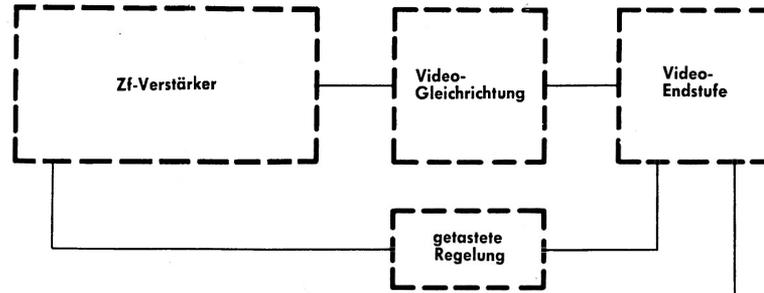


<b>1. Prüfung</b>	Glüht der Heizfaden?	Heizfaden dunkel, Heizkreis überprüfen	Kurzschluß zwischen Katode und Steuergitter herstellen	Wird Schirm dann hell, 2. Prüfung vornehmen	G <sub>2</sub> -Spannung messen	Der Wert muß ca. 300...400 V betragen	Hochspannung mit Röhrevoltmeter messen	Normalwert der Spannung ist 14...16 kV. Liegt die Spannung wesentlich darunter, Fehler in der Hochspannungserzeugung suchen
<b>2. Prüfung</b>			Katoden- und Steuergitter-Spannung messen (Helligkeitsreglerstellung beachten)	Das Spannungsverhältnis muß ca. 30...100 V negativ gegen Katode sein				

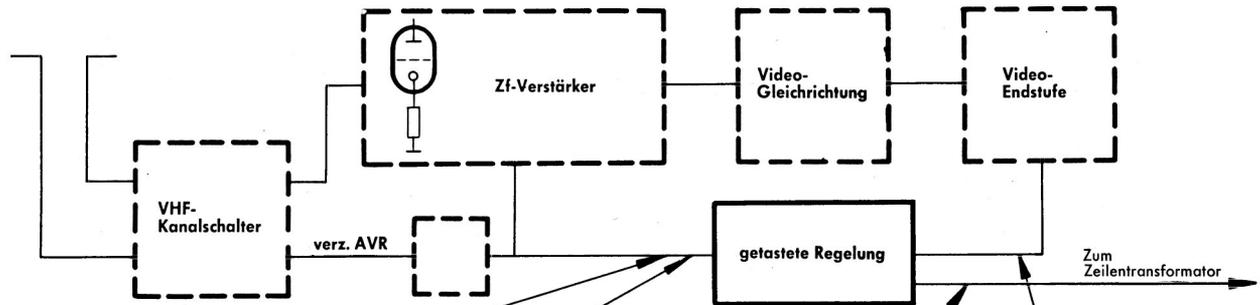
7.06-1 Tabelle zur Fehlergröbbestimmung an der Bildröhre  
(Bildschirm bleibt dunkel)

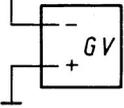


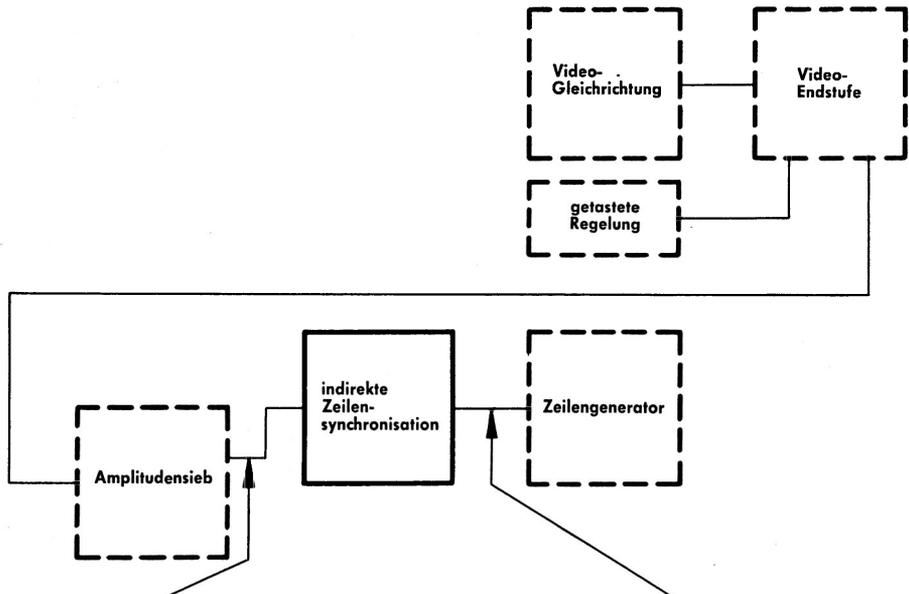
<b>1. Prüfung</b>	Prüfröhre anschließen	Wenn Bild dann einwandfrei, Bildröhre defekt				Oszillogramm des Videosignals aufnehmen (evtl. ablöten)	Ist Signal in Ordnung, scheidet Fehler im Videoteil aus
		Strahlstrommessung durchführen	Der Strom über die Katode soll ca. 200 $\mu\text{A}$ bei mittlerer Bildhelligkeit betragen		Strahlstrommessung durchführen ( $G_2$ )	Fließt über $G_2$ ein höherer Strom als 5...10 $\mu\text{A}$ , Hochspannung überprüfen (14...16 kV)	
<b>3. Prüfung</b>			Oszillogramme des Bild- und Zeilenaustastimpulses überprüfen	Bei fehlerhaften Oszillogrammen Fehler in der Zuführung des jeweiligen Impulses suchen			



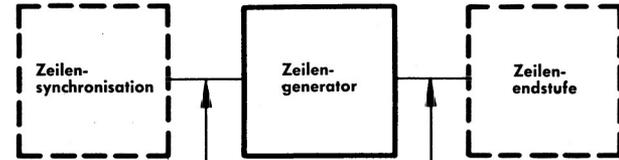
1. Prüfung	Spannung nach Koppelkondensator messen (bei herausgezogener Röhre)	Spannung positiv, dann Koppelkondensator auswechseln				
2. Prüfung	Oszillogramm aufnehmen	Verhältnis Impuls zu Bildinhalt beachten (ca. 1 : 4). Bei Abweichung Fehler vor Amplitudensieb suchen	Oszillogramm aufnehmen	Spannung Spitze—Spitze beachten. Bei Abweichung Fehler im Amplitudensieb suchen	Oszillogramm aufnehmen	Spannung Spitze—Spitze beachten. Bei Abweichung Fehler im Amplitudensieb suchen



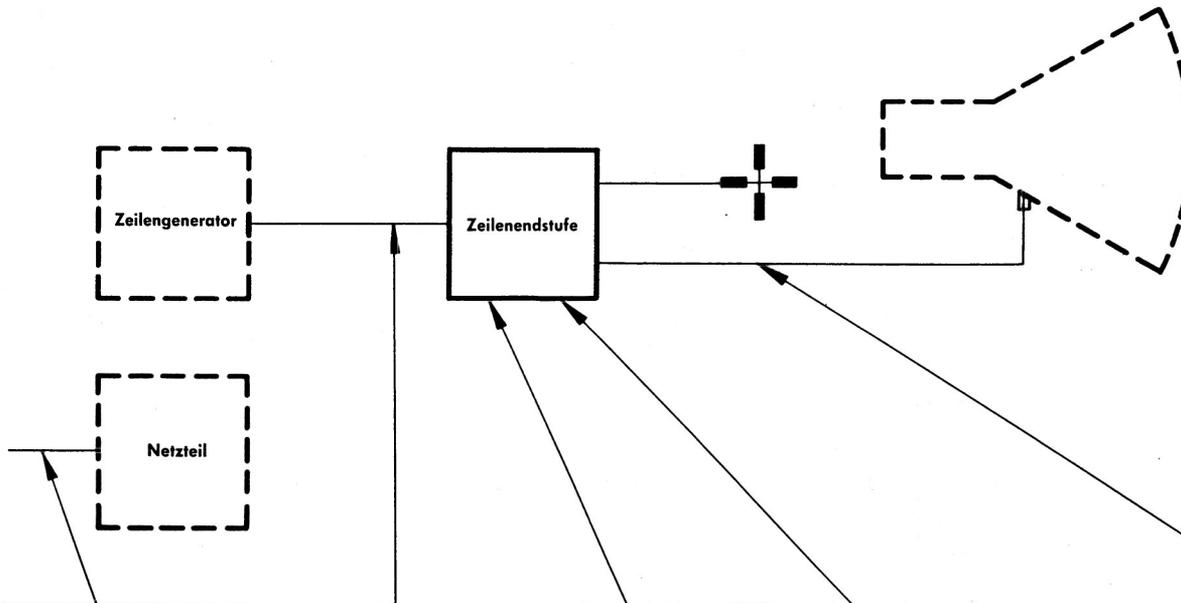
<b>1. Prüfung</b>		Gitterspannungs- gerät anschließen und Spannung ver- ändern	Ist Bild in einer Reglerstellung normal, dann Fehler in getast. Regelung suchen				
<b>2. Prüfung</b>		Zur Kontrolle an- liegende Spannung nachmessen	Ist die angelegte Spannung nicht zu messen, dann liegt Kurzschluß in getast. Regelung vor	Oszillogramm aufnehmen	Fehlt Oszillogramm, dann in Richtung Zeilentransformator suchen	Oszillogramm aufnehmen	Fehlt Videosignal, dann in Richtung Videoteil suchen
<b>3. Prüfung</b>		Oszillogramm aufnehmen (ohne anliegendes Regelspannungs- gerät)	Ist ein breiteres Oszillogramm einer fehlerhaften Spannung zu sehen, Siebglieder über- prüfen				



<b>1. Prüfung</b>	Oszillogramm aufnehmen	Form und Spannungshöhe mit Schaltunterlagen vergleichen. Stimmen sie nicht, Fehler im Amplitudensieb und evtl. weiter zurück suchen	Soll die Spannung im Normalzustand 0 V betragen, so wird ein Kurzschluß gegen Masse hergestellt	Ist das Bild jetzt mit Hilfe des Zeilengrobreglers kurzzeitig zum Stehen zu bringen, so ist der Fehler in der Synchronisationsschaltung zu suchen
<b>2. Prüfung</b>		Liegt im Normalzustand eine Spannung an, dann Spannung messen	Bei Abweichung vom Normalwert Fehler in der Synchronisationsschaltung suchen (Stellung des Symmetriereglers beachten)	

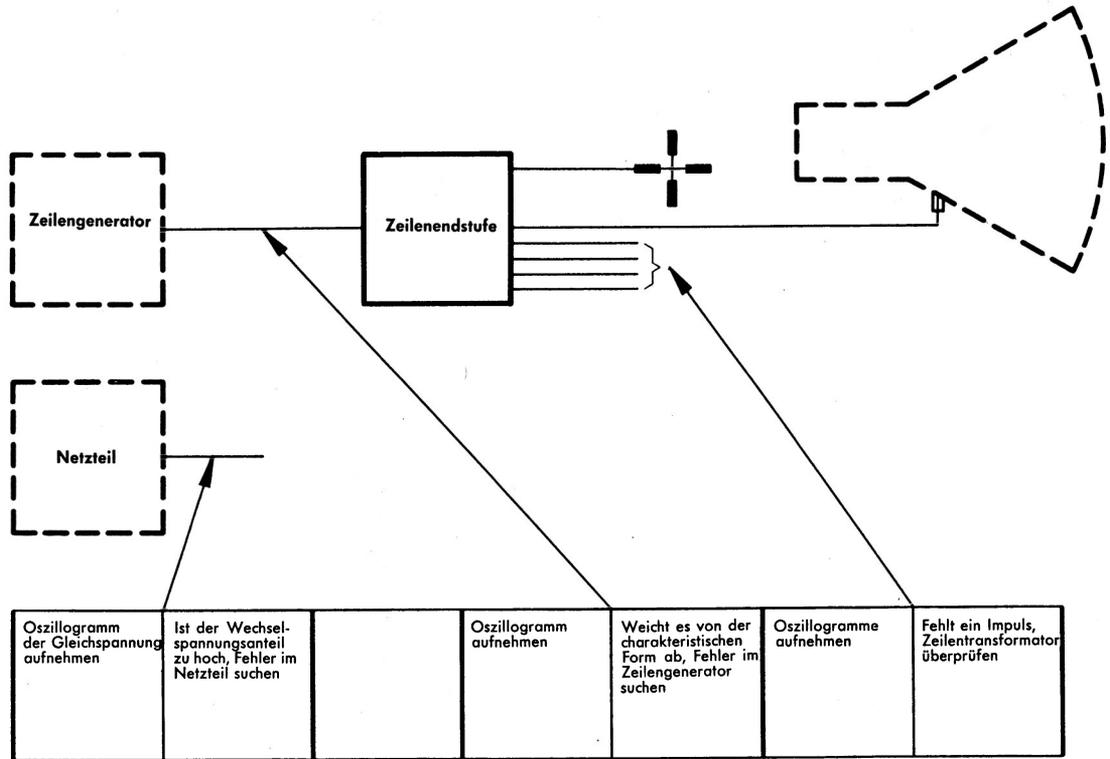


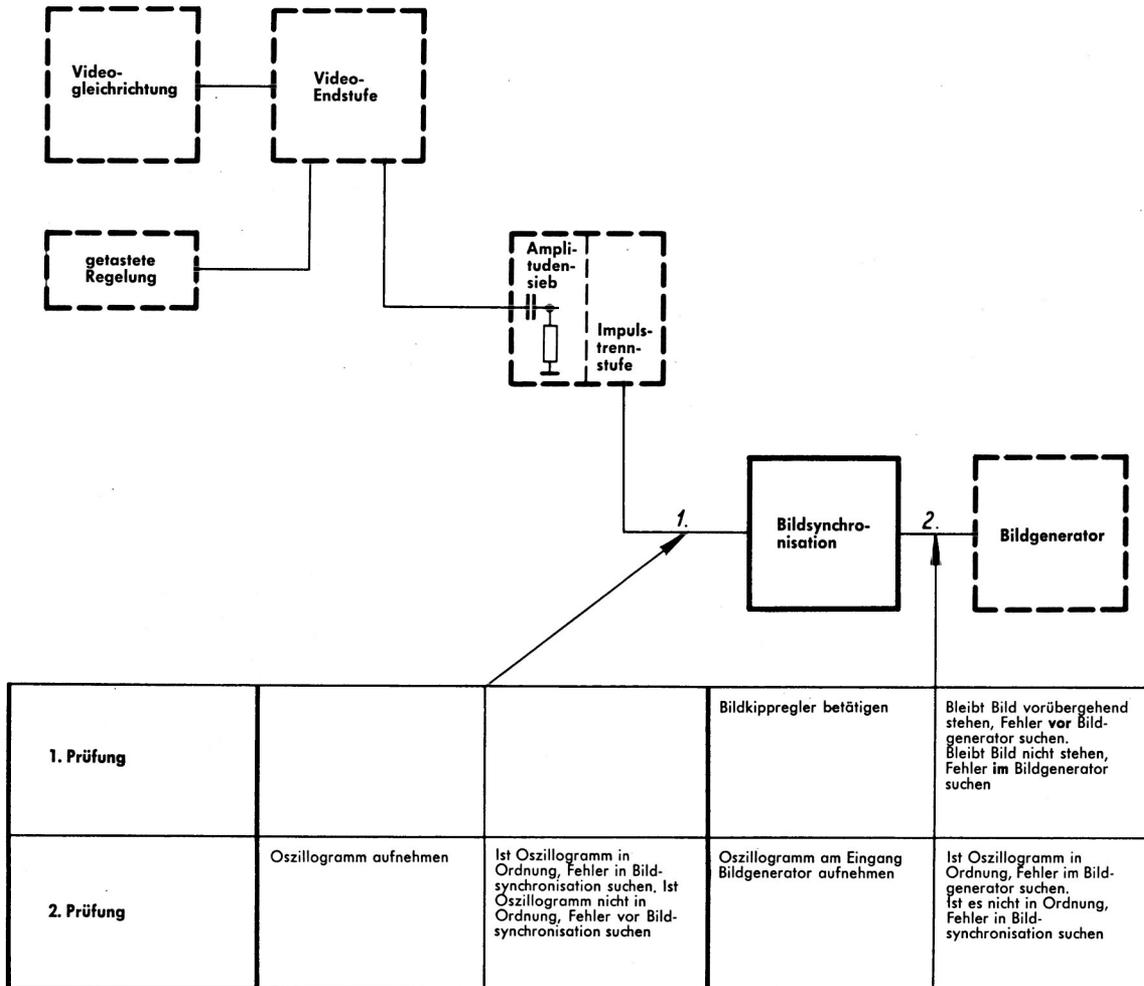
<b>1. Prüfung</b>	Verhindern, daß die Nachregelspannung an den Zeilengenerator gelangt (Kurzschluß)	Ist der Generator jetzt mit Hilfe des Zeilengrobreglers für Augenblicke zum Stehen zu bringen, so wird der Fehler vor dem Zeilengenerator liegen. Bleibt die Fehlererscheinung, dann Zeilengenerator überprüfen	Zeilenendröhre ansehen! (Anodenblech)	Wird Anodenblech rot, dann Fehler im Zeilengenerator suchen (oder Prüfung 2)
<b>2. Prüfung</b>	Spannung messen	Liegt höhere Spannung an, Fehler in der Zeilen-synchronisation suchen	Spannung am Steuergitter der Zeilenendröhre messen	Ist Spannung wesentlich unter dem Normalwert (< -20 V), dann Zeilengenerator und Bildbreitenautomatik überprüfen
<b>3. Prüfung</b>			Oszillogramm aufnehmen	Ist die Form abweichend, Fehler im Zeilengenerator suchen

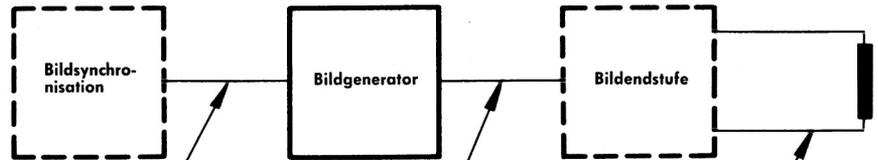


Leistungsaufnahme messen	Ist der Leistungsbedarf ca. 30...40 W unter normal und heizen die Röhren, dann Zeilenendstufe überprüfen (1; 2)							Funken ziehen an Hochspannung	Funken vorhanden, dann
			3.		1.		2.		
	Ist der Leistungsbedarf höher als normal, dann zuerst Prüfung 3 vornehmen	Spannung am Steuergitter der Zeilenendröhre messen	Sie muß ca. — 30 bis — 60 V betragen. Bei Abweichung Bildbreitenautomatik und Zeilengenerator überprüfen (Koppelkond.)	Schirmgitterspannung an Zeilenendröhre messen	Sie muß ca. 100...140 V betragen	Boosterkondensatorprüfung vornehmen wie im Abschnitt 12.02-2. beschrieben	Wird Plusspannung gemessen, dann Boosterkondensator auswechseln	Hochspannung messen mit Hochspannungsmeßkopf	Spannung muß ca. 14...16 kV betragen; wenn niedrigere Hochspannung vorhanden, dann Prüfungen 1, 2, 3, vornehmen
		Oszillogramm aufnehmen	Bei Abweichung in Form und Höhe Fehler im Zeilengenerator suchen						

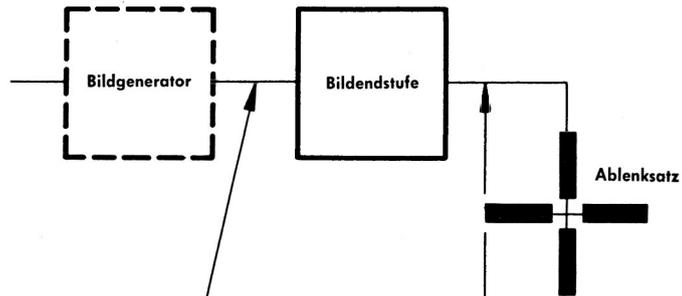
12.03-I Tabelle zur Fehlergröbbestimmung in der Zeilenendstufe, wenn kein Bild zu sehen ist (Schirm dunkel)



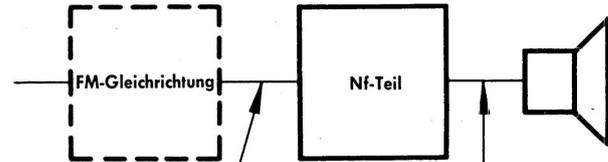




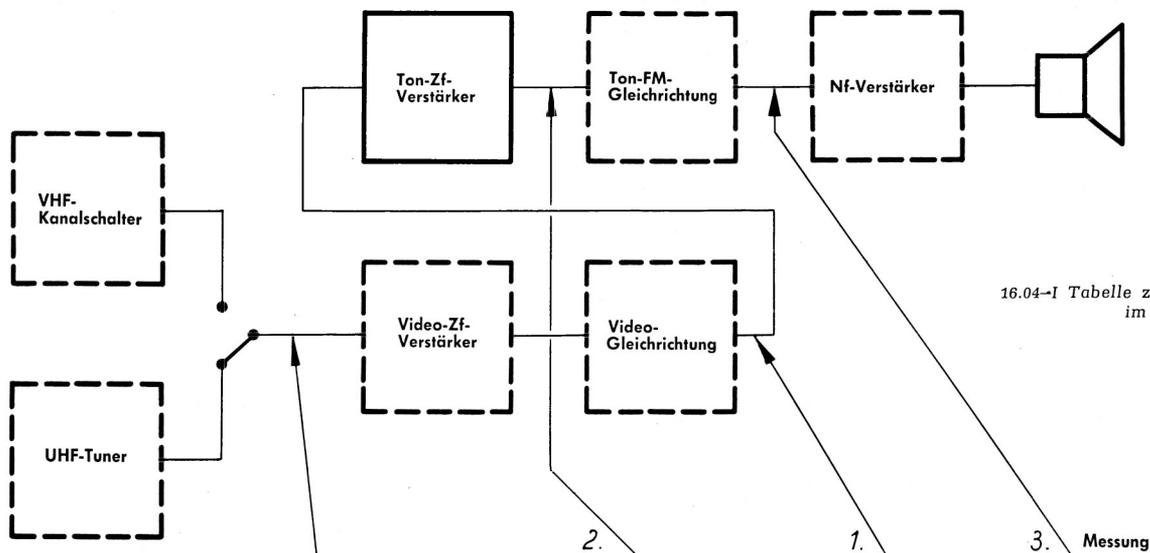
<b>1. Prüfung</b>			Am Steuergitter der Endröhre antippen	Wird Bild dann abgelenkt, Fehler im Bildgenerator suchen		
<b>2. Prüfung</b>	Oszillogramm aufnehmen	Ansteuerimpuls normal, dann Fehler im Bildgenerator suchen	Oszillogramm aufnehmen	Ansteuerimpuls normal, dann Fehler in Endstufe suchen	Ist eine Krümmung bei fehlerhaftem, waagerechtem Strich oder Streifen ...	Ablenksatz überprüfen



<b>1. Prüfung</b>	Ist ein waagerechter Strich vorhanden	$G_1$ der Bildendstufe mit Finger oder Lötkolben berühren. Geht Bildablenkung hoch, Fehler im Bild-generator suchen	Ist Strich oder Streifen leicht gebogen (verbrummt), Spannungsmessung Spitze—Spitze	Liegt eine Spannung von 50...200 V <sub>Sp-Sp</sub> an, dann ist Ablensatz defekt
<b>2. Prüfung</b>	Oszillogramm an $G_1$ der Bildendstufe aufnehmen	Bei Abweichungen von Schaltunterlagen Bildgenerator und Bildendstufe (wegen Gegenkopplung) überprüfen	Oszillogramm aufnehmen	Bei Abweichungen von Schaltunterlagen Fehler in Bildendstufe suchen

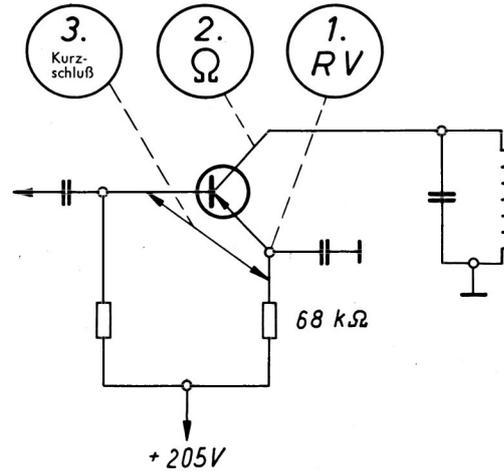


<p><b>1. Prüfung</b></p>		<p>Prüflautsprecher anschließen</p>	<p>Ist der Ton dann zu hören, wird ein Fehler am Lautsprecher oder an der Zuleitung vorliegen</p>
<p><b>2. Prüfung</b></p>	<p>Mit Finger an Steuergitter der Nf-Röhre oder an Mittelabgriff des Lautstärkereglers greifen (LR auf laut)</p>	<p>Ist nichts zu hören, muß Fehler in Nf-Teil gesucht werden</p>	



16.04-1 Tabelle zur Fehlergröbbestimmung im Ton-Zf-Teil

<p><b>1. Prüfung</b></p>			<p><b>1. Messung</b> Moduliertes 5,5-MHz-Signal anlegen Lautstärkeregl. auf „laut“ stellen</p>	<p>Ist der Ton normal im Lautsprecher zu hören, so ist der Fehler in Richtung Eingang zu suchen. Ist der Ton fehlerhaft, so sollte sich 2. Messung anschließen</p>
<p><b>2. Prüfung</b></p>	<p>Umschalter VHF-UHF betätigen</p>	<p>Ist der Ton in Stellung VHF normal, dann ist der Fehler im UHF-Teil zu suchen Ist der Ton in Stellung UHF normal, dann ist der Fehler im VHF-Kanalschalter zu suchen Bleibt der Fehler beim Umschalten, dann scheiden beide Schalteile als Fehlerquelle vorerst aus</p>	<p><b>2. Messung</b> Moduliertes 5,5-MHz-Signal anlegen (vor Demodulation)</p>	<p>Ist der Ton jetzt normal zu hören, dann liegt der Fehler in der Ton-Zf. Bleibt Ton fehlerhaft, dann folgt die 3. Messung</p>
<p><b>3. Prüfung</b></p>			<p><b>3. Messung</b> Finger an Steuergitter der 1. NF-Röhre oder Nf-Signal anlegen</p>	<p>Ist Ton jetzt normal zu hören, dann liegt der Fehler in der Demodulation. Ist weiterhin Fehler vorhanden, dann ist der Nf-Verstärker defekt</p>



1. Prüfung	1. Messung Spannung an Emitter messen.	Ist Spannung wesentlich höher, dann		Ist Spannung zu niedrig, dann
2. Prüfung	2. Messung Gerät ausschalten und mit Ohmmeter Widerstand von Kollektor nach Masse messen	Ist Widerstand nicht zu hoch, dann ist Transistor defekt ( $< 1 \Omega$ )	3. Messung Kurzschluß zwischen Emitter und Basis herstellen und Spannung am Emitter messen (kurzzeitig)	Wird Spannung jetzt nicht höher, ist Transistor defekt. Wird Spannung höher, Schaltung untersuchen

**76** Bastelpraxis Band II. Theoretische und praktische Grundlagen (Diefenbach). 7. Aufl. DM 2.90.

**77/77a** Der Selbstbau von Meßeinrichtungen für die Funkwerkstatt (Nieder). 6. Aufl. DM 5.60.

**79/79a** Bastelpraxis Band III. Praktischer Aufbau von einfachen Prüfgeräten und Empfängern vom Detektor bis zum Super, dazu Verstärker, KW- und Zusatzgeräte (Diefenbach). 7. Aufl. DM 5.60.

**80/80b** Das Spulensbuch – Hochfrequenzspulen (Sutaner). 5. Aufl. DM 7.90.

**81/83** Die elektrischen Grundlagen der Radiotechnik (Leucht). 9. Aufl. DM 7.90.

**84** Fernsehantennen-Praxis (Mende). 10. Aufl. DM 2.90.

**85** Hi-Fi-Schaltungs- und Baubuch (Kühne). 7. Aufl. DM 2.90.

**86/87** Berufskunde für Radio- und Fernsehtechniker und verwandte Berufe (Rose). 3. Aufl. DM 5.60.

**88** Schliche und Kniffe für Radiopraktiker Teil II (Kühne). 5. Aufl. DM 2.90.

**89/90a** Autoempfänger (Manzke). 2. Aufl. DM 7.90.

**91/92** Superhet-Empfänger mit Röhren und mit Halbleitern (Sutaner). 3. Aufl. DM 5.60.

**93/94** Transistorschaltungen für die Modellfernsteuerung (Bruß). 6. Aufl. DM 5.60.

**95/96** Fotozellen und ihre Anwendung (Beitz/Hesselbach). 3. Aufl. DM 5.60.

**97/98** Kleines Stereo-Praktikum (Kühne/Tetzner). 4. Aufl. DM 5.60.

**99** Wie arbeite ich mit dem Elektronenstrahl-Oszillografen? (Sutaner). 6. Aufl. DM 2.90.

**100** Daten- und Tabellensammlung für Radiopraktiker (Mende). 2. Aufl. DM 2.90.

**101/102** Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau (Böhm). 4. Aufl. DM 5.60.

**103** Die Wobbelsender (Sutaner). 3. Aufl. DM 2.90.

**104** Transistorsender für die Fernsteuerung (Bruß). 4. Aufl. DM 2.90.

**105/05a** Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für HiFi (Klinger). 4. Aufl. DM 5.60.

**106/07** Netztransformatoren und Drosseln (Klein). 2. Aufl. DM 5.60.

**108** Amateurfunk-Superhets (Gerzelka). 2. Aufl. DM 2.90.

**109/10** Transistor-Amateurfunkgeräte für das 2-m-Band (Reithofer). 3. Aufl. DM 5.60.

**111/12** Meßinstrumente und ihre Anwendung (Köhler). 2. Aufl. DM 5.60.

**113** Elektronische Experimente (Büscher). 3. Aufl. DM 2.90.

**114** Halbleiter-Experimente (Kleemann). 2. Aufl. DM 2.90.

**115/16** Elektronische Schaltungen mit Fotozellen (Hennig). 2. Aufl. DM 5.60.

**117/18** Einseitenbandtechnik für den Funkamateure (Hillebrand). 2. Aufl. DM 5.60.

**119/20** Gedruckte Schaltungen (Sutaner). 2. Aufl. DM 5.60.

**121/23** Bastelpraxis Band IV. Transistorpraxis (Diefenbach). 2. Aufl. DM 7.90.

**124/25** Technische Akustik (Klinger). 1. Aufl. DM 5.60.

**126/27** Betriebstechnik des Amateurfunks (Henske). 1. Aufl. DM 5.60.

**128/30** Meßsender, Frequenzmesser und Multivibratoren (Sutaner). 1. Aufl. DM 7.90.

**131/33** Elektronische Grundsaltungen (Schweigert). 2. Aufl. DM 7.90.

**134/35** Kleines Halbleiter-ABC (Büscher). 1. Aufl. DM 5.60.

**137/40** Farbfernsehen (Welland). 2. Aufl. DM 10.80.

**141/42** Dipmeter mit Röhren, Transistoren und Tunnelknoten (Reithofer). 1. Aufl. DM 5.60.

**143/44** Stereo-Decoder, Funktion und Schaltungstechnik (Ratheiser). 1. Aufl. DM 5.60.

**145/46** Transistor-Gleichspannungswandler (Schweitzer). 1. Aufl. DM 5.60.

**147/52** Erfolgreicher Fernseh-Service. Taschen-Lehrbuch der Fernsehempfänger-Reparaturtechnik (Lummer). 1. Aufl. DM 15.80.

## **electronic-baubücher heute und morgen**

**301/03** Ni-Elektronik (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

**304/06** Transistor-Schaltverstärker (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

**307/09** Elektronische Schranken und Wächter (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

**310/12** Thyristor-Schalter und -Regler für den Heim- und Werkstattgebrauch. (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

**313/15** Elektronische Hilfsgeräte für den Heim- und Werkstattgebrauch (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

**Dieses Fernseh-Service-Taschenbuch zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß alle Fehlersuch-Maßnahmen in logischer Verknüpfung mit dem theoretischen Schaltungs-Grundwissen dargestellt werden. Der Leser wird vom Probieren mit seinen Zufälligkeiten befreit und auf eine systematische und erfolgreiche Methode verwiesen, die das Ergebnis einer jahrelangen Reparatur- und Lehr-Tätigkeit des Verfassers ist. Übersichtliche Fehlersuch-Tabellen erleichtern die Anwendung des in diesem Buch gebotenen sehr umfangreichen Erfahrungsstoffes.**

Heinz Lummer, nach abgelegter Meisterprüfung im Gesellen- und Meisterprüfungsausschuß tätig, erkannte sehr bald, welchen großen Wert eine gute und gründliche Ausbildung für den Rundfunk- und Fernsehtechniker hat. Er befaßte sich deshalb intensiv mit Ausbildungsproblemen. Aus seiner Werkstatt (Werkkundendienststelle mit Händlerkundendienst) gingen mehrere Kammer- und Landessieger hervor. Nach Angliederung eines Radio-Fernseh-Fachgeschäftes an seinen Werkstattbetrieb gewann er auch Erfahrungen im Service beim Privatkunden und im Reparaturablauf vom Anruf des Kunden bis zur Ausführung der Reparatur.

Ermutigt durch die gute Aufnahme seines ersten Buches „Fehlersuche und Fehlerbeseitigung an Transistorempfängern“ von Seiten der Reparaturtechniker entschloß er sich, auch seine Erfahrungen auf dem Gebiete der rationellen Fernseh-Reparaturtechnik in einem Service-Buch niederzulegen. Dabei legte er besonderen Wert darauf, sich so verständlich auszudrücken, daß ein weiter Kreis Interessierter Nutzen aus seinen Erfahrungen ziehen kann.