



# **FERNSEH**

## **G.M.B.H.**

**HAUSMITTEILUNGEN AUS FORSCHUNG UND BETRIEB DER FERNSEH G.M.B.H., BERLIN**

**1. BAND • HEFT 6 • DEZEMBER 1939**

## Inhalt:

		Seite
Georg Schubert, Wolfg. Dillenburger Horst Zschau	Das Zwischenfilmverfahren .....	201
Wolfg. Dillenburger	Brückenmodulationsschaltungen .....	211
Theodor Mulert	Gesichtspunkte zum Bau von Großprojektionsempfängern .....	216
Herbert Bähring	Hochspannungserzeugung aus dem Zeilenkippergerät .....	220
Werner Hartmann	Ueber Photozellen mit Sekundärelektronenvervielfachern ....	226
Hermann Schuster	Hochleistungsreflektorantenne für Fernseh- und Rundfunk- empfang .....	231
Johannes Költer	Die Zentralantennenanlage der Fernseh G. m. b. H. ....	235
Johannes Schunack	Fernsehaufnahmeanlage für die Uebertragung aktueller Er- eignisse .....	237

---

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge. Herausgeber: Fernseh G. m. b. H., Berlin-Zehlendorf, Goerzallee. Nachdruck mit genauer Quellenangabe ist unter Einsendung von zwei Belegexemplaren gestattet. Schutzgebühr Inland: RM 1,50, Ausland RM 2,50.



# FERNSEH G.M.B.H.

Hausmitteilungen aus Forschung und Betrieb der Fernseh G.m.b.H., Berlin

Verantwortlich für den Inhalt: Dr. Rolf Möller und Dr. Ing. Georg Schubert

1. Band

Heft 6

Dezember 1939

## Das Zwischenfilmverfahren.

### III. Teil.

Von G. Schubert, W. Dillenburger und H. Zschau.

Inhalt: Die in den Jahren 1932/39 gebauten Zwischenfilmsende- und Empfangsgeräte werden beschrieben und die jeweiligen Neuerungen hervorgehoben.

#### Zwischenfilmgeräte.

Während im I. und II. Teil der Veröffentlichung die grundsätzlichen Fragen des photographischen Prozesses, der Abtastung und elektrischen Uebertragung besprochen wurden, sollen nun die ausgeführten Apparaturen kurz beschrieben werden, wobei jeweils wesentliche Neuerungen hervorgehoben und wenn nötig ausführlicher behandelt werden. Zur besseren Uebersicht für den Leser werden zunächst die Sendegeräte und anschließend die Empfangsgeräte aufgeführt, von denen freilich ein großer Teil nur noch historisches Interesse beanspruchen kann.

#### Sendegeräte.

Den Anlaß zum Bau von Zwischenfilmsendegeräten gaben einerseits die guten Erfahrungen, die man mit Kinofilmsendern (bis 20 000 Bildpunkte und 25 Bilder pro Sek.) gemacht hatte, andererseits der seinerzeitige Mangel an einer brauchbaren und für mehr als 10 000 Bildpunkte geeigneten Einrichtung zur Uebertragung von Frei- und Kunstlichtszenen sowie aktuellen Ereignissen. Der Gedanke, die Vorteile des Kinosenders auszunutzen und die zu übertragende Szene zunächst zu filmen, lag nahe, seiner Verwirklichung standen jedoch die langen und immer für unbedingt notwendig erachteten Zeiten zur Entwicklung, Fixierung, Wässerung und Trocknung des belichteten Filmes gegenüber. Die Zeiten für die photographischen Prozesse mußten verkürzt werden, das war die dringlichste Aufgabe für eine erfolgreiche Anwendung des Zwischenfilmverfah-

rens. Die Entwicklungsarbeiten wurden von der Fernseh G. m. b. H. zum Teil in Verbindung mit dem Filmwerk der Zeiß-Ikon A.-G. geleistet.

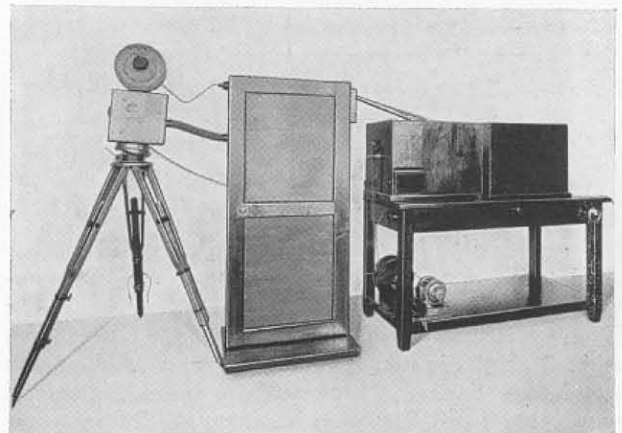


Abb. 1: Zwischenfilmsender nach dem Fertigfilmverfahren.

#### Zwischenfilmsender nach dem Fertigfilmverfahren.

Das Gerät, das 1932 auf der Funkausstellung im Betrieb vorgeführt wurde, ist in Abb. 1 in der Ansicht und in Abb. 2 im Schema, an Hand dessen die Wirkungsweise kurz erklärt werden soll, dargestellt. Der Film gelangte aus der Vorratskassette 1 in die Bildaufnahmekamera 2, die über eine biegsame Welle synchron vom Hauptantriebsmotor aus ange-

trieben wurde. Durch einen lichtdichten Schlauch 3 erreichte der Film den Schrank 4. Hier durchlief er folgende Bäder: Entwickler  $\frac{1}{2}$ —5 Sek., Zwischenbad  $\frac{1}{2}$  Sek., Fixierbad 5 Sek., Wasserbad  $\frac{1}{2}$  Sek. Das anhaftende Wasser wurde abgewischt und der feuchte Film kontinuierlich durch ein Projektorwerk zur Aufwickeltrommel 5 geführt. Als Abtastlichtquelle diente eine Einfadenlampe 6, die mit einem Kondensator 7 auf die Kreislochscheibe 8 abgebildet wurde. Mit dem Objektiv 9 wurde nun das Bild einer Zeile der Kreislochscheibe auf dem Film entworfen. Das entsprechend der Filmschwärzung modulierte Licht gelangte dann in die Photozelle 10, und wurde hier in elektrische Impulse verwandelt, die über einen Niederfrequenzverstärker verstärkt wurden. Die Aufrasterung in 10 000 Bildpunkte geschah in Zeilenrichtung mit Hilfe der Kreislochscheibe, in Bildrichtung durch die kontinuierliche Filmbewegung. Die Zeit von der Aufnahme bis zur Abtastung betrug 10—20 Sekunden je nach den in den Bädern eingestellten Zeiten. Es wurde Normalkinofilm verwendet. Der Verbrauch betrug 1700 m/Std. Die Apparatur steht heute im Deutschen Museum in München.

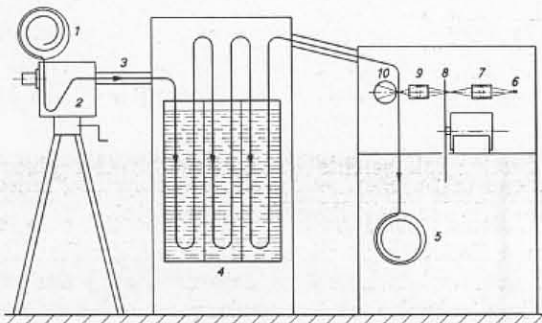


Abb. 2: Schema des Zwischenfilmsenders nach dem Fertigfilmverfahren.

### Zwischenfilmsender

nach dem kontinuierlichen Verfahren.

Für den laufenden Betrieb eines Zwischenfilmsenders waren die Filmkosten zu hoch. Die beschriebene Apparatur wurde deshalb durch eine Emulsionierungs- und Abwaschanlage erweitert. Abb. 3 zeigt die umgebaute Apparatur, Abb. 4 das zugehörige Schema. Eine endlose Blankfilmschleife wurde bei 1 mit Emulsion beschichtet, die aufgetragene Schicht erstarrte und trocknete in Teil 2 soweit, daß sie in der Kamera 3 belichtet werden konnte. Die photochemischen Prozesse 4 sowie der Abtastvorgang waren dieselben wie beim ersten Zwischenfilmsender. Nach der Abtastung 5 wurde der Film jedoch nicht aufgespult, sondern in einer Abwascheinrichtung 6, bestehend aus Vorwäsche und Nachwäsche von der Emulsionsschicht befreit, der herauskommende Blankfilm abgewischt, in einem Kanal 7 getrocknet und frisch emulsiert. Diese Aneinanderreihung der einzelnen Prozesse klingt sehr einfach, wenn man jedoch bedenkt, daß Kinofilm in einer Filmfabrik hergestellt wird, daß die

Aufnahmen in einem Atelier gemacht werden, daß der Film in einer Entwicklungsanstalt entwickelt wird und man dann erst das Negativ sieht, während hier alle 3 Prozesse zu einer Apparatur zusammengebaut waren, wobei das Bild auch fernsehmäßig

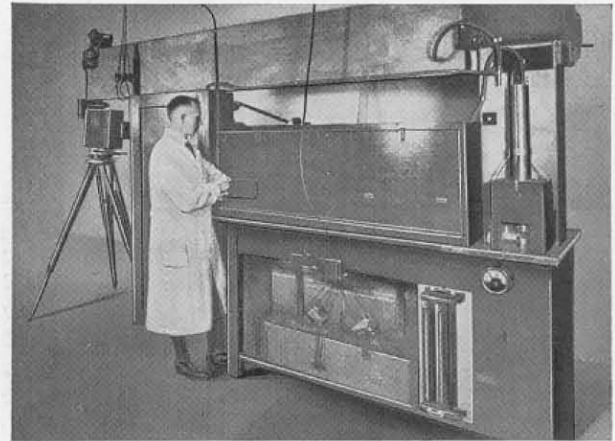


Abb. 3: Zwischenfilmsender nach dem kontinuierlichen Verfahren.

abgetastet, verstärkt und als Positiv betrachtet werden konnte, kann man sich eine Vorstellung von der in die Apparatur gesteckten Arbeit machen. Trotz der komplizierten Arbeitsvorgänge lieferte die Apparatur gute Fernsehbilder.

### Der erste Zwischenfilmwagen.

Die bisher beschriebenen Geräte waren Laboratoriumsausführungen, die auf Funkausstellungen gezeigt wurden. Im Jahre 1935 erhielt die Firma von der Reichsrundfunkgesellschaft einen Auftrag auf einen fahrbaren Zwischenfilmsender für Reportagezwecke. Wegen der leichteren Bedienbarkeit und Gewichtsersparnis arbeitete der Wagen nach

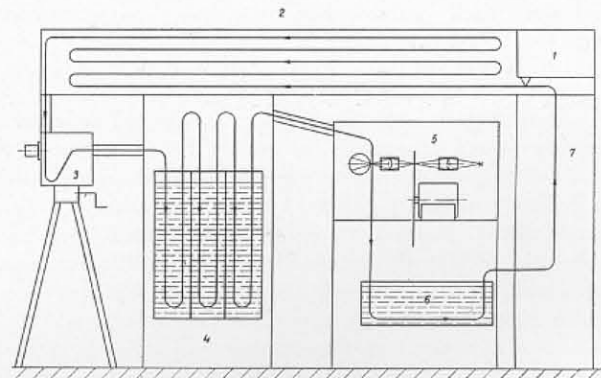


Abb. 4: Schema des Zwischenfilmsenders nach dem kontinuierlichen Verfahren.

dem Fertigfilmverfahren. Abb. 5 zeigt einen Teil des Wageninneren, Abb. 6 gibt das Arbeitsschema wieder. Aus der 1300 Meter fassenden Vorratskassette gelangte der Film in die von der Fernseh-

G. m. b. H. gebaute Aufnahmekamera. Sie war mit Objektiven von 40, 255 und 640 mm Brennweite ausgerüstet und enthielt auch das Tonaufzeichnungssystem, denn bei einer Reportageanlage mußte ja der Ton synchron aufgezeichnet und wiedergegeben werden. Durch die Stativsäule gelangte der Film dann in den im Wageninneren aufgestellten Entwicklungsschrank. Für Entwicklung, Fixage und Wässerung waren je 20 Sek. vorgesehen, wobei man Filme erhielt, die kopierfähig und längere Zeit haltbar waren.

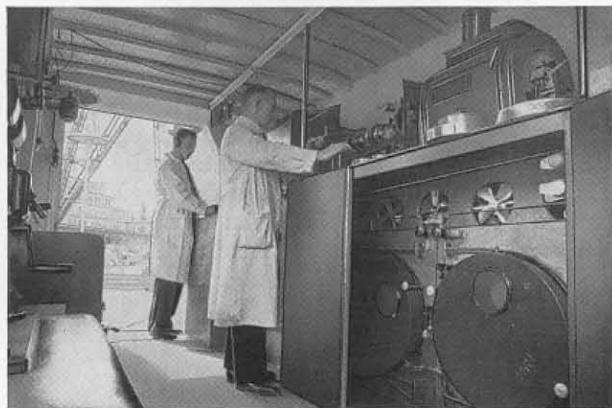


Abb. 5: Der erste Zwischenfilmwagen.

Um die Badflüssigkeit vom Film zu entfernen, war hinter jedem Bad ein Niederdruckbläser angebracht, der die anhaftende Flüssigkeit abblies und in das entsprechende Gefäß zurücktropfen ließ. Der Film wurde dann 15 Sek. vorgetrocknet und in feuchtem Zustand durch den Projektor geschickt, hinterher in 70 Sek. vollständig getrocknet und aufgespult. Man erhielt also ein gutes, vollständig trockenes Negativ, welches sofort nach der Sendung oder zu beliebiger Zeit wiederholt werden konnte. Zwischen Aufnahme und Abtastung vergingen 80 Sek. Die Abtastung erfolgte in der üblichen Weise mit kontinuierlichem Filmlauf und Kreislochscheibe (3000 Umdrehungen pro Minute) für 180 Zeilen. Weiterhin reichte für diese Zeilenzahl die Einfadenlampe als Lichtquelle nicht mehr aus, es wurde eine Kinesol-Bogenlampe für 30 Amp. eingebaut. Die in der Photozelle

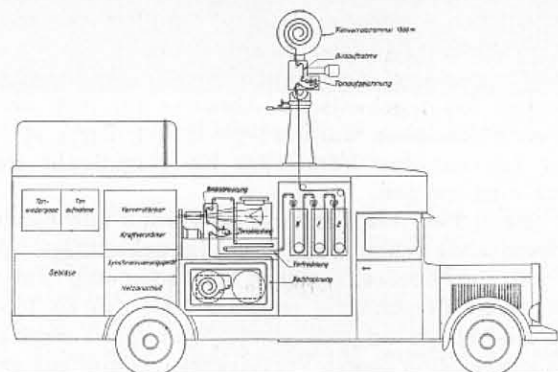


Abb. 6: Schema des ersten Zwischenfilmwagens.

erzeugten Spannungen wurden in einem Niederfrequenzverstärker, bestehend aus Vorverstärker, Nachverstärker und Schwarzsteuerung verstärkt. Der Verstärker war von „Negativ“ auf „Positiv“ umschaltbar, so daß auch Positivfilm abgetastet werden konnte. Tonaufnahme- und Wiedergabeverstärker, sowie ein Kontrolllautsprecher waren ebenfalls eingebaut.

### Olympiawagen.

Anläßlich der Olympiade wurde von der Reichspost ein weiterer Uebertragungswagen in Auftrag gegeben. Mit ihm wurden Uebertragungen von den Olympischen Spielen 1936 gemacht, die damals den höchsten Stand der Fernseh-Uebertragungstechnik repräsentierten, Abb. 7. Die Erfahrungen, die mit dem ersten Wagen gemacht wurden, konnten verwertet und entsprechende Verbesserungen angebracht werden. Als wesentlichste Neuerung ist die Einführung des sogenannten Halbformates für die Sendeseite zu betrachten. (Vgl. Teil I, Seite 71.) Bei 25 Bildwechslern pro Sekunde wurde die Durchlaufgeschwindigkeit auf die Hälfte der normalen Geschwindigkeit herabgesetzt. Hiermit gingen nicht nur die Kosten auf die Hälfte zurück, sondern es ergaben sich auch noch andere Vorteile. So konnten die Zeiten in den Bädern auf 40 Sek. verlängert werden, ohne daß der Raumbedarf größer wurde. In jedem Trog wurde der Film über 2 Paare von Mehr-

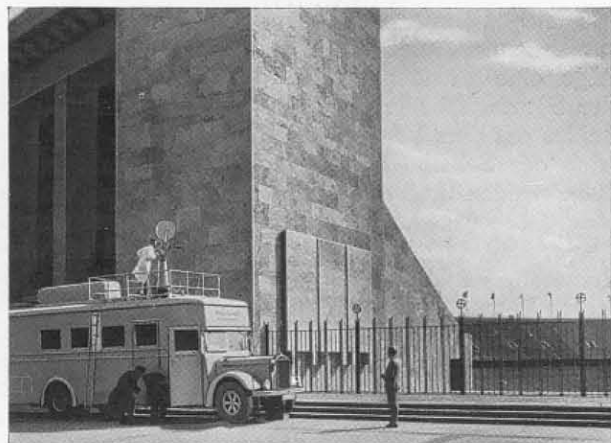


Abb. 7: Olympiawagen auf der Olympiade 1936.

fachrollen geführt, wodurch die Möglichkeit geschaffen war, die Zahl der eingelegten Schleifen entsprechend der Filmsorte zu wählen. Infolge der geringen Filmgeschwindigkeit konnte ein relativ kleiner Trockner, der erstmalig außer der Warmluftzufuhr 8 von innen geheizte Rollen enthielt, und den Film in 80 Sek. vor der Abtastung völlig trocknete, gebaut werden. Ein weiterer Vorteil war die verlängerte ununterbrochene Aufnahmedauer von einer Stunde, obwohl die Kassetten kleiner waren, als beim ersten Wagen und nur 900 Meter faßten. Schwierigkeiten bei der Tonaufzeichnung und -Wiedergabe wurde dadurch begegnet, daß man sich

auf 5000 Hz als höchste Frequenz beschränkte, was für Reportagezwecke bei weitem ausreichend sein dürfte. Die Kamera wurde von Zeiß-Ikon, Dresden, gebaut und besaß auswechselbare Objektive von 28, 50, 75, 135, 300 und 500 mm Brennweite, welche den doppelten Brennweiten bei Normalfilm entsprechen. Das Tonaufzeichnungssystem befand sich ebenfalls in der Kamera, während der Gleichrichter für die Aufzeichnungstonlampe und der Aufzeichnungsverstärker im Wagen untergebracht waren. Der Stativkopf für Schwenkung und Neigung wurde von der Fernseh G. m. b. H. entwickelt. Abb. 8 zeigt das Arbeitsschema. Links stand ein Regeltrafo für den wahlweisen Anschluß der gesamten Anlage an 220 oder 380 Volt Drehstrom (20 KVA). Die Sekundärspannung von 220 V ließ sich stufenlos regeln. Anschließend nach rechts folgte der Entwicklerschrank, der durch eine Rolljalousie lichtdicht verschlossen werden konnte. Der Film gelangte aus dem Schrank durch einen Bläser in den Trockner, aus dem er vollständig trocken durch den Projektor zur Aufwickeltrommel geführt werden konnte. Das Projektorwerk wurde von der Fernseh G. m. b. H. gebaut. Links vom Projektor stand die Kinesol-Bogenlampe, zu deren Betrieb in dem Wagen ein besonderer Röhrgleichrichter eingebaut war. Unter der Bogenlampe befand sich die Schalttafel und in dem Raum hinter ihr der Hauptantriebsmotor, das Gebläse für die Druckluft, 2 Drehtrafos und verschiedene Nebengeräte. Die Kreislochscheibe lief mit 6000 Umdr./Min. im Vakuum und erzeugte ein 180-zeiliges Bild. Im selben Gehäuse lief außerdem zur Erzeugung der richtigen Synchronisierzeichenfolge eine Blendenscheibe. Zur Phaseneinstellung der Blendenscheibe mit der Kreislochscheibe und beider mit dem Film dienten 2 Drehtrafos. Der Betrieb des Scheibensynchronmotors erforderte einen 100-Perioden-Umformer, der ebenfalls im Wagen untergebracht war. Die erzeugten Filme waren kopierfähig, lange haltbar und beliebig oft zu wiederholen, da die Apparatur auch als Kinosender laufen konnte.

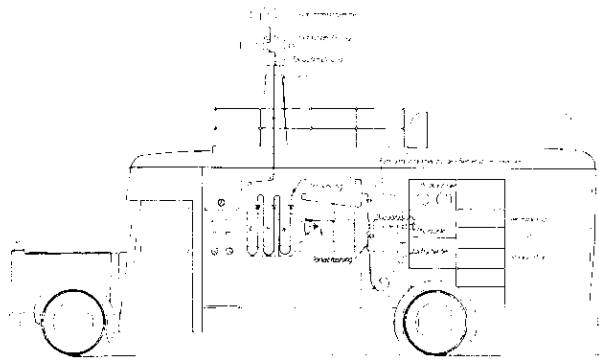


Abb. 8: Schema des Olympiawagens.

Der Verstärker für die von der 7-gittrigen Photozelle kommenden Bildsignale bestand aus sechs CR-gekoppelten Stufen mit nachfolgender Schwarzsteuerung. Eine Gradationsentzerrung war nicht

vorhanden. Um überbelichteten Film auszugleichen war eine Grausteuerng wie in Heft 5 dieser Zeitschrift, Seite 169, beschrieben, vorgesehen. Der Schwarzsteuerimpuls wurde vom Film abgenommen. Die Synchronisierzeichen gaben für Bild und Zeile je ein Multivibrator, die von den Impulsen der Synchronisierphotozellen angestoßen wurden. Die Zeilenphase war regulierbar. Dazu wurden die Zeichen erst in Sinusform durch einen Schwingkreis verwandelt, und hieraus wieder durch einen Multivibrator neue Zeilenzeichen gewonnen. Durch Einstellen der Eigenresonanz des Kreises konnte der Synchronisierereinsatz zeitlich verschoben werden. Das Modulationsgerät bestand aus zwei Röhren 1224, denen an Gitter 1 die Modulation im Gleichtakt an Gitter 4 der Träger im Gegentakt und an Gitter 2 die Austastzeichen im Gleichtakt zugeführt wurden. Ferner waren für die Ueberwachung der Sendung vier Kontrollröhren, die nötigen Kippgeräte und Verstärker eingebaut. Zur Bedienung des Uebertragungswagens waren 4 Mann erforderlich. An den Einsatzstellen des Wagens mußten Drehstromanschluß 20 KVA, Frischwasser, Wasserabfluß und Fernsehkabel zur Verfügung stehen.

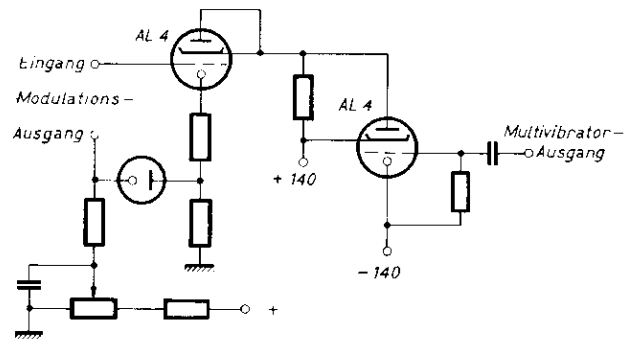


Abb. 9: Austaststufe für Bildaustastung.

1938 wurde der Wagen für die neue Norm von 441 Zeilen nach dem Zeilensprungverfahren eingerichtet. Die Aenderungen erstreckten sich auf die Projektionslampe, die durch eine Glühlampe ersetzt werden konnte, eine Aenderung am Projektor, die Abbildungsoptik, die Scheibe und deren Drehzahl, die mit Hilfe eines 175-Periodenumformers bis auf 10 500 Umdr./Min. erhöht wurde, die Schalttafel sowie auf den Verstärker. Die mit dem Umbau verbundenen Schwierigkeiten konnten durch zahlreiche Versuche und intensive Forschungsarbeit gemeistert werden. Da mechanische Ablaster für 441 Zeilen schon beschrieben wurden (vgl. Heft 1, Seite 24), sei hier nur auf den Verstärker für Negativabtastung kurz eingegangen.

Beim Bau des Verstärkers wurden alle neueren Erkenntnisse schon weitgehend berücksichtigt. Eine 17-gittrige Photozelle, deren Hochspannung und damit deren Verstärkung regelbar war, gab an 1000  $\Omega$  die Bildsignale an den vierstufigen CR-Verstärker. Die dritte Stufe dieses Verstärkers bestand aus einer AF 3, deren Arbeitspunkt einstellbar war. So ergab sich eine gewisse Entzerrung, wenn die Eingangs-



spannung der Röhre ca. 3 Volt betrug. Darauf folgte die Schwarzsteuerung. Die der jetzigen Norm entsprechende Synchronisierung machte eine Austastung des Bildrücklaufs notwendig. Diese geschah in einer besonderen Austaststufe nach der Schwarzsteuerung. Bei einem Kathodenverstärker wurde hierzu die Anodenspannung weggetastet, Abb. 9. Das Modulationsgerät war über eine vorgespannte Diode direkt angekoppelt, wobei die Diode bei Unterschreitung des 30 %-Wertes das Modulationsgerät abschaltete (Seite 169, Heft 5 dieser Zeitschrift). Das Modulationsgerät bestand aus je einer Stufe für Eintastung der Synchronisierung mit 2 AK 2 und einer für Bild mit 2 AK 2. Die Synchronisierzeichen wurden von der Scheibe abgenommen, unmittelbar verstärkt und schließlich gemischt der Synchronisierstufe des Modulationsgerätes zugeführt. Ein elektrischer Aussteuerimpuls zur Schwarzsteuerung wurde auf den Verstärkereingang in Serie mit dem Eingangswiderstand gegeben. Als Signal diente unmittelbar das Zeilensynchronisierzeichen. Die Austastung des Rücklaufes am Ende des NF-Verstärkers hinter der Schwarzsteuerung hat den Vorteil, daß die niedrigste im Verstärker vorkommende Grundfrequenz gleich der Zeilenfrequenz wird, was die Dimensionierung erleichtert. Die Kontrollorgane blieben dieselben wie vorher.

#### Kleines Zwischenfilmgerät.

Bei den Aufnahmen anlässlich der Olympiade 1936 und auch später zeigte sich, daß ein Zwischenfilmwagen doch eine zu große Einheit ist, als daß er überall eingesetzt werden könnte. So wurde ein wesentlich kleineres und leichter transportables Ge-



Abb. 10: Kleines Zwischenfilmgerät mit Kontrollempfänger und Verstärkern.

rät entwickelt. Es war auch an Aufnahmen in Innenräumen gedacht, weshalb die Geräuschfrage, die bisher überhaupt nicht berücksichtigt worden war, bedacht werden mußte. Für die Anlage wurde folgender Aufbauplan entworfen: Filmaufnahme, Entwicklung, Trocknung und Austastung mußten in eine Einheit zusammengefaßt werden, dagegen konnten die Verstärker und der Regeltrafo in 6 tragbaren

Einheiten und einem Kontrollempfänger untergebracht werden, Abb. 10. Ein 50 Meter langes Vielfachkabel stellte die Verbindung zwischen den Verstärkern und dem Aufnahmegerät her. Das Aufnahmegerät konnte also allein in den Senderraum gestellt werden, während die Verstärker in einem Nebenraum standen.

Der Aufbau des Aufnahme- und Abtastgerätes sei nun näher beschrieben. Es wurde wieder Halbformat verwendet. Der Film lief also mit 23,75 cm/Sek. Die bei der Fernseh G. m. b. H. konstruierte Spiegelreflexkamera für Bild und Ton besaß einen Revolverkopf mit 3 Objektiven, deren Brennweiten 50, 75 und 150 mm waren. Der Kopf für Neigung und Schwenkung der Kamera war wie auch beim Olympiawagen so gebaut, daß der Film lichtdicht durch ihn hindurch in das Innere gelangte. Die Behandlungszeiten mußten wegen der Kleinheit des Gerätes wieder herabgesetzt werden und wurden wie folgt gewählt: Entwicklung 5 Sek., Zwischenbad 2,5 Sek., Fixierbad 15 Sek., Wässerung 2×5 Sek. Der Film wurde durch sämtliche Bäder in einer Ebene geführt. Die unteren Rollengruppen waren als Hängeausgleich ausgebildet. Außer einer Heizung für das Fixierbad brauchten keine Temperaturregler eingebaut zu werden, da bei dem Dünnschichtfilm Temperaturschwankungen nur geringen Einfluß auf das  $\gamma$  haben. Statt der bisherigen Niederdruckbläser wurden Hochdruckbläser verwendet, die den Film vollständig tropfenfrei abbliesen und geringere Zuleitungsquerschnitte beanspruchten. Die notwendige Druckluft wurde von einem Kompressor über 40 m 1"-Schlauch zugeführt. Vollständig neu ist das Prinzip des Trockners. Der Film wurde in 6 Schleifen über 2 Mehrfachrollen, von denen die untere beweglich aufgehängt war, geführt. In der Tür des Trockners waren 4 Ventilatoren eingebaut, die die angesaugte Luft durch Heizgitter auf den Film bliesen. Auf diese Weise wurde der Film auch bei großer relativer Luftfeuchtigkeit in 43 Sek. völlig getrocknet, wobei der Trockner fast geräuschlos lief. Aus dem Trockner wurde der Film zum Projektor (umgebauter Ernemann VII B) geführt und schließlich aufgespult. Als Abtastorgan wurde eine Sondenröhre verwendet, welche mit ihrem Zubehör wesentlich kleiner und leichter ist als eine Kreislochscheibe mit Motor, Umformer und Vakuumpumpe. Außerdem arbeitet die Sondenröhre vollständig geräuschlos. Weiter befanden sich in dem Gerät die Kippgeräte mit ihren Netzgeräten für die Sondenröhre, Niederfrequenzverstärker mit Netzgerät, Bildmodulationsgerät, ein 2-stufiger Tonwiedergabeverstärker, die Gleichrichter für die Tonlampen, eine Abwasserpumpe, ein Trafo und ein Kühlgebläse für die Projektionsglühlampe. Das ganze war auf einem stabilen lenkbaren Wagen aufgebaut und hatte folgende Abmessungen: Länge 1,20 m, Breite 0,65 m, Höhe 1,30 m.

Der Bildverstärker war hier als Gleichstromverstärker mit einer AF 3 und einer AL 4 erstmalig versuchsweise ausgeführt. Damit entfielen alle Schwierigkeiten der Schwarzsteuerung. Die elektrische

Anordnung ergab sich auf Grund der Trennung der Apparatur durch das 50-m-Kabel wie folgt:

Die von einem elektrischen Impulsgeber erzeugten Synchronisierzeichen wurden auf den Träger von 8,4 MHz aufmoduliert und dem Modulationsgerät mit 2 AK 2 für die Bildzeichen im Kamerawagen zugeführt. Parallel zum Modulationseingang erfolgte eine Gleichrichtung des synchronisiermodulierten Trägers zur Synchronisierung der Kippgeräte. Nach erfolgter Bildmodulation wurde der Träger, der noch den Bildrücklauf enthielt, wieder dem Modulationsgerät zugeführt und dort der Bildrücklauf in der in Heft 3 dieser Zeitschrift, Seite 106, beschriebenen Art ausgetastet. Der Gleichstromverstärker hatte den Nachteil, daß weitgehendste Regelorgane und Stabilisierung für jede Stufe erforderlich waren. Die Einhaltung des richtigen Steuerbereichs erwies sich betriebsmäßig reichlich unsicher. Die Verstärkungsregelung erfolgte durch Ändern der F-Rohrspannungen am Sekundärverstärker.

Bei dieser Anlage wurde erstmalig versucht, das bei Halbformat und Schnellentwicklung sehr starke Tonrauschen zu vermindern. Der Tonaufzeichnungsverstärker besaß die Möglichkeit der automatischen Zusammendrängung aller Tonamplituden auf das Verhältnis von ca. 1:2. Im Wiedergabeverstärker wurden die Amplituden wieder auf das normale Maß entzerrt. Hierdurch wird der Modulationsgrad auf dem Film stets zwischen 50 und 100% gehalten, so daß der Prozentsatz des Rauschens höchstens das Doppelte desjenigen bei maximaler Aussteuerung sein kann. Vor allem fällt das in den Sprechpausen sehr unangenehme Rauschen weg.

#### Schnellberichterstattungsgerät.

Die Entwicklung der elektrischen Bildfänger ließ das Zwischenfilmverfahren im bisherigen Sinne

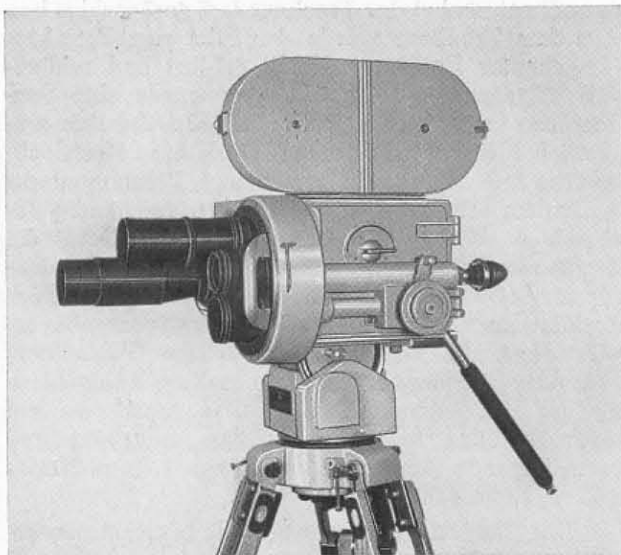


Abb. 11: Spiegelreflexkamera für gleichzeitige Bild- und Tonaufnahme im Halbformat.

für die direkte Uebertragung in den Hintergrund treten. Aus dem alten Verfahren entwickelte sich die Schnellberichterstattung, die den Stoff für eine abendliche Sendung der wichtigsten Tagesereignisse liefert. Zur Schnellberichterstattung gehören eine Kamera für Bild und Ton, ein Entwicklungsgerät und ein Abtastgerät, die völlig voneinander getrennt sind. Die Anlage entspricht dem neuesten Stande der Technik. Die drei Teile seien im folgenden beschrieben.

#### Kamera.

Da die in der Kamera aufgenommenen Filme möglichst ohne zeitraubenden Schnitt gesendet werden sollen, werden hohe Anforderungen konstruktiver Art an die Kamera gestellt. Bisher brauchte der Kameramann einen Assistenten, der vor dem Objektivwechsel das kommende Objektiv auf die richtige Blende und ungefähre Entfernung einstellte und dann die Objektive wechselte. Der Kameramann mußte die Schärfe nachstellen. Auf diese Weise ergaben sich unschöne Uebergänge beim Objektivwechsel, die meist nicht herausgeschnitten werden konnten, da der Ton mit aufgezeichnet wurde. Die gleichzeitige Aufzeichnung des Tones hatte den Vorteil, daß bei der Abtastung des Negativs unbedingter Synchronismus vorhanden war. Ferner war bei den bisherigen Zwischenfilmkameras die Handhabung dadurch erschwert, daß der Operateur zur Entfernungseinstellung mit einer Hand meist nach vorn fassen mußte, während er eigentlich 2 Hände zur Einstellung des Stativkopfes brauchte. Aus all diesen Gesichtspunkten ergab sich die Konstruktion einer für Schnellberichterstattung bei gleichzeitiger Aufnahme von Bild und Ton besonders geeigneten Kamera, Abb. 11. In dem Revolverkopf sind 4 Objektive eingebaut, deren Entfernung- und Blendeneinstellungen gekuppelt sind. Die Bestückung besteht aus:

Pantachar	f = 50,	1 : 1,8
	f = 75,	1 : 1,8
	f = 150,	1 : 2,3
Fernbildlinse	f = 300,	1 : 5

Der Revolverkopf läßt sich als konstruktive Einheit leicht herausnehmen und in einem Koffer transportieren. Die notwendigen Einstellknöpfe sind mit Hilfe eines Uebertragungsmechanismus an die linke Kameraseite gelegt worden und bilden dort einen aus drei konzentrischen Teilen bestehenden Knopf. Mit dem in der Abb. 11 sichtbaren Hebel wird der Revolverkopf geschwenkt, wobei gleichzeitig die Zeichnung einer Irisblende von hinten auf den Film projiziert wird, deren Bild nach der Entwicklung den Vorgang des Objektivwechsels, der etwa 1 Sek. dauert, überbrückt. Mit dem großen Rändelknopf wird gleichzeitig die Entfernung aller 4 Objektive eingestellt. Der kleine Rändelknopf dient zur gleichzeitigen Einstellung aller 4 Blenden. Beim Objektivwechsel ist also die Blende und die Entfernung des neuen Objektivs bereits eingestellt. Da der Einstellknopf an der Kameratur angebracht ist, läßt sich



diese nur bei einer bestimmten Stellung des Knopfes öffnen, wobei der Mechanismus verriegelt wird und gegen Beschädigungen geschützt ist. Die Uebertragungselemente werden mit der Tür weggeklappt, so daß man beim Einlegen des Filmes nicht behindert ist. Die Sektorblende ist als Spiegel ausgebildet, hierdurch erhält man ein parallaxenfreies, helles Sucherbild, das durch eine 10-fache Lupe betrachtet wird. Der Ton wird in 5-fach-Doppelzackenschrift ebenfalls in der Kamera mit einem Zeiß-Ikon-Tonaufzeichnungssystem aufgezeichnet. Als Antrieb dient ein 12-Volt-Gleichstrommotor von 25 Watt. Auf der Rückseite der Kamera befindet sich ein Meterzähler und ein Tachometer. Die Außenkassetten, deren Mäuler sich beim Verriegeln der Tür öffnen, fassen 200 m Film.

Der Stativkopf ist als Verfolgungsstativ ausgebildet und enthält für Neigung und Schwenkung je eine Schwungmasse mit Gleichrichtgetriebe. Dieses bewirkt, daß bei Schwenkungen bzw. Neigungen in beiden Richtungen die Schwungmassen immer gleichsinnig laufen. Der ganze Kopf wird von einem stabilen Kugelgelenk getragen, mit dem die Kamera ausgerichtet werden kann. Außerdem ist es möglich, den Film wie bei den Zwischenfilmgeräten durch den Stativkopf hindurchzuführen. Für die Bewegungen in beiden Richtungen dient ein Steuerknüppel, so

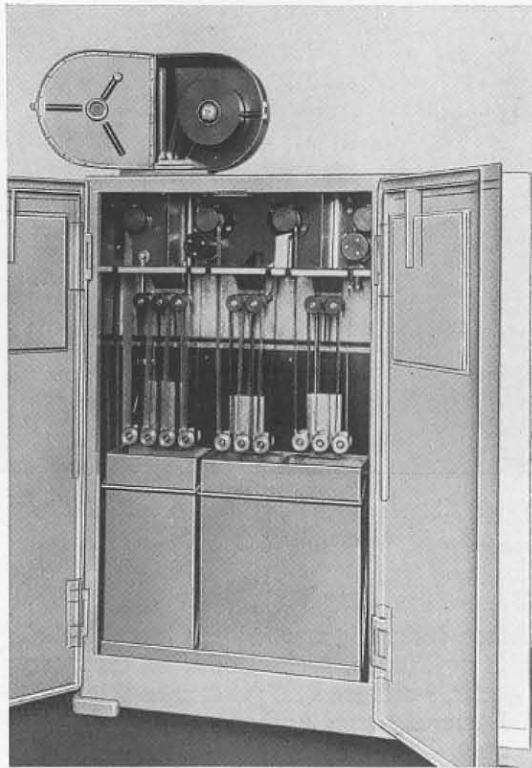


Abb. 12: Schnellentwicklungsgerät für Fixierentwicklung, geöffnet.

daß der Operateur immer eine Hand für den Einstellknopf frei haben kann. Mit Hilfe eines Kopfhörers kann er den aufzuzeichnenden Ton abhören

und sich bei der Wahl des Bildausschnittes danach richten. Zur Kamera gehört weiter ein Tonaufzeichnungsverstärker in einem Koffer. Der Verstärker enthält ein Aussteuerungsinstrument, ein Uebersteuerungsinstrument und ein Amperemeter für die Tonlampenheizung. Heiz- und Anodenbatterie für den Verstärker wird eingebaut. Dagegen werden eine 12 Volt Batterie für den Antrieb und eine 4,8 Volt Batterie für die Tonlampe und die Ueberblendlampe besonders benötigt.

### Schnellentwicklungsgerät.

Die Aufteilung der Anlage in 3 getrennte Teile bringt für das Entwicklungsgerät den Vorteil einer willkürlichen Filmgeschwindigkeit mit sich, da man ja nicht mehr an den synchronen Lauf gebunden ist.

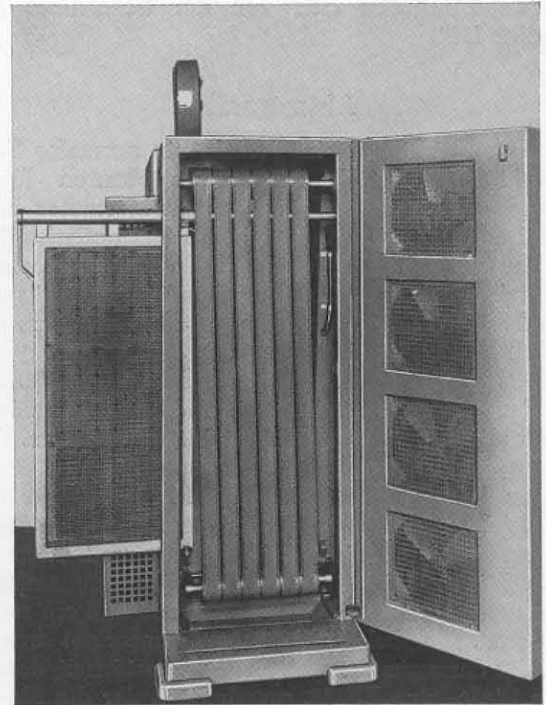


Abb. 13: Schnellentwicklungsgerät, Trockner geöffnet, Zwischenheizgitter herausgezogen.

Dieser Vorteil wird dadurch ausgewertet, daß man die Geschwindigkeit im Verhältnis 1 : 5 kontinuierlich regelbar macht, wobei als Höchstgeschwindigkeit die der synchronen entsprechende von 23,75 cm/Sek. gewählt wird. Eine weitere Neuerung ist die Einführung der Fixierentwicklung (Abb. 12), d. h. es wird in einem Bad entwickelt und fixiert (10 Sek.) und dann in 2 Stufen gewässert ( $2 \times 7,5$  Sek.). 2 Stufen wurden deshalb gewählt, um Alkoholwassergemisch zur Wäsche benutzen und die Trockenzeit verkürzen zu können.

Hierdurch ergeben sich wiederum 2 Vorteile, erstens, daß nur 2 Hochdruckbläser gebraucht werden, wodurch die Kompressorleistung auf die Hälfte reduziert wird, und zweitens, daß bei sehr hoher

relativer Luftfeuchtigkeit mit geringerer Geschwindigkeit gefahren werden kann, so daß der Film gut trocknet, ohne daß sich bei der Fixierentwicklung das  $\gamma$  ändert. Der Trockner (Abb. 13) ist in ähnlicher Weise wie beim vorigen Gerät ausgeführt, neu ist das Zwischenheizgitter, welches die Luftfeuchtigkeit im Trockner nochmals herabsetzt und die Trockenzeit somit wesentlich verkürzt.

Zum Einlegen des Films kann das Zwischengitter (Abb. 13) herausgezogen werden. Der Film wird völlig trocken auf der Antriebsseite aufgespult. Die von der Kamera abgenommenen Kassetten können direkt auf das Entwicklungsgerät gesetzt werden, wobei der Schichtfilm an dem im Gerät befindlichen Blankfilm anzukleben ist. Die Durchlaufdauer einer Filmstelle beträgt bei Höchstgeschwindigkeit 80 Sek. Zum Entwicklungsgerät gehört noch ein kleiner Kompressor, der getrennt aufgestellt werden kann und sich von der Schalttafel aus schalten läßt.

### Abtastgerät.

Der Abtaster ist im Prinzip ein normaler Sondenrohrabtaster mit einem umgebauten Erneumann-VII B-Werk. Wegen des Halbformates läuft er mit halber Geschwindigkeit. Da das optische Bild auf der Kathode die gleiche Größe wie bei Normalfilm haben sollte, mußte die gesamte Optik entsprechend andere Daten als bei Normalfilm erhalten. Die in Teil II Seite 165 hinsichtlich Ausleuchtung gestellten Bedingungen werden vollständig erfüllt. Die für das Reportagegerät gebaute Verstärkeranlage erfüllt alle Anforderungen an richtige Gradation. Der NF-Verstärker sei daher näher beschrieben:

Er besteht aus insgesamt 14 Stufen. Da der S-Rohrabtaster räumlich vom Verstärker getrennt ist, wurde die erste Stufe unmittelbar am S-Rohr als Kathodenverstärker ausgebildet. Der dynamische Ausgangswiderstand beträgt  $150 \Omega$ , so daß ein angeschlossenes Kabel keinen Frequenzverlust bringt. Es folgt dann ein vierstufiger RC-Verstärker, dessen erste Stufe, eine EF 11, regelbar ist, der die Modulationsspannung auf ca. 30 Volt verstärkt, um ein einwandfreies Arbeiten der Schwarzsteuerung zu gewährleisten. Der Sekundärverstärker des S-Rohres wird während der Rücklaufzeiten auf 0 getastet. Auf diesen 0-Wert spricht die erste als sechste Stufe folgende Schwarzsteuerung an. Hieran schließt sich eine regelbare Gradationsentzerrung nach vorhergehender Kathodenverstärkerstufe, eine AF 3, deren Aussteuerungsbereich maximal ca. 8 Volt von — 1 Volt beginnend beträgt und durch Abgriff an einem Potentiometer veränderlich ist, wobei der Wert — 1 Volt praktisch festgehalten wird entsprechend dem auf die Kathode fallenden Lichtstrom 0 des S-Rohres. Mit dem Steuerbereich wird der Anodenwiderstand der AF 3 mitverändert, so daß die Ausgangsamplitude stets konstant bleibt. Diese ist so groß, daß eine EF 14 angesteuert wird. Dieser folgt als zweite Entzerrung nochmals eine EF 11, die mit ca. 5 Volt konstant gesteuert wird. Die Span-

nung wird nochmals durch eine EF 14 verstärkt. Dieser Röhre parallel liegt eine weitere zur Einführung des Aussteuersignals (Gemisch aus Zeilen- und Rücklaufaustastung). Der gemeinsame Anodenwiderstand arbeitet auf eine zweite Schwarzsteuerung mit nachfolgender Kathodenverstärkerstufe, die die Modulation für ein Brückenmodulationsgerät mit 2 AK 2 wie im gleichen Heft beschrieben, abgibt und gleichzeitig eine Spannung von ca. 15 Volt für ein Kontrollrohr liefert. Dem Modulationsgerät folgt ein weiterer Verstärker für Kontrollbild und Kabelausgang. Von automatischer Aussteuerreglung wurde abgesehen. Für das Sondenrohr ist neben den Kippgeräten ein Austastverstärker notwendig.

Ein Oszillographenrohr zeigt die Aussteuerung über Bild und Zeile. Ein zweites Rohr zeigt das Synchroniseroszillogramm über einige Zeilen während der Bildrücklaufzeit. Gleichzeitig zeigt die Strichstärke die Größe des Restträgers der Brücke und damit deren Kompensationszustand.

Dieser Verstärker gibt auch von harten zu hoher Schwärzung entwickelten Negativen ein Bild guter Gradation. Die Anlage ist als stationäre Anlage für die Deutschlandhausnorm gebaut. Damit entfällt die Erzeugung der Synchronisierzeichen. Abb. 14 zeigt die Verstärkeranlage.

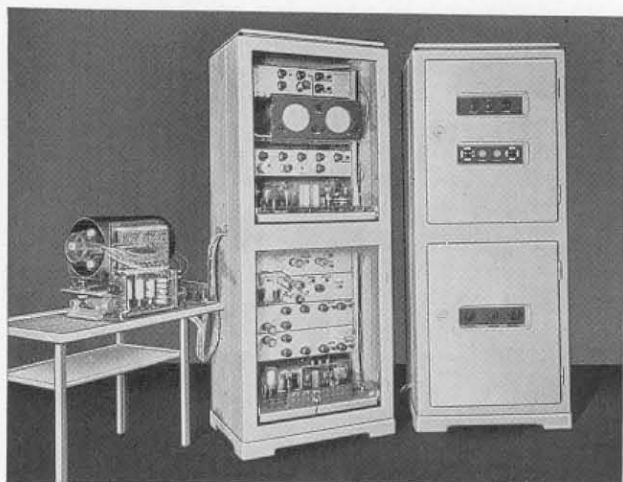


Abb. 14: Abtaster und Verstärker zum Schnellbericht-erstattungsgerät.

### Empfangsgeräte.

Schon frühzeitig war in der Fernsichttechnik der Wunsch vorhanden, große Bilder zu erzeugen. Als man zum 120-zeiligen Bild gekommen war, hielt man diese Rasterung zum Aufbau von Großbildern für fein genug. Da alle modulierbaren Lichtquellen viel zu geringe Leuchtdichte für Projektion hatten, blieb nur die Glühlampentafel als direktes Großbild und das Zwischenfilmverfahren als indirektes Großbild übrig. Die guten Erfahrungen, die man auf der Sendeseite gemacht hatte, ermutigten dazu, auch auf der Empfangsseite das Zwischenfilmverfahren anzuwenden. Man hat den Vorteil, ein fertiges Bild

mit einer starken Fremdlichtquelle (Bogenlampe) projizieren zu können. Die Schwierigkeit der Aufgabe besteht in der Aufzeichnung des Fernsehbildes und in der schnellen Fertigstellung.

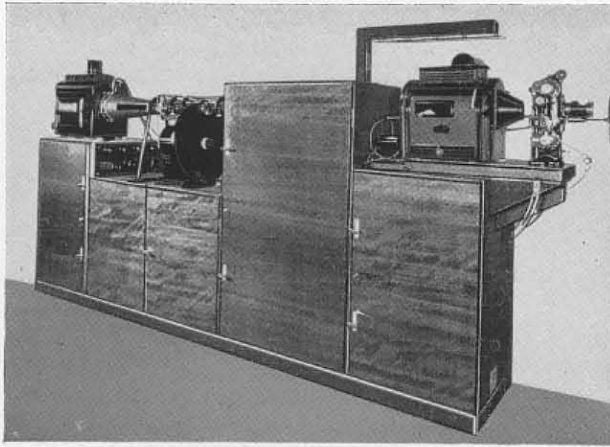


Abb. 15: Kontinuierlich arbeitender Zwischenfilm-Großprojektionsempfänger.

### Kontinuierlich arbeitender Zwischenfilm-Großprojektionsempfänger.

Abb. 15 zeigt den ersten Zwischenfilm-Empfänger. Abb. 16 das Schema dazu, an Hand dessen die Wirkungsweise kurz erläutert sei.

In dem ganzen Gerät lag eine endlose Blankfilmschleife von 35 mm Breite und ca. 50 m Länge. In dem Vorratsbehälter 1 befand sich die Spezialemulsion, mit der der Film in einer Breite von 12 bis 14 mm beschichtet wurde. Die Emulsion gleichmäßig aufzutragen bereitete erhebliche Schwierigkeiten und erforderte viele Versuche. Für das Emulsionsgefäß war eine automatische Temperaturregelung eingebaut. Anschließend wurde der Film im Trockner 2 soweit getrocknet, daß er im Bildfenster 16 belichtet werden konnte. Das geschah in folgender Weise: Mit einer Bogenlampe 15 wurde eine Kerrzelle 10 beleuchtet. An die Platten der Zelle wurde die Bildmodulationsspannung angelegt. Der Spalt der Kerrzelle wurde mit dem Objektiv 11 auf die Kreislochscheibe 13 abgebildet. Das Bild einer Zeile wurde von dem Objektiv 12 auf dem Film bei 16 entworfen, der infolge seines kontinuierlichen Laufes die Zusammensetzung in Bildrichtung bewirkte. Hierbei ist besonders zu erwähnen, daß die Belichtungszeit für einen Bildpunkt bei einem 120-zeiligen Bild nur  $4 \cdot 10^{-5}$  Sek. beträgt. Der Film wurde dann in den folgenden Bädern 3 entwickelt (30 Sek.), fixiert (5 Sek.) und kurz gewässert, durch einen Trockenkanal dem Projektor 4 zugeführt, und dort in der üblichen Weise mit Hilfe eines Malteserkreuzgetriebes und einer Bogenlampe als positives Bild projiziert. Anschließend wurde der Film in dem Bad 6 von der Emulsion befreit und gelangte dann über die Ausgleichschleife 7 durch den Trockenkanal 8 wieder zur Emulsionierungsvorrichtung. Besonders

schwierig gestaltete sich die Entwicklung des Filmes zu möglichst hohen Schwärzungen, wie sie für die Projektion gebraucht werden im Gegensatz zur Sendeseite, wo man nur sehr dünne Negative braucht. Die erzielten Schwärzungen waren 0,5 bis 0,6. Das Bildformat auf dem Film betrug  $9 \times 12$  mm, also Halbformat auf der Empfangsseite, das des projizierten Bildes  $3 \times 4$  m. Bei der Belichtung der gequollenen Schicht machte sich der Diffusionslichthof besonders störend bemerkbar. Der Ton wurde bei diesem Gerät nicht mit aufgezeichnet. Die Anlage wurde erstmalig 1933 auf der Funkausstellung durchgeführt, wo sie täglich 5—8 Stunden im Dauerbetrieb arbeitete. Heute steht sie im Deutschen Museum in München.

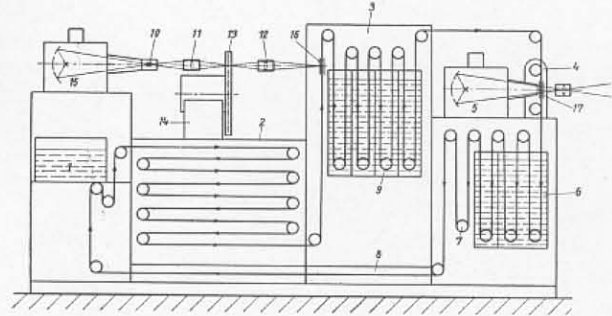


Abb. 16: Schema des kontinuierlich arbeitenden Zwischenfilm-Großprojektionsempfängers.

### Zwischenfilmgroßprojektor nach dem Fertigfilmverfahren.

Im Jahre 1935 erhielt die Firma den Auftrag, einen Zwischenfilmgroßprojektor für 180 Zeilen und 25 Bildwechsel zu bauen. Da das Emulsionierungsverfahren viel Übung und große Aufmerksamkeit erforderte, wurde bei dem neuen Gerät fertiger Negativfilm zur Aufzeichnung verwandt. Um die Filmkosten herabzusetzen, ging man zu halbiertem Normalfilm von 17,5 mm Breite über, auf dem Bilder von  $8 \times 11$  mm Breite aufgezeichnet wurden. Als Lichtsteuerorgan diente nicht mehr die Kerrzelle und als Zerlegerorgan nicht mehr die Kreislochscheibe, sondern das Bild wurde als Negativ auf einer Braunschen Röhre erzeugt und auf photographischem Wege auf den Film übertragen. Somit ergab sich das in Abb. 17 gezeigte Arbeitsschema. Im drahtlosen Empfänger wurde die vom Sender ausgestrahlte Bildmodulation aufgenommen und soweit verstärkt, daß das Aufzeichnungsrohr, das mit 12 KV Anodenspannung betrieben wurde, moduliert werden konnte. Der Film lief aus der Vorratskassette, die 900 m faßte, durch einen kleinen lichtdicht gekapselten Projektor mit Malteserkreuzvorschub. Da das Bild während der Stillstandsperiode des Films aufgezeichnet werden mußte, war die Phase des Antriebssynchronmotors einstellbar, so daß die Bildsynchronisierlücke mit dem Bildstrich in Übereinstimmung gebracht werden konnte. Es war auch erforderlich, daß Sender und Empfänger vom

gleichen Wechselstromnetz gespeist wurden, da sonst Phasenfehler entsprechend den Frequenzschwankungen zwischen zwei Netzen aufgetreten wären. Aus dem Aufnahmeprojektor wurde der Film direkt in den Entwickler (24 Sek.) geleitet, dann fixiert (24 Sek.), kurz gewässert (12 Sek.) und mit warmer Luft soweit vorgetrocknet, daß er durch den Wiedergabeprojektor gefahren werden konnte. Nach der Projektion wurde er feucht aufgewickelt. Die Größe des Projektionsbildes war  $2,2 \times 3$  m. Da auf dem schmalen Film der Ton nicht mit aufgezeichnet werden konnte, war, um den Synchronismus von Bild und Ton zu wahren, eine von Lorenz gelieferte Anlage zur magnetischen Tonaufzeichnung auf ein endloses Stahlband vorgesehen. Der Ton wurde um ebensoviele Sekunden, nämlich 90, verzögert, wie zwischen Bildaufzeichnung und Projektion vergingen.

Die Zwischenfilmgroßprojektion wird wegen der hohen Filmkosten und der ausgezeichneten Entwicklung der Projektionsröhren heute nicht mehr angewandt.

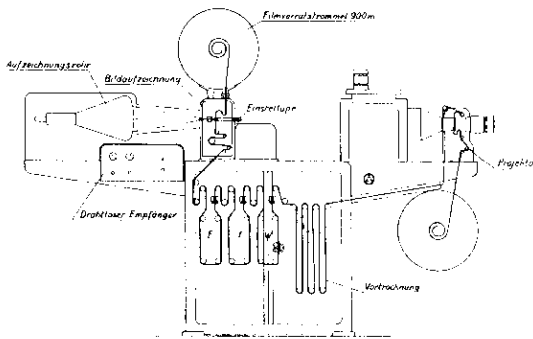


Abb. 17: Zwischenfilm-Großprojektor nach dem Fertigfilmverfahren.

### Zusammenfassung.

Die beschriebenen Geräte sind praktische Ausführungen der in den beiden ersten Teilen erläuterten Verfahren und geforderten Bedingungen sowohl in photographischer wie auch in elektrischer Hinsicht.

Durch den in den drei Teilen der Veröffentlichung gegebenen Ueberblick kommt man zu der Schlußfolgerung, daß das Zwischenfilmverfahren im alten Sinne durch bessere elektrische Verfahren sowohl auf der Sende- wie auch auf der Empfangsseite abgelöst wurde. Dagegen werden die Schnellberichterstattung und die dazu notwendigen Geräte mit allen gesammelten Erfahrungen erhalten und weiter entwickelt wie die Echo-Schallplatte beim Rundfunk.

### Literatur.

- G. Schubert, Der Zwischenfilmsender der Fernseh A. G., Fernsehen 3 (1932), 129.  
 — Der neue kontinuierlich arbeitende Zwischenfilmsender der Fernseh A. G., Fernsehen 4 (1933), 42.  
 — Ueber den kontinuierlich arbeitenden Zwischenfilm-Großprojektionsempfänger, Fernsehen 5 (1934), 27.  
 — Der erste Fernsehaufnahmewagen nach dem Zwischenfilmverfahren, Fernsehen 6 (1935), 49.  
 — Die Fernseh A. G. auf der Berliner Funkausstellung 1938, TFT (1938), 484.  
 K. Thöm, Neuer mechanischer Filmabtaster, Fernseh A. G., Hausm. 1 (1939), 24.  
 Joh. Schunack, Fernsehaufnahmegeräte der EIAR in Rom, Fernseh A. G., Hausm. 1 (1939), 102.  
 R. Möller und G. Schubert, Zehn Jahre Fernsehtechnik, Fernseh A. G., Hausm. 1 (1939), 111.

### SUMMARY.

#### Intermediate Film Television.

The article gives a description of a the intermediate film transmitting and receiving equipment built in the years 1932 to 1939. It is a continuation of two articles about the principles of the photographic process and the scanning of photographs.

The more important steps in the development are dealt with in detail. The latest model of the intermediate film transmitting apparatus is particularly suited for the purposes of reporters. It consists of a small film camera and separate portable developing and scanning units.

Equipment of this kind will take the same place in television broadcasts as the sound record in sound broadcasts.



# Brückenmodulationsschaltungen.

Von Wolfgang Dillenburger.

Inhalt: Es werden einige weniger bekannte Brückenmodulationsschaltungen beschrieben und diskutiert, insbesondere ihre Eignung für Fernzwecke untersucht.

Vor etwa vier Jahren wurde die Aufgabe gestellt, zur Verstärkung der Photozellensignale eine Trägerfrequenz in Verbindung mit einer Brückenmodulationsschaltung zu benutzen. Dieses Verfahren hat gegenüber Niederfrequenzverstärkern höherer Verstärkungsziffer den Vorteil größerer Stabilität und der Uebertragung des Gleichstromwertes. Die früher von der Photozelle verfügbaren Hellspannungen betragen 1 mV. Die Hochfrequenzbrücke macht bei der notwendigen hohen Empfindlichkeit besondere Schwierigkeiten. Es war deshalb zu untersuchen, wieweit sich mit einer so kleinen Spannung eine Hochfrequenzbrücke überhaupt steuern läßt. Von besonderem Wert zur Erreichung des Ziels war die Einführung der Photozelle mit Sekundärelektronen-Vervielfacher, der die Signale bei dem erforderlichen breiten Frequenzband ohne Schwierigkeiten auf ein zur Steuerung der Brücke genügendes Signal verstärkt.

Die bekannte normale Brücke für Wechselstrom zeigt Abb. 1. Sie ist im Gleichgewicht, wenn die Brückenarme nach Amplitude und Phase abgeglichen sind. Zwischen 3 und 4 wird Wechselstrom konstanter Frequenz (Träger) zugeführt. Wird ein Brückenarm z. B.  $R_1$  im Rhythmus einer modulierenden Schwingung nach größeren oder kleineren Werten gesteuert, so erscheint am Ausgang bei 1 und 2 ein modulierter Träger, der über ein geeignetes Filter abgenommen werden kann, wobei der Modulationsgrad stets 100% beträgt, wie es das Fernsehen erfordert.

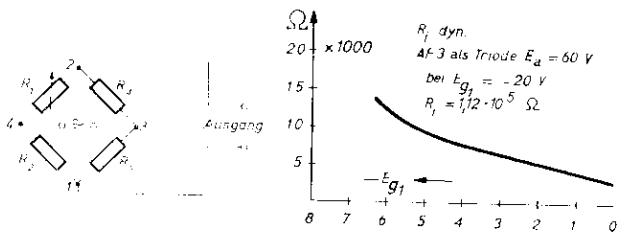


Abb. 1: Brückenschaltung.

Abb. 2: Innenwiderstand der AF 3 als Funktion der Gittervorspannung.

## Brücke mit zwei Exponentialröhren.

Der Brückenarm  $R_1$  läßt sich durch einen steuerbaren veränderlichen Widerstand ersetzen. Gut dazu eignet sich eine Röhre mit kleinem Innenwiderstand und Exponentialkennlinie, was durch eine als Triode geschaltete AF 3 erfüllt wird. Abb. 2 zeigt, wie sich bei 60 Volt Anodenspannung der

Innenwiderstand mit der Gittervorspannung ändert. Zwischen 0 und 5 Volt weicht die Kurve nur wenig von der Geraden ab. Es ist also in diesem Bereich eine lineare Modulationskennlinie zu erwarten.

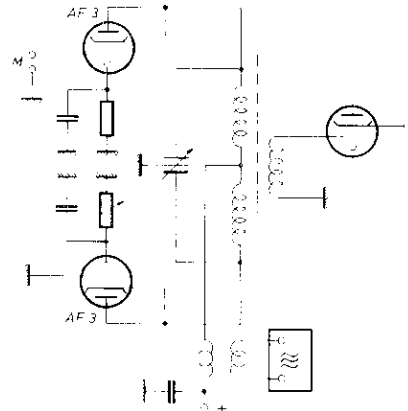


Abb. 3: Brücke mit Röhren krummer Kennlinie.

Als zweckmäßig für den praktischen Betrieb erweist sich eine Schaltung nach Abb. 3;  $R_1$  ist ebenfalls durch eine Röhre ersetzt, mit welcher der Amplitudenabgleich eingestellt wird. Hierzu ist die Gittervorspannung regelbar ausgeführt. Die Kathodenwiderstände sind selbstverständlich genügend vorbelastet, um Gegenkopplung zu vermeiden. Im Anodenkreis ist an Stelle der Widerstände  $R_2$  und  $R_1$  ein Differentialtransformator vorgesehen. Der Differentialkondensator dient dem Phasenabgleich. Der Träger wird im Anodenkreis gleichphasig beiden Röhren zugeführt. Von besonderem Interesse ist zunächst die Modulationskennlinie der Anordnung, die mit beliebiger Trägerfrequenz gemessen werden kann. Gemessen wurde bei Niederfrequenz die Differenz der Anodenwechselströme in Abhängigkeit

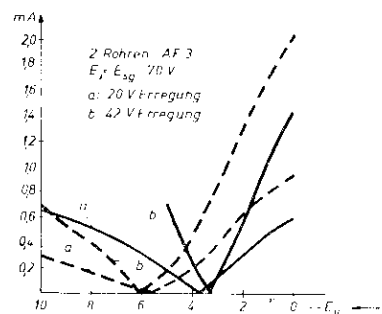


Abb. 4: Kennlinien für zwei verschiedene Kompensationspunkte 3 bzw. 5 Volt Vorspannung.



von der Modulationsspannung, die als veränderliche Gleichspannung zugeführt wurde. Kennlinien wurden für verschiedene Anodenspannungen und Gittervorspannungen der Modulationsröhre aufgenommen, außerdem für verschiedene Erregerspannung. Abb. 4 zeigt einige Kennlinien für 20 und 40 Volt Erregerspannung, 70 Volt  $E_a$  und 3 bzw. 5 Volt Vorspannung für die Kompensationsröhre, Kurve b in Abb. 4 ist im Bereich von 0 bis 3,5 Volt bereits angenähert geradlinig. Ein größerer Steuerbereich ergibt sich bei höherer Anodenspannung (Abb. 5). Die Kurven sind hier über einen großen Bereich geradlinig und erfüllen damit alle Ansprüche einer linearen Modulation. Durch geeignete Wahl der Spannungen ist jedenfalls immer eine geradlinige Modulationskurve einstellbar. In dieser Abbildung ist noch die Steilheit in Abhängigkeit von der Erregung eingetragen. Sie nimmt mit dieser linear zu, wobei als maximale Erregung volle Durchsteuerung der Anodenspannung angenommen wurde. Die maximale Steilheit beträgt 0,6 mA/V. Bei sehr hohen Frequenzen traten als besondere Nachteile die große Trägerspannung sowie die mangelnde Abschirmung des Modulationsgitters hervor.

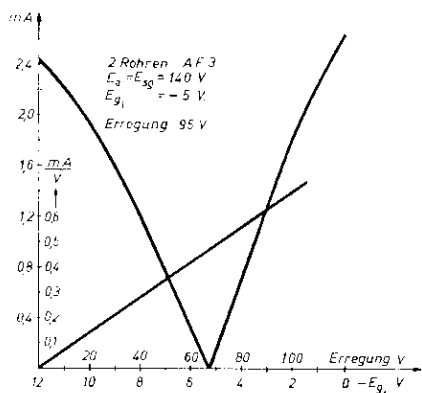


Abb. 5: Kennlinie für höhere Anodenspannung  
Abhängigkeit der Steilheit von der Erregerspannung.

### Brücken mit Mehrgitterröhren.

Abb. 6 zeigt eine Schaltung mit zwei Röhren AK 2. Die Erregerspannung wird an Gitter 1 zugeführt, die Modulation am Verteilungsgitter. Abb. 7

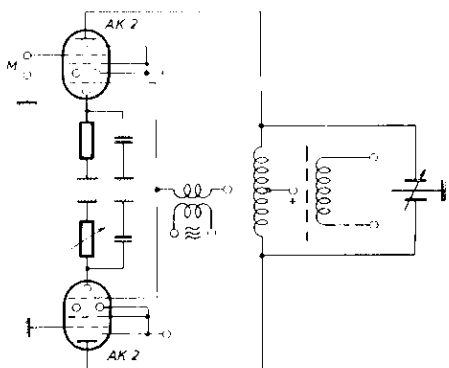


Abb. 6: Brücke mit zwei AK2.

zeigt die Modulationskennlinien für zwei verschiedene Erregerspannungen. Für 3 Volt ist bereits das Maximum erreicht. Die Steilheit ist nicht ganz 0,3 mA/V. Vorteile sind die geringe Erregerspannung und die einwandfreie Abschirmung des Modulationsgitters. Diese Schaltung wird heute in Geräten der Fernseh G. m. b. H. angewendet, wo eine lineare Modulation bei sehr kleinem Restträger verlangt wird.

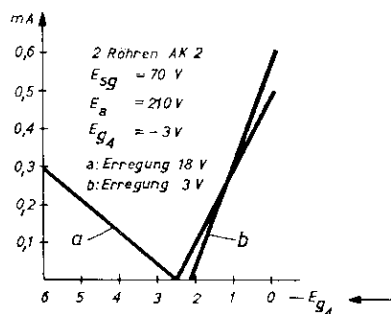


Abb. 7: Kennlinie mit zwei AK2.

Unter Anwendung der Verteilungsteuerung zwischen zwei Anoden lassen sich weitere Kompensationsschaltungen aufbauen.

Abb. 8 zeigt eine Schaltung mit einer Hexode. Am ersten Gitter wird der Träger, am Verteilungsgitter die Modulationsspannung zugeführt. Die Modulationsspannung steuert die Stromverteilung zwischen Gitter 3 und Anode. Der Träger steuert sowohl den auf Gitter 3 als auch den auf die Anode fließenden Strom.  $R_a$  und  $R_{g3}$  können so gewählt werden, daß bei einer bestimmten Spannung am Gitter 4 die an den Widerständen entstehenden Spannungen gleichphasig und gleich groß werden. Zwischen Anode und Gitter 3 tritt dann keine Wechselspannung des Trägers auf. Voraussetzung hierbei ist, daß die Steilheiten der Anodenstromkennlinie sowie die des Gitters 3 über den Steuerbereich des Trägers konstant sind. Durch Aenderung der Modulationsspannung ändern sich die Steilheiten der beiden Kennlinien derart, daß die der einen steiler, die der anderen flacher wird, was eine Wechselspannung zwischen Anode und Gitter 3 zur Folge hat. Zwei Modulationskennlinien sind in Abb. 9 für eine AH 100 gezeichnet. Die Steilheit beträgt im Mittel 0,4 mA/V bei 5 Volt Erregung. Kennlinie a geht wie ersichtlich nicht auf Null, sondern biegt vor Erreichen des Null-Wertes um. Der Unterschied bei den aufgenommenen Kennlinien liegt in der Erregerspannung. Tatsächlich ist bei konstanter Spannung an  $E_{g4}$  die Steilheit über den Steuerbereich von Gitter 1 sowohl der Anode wie des Gitters 3 über Gitter 1 nicht konstant.

Abb. 10 zeigt die an einer AH 1 gemessenen Verhältnisse. Die Steilheiten sind in Abhängigkeit von  $E_{g1}$  aufgetragen. Parameter ist die Spannung an Gitter 1. Die Betriebsspannungen sind so gewählt, daß die Steilheiten an einer Stelle der Kennlinie für eine bestimmte Spannung an Gitter 4 gleich groß werden. Aendert man die Spannung an Gitter 1, so

verschiebt sich der Punkt gleicher Steilheit in bezug auf  $E_{g4}$ . Nur wenn alle diese Punkte auf einer Geraden zur Ordinatenachse liegen, kann die Kompen-

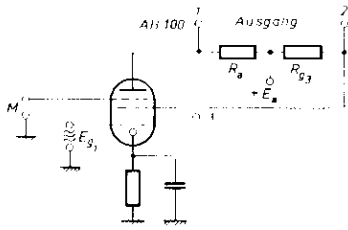


Abb. 8: Modulationsschaltung mittels einer Hexode.

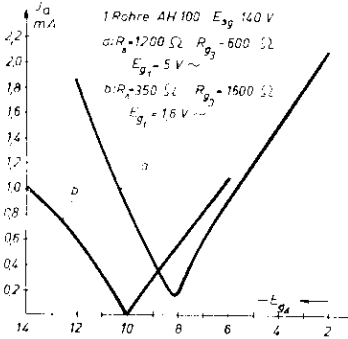


Abb. 9: Kennlinie für eine AH 100.

sation vollkommen sein. Ist dies nicht der Fall, so bleibt wie in Abb. 9 immer ein Restträger. Die Kompensation ist jeweils nur für einen bestimmten Augenblickswert der Erregerspannung vorhanden, in Abb. 10 z. B. bei  $E_{g4} = 4,5 \text{ Volt}$  und  $E_{g1} = 0,75 \text{ Volt}$ .

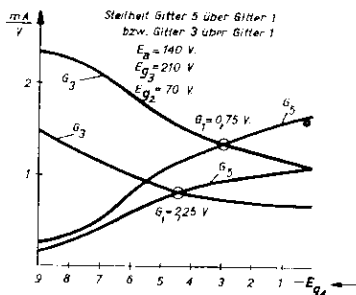


Abb. 10: Steilheitskennlinien der AH 1.

Die zweite Kurve in Abb. 9 zeigt einen Nullwert. Der Träger war hier so klein, daß im geraden Teil beider Kennlinien gesteuert wurde. Allerdings betrug der Kathodenstrom dabei 30 mA, was kein zulässiger Betriebszustand ist. Es wäre Aufgabe der Röhrenentwicklung, hier eine geeignete Röhre zu schaffen. Vielfach allerdings ist der Restträger erwünscht. Für Hochfrequenz hat auch diese Schaltung den Nachteil, daß das Modulationsgitter nicht gegen die beiden Anoden abgeschirmt ist. Der Vorteil kleiner Erregerspannung ist auch hier vorhanden. Der Phasenabgleich ist ebenfalls wegen der verschiedenen Röhrenkapazitäten nicht einfach.

Eine prinzipiell ähnliche Schaltung kann durch Aufteilung in zwei Röhren durch Parallelschaltung einer Röhre mit positiver und einer mit negativer

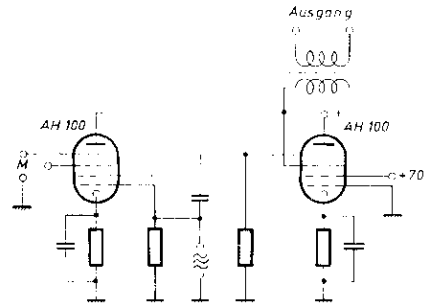


Abb. 11: Modulationsschaltung mit 2 Hexoden.

Steilheit, wobei die Steilheit der einen Röhre durch die Modulationsspannung gesteuert wird, erfolgen (Abb. 11). Die Einzelkennlinien sind dann getrennt einstellbar, was vorteilhaft ist. Der Träger wird dem Gitter 1 einer Hexode und dem Gitter 4 einer zweiten zugeführt. Die Anode der ersten und das Gitter 3 der zweiten Röhre sind ebenfalls parallel geschaltet. Der von beiden Röhren herrührende Träger erscheint im gemeinsamen Anodenkreis gegenphasig und verschwindet bei richtiger Einstellung der Spannung an Gitter 4 der ersten Röhre, wo die Modulationsspannung zugeführt wird. An die Kennlinien werden die gleichen Anforderungen gestellt wie bei der vorher beschriebenen Schaltung. Abb. 12 zeigt eine mit 100 kHz Träger aufgenommene Modulationskennlinie der Anordnung. Auch hier erscheint ein Restträger, der sich nicht kompensieren läßt. Allerdings kommt hierzu noch eine kapazitive Übertragung des Trägers infolge nichtvorhandener Abschirmung des Gitters 4 der zweiten Röhre gegen Gitter 3. Bei 3 MHz-Träger betrug der Restträger gerade 30%, also die Größe des Synchronisieranteils der maximalen Aussteuerung. Die Kennlinie ist ebenfalls annähernd geradlinig.

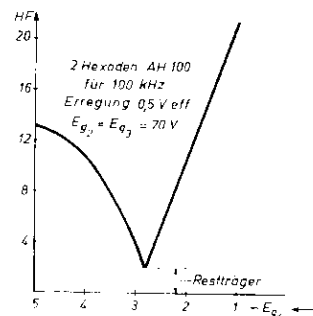


Abb. 12: Kennlinie für zwei parallelgeschaltete AH 100.

### Stabilisierung.

Eine der schwierigsten Aufgaben ist die Stabilisierung von Brückenschaltungen. Die Brücke soll beliebig lang unabhängig von äußeren Einflüssen in abgeglichenem Zustand bleiben. Dies ist um so schwieriger zu erreichen, je geringer die zur Verfü-

gung stehende Steuerspannung ist, je geringer also der verbleibende Restwert, der praktisch niemals genau Null ist, sein muß. Besonders Netz- und Temperaturschwankungen beeinflussen den Abgleich. Hier kann man verschiedene Wege gehen. Entweder man hält die Betriebsspannungen so gut als möglich konstant. Die Temperatur ist wohl nach genügender Einlaufzeit der Anordnung konstant. Oder man regelt die Brücke automatisch. Beide Wege kommen in Frage. Der erste wurde eingehend experimentell untersucht.

Eine Brücke mit zwei Röhren AF 3 wurde den Untersuchungen zugrunde gelegt. Die Hellspannung der Photozelle betrug etwa 1 mV bei 10 Volt Erregung der Brücke und 3 MHz Träger. Es stellte sich schließlich heraus, daß ein einigermaßen stabiler Betrieb erst bei einer Hellspannung der Photozelle von 10 mV erreicht werden kann. Die Brücke muß dann auf mindestens 0,1 mV Restträger multipliziert mit dem Verstärkungsfaktor der Brücke zu kompensieren sein. Die Stabilisierung aller Netzgeräte wurde mit Stabilivolt-Stabilisatoren und Eisenwasserstoffwiderständen durchgeführt. Abb. 13 zeigt die Schaltung zur Gleichstromheizung der Röhren. Gleichstrom erwies sich als notwendig. Wesentlich ist die primärseitige Stabilisierung. Sie erfolgt mit einer einzigen 70-Volt-Strecke des STV 280/80. Mehrere Strecken in Serie waren nicht zu gebrauchen. Transformator und Stromverbrauch müssen dieser Stabilisierung angepaßt werden. Die am Transformator entstehende Spannungskurve zeigt ebenfalls die Abb. 13. Diese Stabilisierung war mindestens um einen Faktor 10 besser als die normale sekundärseitige hinter dem Gleichrichter. Die Stabilisatoren hielten die Beanspruchung anstandslos aus. Bei größerem Strombedarf sind mehrere solche Netzgeräte gleichstromseitig parallel zu schalten. Die Anodenspannungen ließen sich durch primäre und sekundäre Stabilisierung auf wenige mV konstant halten. Es muß noch erwähnt werden, daß auch die Verstärkerröhren eine erstaunliche Konstanz zeigten.

sonders richtige Erdung und Abschirmung mußte ebenfalls größter Wert gelegt werden. Andernfalls ist eine Kompensation überhaupt unmöglich. Die Brücke konnte schließlich in Verbindung mit einer Sekundärphotozelle von einer Empfindlichkeit von 2 mA/Lumen betrieben werden und ergab dabei einen stabilen Betrieb. Der Hauptvorteil einer rein hochfrequenten Verstärkung liegt, wie schon eingangs erwähnt, einmal in der größeren Stabilität des Trägerfrequenzverstärkers und außerdem darin, daß der Schwarz- bzw. Gleichstromwert mit übertragen wird. Vor allem ist bei einer größeren Stufenzahl mit einem einzigen Netzgerät bei Anwendung einfacher Siebmittel auszukommen, was normalerweise bei einem Niederfrequenzverstärker schlecht möglich ist. Der Nachteil liegt dagegen in der etwas schwieriger zu stabilisierenden Brücke.

### Automatische Regelung.

Der Gedanke, den Restträger auf kleinsten Restwert automatisch zu regeln, liegt nahe. Bei hochempfindlichen Brücken erscheint es nicht genügend, nur die Amplitude zu regeln, eine Phasenregelung ist ebenfalls nötig. Diese wäre eventuell nach Art der bekannten automatischen Scharfabbildung, wobei durch eine Regelspannung eine Kapazitätsänderung hervorgerufen wird, denkbar. Amplituden und Phasenregelung ergeben aber sicher größere Instabilitäten, so daß eine Regelung überhaupt in Frage gestellt ist.

Brückenmodulationsgeräte werden heute in der Fernsichttechnik unter anderen Bedingungen angewendet als den erst genannten: Bei beliebig großer zur Verfügung stehender Modulationsspannung soll eine lineare Modulation bei einem Restträger von weniger als 1% erreicht werden. Damit werden die Bedingungen an die Stabilität wesentlich geringer. Abgesehen von einer normalen Stabilisierung der Spannungen erscheint hier eine automatische Regelung angebracht. Normalerweise genügt eine einmalige Einstellung der Phase von Hand. In dem Fall, wo die Brücke mit einem größeren Restträger z. B. 30% betrieben werden soll, ist die Regelung auf den Arbeitspunkt genau so ausführbar, wie dies in Rundfunkgeräten der Fall ist. Bei Abweichen der Brücke vom Arbeitspunkt nach unten wird die Regelspannung kleiner, beim Abweichen nach oben größer.

Abb. 14 zeigt eine Regelschaltung, die auch über den Knickpunkt hinaus richtig regelt und so eine automatische Einstellung auf einen möglichst kleinen Restträger ermöglicht. Damit die Regelspannung stets im richtigen Sinne wirkt, wird die Phasenumkehr der Ausgangsspannung der Brücke beim Durchgang durch den Knickpunkt mit zur Regelung herangezogen. Restträger und Erregung der Brücke werden einer Hexode zugeführt. Mittels eines Phasenschiebers kann die Phasenlage der Erregung an der Hexode so eingestellt werden, daß je nachdem, ob die Brücke sich nach dem linken oder rechten Ast der Kennlinie verstimmt, auf Grund der damit verbundenen Phasenumkehr des Restträgers die

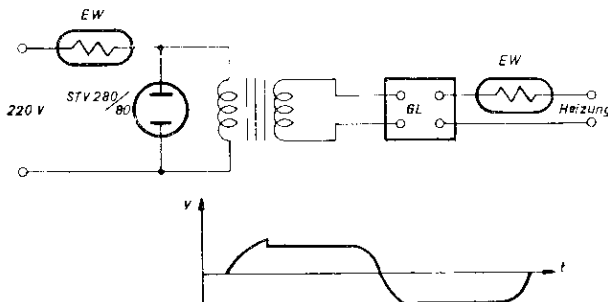


Abb. 13: Schaltung zur Stabilisierung des Heizstromes.

Die mechanische Stabilisierung war ebenso wichtig. Ausführung und Anordnung des Differentialtransformators sowie Kondensators erforderten besondere Sorgfalt und Präzision. Die Feinstellung des Kathodenwiderstandes erfolgte mittels eines Schleifdrahts. Auf Ausführung der Schaltung, be-

Regelspannung bei Ansteigen des Restträgers auf dem linken Ast kleiner, auf dem rechten dagegen größer wird. Es entsteht jedesmal eine Regelspannung, die der Verstimmung entgegenwirkt und die Brücke auf kleinsten Restwert regelt.

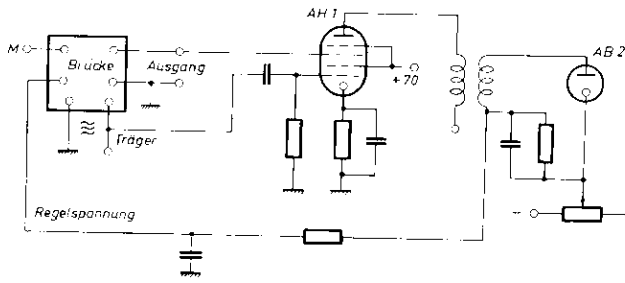


Abb. 14: Regelschaltung für Nullpunktregelung.

Zur automatischen Regelung ist erforderlich, daß die Regelung nur zu der Zeit arbeitet, zu der der Restträger Null sein soll, also z. B. während der Synchronisierlücken. Mittels einer besonderen Röhre kann die Regeleinrichtung während dieser Zeiten eingelastet werden. Die Zeitkonstante der Regelspannung kann leicht so groß gemacht werden, daß die Spannung zwischen den Eintastzeiten nahezu konstant bleibt.

#### Eignung der Brücken für Fernseh Zwecke.

In der bisherigen Betrachtung der einzelnen Brückenschaltungen blieben die Phasenbedingungen unbeachtet.

Für Fernsehmodulationszwecke sind diese Brücken nur dann geeignet, wenn die Steuerung durch die Modulation eine reine Amplitudensteuerung ist. Infolge der Steuerung ändern sich immer der Innenwiderstand der Röhren und damit auch mehr oder weniger die Phasenverhältnisse im Ausgangskreis. Der mit dem Ausgangskreis in Serie liegende Innenwiderstand der Röhren muß also groß sein gegen den des Filters. Ebenso darf sich bei der Steuerung nicht die Eingangskapazität der Brücke ändern. Eine Abschirmung des Eingangsgitters für die Modulation ist wünschenswert. Diese Bedingungen werden am besten durch die Oktode erfüllt, weshalb diese auch heute angewendet wird.

Grundsätzlich sind alle die Schaltungen zunächst weniger geeignet, in denen auf das Modulationsgitter unmittelbar die Anode folgt, da hier meist

zu kleine Innenwiderstände vorhanden sind. Es können fast immer bei der üblichen Dimensionierung des Ausgangsfilters Nachziehscheinungen beobachtet werden. Dies gilt besonders für die Brücke mit zwei Trioden. Es ist dann besser, dem Schirmgitter der AF 3 den Träger zuzuführen und an die Anoden das Filter anzuschließen. Dann erreicht der mit dem Filter in Serie liegende Innenwiderstand die erforderliche Größe. So wurde auch schließlich die AF 3-Brücke ausgeführt.

Die beschriebenen Brücken können verschieden variiert werden. Der Träger kann an anderer Stelle zugeführt werden oder statt im Gleichtakt im Gegentakt, ebenso kann im Gegentakt moduliert werden. Die Schaltungen bleiben prinzipiell die gleichen und bringen keine Besonderheiten.

#### Zusammenfassung.

Es werden die Eigenschaften einer Reihe von Brückenschaltungen mittels Verstärkerröhren besprochen teils als Kompensationsschaltungen unter Verwendung der Verteilungssteuerung von Hexoden. Normale Hexoden ergeben dabei meist wegen ihrer Kennlinienkrümmung einen nicht zu vermeidenden Restträger. Versuche ergaben, daß eine stabile Kompensation auf das ca.  $5 \cdot 10^{-3}$  fache der Erregerspannung möglich ist. Eine automatische Regelschaltung auf den Knickpunkt der Kennlinie wird angegeben. Die Phasenbedingungen werden kurz untersucht, wobei sich als günstigste Röhre die Oktode ergibt.

#### SUMMARY.

##### Bridge Circuits for Modulating Purposes.

A bridge circuit containing two variable mu valves is improved by using multigrid tubes. This arrangement (Fig. 6 and 7) has been used successfully for obtaining a linear modulation with small carrier rest. Another bridge circuit containing hexodes is described. The carrier is applied to the first control grid, the modulation frequency to the distribution grid.

All these bridge circuits require a careful stabilisation. In order to reduce the remaining carrier to the smallest possible value an automatic control is developed. The phase reversal at the minimum of the characteristic curve is used for indicating the direction of the controlling action.

# Gesichtspunkte zum Bau von Großprojektionsempfängern.

Von Theodor Mulert.

Inhalt: Es werden einige beim Bau von Projektionsempfängern auftretende Sonderprobleme und Aufgaben und deren Lösung auf Grund der von der Fernseh G. m. b. H. seit 1936 gebauten Anlagen besprochen.

Das Schema eines Fernsehprojektionsempfängers, das in Abb. 1 dargestellt ist, scheint auf den ersten Blick gegenüber einem normalen Fernsehheimempfänger keine Besonderheiten aufzuweisen. Es enthält wie dieser Hochfrequenzstufe, Mischstufe, Zwischenfrequenzverstärker, Gleichrichter, Amplitudensieb, Kippgeräte, Niederfrequenzverstärker und Hochspannungsnetzgerät. Praktisch ergibt sich jedoch durch die notwendige hohe Anodenspannung der Projektionsröhre (20 bis 80 kV) eine Fülle von Sonderaufgaben beim Entwurf aller Geräte, die unmittelbar mit der Projektionsröhre zusammenarbeiten. In diesem Aufsatz soll daher von Hoch- und Zwischenfrequenzteil, Gleichrichter und Amplitudensieb nicht die Rede sein. Dagegen sollen besonders Hochspannungsfragen sowie die Ausbildung der Kippgeräte und des Endverstärkers sowie einige Sonderprobleme behandelt werden.

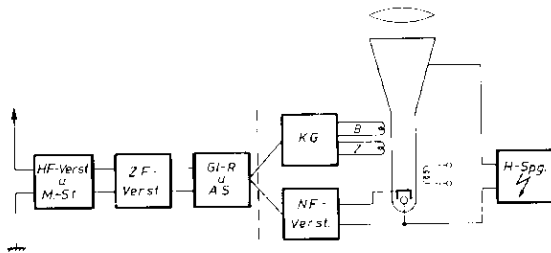


Abb. 1: Schema eines Projektions-Empfängers.

## Projektionsröhre.

Ueber die Projektionsröhre selbst und die an sie zu stellenden Forderungen ist schon eine Reihe Veröffentlichungen erschienen (1) (2) (3), so daß sich hier eine ausführliche Behandlung erübrigt. Von der Fernseh G. m. b. H. wurden ursprünglich Projektionsröhren mit Glasschirm benutzt, später dagegen Röhren, bei denen das Fluoreszenzmaterial auf einer Metallunterlage aufgebracht ist. Bessere Lichtausbeute und definierte Potentialverhältnisse sowie bessere Kühlungsmöglichkeiten sprechen für diese Ausführung. Legt man die Kathode der Projektionsröhre auf Erdpotential und die Anode auf Hochspannung, so muß entweder das Glas der Projektionsröhre die Hochspannungsisolation der Ablenkspulen übernehmen oder es müssen besondere Isolierkörper verwendet werden. Der Schrägeinfall des Kathodenstrahles erfordert eine besonders hohe Tiefenschärfe des Kathodenstrahles sowie eine Entzerrung des entstehenden trapezförmigen Rasters.

Die Frage der Lichtausbeute des Schirmes und der besseren Ausnutzung dieses Lichtes z. B. durch besonders ausgebildete Linsenrasterschirme ist schon ausführlich erörtert worden (4) (5) (6).

## Aufbau.

Beim Entwurf einer Projektionsanlage hat man zu entscheiden, ob man die verschiedenen zur Apparatur gehörigen Geräte mit der Projektionsröhre zu einem Projektor vereinigen will oder ob man es vorzieht, einen möglichst kleinen Projektor zu bauen und die Geräte getrennt aufzustellen und dabei die Verbindungen durch Kabel vorzunehmen. In den verschiedenen von der Fernseh G. m. b. H. seit 1936 gebauten Anlagen sind beide Wege besprochen worden. Bei allen Anlagen war der Modulationsendverstärker stets in den Projektor eingebaut, da eine Uebertragung der hohen Modulationsspannungen über längere Kabel einen zu hohen Aufwand erfordert. Bei Anodenspannungen bis zu etwa 40 kV läßt sich das Hochspannungsgerät, das dann noch nicht viel Raum einnimmt, verhältnismäßig leicht in den Projektor einbauen. Dagegen ist es bei höheren Spannungen wohl zumeist vorteilhaft, das Hochspannungsgerät getrennt aufzustellen und die Spannung über Kabel zuzuführen. Eine Vereinigung sämtlicher Geräte im Projektor selbst hat den Vorteil, daß nur ein einziges Gerät aufzustellen ist und daß alle Kabel von vornherein auf kürzestem Wege fest verlegt sind. Bestimmte Gründe (Größe des Projektors, Aufstellung des Projektors im Zuschauerraum, bessere Kontrolle der Bildqualität) können unter Umständen dazu führen, ein getrenntes Bedienungspult vorzusehen, wie dies z. B. bei der 1939 an die Deutsche Reichspost gelieferten Anlage geschehen ist.

## Hochspannung.

Das Hochspannungsnetzgerät, welches den zum Betrieb der Projektionsröhre benötigten Strahlstrom (bis zu etwa 1 mA Gleichstrom, während der Spitzenstrom natürlich entsprechend höher liegt) liefert, darf wegen der mit dem Bildinhalt schwankenden Stromentnahme einen Innenwiderstand besitzen, der bei Maximalstrom die Spannung um nur etwa 3% absinken läßt, und zwar in einer Zeit, die groß gegen die Bilddauer ist. Diese Forderung ergibt, daß z. B. bei einer Spannung von 50 kV bei 3% Spannungsabfall und 5 mA Spitzenstrom der Innenwiderstand des Netzgerätes kleiner als



$3 \cdot 10^6$  Ohm sein muß. Diese Forderung ist nur mit großem Aufwand im Netzgerät zu erfüllen. Man kann jedoch eine konstante Gleichspannung erhalten durch eine Vorbelastung des Netzgerätes, die groß sein muß gegen die Nutzlast. Allerdings werden in diesem Falle die Glättungskondensatoren für die Hochspannung erheblich größer, abgesehen davon, daß bei Spannungen von ca. 80 kV der Belastungswiderstand auch recht große Abmessungen erhält. Belastet man das Netzgerät, dessen Siebmittel in diesem Falle nicht verstärkt zu werden brauchen, mit einer zweiten Kathodenstrahlröhre (Ausgleichsröhre), die gegenphasig zur Projektionsröhre gesteuert wird, so wird ebenfalls das Netzgerät annähernd konstant belastet (7). Eine kurzzeitige Stromentnahme wird stets durch die Siebkondensatoren gedeckt. Die Steuerung der Ausgleichsröhre braucht daher nur mit tiefen Frequenzen zu erfolgen. Das Prinzipschaltbild ist in Abb. 2 wiedergegeben.

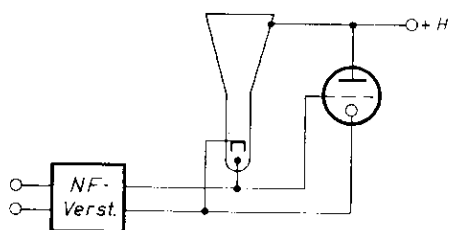


Abb. 2: Ausgleichsröhre — Prinzipschaltbild.

Die Hochspannung wurde bisher stets durch Transformation der Netzspannung und Gleichrichtung erzeugt. Neuerdings sind bei der Fernseh G. m. b. H. noch andere Wege zur Hochspannungserzeugung besprochen worden, z. B. durch Entnahme der Spannung aus dem Zeilenkipprgerät (8). Besonders vorteilhaft sind die außerordentlich kleinen Abmessungen eines solchen Hochspannungsnetzgerätes.

Bei den kleineren Projektionsgeräten der Fernseh G. m. b. H. wurde bisher zumeist von der Spannungsverdoppelung der aus dem Wechselstromnetz erzeugten Spannung Gebrauch gemacht. Die bei großen Anlagen mit höheren Spannungen verwendete Einweggleichrichterschaltung hat den Vorteil, wenig spannungsführende Teile aufzuweisen, die allerdings mit der vollen Spannung beansprucht werden. Ferner läßt sich in diesem Falle besonders leicht eine automatische Entladevorrichtung einfach und betriebssicher bauen. In Abb. 3 ist das Schema eines solchen Gerätes gezeichnet. Die Siebkette enthält zwei Widerstände  $R_1$  und  $R_2$ , an deren Mitte die automatische Entladung (evtl. über einen weiteren Widerstand) angreift. Zweckmäßig erfolgt die Einschaltung der Entladestrecke nur langsam. Der Widerstand  $R_3$ , der in der Zuleitung zur Projektionsröhre liegt, wirkt als Schutzwiderstand und begrenzt im Falle von Ueberschlägen den Kurzschlußstrom.

Bei den von der Fernseh G. m. b. H. gebauten Anlagen ist fast stets die Schaltung mit geerdetem

Minus-Pol vorgezogen worden, da sie Hochspannung nur an die Anode der Projektionsröhre führt, während eine Erdung des Plus-Poles zwar eine leichtere Kühlung der Projektionsröhre und einen ein-

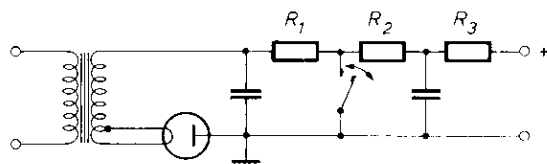


Abb. 3: Hochspannungsnetzgerät mit Entladevorrichtung.

facheren Aufbau des Ablenkspulensatzes ohne Hochspannungsisolation zuläßt, dafür aber Heizung und Wehneltvorspannung der Projektionsröhre an Hochspannung legt. Daher muß in diesem Falle die Modulationsspannung über ein hochspannungssicheres Uebertragungsglied (Kondensator oder Transformator) erfolgen.

Die Anwendung hoher Anodenspannungen bedingt das Auftreten von Röntgenstrahlen (9) (10). Je nach der Höhe der verwendeten Spannung muß daher eine mehr oder weniger dicke Bleipanzierung um das Projektionsrohr vorgesehen werden. Eine Verbleiung der Projektionsröhre selbst ist gewichtsmäßig die ideale Lösung. Es steigen aber Preis und vor allem Gewicht der Röhre in erheblichem Maße.

Bei den hohen Strahlleistungen darf der Kathodenstrahl nicht längere Zeit unabgelenkt auf derselben Stelle des Schirms stehen bleiben, wenn eine Schirmverbrennung vermieden werden soll. In den Hochspannungsanlagen ist daher eine Reihe von Schutzschaltungen vorzusehen, die ein Entstehen eines merklichen Strahlstromes verhindern bzw. die Hochspannung abschalten, wenn Strahlablenkung oder Wehneltvorspannung fehlt oder ausfällt. Es ist demnach auch ein Einschalten der Hochspannung nur möglich, wenn sowohl Wehneltvorspannung wie Ablenkfelder vorhanden sind. Die Gefahr der Schirmverbrennung ist besonders groß bei einem plötzlichen Ausfall der Netzspannung. In diesem Falle wird ein wirksamer Schutz erreicht, wenn man möglichst sofort, d. h. z. B. mit Hilfe eines von der Netzspannung selbst betätigten Relais, den Strahlstrom auf kleinste Werte herabdrückt, z. B. durch Einschalten sehr hoher Widerstände (ca. 100 M $\Omega$ ) in die Kathodenleitung.

### Kippgeräte.

Um den bei den hohen Anodenspannungen sehr „steifen“ Kathodenstrahl abzulenken, sind entsprechend kräftige Magnetfelder erforderlich, zu deren Erzeugung Kippgeräte besonders hoher Leistung entwickelt werden mußten. Zur Erzeugung der sägezahnförmigen Ablenkströme wird die Transformatorkippschaltung (11) verwendet. Zur Erzielung der geforderten hohen Leistung wurden zunächst mehrere kleine Röhren parallel geschaltet. Gleichzeitig liefen Versuche über die Verwendung von Röhren größerer Leistung. Der hohe Preis und vor

allem die großen Kapazitäten von Röhren höherer Leistung sprechen allerdings gegen deren Verwendung, besonders da durch die großen Kapazitäten die zulässige Induktivität kleiner wird und somit ein großer Teil des Gewinnes wieder verloren geht. Die bei den hohen Leistungen oft bereits unangenehm hohen Rücklaufspannungsspitzen führten bei der 1939 gebauten Anlage zu dem Entschluß, für die Zeilenablenkung zwei kleine Kippgeräte (RS 276) zu verwenden, die parallel arbeiten und je eine Spule speisen. Die Synchronisierung erfolgt durch eine an das Gitter der Kippöhre angeschlossene Synchronisieröhre, deren Anode spannungssicher ausgeführt sein muß.

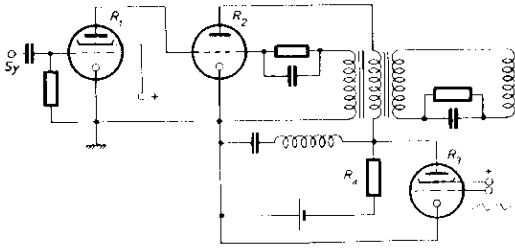


Abb. 4: Zeilenkippgerät mit Trapez-Entzerrung.

Außerdem besteht noch die Aufgabe, daß bei Verwendung von Projektionsröhren mit Metallschirmen entstehende Trapez derart zu entzerren, daß ein rechteckiges Bild entsteht. Die optische Entzerrung ist nicht immer anwendbar. Bei den Anlagen der Jahre 1937-38 erfolgte die Entzerrung durch Modulation der Zeilenamplitude. Eine solche scheint bei Verwendung des Transformatorkippschaltgerätes, bei dem der Sägezahnstrom mit einer einzigen rückgekoppelten Röhre erzeugt wird, zunächst ziemlich ausgeschlossen zu sein, da eine starke Störung des eigentlichen Kippvorganges zu erwarten ist. Es gelang jedoch, durch besondere Schaltung sowohl eine Modulation der Anodenspannung einer Triode wie eine solche des Bremsgitters einer Pentode durchzuführen. Das Prinzipschaltbild eines Zeilenkippgerätes mit Anodenspannungsmodulation ist in Abb. 4 wiedergegeben. Dabei arbeitet  $R_1$  als Synchronisieröhre,  $R_2$  als Sägezahnstromgenerator in Transformatorkippschaltung. In der Anodenleitung der Röhre  $R_2$  liegt ein Widerstand  $R_3$ , der zugleich Anodenwiderstand einer Röhre  $R_1$  ist. Dem Gitter der Röhre  $R_1$  werden Sägezahnspannungen von Bildfrequenz zugeführt. Es macht gewisse Schwierigkeiten, eine Aenderung der Eigenfrequenz des Generators sowie Einschwingvorgänge bei jedem Bildwechsel zu vermeiden. In der 1939 an die Reichspost gelieferten Anlage wird zur Trapezentzerrung die Amplitude des Zeilenkippgerätes nicht mehr elektrisch beeinflusst. Die Entzerrung wird vielmehr durch entsprechende Ausbildung und Anordnung des Eisenjoches des Bildkippgerätes vorgenommen, das ebenfalls als Transformatorkippschaltgerät arbeitet. Diese Lösung ergibt einen besonders einfachen Aufbau bei geringstem Aufwand, setzt

aber einen kleinen Querschnitt des Kathodenstrahles im Ablenkraum voraus.

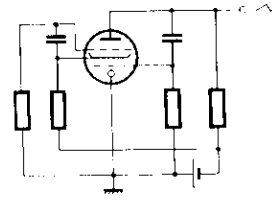


Abb. 5:  
Einröhren-Kippgenerator  
zur Erzeugung von  
Sägezahnspannungen.

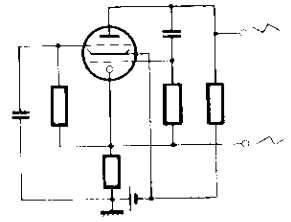


Abb. 6:  
Einröhren-Kippgenerator  
zur Erzeugung von  
Gegentaktspannungen.

Der Sägezahnstrom für die Vertikalablenkung wurde bei den Anlagen der Jahre 1936-38 in sogenannten Verstärkerkippschaltgeräten erzeugt. Eine Pentode (AF7) erzeugt sägezahnförmige Spannungen<sup>1)</sup>, die entweder eine einfache Endstufe (Abb. 5) oder einen Gegentaktverstärker (Abb. 6) aussteuern können. Eine weitere Vereinfachung zeigt die 1939 gebaute Anlage, die in Transformatorkippschaltung zur Erzeugung des Ablenkfeldes nur noch eine einzige Röhre (ES 111 oder ähnliche) benötigt. Dabei wird mit Hilfe des Eisenjoches gleichzeitig auch die Trapezentzerrung vorgenommen.

Die derzeitige deutsche Sendenorm erfordert eine Ausstattung des Bildrücklaufes, und zwar bei Projektionsröhren mit verhältnismäßig hohen Spannungen, die bis zu 100 Volt betragen können. Erzeugt man sie durch einen besonderen Multivibrator (z. B. AH 1), so benötigt man zur Entkoppelung eine Verstärkerstufe, damit der Multivibrator durch die vom Strahlstrom herrührenden Spannungsschwankungen nicht außer Tritt fällt. Man kann jedoch auch am Kipptransformator von einer besonderen Wicklung an geeigneter Stelle Impulse abgreifen und sie nach Verstärkung zur Rücklaufaustastung verwenden.

### Niederfrequenzverstärker.

Projektionsröhren für höhere und höchste Anodenspannung erfordern zur Aussteuerung des vollen Strahlstromes erhebliche Steuerspannungen bis zu einigen hundert Volt. Hierfür wurde ein besonderer Niederfrequenzverstärker, der mit Kondensatorwiderstandskopplung arbeitet, entwickelt<sup>2)</sup>. Da der Verstärker alle Frequenzen bis 3,5 MHz ungeschwächt übertragen soll, muß man von besonderen Schaltungskniffen Gebrauch machen, wenn man es vermeiden will, daß der Verstärker unerträglich groß an Leistungsbedarf und Abmessungen wird. Das Prinzip der bereits seit 1937 benutzten Schaltung zeigt Abb. 7. Am Eingang des Verstärkers

<sup>1)</sup> Vorschlag Joh. Günther.

<sup>2)</sup> U. Knick.

liegt eine als „Kathodenverstärker“ geschaltete Röhre. Sie stellt einen Generator mit einem Innenwiderstand  $R_i \approx 1 \Omega$ , also sehr kleinem Innenwiderstand, dar. Die Verstärkungsregelung erfolgt durch Abgriff am Kathodenwiderstand  $R_k$  der Eingangsröhre. Die Verstärkung der nachfolgenden Röhren  $R_2$  und  $R_3$  ist frequenzabhängig. Es erfolgt eine höhere Verstärkung der hohen Frequenzen. Die Schaltung läßt sich weiter dadurch verbessern, daß sich die Arbeitspunkte der Verstärkerröhren in Abhängigkeit von der Aussteuerung automatisch richtig einstellen. Unter Verwendung von vier Röhren der Type EL12 erhält man dann einen Verstärker, der die obengestellten Forderungen hinsichtlich Spannung und Frequenzbandbreite vollkommen erfüllt. Hinter den Verstärker wird eine Schwarzsteuerung mit einer Diode  $R_4$  geschaltet, die die Gleichstromkomponente wieder einführt. Eine Besprechung anderer geeigneter Verstärkerschaltungen, z. B. unter Verwendung von Trioden (AD 1), soll im Rahmen dieses Aufsatzes unterbleiben. Ebenso kann hier eine Behandlung aller Fragen, die die Kennlinien und Gradationsentzerrung betreffen, nicht erfolgen.

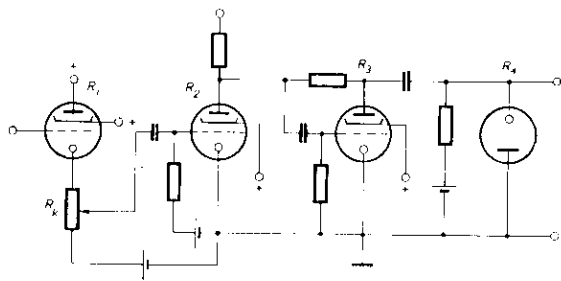


Abb. 7:

Prinzipschaltbild eines Niederfrequenzverstärkers.

### Zusammenfassung.

Die bei dem Bau von Großprojektionsanlagen auftretenden Sonderprobleme, insbesondere Hochspannungsfragen sowie Ausbildung besonders leistungsfähiger Kippgeräte, die auch für Trapezentzerrung brauchbar sein müssen, sowie von Endverstärkern wurden besprochen und die Lösungen, die bei den von der Fernseh G. m. b. H. gebauten Anlagen ausgeführt sind, wurden beschrieben.

### Schrifttum.

(1) E. Schwartz, Entwicklung der Braunschen Fernsehrohrre bei der Fernseh A. G. Fernseh A. G. Hausm. 1, 1939, 123.

(2) E. Schwartz, H. Strübig, Strahlerzeugung in Fernsehrohren für Projektionszwecke. Fernseh A. G., Hausm. 1, 1938, 5.  
 (3) K. Diels, Die Telefunkenprojektionsröhre, TFF 27, 1938, 512.  
 (4) R. Möller, Großbilderzeugung beim Fernsehen. Kinetik 21, 1939, 1.  
 (5) R. Möller, Neue Wege der Großbilderzeugung beim Fernsehen. TFF 27, 1938, 516.  
 (6) R. Möller, Der Linsenrasterschirm. Fernseh A. G., Hausm. 1, 1939, 72.  
 (7) Französisches Patent 840 978 (Fernseh A. G.) vom 21. Juli 1937.  
 (8) H. Bähring, Hochspannungserzeugung aus dem Zeilenkippergerät. Fernseh G. m. b. H., Hausm. 1, 1939, 220.  
 (9) H. W. Paehr, Ueber das Auftreten von Röntgenstrahlen bei Braunschen Röhren. Fernseh A. G., Hausm. 1, 1938, 59.  
 (10) H. Bode und H. Glöde, Die Entstehung von Röntgenstrahlen beim Betrieb Braunscher Röhren mit hoher Anodenspannung. Z. techn. Phys. 1939, 117.  
 (11) Th. Mulert, Transformatorkippergeräte. Fernseh A. G., Hausm. 1, 1939, 82.  
 (12) F. Schröter, Das Fernsehgroßbild. Telefunken-Zeitung 17/73, 1936, 5.  
 (13) K. Diels und G. Wendt, Quantitative Betrachtungen zum Projektionsfernsehempfang mit Kathodenstrahlröhren. Telefunken-Zeitung 19/78, 1938, 38.

### SUMMARY.

Television Projection Tube Receivers.

The projection tube receivers require besides the cathode ray tubes with high anode voltage also specially developed circuit arrangements adapted to operate in combination with the high voltage tube. It is desirable that the source of high potential has small dimensions, small input power and high stability. For these reasons a compensating tube of new construction is utilized. Another way is to generate the high anode voltage by rectification of a part of the output of the line scanning generator. The receiver is provided with safety devices against a burning of the screen, against the radiation of X-rays and against damages by high voltage discharges. The deflection is caused by powerful magnetic fields, these are preferably set up by two separate generators for the two line scanning coils. The keystone effect is compensated by a corresponding modulation of the amplitude of the line saw-tooth current. A powerful video frequency amplifier is operating in its first stage as cathode amplifier.

# Hochspannungserzeugung aus dem Zeilenkippperät.

Von Herbert Bähring.

**Inhalt:** Im folgenden werden die bei der Hochspannungserzeugung aus dem Zeilenkippperät auftretenden Probleme behandelt, von diesen insbesondere der Zusammenhang zwischen erzeugter Hochspannung und aufzuwendender Gleichstromleistung untersucht und die theoretisch gefundenen Gesetzmäßigkeiten mit Versuchsergebnissen verglichen.

Bis zum Jahre 1938 wurde in Fernsehempfängern, die mit einer Braunschen Röhre ausgestattet waren, die Hochspannung zur Speisung der Röhre aus besonderen Netzgeräten erzeugt. Da die Geräte aus dem 50-Perioden-Netz gespeist wurden, erforderten sie zur Erreichung einer genügenden Siebung erheblichen Aufwand an Raum und Material. Auf der Funkausstellung 1938 zeigte die Fernseh G. m. b. H. in ihrem Empfänger DE 7<sup>1)</sup> zum ersten Mal eine neue Art der Hochspannungserzeugung, und zwar aus dem Zeilenkippperät. In den Ablenkorganen dieser Kippgeräte fließen zur Ablenkung des Elektronenstrahls Wechselströme, die über den größten Teil ihrer Periodendauer langsam ansteigen und über einen Bruchteil derselben wieder absteigen. Da die Ablenkorgane eine Induktivität besitzen, entsteht während der kurzen Abstiegszeit (Rücklauf) an diesen und besonders bei der Verwendung von Kipptransformatoren an deren Primärspule eine hohe positive Induktionsspannung. Diese Spannung wurde nun im DE 7 gleichgerichtet und zur Speisung der Braunschen Röhre verwendet, die Hochspannung somit vom Zeilenkippperät als kostenlose Zugabe geliefert. Die Siebmittel sind infolge der hohen Frequenz äußerst einfach. Es genügt ein Kondensator von einigen hundert pF. Die Idee dieser Hochspannungserzeugungsart stammt von Farnsworth aus dem Jahre 1931<sup>2)</sup>. Daß der Verwirklichung der Idee noch zahlreiche Schwierigkeiten im Wege standen, geht daraus hervor, daß die Amerikaner diese Hochspannungserzeugungsmethode in ihren Geräten selbst nicht anwandten. Die wichtigsten der dabei auftretenden Schwierigkeiten waren

1. zu geringe Hochspannung,
2. Belastungsabhängigkeit der Hochspannung,
3. innere Abhängigkeit der Hochspannung von der Kippleistung.

Diese Schwierigkeiten können im DE 7 sowie im Gemeinschaftsempfänger, der auf der Funkausstellung 1939 gezeigt wurde, und die gleiche Hochspannungsmethode besitzt, als überwunden angesehen werden. Die erzeugte Hochspannung betrug 6 kV, ein Wert, der den Spannungswerten der auf der Funkausstellung 1938 gezeigten ähnlichen Typen mit Hochspannungserzeugung aus besonderen

Gleichrichtergeräten nicht nachstand. Die Belastungsabhängigkeit betrug etwa  $\frac{160 \text{ V}}{100 \mu\text{A}}$ , das entspricht einer maximalen Anodenspannungsschwankung von etwa 2,7%, ein Wert, der nach Versuchen als noch zulässig gefunden wurde. Weiterhin ermöglichte der Zusammenhang zwischen erzeugter Hochspannung und auftretender Kippleistung den Uebergang zur kurzen Weitwinkelröhre.

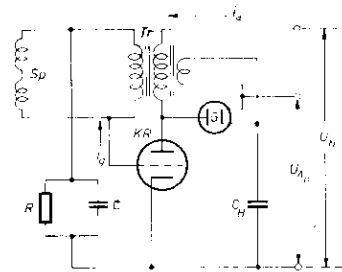


Abb. 1: Transformatorkippperät mit Hochspannungserzeugung unmittelbar an der Anode der Kippöhre.

Im folgenden sollen nun die drei Probleme

1. Hochspannungserzeugung,
2. Belastungsabhängigkeit,
3. Zusammenhang zwischen Hochspannung und Kippleistung

näher untersucht werden, die Grenzen des Erreichbaren abgeschätzt und darüber hinaus neue Wege der Hochspannungserzeugung gezeigt werden, die es ermöglichen, weit höhere Spannungen als bisher mit geringerem Stromleistungsaufwand zu erzeugen.

Bei der mathematischen Erfassung der Probleme war es nötig, um einigermaßen übersichtliche Formeln zu erhalten, Näherungen einzusetzen. Die gefundenen Formeln sind daher als Näherungsformeln anzusehen.

## Zusammenhang zwischen Hochspannung an der Anode der Kippöhre und der Anodengleichspannung.

Die folgenden Untersuchungen beziehen sich insbesondere auf Transformatorkippperäte<sup>3)</sup>. Das Schaltschema eines solchen Gerätes, mit Hochspan-

<sup>1)</sup> F. Rudert, Fernseh A. G. Hausmitteilungen 1, 1938, 37.

<sup>2)</sup> U. S. A. Patent 2 051 372 vom 14. 7. 1931.

<sup>3)</sup> Th. Mulert und H. Bähring Fernseh A. G., Hausmitteil. 1, 1939, 82.

nungserzeugung an der Anode der Kippöhre, zeigt Abb. 1. Es bedeuten: KR die Kippöhre, R und C das RC-Glied zur Vorspannungserzeugung, Sp die Ablenkspulen, Tr den Kipptransformator, der zugleich mit der Heizwicklung für die Gleichrichterröhre ausgerüstet ist, und  $C_B$  den Hochspannungsglättungskondensator.

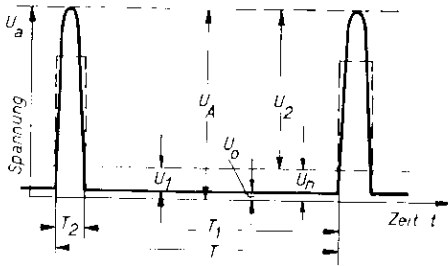


Abb. 2: Spannungsverlauf an der Anode der Kippöhre.

Da die Kippöhre (am geeignetsten eine Triode) während des Kippkurvenanstieges in positive Gitterspannungsgebiete (Stromverteilungsgebiet) gesteuert wird, besitzt sie in diesem Bereich einen sehr kleinen Widerstand, so daß der Spannungsabfall an ihr im Verhältnis zur Spulenhinlaufspannung und zur Netzgleichspannung vernachlässigbar klein ist. Unter dieser Bedingung läßt sich der Zusammenhang zwischen der Betriebsgleichspannung des Kippgerätes und der erzeugten Hochspannung sehr einfach mit Hilfe von Abb. 2 ausdrücken. Es wird dann  $U_A \approx U_N \approx U_2 \approx U_0 + U_1 \approx U_N$ , wobei  $U_N$  die Betriebsspannung und  $U_0$  der Ohmsche Spannungsabfall an der Kippöhre sind.  $U_1$  ist die während des Hinlaufs an der Anodenspule mit der resultierenden Induktivität  $L_A$  induzierte Gegenspannung  $U_1 = L_A \frac{di_a}{dt}$ , wobei infolge des gegenphasigen Gitterstromes

$$i_1 = i_a \left( 1 - \frac{n_g di_g}{n_a di_a} \right) \quad (1)$$

ist, so daß für linearen Hinlauf

$$U_1 = L_A \frac{i_a \max}{T_1} \cdot \left( 1 - \frac{n_g di_g}{n_a di_a} \right) \quad (2)$$

wird.

$\frac{n_g di_g}{n_a di_a}$  ist klein gegenüber 1. Für die bisherigen technischen Ausführungsformen hat sich für  $\left( 1 - \frac{n_g di_g}{n_a di_a} \right)$  ein Wert ergeben, der näherungsweise  $|2|$  gesetzt werden kann.  $U_2$  ist die an der Anodeninduktivität  $L_A$  während der Rücklaufzeit auftretende Rücklaufspannung:  $U_2 = L_A \frac{di_r}{dt}$ . Sie ist bei kurzem Rücklauf um vieles größer als die Hinlaufspannung und die Hauptkomponente bei der Hochspannungserzeugung. Bei Rechteckform des Rücklaufs wird  $\frac{di_r}{dt} = \frac{i_a \max}{T_2}$ . Weicht die Form der Rücklaufspannung von der Rechteckform ab, so muß dieser Wert mit

dem Formfaktor der Schwingungen multipliziert werden, also z. B. bei Sinusverlauf mit  $|2|$ :

$$U_2 = L_A \frac{i_a \max}{T_2} |2| \quad (3)$$

Somit wird näherungsweise für sinusförmigen Verlauf

$$U_A = L_A i_a \max \left[ \frac{1}{T_1} \left( 1 - \frac{n_g di_g}{n_a di_a} \right) + \frac{|2|}{T_2} \right] U_{A_0} \quad (4)$$

wobei  $U_{A_0}$  der Gleichspannungswert ist

und mit der Näherungsannahme  $\left( 1 - \frac{n_g di_g}{n_a di_a} \right) |2|$ , der Näherungsbedingung  $U_N \approx U_1$  und der Bedingung, daß  $T_1 : T_2 = T$  ist,

$$\frac{U_{A_0}}{U_N} \approx \frac{T_2}{T} \quad (5)$$

Der prozentuale Rücklauf  $\frac{T_2}{T}$  ist sendernormgemäß auf  $10\%$  festgelegt. Er kann empfängerseitig  $\frac{T_2}{T} = 10\%$  sein. Da  $T$  als Periodendauer der Zeilenfrequenz ebenfalls festliegt, ist bei gegebenem  $U_N$  eine Aenderungsmöglichkeit der Hochspannung lediglich durch eine Verkürzung der Rücklaufzeit  $T_2$  unter den Normwert gegeben. Da sich der Rücklauf des Zeilenkippperes als halbe Periodendauer einer Eigenschwingung ausbildet;

$$T_2 = \pi |L_A \cdot C \quad (6)$$

wobei  $C$  die wirksame Eigenkapazität der Anodenspule ist, läßt sich aus der umgeformten Gl. 3 für die Rücklaufspannung

$$U_2 = |2| \cdot i_a \max \pi \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (7)$$

leicht erkennen, daß eine Spannungserhöhung durch Rücklaufverkürzung lediglich durch Verringerung der Eigenkapazität möglich ist. Diese Eigenkapazität setzt sich für die Schaltung Abb. 1 aus der Anodenkathodenkapazität der Kippöhre  $C_{ak}$ , der Transformatoreigenkapazität  $C_{Tr}$ , der transformierten Ablenkspulenkapazität und Gitterkathodenkapazität der Kippöhre  $C_{gk} = C_{sp} + C_{gk} + C_{ga} + \ddot{u}$  und der Hochspannungsgleichrichterröhrenkapazität  $C_G$  zusammen.

Bei einem Transformatorkippper des DE 7, das mit der TC 04 als Kippöhre und einer Gleichrichterröhre Loewe NG 6020 betrieben wurde, waren diese Werte annähernd  $C_{ak} = 5 \text{ pF}$ ;  $C_{Tr} = 16 \text{ pF}$ ;  $C_{gk} = 6 \text{ pF}$ ;  $C_G = 4 \text{ pF}$ . Bessere Werte wurden mit der RS 276 wegen ihrer kleineren Kapazitäten erzielt.

### Zusammenhang zwischen Hochspannung und Gleichstromleistung.

Einstufiger Hochspannungstransformator.

Ein leicht nachprüfbares und vergleichbares Maß für die Wirksamkeit der Hochspannungserzeugung ist durch die graphische Darstellung des Zusammenhanges zwischen erzeugter Hochspannung



und aufzuwendender Gleichstromleistung bei gegebener Rücklaufzeit und vorgeschriebenem Kippströmenstrom gegeben. Es folgt aus Gl. 4) 5) 6)

$$U_{A_0}^2 = L_A \cdot i_{a \max} \cdot \left( \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot 2 \cdot U_N$$

$$L_A \cdot i_{a \max} \cdot \frac{T_1^2}{T_1 T_2} \cdot 2 U_A$$

und da bei linearem Verlauf von  $i_a$ :  $i_{a \max} \approx 2 I_{gl}$  ist ( $I_{gl}$  Gleichstromwert), wird:

$$N_{gl} = U_N \cdot I_{gl} \cdot \frac{T_1}{2} \cdot \frac{1}{2 L_A} \left( U_{A_0} \frac{T_2}{T} \right)^2 \quad (8)$$

oder durch Elimination von  $L_A$  mittels Gl. 6) und der Substit.  $\frac{1}{T} = f$

$$N_{gl} = \frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{T_1}{T} \cdot f \cdot C_A \cdot U_{A_0}^2 \quad (9)$$

Die aufzuwendende Gleichstromleistung steigt linear mit der Eigenkapazität  $C_A$  und der Kippfrequenz  $f$  und quadratisch mit der zu erzeugenden Hochspannung  $U_{A_0}$ .

Die Kapazität  $C_A$  schwankt je nach Art der Kippzöhre und des Aufbaues des kapazitätsarmen Kipptransformators zwischen 25 und 35 pF.

#### M e ß w e r t e.

Es wurden an einem Kipptransformator mit Ablenkspulen folgende Werte gemessen:

Rücklauf  $\frac{T_2}{T} = 7,3\%$

result. Induktivität  $L_A = 0,15 \text{ H}$

result. Kapazität  $C_A = 30 \cdot 10^{-12} \text{ F}$

Diodenkapazität  $C_D = 4 \text{ pF}$  (Loewe 6020).

$U_A$	V	300	350	400
$I_{gl}$	mA	64	74	86
$N_{gl}$	Watt	19,2	26,9	34,4
$U_{A_0}$	KV	4,25	5	5,7

Tabelle 1

In Abb. 3 stellen Kurve a die mit  $C_A = 30 \cdot 10^{-12} \text{ F}$  berechnete Abhängigkeit der Hochspannung von der

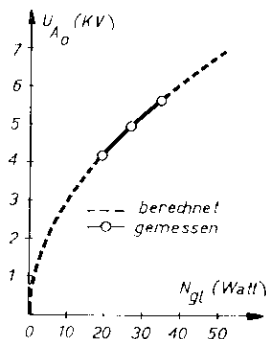


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Hochspannung und Gleichstromleistung eines einstufigen Hochspannungs-transformators.

aufgenommenen Gleichstromleistung dar und Kurve b die gemessene Abhängigkeit.

Die Erzeugung höherer Spannungen, wie sie z. B. zum Betrieb von Projektionsempfängern erforderlich sind, ist jedoch nach dieser Methode bei kleiner Gleichstromleistungsaufnahme unmöglich. Für z. B. 30 KV wäre für das obige Kippgerät eine Gleichstromleistung von 900 Watt erforderlich, ein untragbarer Aufwand.

Transformation mittels Sparschal-tung.

Zur Erhöhung der Gleichspannung bei gegebener Leistungsaufnahme liegt der Gedanke einer Hochtransformation am nächsten. Zwecks Raumer-sparnis wird man eine Spartransformatorschaltung wählen, wie sie in Abb. 4 dargestellt ist.

Es ist bei der Untersuchung der Hochspan-nungstransformation insbesondere die Frage von Interesse: Inwieweit ist bei gegebener Rücklaufzeit und bei gegebenem Anodenstrom der Kippzöhre eine Hochtransformation der Spannung möglich, d. h. es interessiert das Verhältnis der erzeugbaren Hochspannung  $U_H$  zu der nach Abb. 1 an der Anode der Kippzöhre (ohne jegliche Transformationswicklung des Transformators) auftretende Spannung  $U_{A_0}$ .

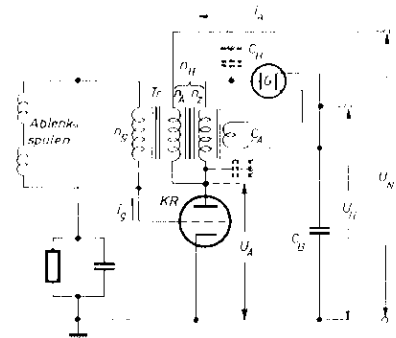


Abb. 4: Hochspannungstransformations-Schaltung.

In der Schaltung nach Abb. 4 sei  $C_H$  die Summe aus Gleichrichterkapazität und Eigenkapazität der Hochspannungswicklung,  $C_A$  die Summe aus Anoden-Kathodenkapazität der Kippzöhre und all der parallel hierzu transformierten Eigen- und Schaltkapazitäten. Die Hochspannungswicklung habe die Windungszahl  $n_H = n_A + n_Z$ . Dann wird

$$U_H = \frac{n_H}{n_A} U_A \left( 1 + \frac{n_Z}{n_A} \right) \quad (10)$$

Weiterhin gilt auch hier Gl. 4 in der Form

$$U_A = L_A \cdot i_{a \max} \cdot 2 \cdot \frac{T}{T_1 \cdot T_2} \quad (11)$$

Der Rücklauf wird hier bestimmt durch die Periodendauer

$$2 T_2 = 2\pi \sqrt{L_H \left[ C_H + \left( \frac{n_A}{n_H} \right)^2 C_A \right]}$$

so daß

$$L_{II} \left(\frac{T_2}{\pi}\right)^2 \frac{1}{C_{II}} \left(\frac{n_A}{n_{II}}\right)^2 C_A \quad (12)$$

Weiterhin ist  $\frac{L_A}{L_{II}} \left(\frac{n_A}{n_{II}}\right)^2$ , somit folgt

$$U_{II} = i_{a \max} |2 \cdot \frac{T}{T_1 T_2} \left(\frac{n_A}{n_{II}}\right) \left(\frac{T_2}{\pi}\right)^2 \frac{1}{C_{II}} \left(\frac{n_A}{n_{II}}\right)^2 C_A$$

Für  $n_{II} = n_A$  soll nun werden

$$U_{II} = U_{A_0} \frac{i_{a \max} |2 \cdot T T_2}{\pi^2 T_1} \frac{1}{C_{II} + C_A}$$

Es ist also die gesuchte Transformationsmöglichkeit bei konstantem Rücklauf und konstantem Röhrenstrom der Schaltung 3 gegenüber der Schaltung 1

$$\frac{U_{II}}{U_{A_0}} = \frac{1 + \frac{C_A}{C_{II}}}{n_{II} \frac{n_A}{n_{II}} \frac{C_A}{C_{II}}} \quad (13)$$

In Abb. 5 ist das Verhältnis  $\frac{U_{II}}{U_{A_0}}$  als Funktion von  $\frac{n_{II}}{n_A}$  für verschiedene Parameter  $\frac{C_A}{C_{II}}$  dargestellt. Es ist daraus ersichtlich, daß die Transformationsmöglichkeit gering ist. Für  $\frac{C_A}{C_{II}} = 1$  ist überhaupt keine Transformation möglich. Die Kapazitätsverhältnisse für das Kippgerät des DE 7 lagen bei Verwendung einer RS 241 etwa bei  $\frac{C_A}{C_{II}} \approx \frac{34}{12} \approx 2,8$ , so daß höchstens eine Transformationsmöglichkeit von  $\frac{U_{II}}{U_{A_0}} = 1,08$  vorhanden war. Die Transformation

im DE 7 ist daher auch nicht so stark in Hinsicht auf die Erzielung einer besseren Hochspannungsausbeute gewählt worden, sondern mehr aus dem

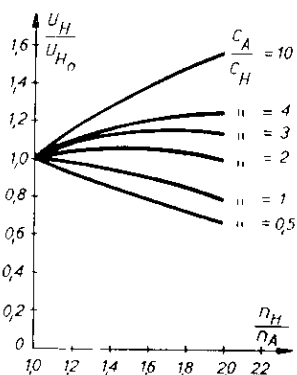


Abb. 5: Transformationsmöglichkeit der Hochspannung in Abhängigkeit vom Übersetzungsverhältnis  $\frac{n_{II}}{n_A}$  und dem Kapazitätsverhältnis  $\frac{C_A}{C_{II}}$ .

Grunde der Anpassung des Kippgerätes mit seiner vorgeschriebenen Maximalstromaufnahme durch die Kippöhre an eine aus technischen Gründen begrenzte Höhe der Netzgleichspannung. Durch Erhöhung des Transformationsverhältnisses  $\frac{n_{II}}{n_A}$  bei Beibehaltung des gleichen Rücklaufs fällt die Anodeninduktivität des Kipptransformators und damit der Innenwiderstand des Kippgerätes, so daß dadurch eine Variation des Kippgeräteinnenwiderstandes möglich ist.

### Mehrstufiger Hochspannungstransformator.

Die Erzeugung höherer Spannung als beim DE 7 bei geringerer Gleichstromleistung war auch nach dieser Methode aussichtslos. Um die Erzeugung der Hochspannung aus dem Zeilenkippgerät für größere Werte zu ermöglichen, mußte ein ganz neuer Weg beschritten werden. Insbesondere waren es zwei neue Gedanken, die den Weg hierfür bahnten.

1. die Methode, die Hochgleichspannung aus Teilspannungen zusammensetzen, die in getrennten Teilspulen parallel zueinander erzeugt werden<sup>1)</sup>.
2. die Wicklungsanordnung so vorzunehmen, daß die Wicklungen in die gleiche Zahl von Teilspulen aufgeteilt werden, die Teilspulen der gleichen Ordnungszahl zu Gruppen zusammengefaßt werden und durch Isolierplatten voneinander getrennt werden, die Reihenfolge der Teilspulen in den einzelnen Gruppen jedoch so gewählt werden, daß in zwei benachbarten Gruppen immer Teilspulen der gleichen Wicklung luftisoliert gegenüberliegen<sup>2)</sup>.

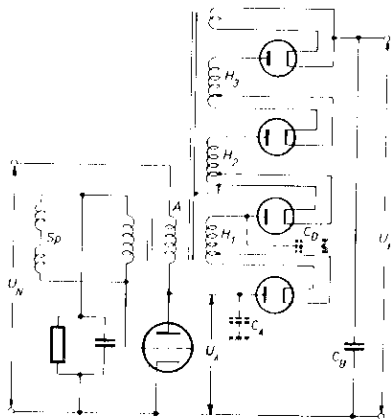


Abb. 6: Vierstufige Transformationsschaltung.

In Abb. 6 ist die Methode der Gleichrichtung dargestellt, in Abb. 7 die Wicklungsanordnung. Durch die Erzeugungsmethode wird erreicht, daß die Wechselspannungen der einzelnen Wicklungen von dem gleichen Fluß parallel nebeneinander erzeugt,

<sup>1)</sup> Vorschlag v. H. Günther.

<sup>2)</sup> Vorschlag von H. Bähring.

gleichgerichtet und die Gleichspannungen in Reihe geschaltet werden. Durch die Wicklungsanordnung wird erreicht, daß zwischen den einzelnen Teilspulen einer Gruppe nur Punkte gleichen Wechselpotentials, doch verschiedenen Gleichpotentials benachbart liegen, während zwischen zwei Gruppen nur die Wechselspannung einer Teilspule liegt, d. h. also, zwischen den einzelnen Teilspulen einer Gruppe liegt nur Gleichspannung, zwischen den einzelnen Gruppen nur Wechselspannung. Der Endeffekt ist der, daß ein derartiger Transformator für die auftretenden Wechselspannungen nicht mehr Induktivität und nicht wesentlich mehr Kapazität als der nach Abb. 1 dargestellte besitzt.

Die Hochspannung kann also mit der Wicklungszahl beliebig hoch getrieben werden, allerdings mit entsprechendem Aufwand an Gleichrichterröhren. Da jedoch verhältnismäßig kleine Gleichrichterröhren verwendet werden können, sind diese mit einer solchen zur Gleichrichtung der Gesamtspannung preis- und raummäßig durchaus konkurrenzfähig. Die Spannungstransformation wird lediglich durch die Vergrößerung der Kapazität der Gleichrichterröhren vermindert beeinflusst.

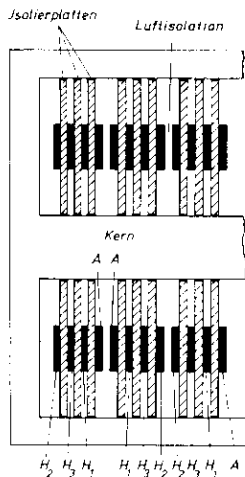


Abb. 7: Aufbau der Hochspannungswicklungen eines vierstufigen Hochspannungs-Kipp-Transformators.

Hat der Transformator außer der Anodenwicklung A noch Z Hochspannungswicklungen mit der resultierenden Induktivität der Anodenwicklung  $L_A$  und der resultierenden Kapazität parallel zu einer Wicklung  $C_A$  (Anoden-Kathodenkapazität der Kipp-röhre + Anodenspuleneigenkapazität + transformierte Ablenkspulenkapazität) und hat die einzelne Gleichrichterröhre die Kapazität  $C_D$ , so wird der Rücklauf durch die Gleichung

$$T_2 = \pi \sqrt{L_A [C_A + (Z + 1) C_D]} \quad (14)$$

bestimmt und es ergibt sich für die Hochspannung, da

$$U_H = U_A (1 + Z) \quad (15)$$

ist, durch Erweiterung der Gl. 4)

$$U_H = L_A i_{a \max} \left[ \frac{1}{T_1} (1 + \frac{n_g d i_g}{n_a d i_a}) + \frac{1}{T_2} \right] [1 + Z]$$

oder, da näherungsweise

$$1 + \frac{n_g d i_g}{n_a d i_a} \approx 2 \text{ und } T_1 \approx T_2 = T \text{ ist,}$$

$$U_H = L_A i_{a \max} \sqrt{2} \left[ \frac{T}{T_1 \cdot T_2} \right] [1 + Z] \quad (16)$$

Aus 14) und 15) folgt,

$$U_H = \frac{i_{a \max} \sqrt{2} [1 + Z]}{\pi^2 [C_A + (Z + 1) C_D]} \cdot \frac{T T_2}{T_1} \quad (17)$$

Und unter der Bedingung, daß bei  $Z = 0$   $U_H = U_{A_0}$ , entsprechend der Schaltung Abb. 1 bei dem gleichen Rücklauf und dem gleichen Anodenstromwert ist, wird für  $Z = 0$ ;

$$U_H (Z = 0) = \frac{i_{a \max} \sqrt{2} T \cdot T_2}{\pi^2 (C_A + C_D) T_1} U_{A_0} \quad (17a)$$

und es wird die Transformationsmöglichkeit

$$\frac{U_H}{U_{A_0}} = \frac{1 + Z}{1 + (Z + 1) \frac{C_D}{C_A}} \quad (18)$$

Ist also  $\frac{C_D}{C_A} \ll 1$ , so besteht aus Kapazitäts- und Rücklaufsgründen keine obere Grenze für die erzeugbare Hochspannung.

Die an der Anode der Kipp-röhre auftretende Anodenspannung  $U_A$  ist entsprechend dem Windungsverhältnis nach Gl. 15)  $U_A = U_H \frac{1}{1 + Z}$  oder die aufzuwendende Gleichspannung nach Gl. 5

$$U_N = \frac{T_2}{T} U_H \frac{1}{1 + Z} \quad (19)$$

Aus Gl. 16 und 19 ergibt sich unter der Bedingung, daß  $i_{a \max} = 2 I_{gl}$  und  $\frac{T}{T_1} = 1$  ist, die aufzuwendende Gleichstromleistung

$$N_{gl} = U_N \cdot I_{gl} = \frac{T_1}{2} \left[ \frac{U_H T_2}{1 + Z T} \right]^2 \quad (20)$$

oder mittels Gl. 14

$$N_{gl} = \frac{\pi^2 C_A \left[ 1 + (Z + 1) \frac{C_D}{C_A} \right]}{2 \sqrt{2} (1 + Z)^2} \frac{C_D}{C_A} \frac{T_1}{T} \cdot f U_H^2 \quad (21)$$

Meßwerte.

Es wurde ein vierstufiger Transformator ( $Z = 3$ ) gebaut und gemessen.

$C_A = 32 \text{ pF}$  Rücklauf  $T_2 : T = 6,5 : 0$   
 $L_A = 0,11 \text{ Hy}$   $C_D = 1 \text{ pF (RFG 5)}$

$U_N$	V	200	297	293	518	600
$I_{gl}$	mA	43	62	83	110	127
$N_{gl}$	Watt	8,6	18,4	32,5	57	76
$U_H$	KV	10	15	20	27	32,5

Tabelle II

Abb. 8 gibt eine graphische Darstellung der unter Zugrundelegung der Kapazitäts- und Rücklaufmessungen berechneten (Kurve a) und gemessenen Werte (Kurve b) wieder. Sie können ebenfalls als gut übereinstimmend betrachtet werden. Daß die Form der gemessenen und der berechneten etwas abweicht, kann an der Meßgenauigkeit des Hochspannungsvoltmeters liegen, da normale Hochohmmassewiderstände als Vorwiderstände benutzt wurden.

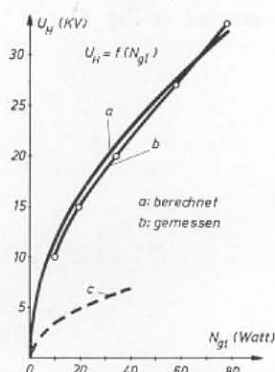


Abb. 8: Zusammenhang zwischen Hochspannung und Gleichstromleistung eines vierstufigen Hochspannungstransformators.

Derartige Kippgeräte kamen im 40 cm Empfänger DE 8 R und Heimprojektionsempfänger HPE 5 R 1939 der Fernseh G. m. b. H. zur Anwendung. Der im 40 cm-Empfänger verwendete zweistufige Transformator und der im Heimprojektionsempfänger verwendete vierstufige werden in Abb. 9 gezeigt.

Die Kurve c der Abb. 8 zeigt die Hochspannungs-Leistungsabhängigkeit einer Kipptransformatorschaltung des DE 7 vom Stand der Technik Funkausstellung 1938. Sie entspricht der Schaltung nach Abb. 3 unter Berücksichtigung der dargelegten nur geringen Transformationsmöglichkeit für die Schaltung nach Abb. 4.

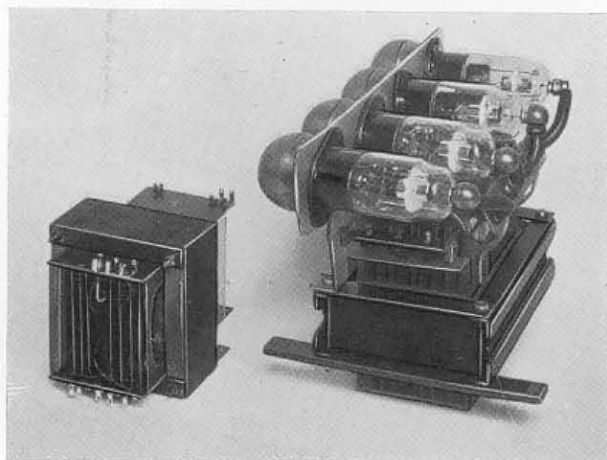


Abb. 9: Ansicht eines zwei- und vierstufigen Hochspannungs-Kipp-Transformators.

Wenn nach diesen Kurven die neue Methode der Hochspannungsgewinnung aus dem Zeilenkippgerät der bisherigen weit überlegen ist, so ist die Anwendung der neuen Methode doch an zwei Grenzen gebunden. Die eine Grenze ist dadurch gegeben, daß das Kippgerät ja nicht nur die Hochspannung erzeugen soll, sondern im wesentlichen erst einmal den Kippstrom in den Ablenkspulen zur Ablenkung des Elektronenstrahls und daß dieser Ablenkstrom bzw. der erzeugte Ablenkwinkel des Elektronenstrahls in engem Zusammenhang steht mit der erzeugten Hochspannung. Und zweitens dadurch, daß die Transformation in den Hochspannungswicklungen hohe Widerstände in Erscheinung treten läßt, die eine Belastungsabhängigkeit der erzeugten Hochspannung durch den entnommenen Strahlstrom der Braunschen Röhre bedingen. Diese beiden Probleme werden in einem der nächsten Hefte behandelt werden.

### Zusammenfassung.

Es wurde zunächst der Zusammenhang zwischen Hochspannung und Betriebsgleichspannung am Transformator-Kippgerät mit Hochspannungserzeugung an der Anode der Kippöhre abgeleitet (Gl. 5). Das Verhältnis der Betriebsgleichspannung zur Anodenhochspannung ist näherungsweise gleich dem prozentualen Rücklauf. Hieraus ergab sich weiter die Abhängigkeit zwischen erzeugter Hochspannung und aufzuwendender Gleichstromleistung (Gl. 8 u. 9). Die Gleichstromleistung steigt danach quadratisch mit der Hochspannung an, so daß die Erzeugung höherer Spannungen unmittelbar an der Anode der Kippöhre als unwirtschaftlich angesehen werden muß. Ebenso ist die Erzeugung hoher Spannung durch Transformation aussichtslos. Am aussichtsreichsten zur Erzeugung hoher Spannungen aus dem Zeilenkippgerät bei kleiner Leistungsaufnahme ist eine Methode, nach der die Hochspannung im Transformator in parallel zueinander liegenden Teilwicklungen erzeugt und die gleichgerichteten Spannungen in Reihe geschaltet werden. Hierbei hat sich eine besondere Wicklungsart als besonders günstig erwiesen, durch deren Anwendung man erreicht, daß weder die wirksame Induktivität noch die wirksame Kapazität bei beliebig viel Wicklungen  $n$  erhöht wird, während sich die erzeugte Hochspannung auf den nahezu  $n$ -fachen Wert erhöht. Die Abhängigkeit zwischen erzeugter Hochspannung und aufgenommener Gleichstromleistung wird in Gl. 20 und 21 zum Ausdruck gebracht.

### SUMMARY.

The Generation of High Anode Potentials by Means of the Line Scanning Sweep Circuit.

The television receivers built by Fernseh G. m. b. H. in 1938 and 1939 make use of the idea to produce the high anode potential for the cathode ray tube by rectification of a part of the output of the line sweep circuit. Although this idea has been suggested at an early date Fernseh G. m. b. H. was the first to use it in their standard

sets. This was only possible after a number of serious difficulties had been overcome consisting chiefly in obtaining a potential of sufficiently high voltage, and in producing a constant potential free from fluctuations caused by variations of the load. At the same time a full knowledge of the relation between the value of the rectified potential and the power input of the sweep circuit was obtained. The ratio of the operating voltage to the rectified voltage is approximately equal to the ratio between the return stroke and the scanning period. The input power increases therefore with the square of the output

voltage so that the production of voltages beyond a certain limit would not seem practical. A step further in this direction became only possible by producing separate voltages in parallel windings of a transformer and by adding together the separately rectified output potentials. A particular arrangement of  $n$  windings allows a multiplication of the output voltage by the factor  $n$  without at the same time increasing the effective inductivity and capacity of the arrangement. Fig. 8 shows the tension as a function of input power for an arrangement of this type represented in Fig. 6.

## Ueber Photozellen mit Sekundärelektronenvervielfachern.

Von Werner Hartmann.

**Inhalt:** Nach Erwähnung der besonderen Vorteile, die die Verwendung von Photozellen mit Sekundärelektronenvervielfachern bietet, werden einige bei der Herstellung zu beachtende Gesichtspunkte behandelt.

In allen heute gebräuchlichen Fernsehsystemen werden sendeseitig Stoffe verwendet, die bei Belichtung freie Elektronen abgeben: äußerer Photoeffekt, wenn auch Bildsenderöhren, die andere Wirkungen des Lichtes auf elektrische Vorgänge wie den inneren Photoeffekt, Sperschichtphotoeffekt, Abhängigkeit der Sekundäremission von der Belichtung u. a. ausnutzen, bekannt sind. Zu Beginn der Fernsehentwicklung (mechanische Abtastung) stand bei geringen Bildpunktzahlen eine relativ große Lichtmenge pro Bildpunkt zur Erzeugung eines genügend über dem Störpegel liegenden, durch einen angekoppelten Röhrenverstärker oder Stoßionisation eines Füllgases in der Zelle selbst verstärkten Signals in einer Photozelle gebräuchlichen Typs zur Verfügung.

Die Fortschritte der Fernsehtechnik wurden durch eine stetige Erhöhung der Auflösung und damit der Bildpunktzahl dokumentiert. Dadurch ergaben sich auch für die Photozellen neue Anforderungen. Die Gasverstärkung fiel schon bei geringen Frequenzen wegen ihrer Trägheit aus, so daß also der Weg zunächst über eine höhere Nachverstärkung führte. Aber trotz Erhöhung der Empfindlichkeit der photoelektrischen Schichten und Verwendung von Lichtquellen höherer Leuchtdichte wurde bald der von der Photozelle gelieferte Impuls kleiner als die Eingangsrauschspannung des Röhrenverstärkers, die sich aus dem Röhrenrauschen und dem Widerstandsrauschen zusammensetzt und mit größerer Bandbreite mit dieser ansteigt. Ferner tritt dazu störend die thermische Emission der Photokathode. Prinzipiell wäre es möglich gewesen, die thermischen Schrottkomponenten durch Kühlung der Photo-

kathode und des Nutzwiderstandes zu verringern, aber in der Praxis haben sich derartige Vorschläge nicht durchgesetzt.



Abb. 1a: Photozelle mit Sekundärelektronenverstärker für Gegensehanlagen 1938.



Einen großen Sprung vorwärts bedeutete es erst, als man lernte, die von den äußerst geringen primären Lichtmengen ausgelösten Photoströme durch Verwendung der Sekundärelektronenemission zu verstärken. Nicht wie bisher wurde durch den Signalstrom an einem Widerstand ein Spannungsabfall erzeugt, der einen anderen fremderzeugten Strom steuerte, um damit einen höheren Spannungsabfall zu erzielen usw., sondern die Zahl der Primärelektronen als solche wird vervielfacht.

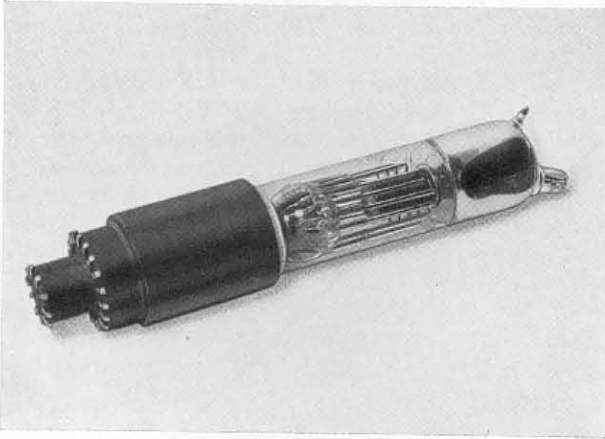


Abb. 1b: Photozelle zur Erzeugung von Synchronisierimpulsen 1938.

Derartige Photozellen mit Sekundärelektronenvervielfachern (SEV) werden von der Fernseh G. m. b. H. seit mehreren Jahren in größeren Stückzahlen hergestellt, so daß ein Rückblick auf die Entwicklung und die hierbei gemachten Erfahrungen ge-

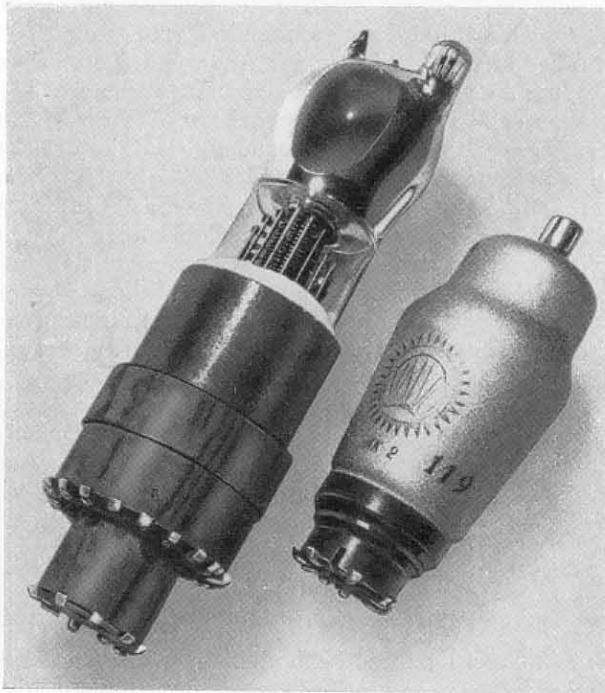


Abb. 1c: Photozelle mit Sekundärelektronenverstärker 1939.

rechtfertigt scheint. Abb. 1 zeigt verschiedene Ausführungsformen, angefangen von der für Gegenseh-anlagen gebräuchlichen mit großflächiger Kathode bis zu einer zur Erzeugung von Synchronisiersignalen verwendeten Zelle, die nicht viel größer als eine Rundfunkröhre ist. Die Ausgangsempfindlichkeiten dieser Zellen betragen ca. 10—20 A/Lm. Läßt man eine Aenderung von ca. 15 % im Laufe von mehreren 100 Betriebsstunden zu, so kann die Ausgangsbelastung bis auf ca. 0,3 W/cm<sup>2</sup> gesteigert werden; dem entspricht bei der kleinsten Type ein Ausgangs-photostrom von ca. 1 mA. An der Kathode kann bei höheren Belastungen — größer als ca. 100  $\mu$ A/cm<sup>2</sup> — eine Ermüdung und damit ein Abfall des Kathodenphotostromes, besonders bei hoher Absaugspannung, eintreten, wie auch von Krüger und Weidert (1) beobachtet wurde. Dieser Effekt ist wahrscheinlich bedingt durch eine Verarmung der Oberfläche an photoionisierbaren Atomen, die bei hoher Spannung infolge eines elektrolitischen Vorganges noch unterstützt wird. Durch Ruhezeiten oder Erwärmung lassen sich meistens die ursprünglichen Empfindlichkeiten wieder erreichen.

Da die Zeit für den Elementarprozeß der Auslösung sekundärer Elektronen durch ein Primärelektron in der Größenordnung von  $10^{-10}$  sec liegt, erreicht man bis zu Frequenzen von ca.  $10^9$  Hz, bei denen erst die Laufzeit der Elektronen eine Rolle zu spielen beginnt, eine trägheitsfreie Verstärkung. Ein weiterer großer Vorteil besteht darin, daß infolge der zwischen dem Einganglichtstrom und dem Ausgangsphotostrom bestehenden vollkommenen Proportionalität — wobei natürlich die Spannungen zur Sättigung ausreichen müssen — der Klirrfaktor Null ist. Abb. 2 zeigt diese Abhängigkeit in einem Bereich von 6 Zehnerpotenzen. Infolge der Sekundärelektronenvervielfachung ist der Ausgangsstrom wesentlich nur mit dem prinzipiell unvermeidbaren Schrot des Photostroms behaftet. Wählt man eine Nachverstärkung mit einem Röhrenverstärker, so braucht das durch SEV verstärkte Nutzsignal nur über dem Rauschpegel der ersten Verstärkerröhre zu liegen. Zweckmäßig wählt man aber die SEV so hoch, daß eine zur Modulation einer Trägerwelle ausreichende Amplitude erhalten wird und erspart dadurch jede Nachverstärkung (2).

Im folgenden sollen verschiedene bei der Herstellung auftretende Probleme kurz gestreift werden.

1. Als photoempfindliche Kathode hat sich in den letzten Jahren die Schicht [Ag] — Cs<sub>2</sub>O, Ag. Cs—Cs, Ag bewährt, die, wenn auch nicht die höchste Quantenausbeute — diese beträgt im ultraroten Maximum ca. 1 % —, so doch bei Belichtung mit Glühlampen oder Strahlern ähnlicher Farbtemperatur (ca. 2370 °K) die größte Stromausbeute liefert. Bekannt ist ja ihre langwellige Grenze bei ca. 1200  $\mu$ , die bei besonderer Behandlung noch weiter ins Ultrarot verschoben werden kann. Derartige Kathoden aller Größen werden mit Empfindlichkeiten von 40 ÷ 60  $\mu$ A/Lm in größeren Mengen hergestellt. Mögen diese Werte niedriger erscheinen als für normale Photozellen, so ist zu bedenken, daß

sich außer der Kathode auch der Vervielfacher in der Zelle befindet. Da aber die Struktur der oben bezeichneten Silber-Sauerstoff-Caesiumschiicht für optimale Photoemission und für optimale Sekundäremission nicht gleich ist, muß man bei der Formierung einen Kompromiß schließen.

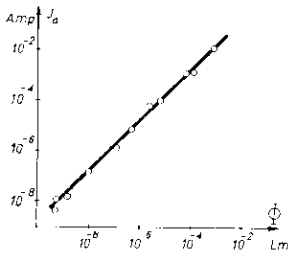


Abb. 2: Abhängigkeit des Ausgangsphotostromes von der Lichtintensität.

Mit der weit ins Ultrarot vorgeschobenen langwelligeren Grenze ist eine für manche Verwendungszwecke unangenehme thermische Emission bei niederen Temperaturen verbunden. Während die für reine Metalle gültige Beziehung  $h\nu_0 = e\varphi$  nicht mehr für Adsorptionskathoden anwendbar ist, so erweist sich doch die Austrittsarbeit erheblich kleiner als bei technischen Glühkathoden. Unter allen Vorsichtsmaßnahmen an großflächigen Photokathoden ( $F$  ca.  $1200 \text{ cm}^2$ ) ausgeführte Messungen ergaben Dunkelstromdichten von  $j \cdot 10^{-13} : 10^{-12} \text{ A/cm}^2$  bei Zimmertemperatur. Die Temperaturabhängigkeit ließ sich in allen Fällen durch Richardson-Geraden darstellen mit den Konstanten  $A = 5 \cdot 10^{-3} : 1 \cdot 10^{-1} \text{ A/cm}^2 \text{ grad}^2$  und  $\varphi = 0,75 : 0,8 \text{ V}$ . Während also die Austrittsarbeit relativ wenig schwankt, ist der Bereich für  $A$  bedeutend größer, eine Tatsache, die die Anschauungen von de Boer (3) über die Adsorption elektropositiver Atome an Dielektrika und auch ähnliche Messungen von Campbell (4) bestätigt. Im allgemeinen zeigt sich, daß Kathoden hoher Photoempfindlichkeit auch eine hohe thermische Emission aufweisen (Abb. 3). Bei Zellen mit Großflächen-

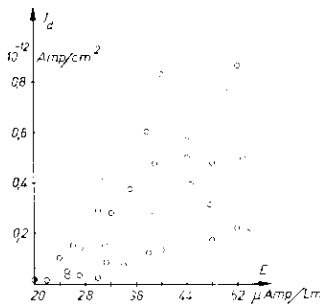


Abb. 3: Zusammenhang von Dunkelstromdichte und Photoempfindlichkeit.

kathoden und einem SEV von ca.  $1 \cdot 10^6$  ergibt sich so unter Umständen ein Ausgangsdunkelstrom von ca.  $600 \mu\text{A}$ . Bei primären Lichtintensitäten von ca.

$5 \cdot 10^{-1} \text{ Lx}$  — eine Kathodenempfindlichkeit von  $40 \mu\text{A/Lm}$  vorausgesetzt — tritt also neben dem prinzipiell nicht vermeidbaren Eigenschrot des Photostromes ein um  $40\%$  höherer Schrotpegel infolge des Dunkelstroms auf. Wie schwierig es ist, den Ausgangsdunkelstrom unter einem bestimmten Höchstmaß zu halten, mag Abb. 4 veranschaulichen. Bei diesem Diagramm wurde Konstanz von  $A = 10^{-1} \text{ A/cm}^2 \text{ grad}^2$ , eine Kathodenfläche von  $1200 \text{ cm}^2$  und eine Verstärkung von  $1 \cdot 10^6$  zu Grunde gelegt. Bei der großen Abhängigkeit der photoelektrischen Adsorptionsschichten von Verunreinigungen läßt es sich nur durch besondere Formierungsverfahren erreichen, daß die Schwankungen des Dunkelstroms in kleinen Grenzen bleiben. Als Vergleich sei erwähnt, daß die besten an chemisch reinem Wolfram vorgenommenen Präzisionsbestimmungen der Austrittsarbeit um  $2\%$  schwanken!

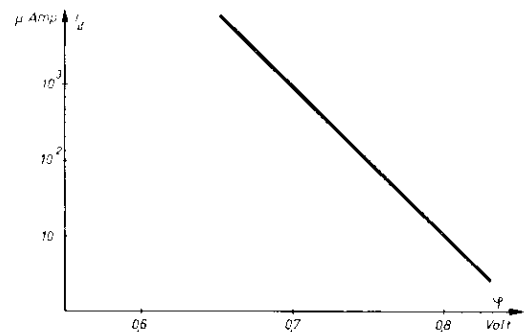


Abb. 4: Abhängigkeit des Ausgangsdunkelstromes von der Austrittsarbeit.

Bei der Fernsehübertragung von Personen unter Verwendung dieser stark rotempfindlichen Zellen fällt die unschöne kalkigwirkende Tönung der Haut und der starre Ausdruck der Augen infolge starker Rotdurchlässigkeit der Iris auf. Angenehmere Tönungen, die denen einer panchromatischen Platte ähneln, erhält man bei Verwendung von Photozellen mit größerer Blaugrünempfindlichkeit etwa in Form der Kathoden:  $[\text{Ag}] - \text{Cs}_2\text{O}$ ,  $\text{Cs}$ ,  $\text{Sb}-\text{Cs}$ . (5) in Kombination mit rotempfindlichen Zellen. Sehr einfach läßt sich dieser Effekt dadurch erreichen, daß auf das Lichteintrittsfenster einer Photozelle mit undurchsichtiger rotempfindlicher Kathode eine durchsichtige blaugrünempfindliche Schicht aufgebracht wird.

Bei der Herstellung dieser mit Antimon sensibilisierten Kathoden ist auf den relativ hohen Dampfdruck des Antimons Rücksicht zu nehmen. Aus Messungen der Verdampfungsgeschwindigkeit ergab sich eine Dampfdruck-Temperatur-Abhängigkeit:

$$p = 5 \cdot 10^7 \cdot \exp \left( - \frac{19000}{T_K} \right) \text{ Torr}$$

Bei  $400^\circ \text{C}$  beträgt der Dampfdruck also schon  $4 \cdot 10^{-5} \text{ Torr}$ . Da diese Kathoden gegen die Caesiumdosierung nicht so empfindlich wie die oben beschriebenen Schichten sind, lassen sich leicht hohe Ausbeuten erreichen. Mit der geringeren Rotempfind-

lichkeit ist auch eine größere thermische Austrittsarbeit verbunden, so daß die Dunkelstromdichte nur ca.  $10^{-14}$  A/cm<sup>2</sup> bei Zimmertemperatur beträgt. Dies wirkt sich vorteilhaft beim Nachweis sehr kleiner Lichtmengen aus, da die Grenze noch meßbarer Lichtmengen im selben Maß nach unten verschoben wird. Beträgt bei einer Kathodenfläche von 3 cm<sup>2</sup> die Empfindlichkeit 50  $\mu$ A/Lm, so ist bei einem Lichtstrom von  $6 \cdot 10^{-10}$  Lm der Photostrom dem Dunkelstrom gleich. Darüber hinaus ergeben sich große Vorteile dadurch, daß bei einer Verstärkung von  $1 \cdot 10^6$  diese geringe Lichtmenge noch bequem mit einem Tischdrehspulinstrument nachgewiesen und bestimmt werden kann.

Die kleine Austrittsarbeit der photoelektrischen Schichten gibt, außer zur thermischen Emission auch zu kalten Entladungen Anlaß. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, den Kathodenraum weitgehend vom Verstärker, der ja höhere Spannung führt, zu trennen, wie dies in Abb. 5 durch eine in den Hals eingeschmolzene Glashose gezeigt ist. Mit dieser Maßnahme läßt sich eine sehr gute Hochspannungsfestigkeit erzielen.

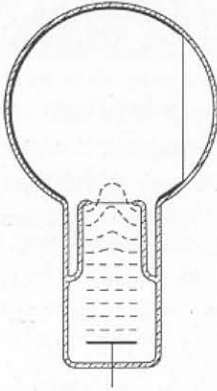


Abb. 5: Trennung der Kathode vom Verstärkerraum.

Eine andere besonders bei Photozellen kleinen Volumens stark ausgeprägte Schwierigkeit besteht darin, daß beim Vorgang des „Abziehens“ freierwerdende Gase die Oberfläche der aktivierten Schichten verändern. Der Vergleich der Austrittsarbeit einer der Abziehstelle gegenüber angebrachten Wolframglühkathode vor und nach dem Abziehvorgang ließ eine eindeutige Entscheidung zu. In der ersten Spalte folgender Tabelle ist der Heizstrom der Kathode angegeben, in den beiden anderen der gesättigte Emissionsstrom:

$J_H/A$	$J_e/\mu A$ vor Abziehen	nach Abziehen
1,9	50	1
2,2	1 000	50
2,4	3 400	1 000

Der Ausgangswert wurde erst nach sehr hoher Heizung des Wolframfadens wieder erreicht. Der

Hauptanteil besteht also aus Sauerstoff; denn Caesium auf Wolfram und Caesium neben Sauerstoff auf Wolfram müßten nach den Arbeiten Langmuirs eine Austrittsarbeiterniedrigung ergeben. Außerdem wären diese Schichten bei Temperaturen von ca. 2000 ° auch nicht mehr stabil. Diesem unerwünschten Prozeß kann durch geeignete Leitung der Formierung begegnet werden. — Nimmt bei Kugelzellen z. B. das Fenster einen relativ großen Teil der Kugeloberfläche ein, so ist der Ausbildung von Wandladungen Beachtung zu schenken. Bei den in Gegensehanlagen mit 441 Zeilen-Betrieb sehr kleinen primären Lichtströmen kann u. U. der Photostrom durch eine negative Aufladung vollkommen gesperrt werden. Der einfachste und besonders in bezug auf die Elektronenausbaute rationellste Weg,

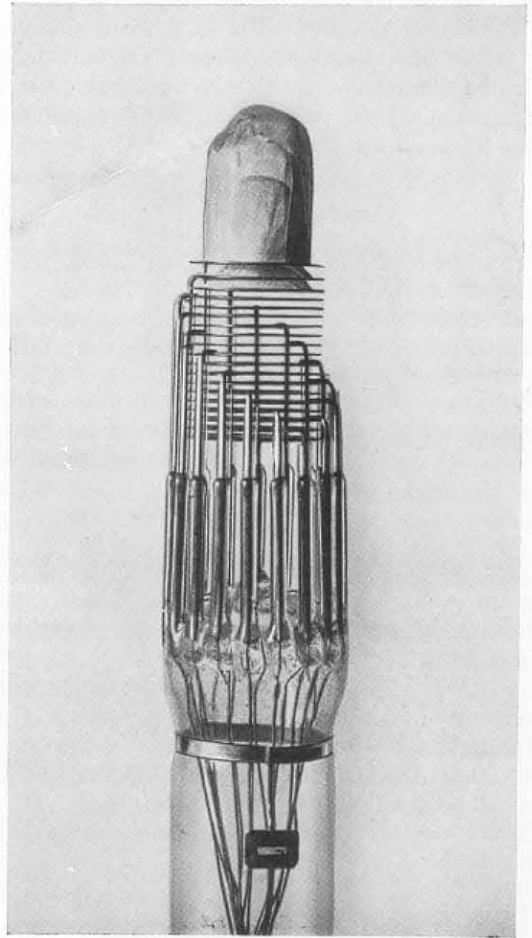


Abb. 6: Netzevielfacher für größere Belastung 1937.

auf dem Fenster eine leitende Schicht mit Kathodenpotential herzustellen, besteht darin, eine durchsichtige Kathode derselben Art wie die undurchsichtige Hauptkathode aufzubringen. Ist dies in manchen Fällen aus technischen Gründen nicht zugänglich, so empfiehlt sich ein dünner Molybdänniederschlag, der durch Aufdampfen herzustellen ist. Molybdän hat einmal in dünnsten Schichten bereits den für massives Metall geltenden spezifischen Wider-

stand, andererseits ist die Absorption im sichtbaren Spektralgebiet mit sehr großer, für diesen Zweck ausreichenden Näherung als grau anzusprechen. Der Lichtverlust beträgt nur wenige Prozent.

2. Während in der amerikanischen Patentliteratur wohl nur Kästchenvervielfacher beschrieben werden, machen wir seit langem mit gutem Erfolg von dem von Weiß (6) vorgeschlagenen Netzvervielfacher Gebrauch. In Abb. 6 ist an einem älteren Modell eines solchen Vervielfachers ersichtlich, daß jedes Netz an einem besonderen Draht, der auch zugleich als Stromzuführung dient, und zur Erzielung der notwendigen Isolation mit einer Glashose überzogen ist, gehaltert wird. Um keine zu hohen Sättigungsspannungen an der ersten Stufe anwenden zu müssen, ist das erste Netz in den Kathodenraum vorgewölbt. Den Abschluß bildet eine massive Platte, vor der sich die Sammelelektrode auf höchster Spannung befindet. Wie von Weiß nachgewiesen, ergibt sich bei vorgegebener Gesamtspannung für einen Verstärker maximale SEV bei einer Stufenspannung  $u$  Volt und einem Sekundäremissionsfaktor  $k$ , wenn die Bedingung

$$\frac{du}{u} = \frac{dk}{k \ln k}$$

erfüllt ist. Für die von uns verwendeten Silbernetze gilt bis zu einer Elektronengeschwindigkeit von ca. 400 V angenähert  $k = 0,27 \sqrt{u} - 0,16$ , so daß sich als günstigste Stufenspannung ca. 70 V herausstellt. Man kann also bei 700 V Gesamtspannung und 10 Stufen eine Verstärkung von ca. 6300 erzielen. Normalerweise verwenden wir 18-stufige Netzverstärker, die im Mittel bei über 100 Zellen mit SEV etwa Verstärkungen von  $5 \cdot 10^3$  bei einer Gesamtspannung von 2300 V ergeben. Die Abhängigkeit von der Gesamtspannung  $\frac{\Delta v}{v} \cdot \frac{1}{\Delta U}$  liegt in der Größenordnung von einigen pro Mill. Durch höhere Stufenspannungen oder eine größere Anzahl von Netzen kann die Verstärkung beliebig hoch getrieben werden. Im Gegensatz zu anderen Anordnungen werden keine zusätzlichen elektrischen oder magnetischen Felder benötigt, denn die etwa mit einem axialen Magnetfeld zu erzielende Erhöhung der Verstärkung um ca. 10% rechtfertigt nicht den Aufwand einer Spule zur Erzeugung dieses Feldes.

Ebenso wie bei der photoelektrischen Kathode ist auch bei der Konstruktion des Verstärkers und der Vorbereitung der sekundäremittierenden Schichten besonderes Augenmerk auf die Vermeidung kalter Entladungen zu richten. So wurde z. B. des öfteren an sehr kleinen und enggebauten Sekundärvervielfachern ein beträchtlicher Ausgangsdunkelstrom beobachtet, der nicht durch thermische oder photoelektrische Emission erklärt werden konnte. Die Strom-Spannungsabhängigkeit ergab eine lineare Funktion von  $\lg i$  und  $1/U$ . Dadurch wurde sicher-

gestellt, daß es sich tatsächlich um kalte Entladungen handelte, die nach Kenntnis ihres Ursprungs unterdrückt werden konnten.

Durch Entwicklung dieser Photozellen mit hoher SEV war es möglich, in allen Fernsehapparaturen für mechanische Personen- oder Filmabtastung an Stelle der früher verwendeten Bogenlampen Glühlampen zu verwenden, woraus sich im Aufbau und der Bedienung große Vorteile ergaben (7).

### Zusammenfassung.

Photozellen mit Sekundärelektronenvervielfachung zeichnen sich bei einem günstigen Verhältnis von Nutzsignal zu Schrotpegel besonders durch weitgehende Frequenzunabhängigkeit, lineare Charakteristik und stabiles Arbeiten aus. Hierbei werden neben den rotempfindlichen Silber-Sauerstoff-Caesiumschichten auch blauempfindliche Legierungskathoden mit Vorteil verwendet. Im Besonderen wird über Messungen des Dunkelstroms, der Austrittsarbeit und Ausbeute berichtet. Beim konstruktiven Aufbau der Röhre muß der Verstärker teil weitgehend vom Kathodenraum getrennt werden, um kalte Entladungen zu vermeiden. Der Nachweis sehr geringer Lichtmengen gestaltet sich mit Hilfe der beschriebenen Röhren sehr einfach.

### Schrifttum.

- (1) H. Krüger und F. Weidert, Z. techn. Phys., 1939, 2, 50.
- (2) W. Hartmann, Fernseh A. G., Hausm. 1, 1939, 130.
- (3) J. H. de Boer, Electron Emission and Adsorption Phenomena, Cambridge 1935, 339.
- (4) N. R. Campbell, Phil. Mag. 12, 1931, 173.
- (5) P. Görlich, Z. Phys. 101, 1936, 335.
- (6) C. Weiß, Ferns., Juni 1936, 41.
- (7) K. Thöm, Fernseh A. G., Hausm. 1, 1938, 6, und J. Schunack und R. Maly, Fernseh A. G., Hausm. 1, 1939, 138.

### S U M M A R Y.

Photoelectric Cells with Secondary Emission Multiplier.

The use of photoelectric cells including secondary emission multipliers has steadily increased after a type of multiplier of simple construction and dependable operation has been developed. Considerable research work had to be done in order to find photoelectric layers meeting all requirements. A sensitivity of 40 to 60  $\mu\text{A.l.m}$  the suppression of dark currents, a colour sensitivity as required by the particular purpose of the cell, complete safety against the detrimental influences of cold discharges by means of separating the cathode space from the multiplier space, and the avoidance of wall charges by the use of a transparent metal coating on the window of the cell are only a few features of the multiplier photocells built by Fernseh G. m. b. H.

# Hochleistungsreflektorantenne für Fernseh- und Rundfunkempfang.

Von Hermann Schuster.

Inhalt: Es werden die Wirkungsweise und der gesamte Aufbau einer Fernsehantenne mit Richtwirkung und die nötige Schaltanordnung beschrieben, um die Antenne gleichzeitig auch für Rundfunkempfang verwenden zu können.

Auf der diesjährigen Funkausstellung wurden in einer Antennensonderschau außer der Einheits-Fernseh-Rundfunkantenne, die gemeinschaftlich von den Firmen Fernseh A. G., Lorenz A. G. und Telefunken G. m. b. H. unter Führung der Deutschen Reichspost entwickelt wurde<sup>1)</sup>, auch noch drei Fernsehantennen mit Richtwirkung gezeigt, und zwar von jeder der oben genannten Firmen je eine.

Diese Antennen mit Richtwirkung, die selbstverständlich die Grundbedingungen von Fernsehantennen, nämlich die für einwandfreien Bildempfang erforderliche Frequenzdurchlässigkeit und Unabhängigkeit derselben von der Länge des Empfangskabels erfüllen müssen, weisen gegenüber den einfachen Stabantennen noch zwei weitere Vorteile auf.

1. Eine höhere Absolutempfindlichkeit und
2. Eine geringere Störempfindlichkeit infolge ihrer Richtwirkung.

Im folgenden sei kurz die physikalische Wirkungsweise und der konstruktive Aufbau der Reflektorantenne der Fernseh A. G. beschrieben.

Prinzipiell besteht die Antenne aus zwei in ihrer Grundwelle schwingenden, in einem Abstand von  $\lambda/4$  angeordneten Aluminiumstäben von der elektrischen Länge  $\lambda/2$ . An das Antennenkabel ist nur der eine Dipol angeschlossen (Abb. 1), während der zweite mit dem ersten lediglich strahlungsgekoppelt

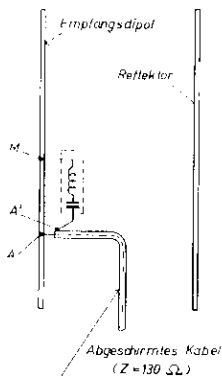


Abb. 1: Elektrischer Aufbau mit Mantelwellenbeseitigung.

<sup>1)</sup> T. F. T. Band 28, 1939, Heft 7. „Die Einheits-Fernseh-Rundfunkantenne“ von H. O. Roosenstein.

Telefunkenhausmitteilungen Nr. 81 „Fernsehantennen“ von H. O. Roosenstein.

ist. Um die Anpassung des Kabels an den Dipol und die Widerstandsverhältnisse auf demselben besser veranschaulichen zu können, sei von der Ersatzschaltung des Dipols ausgegangen (Abb. 2).

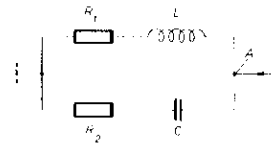


Abb. 2: Ersatzschaltbild des Empfangsdipols.

Der Dipol ist dargestellt durch einen Schwingungskreis mit einer frequenzbestimmenden Selbstinduktion und Kapazität und zwei im Kreis liegenden Dämpfungswiderständen  $R_1$  und  $R_2$ . Dabei stellt  $R_1 + R_2 = R_s$  den Strahlungswiderstand, der bekanntlich 72,5 Ohm beträgt, dar. Eine Verschiebung des Anschlußpunktes A längs des Dipols entspricht einer Veränderung der beiden Zweige  $L \cdot R_1$  und  $C \cdot R_2$ . Wird  $L$  größer, so wird  $C$  kleiner, da ja die Resonanzfrequenz des Dipols dieselbe bleibt. Der kürzere Teil des Dipols hat dabei für die Resonanzfrequenz den Charakter eines kapazitiven Widerstandes, der längere den Charakter eines induktiven Widerstandes. Durch das Parallelschalten dieser beiden Zweige im Punkt A heben sich die induktive und kapazitive Wirkung der beiden Zweige in jedem Falle auf, und der Aufnahmewiderstand erhält somit überall rein ohmschen Charakter. Unter Aufnahmewiderstand sei der Widerstand verstanden, den der Dipol in einem beliebigen Punkt A für seine dort angelegte Resonanzfrequenz darstellt. Liegt A in der Mitte des Dipols, sind also beide Teile  $\lambda/4$  lang, so ist der Widerstand beider Zweige ohmsch, es stellt dies den Fall einer stromgespeisten  $\lambda/4$  Antenne dar. Infolge der Symmetrie der beiden Äste wird dann  $R_1 = R_2 = R_s/2$  und da in A beide Zweige parallel geschaltet sind, so wird der Aufnahmewiderstand  $R_s/4$ , also ca. 18 Ohm. Wird A an ein Ende des Dipols gelegt, so fällt ein Teilwiderstand weg, und der Aufnahmewiderstand ist gleich der gesamten Antennen-Endimpedanz, die vom Verhältnis Länge zur Dicke des Dipols abhängig ist, und in der Größenordnung von einigen tausend Ohm liegt. Der Aufnahmewiderstand wächst also von der Mitte des Dipols bis zu einem Ende von ca. 18 Ohm bis auf einige tausend Ohm, je nach der

Dicke des Dipols, und zwar mit großer Annäherung nach den Gesetzen einer  $\cos^2$ -Funktion. Den richtigen Anschlußpunkt  $A$  für ein Kabel mit bestimmtem Wellenwiderstand erhält man danach am besten auf geographische Weise (Abb. 3).

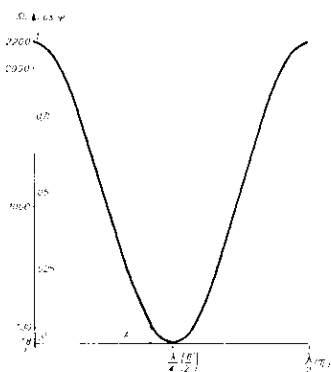


Abb. 3: Aufnahmewiderstand längs des Dipols.

Auf der Abzisse seien die Dipollänge  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$  und gleichzeitig die Bogengrade  $0 \leq \varphi \leq 360^\circ$  aufgetragen. Auf der Ordinate seien die zugehörigen Punkte der  $\cos^2$ -Funktion und gleichzeitig die Aufnahmewiderstände des Dipols an den verschiedenen Punkten aufgetragen. In obigem Beispiel ist eine Antennen-Endimpedanz von 2200 Ohm angenommen, wie sie tatsächlich den Erfahrungswerten bei 24 mm dicken Dipolen entspricht. In Abb. 3 ist die graphische Ermittlung des Anschlußpunktes  $A$  für ein 130-Ohm-Kabel ohne weiteres ersichtlich. Der Punkt  $A$  ist somit der Punkt, in welchem der Dipol die maximale Energie über das Kabel an den Verbraucher (Empfänger) abzugeben vermag. Wie Versuche zeigten, ist jedoch bei einem solchen genau an das Kabel angepaßten Dipol der Frequenzdurchlaßbereich etwas zu klein. Aus diesem Grunde wurde der Punkt  $A$  etwas weiter von der Dipolmitte entfernt gewählt, und somit durch größere Bedämpfung des Dipols durch das Kabel eine größere Bandbreite erzielt. Eine derartige Fehlanpassung kann ohne Bedenken vorgenommen werden, da – wie bereits erwähnt – der Aufnahmewiderstand des Dipols an allen Stellen ohmschen Charakter hat.

Um zu verhindern, daß auf dem Kabelmantel befindliche Störwellen oder phasenverschobene Hochfrequenzspannungen des empfangenen Senders, die beispielsweise durch eine zufällige Kabellänge infolge Bildung stehender Wellen längs des Kabelmantels besonders stark ausgeprägt sein könnten, auf den Kabelmittelleiter gelangen können, muß dafür gesorgt werden, daß sich im Punkte  $A'$  des Kabelmantels (Abb. 1) keine Hochfrequenzspannungen aufrecht erhalten können, denn der Punkt  $A'$  ist die einzige Stelle, an der Störwellen kapazitiv auf den Mittelleiter des Kabels und damit zum Empfänger gelangen können. Dies läßt sich auf verschiedene Arten erreichen. Liegt der Punkt  $A'$  sehr nahe bei der Mitte des Dipols, so braucht zu diesem Zweck nur  $A'$  mit  $M$  verbunden zu werden, da ja der Punkt  $M$  einen Spannungsknoten darstellt. Doch

ist dies nur möglich, wenn die Verbindungsstrecke  $MA'$  sehr klein ist gegenüber der Wellenlänge. Bei größeren Abständen des Punktes  $A'$  von  $M$  kann durch eine zwischen  $A'$  und  $M$  geschaltete Reihenresonanz, die für die Resonanzfrequenz einen Kurzschluß darstellt, der gleiche Effekt erzielt werden (Abb. 1).

Die dritte Möglichkeit zur Vermeidung einer kapazitiven Kopplung der Mantelwellen mit dem Mittelleiter des Kabels besteht in der Anwendung eines sogenannten Sperrtopfes<sup>2)</sup> von der Länge  $\lambda/4$  oder  $3\lambda/4$ . Wird das Empfangskabel im Innern eines Metallrohres an den Anschlußpunkt  $A$  herangeführt, in  $A'$  Kabelmantel mit Metallrohr verbunden und hat das Metallrohr eine Länge von  $\lambda/4$  oder  $3\lambda/4$ , so stellt das Metallrohr für die Dipolresonanzfrequenz im Punkte  $A'$  einen sehr geringen Widerstand dar, da es als stromgespeiste  $\lambda/4$  bzw.  $3\lambda/4$ -Antenne wirkt, die im Speisungspunkt keine Hochfrequenzspannung führen kann (Abb. 4).

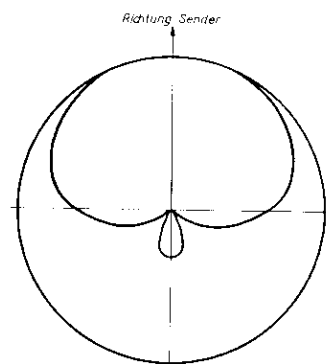


Abb. 4: Horizontaldiagramm.

Von diesem Prinzip wurde aus konstruktiven Gründen bei der auf der Ausstellung gezeigten Antenne Gebrauch gemacht. Durch die Anbringung des Reflektors wurde eine horizontale Richtwirkung erzielt, wie sie in Abb. 5 veranschaulicht ist. Daraus ist ersichtlich, daß die Richtwirkung zwar nicht sehr scharf ist, daß aber von der dem Sender abgewandten Seite kaum ein Empfang möglich ist.

Unter der Annahme, daß die Störwellen gleichmäßig verteilt aus allen Richtungen an die Antenne gelangen, tritt eine Schwächung derselben im Verhältnis der Kardioidenfläche zur gesamten Kreisfläche, also etwa auf den 2,5-ten Teil ein. Kommen jedoch Störungen nur aus der dem Sender abgewandten Seite, so wird das Verhältnis Empfangsspannung zu Störspannung noch wesentlich günstiger.

Außer einer Richtwirkung wird durch die Anbringung eines Reflektors auch noch eine Erhöhung der Eingangsspannung auf das 1,4-fache erzielt.

Eine für den Fernsehempfang erforderliche Frequenzbanddurchlässigkeit von 6 MHz Breite wurde ohne besondere Maßnahmen erreicht.

<sup>2)</sup> Siehe T. F. T. Band 28, 1939, Heft 7 „Die Einheitsfernseh-Rundfunkantenne“ von H. O. Roosenstein.

Noch größere Bandbreiten könnte man durch weitere Verschiebung des Anschlußpunktes *A*, also durch stärkere Bedämpfung des Dipols durch das Empfangskabel erzielen. Außerdem besteht bei der Reflektorantenne prinzipiell die Möglichkeit, die

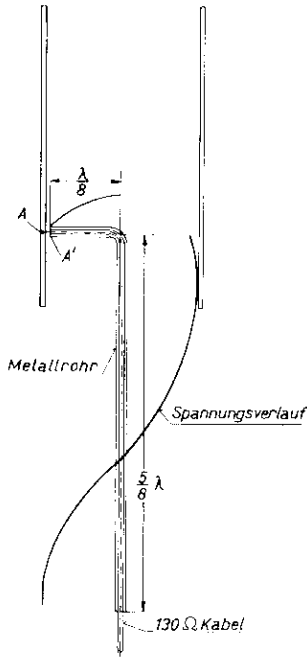


Abb. 5: Mantelwellenbeseitigung durch 3:4-Sperrtopf.

Eigenresonanz des Reflektors um einige MHz gegen diejenige des Empfangsdipols zu verschieben, so daß die Rückstrahlung vom Reflektor auf den Empfangsdipol gerade dann in der Nähe ihres Maximums liegt, wenn der Spannungsabfall des Empfangsdipols die maximal zulässige Größe erreicht hat. Auf diese Weise wäre es also möglich, künstlich die Bandbreite der Antenne zu vergrößern, allerdings nur auf Kosten der Richtwirkung, d. h. die Richtwirkung würde dadurch schlechter werden. Von dieser Möglichkeit wurde deshalb kein Gebrauch gemacht.

Die gewisse vorhandene Fehlanpassung des Kabels an den Empfangsdipol fordert eine genaue Anpassung des Empfängers an das 130-Ohm-Kabel, da bei einer gleichzeitigen Fehlanpassung des Empfängers die Gefahr von Reflexionen innerhalb des Empfangskabels besteht, die Plastik im Bilde zur Folge haben würde.

Auch die Dicken von Dipol und Reflektor sind nicht ohne Einfluß auf die Frequenzdurchlässigkeit der Antenne. Dies geht aus folgender Ueberlegung hervor. Je dicker ein Dipol ist, desto größer ist seine Kapazität, was aus dem mathematischen Ausdruck für die Kapazität eines geraden Leiters direkt zu ersehen ist. Er lautet  $C = \frac{l}{2 \ln \frac{2l}{d}}$  cm, *l* bedeutet dabei die Länge und *d* die Dicke des Leiters. Je dicker ein Dipol ist, desto kleiner ist andererseits

seine Selbstinduktion entsprechend dem Ausdruck  $L = 2l \cdot \ln \frac{2l}{d}$  cm. Ein dicker Dipol entspricht also einem Schwingungskreis mit kleineren  $\frac{L}{C}$  und umgekehrt ein dünner Dipol einem Schwingungskreis mit größerem  $\frac{L}{C}$ -Verhältnis. Der im Schwingungskreis liegende Dämpfungswiderstand ist aber in beiden Fällen gleich groß, nämlich gleich dem Strahlungswiderstand  $R_r$ . Der Skineneffekt sei dabei vernachlässigt, da sein Einfluß viel geringer ist. Da ein Schwingungskreis mit großem *C* und kleinem *L* durch denselben Dämpfungswiderstand jedoch ein größeres logarithmisches Dämpfungsdekrement besitzt als ein ebensolcher mit großem *L* und kleinem *C*, so ist also auch die Halbwertsbreite des ersteren größer als die des letzteren und analog ist auch die Bandbreite eines dicken Dipols größer, als die eines dünnen. Mathematisch drückt sich das logarithmische Dekrement wie folgt aus:  $\sigma = \pi R_r \cdot \left| \frac{C}{L} \right|$ .

Aus dieser einfachen Ueberlegung geht auch ohne weiteres hervor, daß bei einem dicken Dipol ein Punkt mit einem gewissen Aufnahmewiderstand weiter von der Mitte entfernt liegt, als ein ebensolcher bei einem dünnen.

Bezüglich der Frequenzdurchlässigkeit ist es also erwünscht, den Dipol möglichst dick zu machen, um die für die erforderliche Frequenzdurchlässigkeit nötige Fehlanpassung klein zu halten oder bei ausreichender Dicke genau anpassen zu können. Aus konstruktiven und praktischen Gründen ist die Dicke jedoch auf ein vernünftiges Maß zu beschränken, um die Antenne nicht zu unhandlich und die Aufstellung derselben dadurch nicht zu schwierig zu gestalten.

Diese Antenne mit dem elektrischen Aufbau der Abb. 4 ist für Rundfunkempfang ebenfalls geeignet. Da aber für Rundfunkempfang die Antenne nicht an das Kabel angepaßt ist, die Kabelkapazität also einen kapazitiven Nebenschluß darstellt, der die von der Antenne aufgenommenen Hochfrequenzspannungen entsprechend der Kapazität des gesamten Ableitkabels schwächt, wurde zur Herabsetzung der dadurch entstehenden elektrischen Spannungsverluste ein Antennenübertrager eingebaut, wie er bei normalen Rundfunk-Stabantennen bei großen Kabellängen verwendet wird. Um dadurch den Fernsehempfang nicht zu beeinflussen, wurde die Primärseite dieses Antennentransformators mit der Mitte des Reflektors, also mit einer Stelle, die keine Ultrakurzwellenspannungen führt, verbunden. Die Sekundärseite des Uebertragers wurde über eine UKW-Drossel und einen Entkopplungswiderstand mit dem Mittelleiter des Empfangskabels verbunden, so daß dasselbe Kabel sowohl für Fernseh- als auch für Rundfunkempfang verwendet werden kann. Der endgültige konstruktive Aufbau ist aus Abb. 6 ersichtlich.

Empfangsdipol und Reflektor werden von zwei Metallrohren, an deren Enden Porzellanisolatoren



eingekittet sind, jeweils an zwei Stellen gehalten, und zwar in der Mitte  $M$  und in  $A$  bzw.  $B$ . Der Empfangsdipol ist in  $A$  mit dem Mittelleiter des Empfangskabels verbunden, während der Kabel-

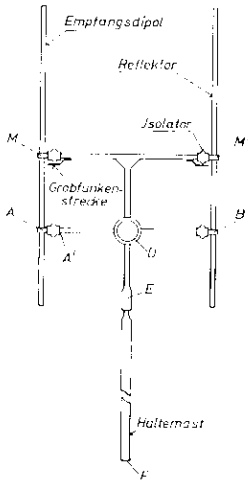


Abb. 6: Konstruktiver Aufbau der Antenne.

mantel in  $A'$  mit dem Halterohr verbunden ist. In der Dose  $D$  befindet sich der Antennenübertrager, dessen Primärseite über ein kurzes Stück Kabel mit der Mitte  $M'$  des Reflektors verbunden ist. Auch der bereits erwähnte Entkopplungswiderstand  $R$  und die ebenfalls zur Entkopplung dienende UKW-Drossel befinden sich in der Dose  $D$ . Eine Schaltskizze, aus der alles Wissenwerte ersichtlich ist, stellt Abb. 7 dar. Bei  $M$  und  $M'$  befinden sich Grobfunkenspreizen. Zum Transport sind die Antennenstäbe abnehmbar, ebenso der Haltermast, so daß als größtes Teil das Doppelkreuz  $M M' A B D E$  übrig bleibt. Die Länge  $A D$  beträgt  $\lambda/8$ , die Strecke  $D F$   $5/8 \lambda$ , also die Gesamtstrecke  $A D E F$   $3/4 \lambda$ , was für die Störungsfreiheit für Fernsehempfang von Wichtigkeit ist. Der Empfangsdipol ist einige Zentimeter kürzer als der Reflektor, da durch die Bedämpfung des Dipols durch das Empfangskabel dessen Eigenfrequenz etwas verlangsamt wird.

Für Fernsehempfang ist das Ende des Kabels direkt an den 130-Ohm-Eingang des Empfängers an-

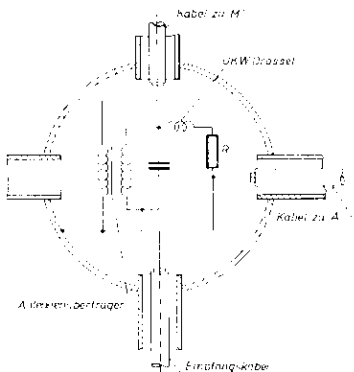


Abb. 7: Anschluß des Antennenübertragers an das Empfangskabel.

zuschließen, während bei Rundfunkempfang ein Empfängerübertrager dazwischen zu schalten ist. Soll die Antenne gleichzeitig für Fernseh- und Rundfunkempfang verwendet werden, so ist zwischen das Kabelende und die beiden Empfänger eine einfache elektrische Weiche zu schalten, wie sie in Abb. 8 schematisch dargestellt ist.

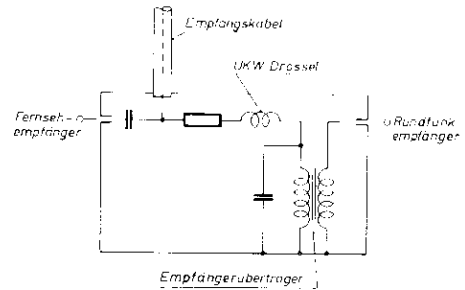


Abb. 8: Elektrische Weiche für gleichzeitigen Betrieb des Rundfunk- und Fernsehempfängers.

Die Reflektorantenne hat gegenüber der Richtantenne mit 2 gegenphasig erregten Dipolen im Abstand  $\lambda/2$  vor allem den großen Vorteil, daß der Abstand Empfangsdipol—Reflektor nur  $\lambda/4$  beträgt, bei der Bildträgerfrequenz des Berliner Fernseh-Senders von 47,8 MHz also 1,57 m. Dies bedeutet eine große konstruktive Erleichterung gegenüber einem Abstand von 3,14 m bei gegenphasig erregten Dipolen, bei denen der horizontale über 3 m lange Haltebalken größeren Winddruck auszuhalten hat, und an Querbalken und Haltermast deshalb höhere Anforderungen gestellt werden.

Die Reflektorantenne wird mit Vorteil in Gegenden verwendet, in denen starke Störungen vorhanden sind, und vor allem auch in größeren Entfernungen vom Sender, da — wie schon erwähnt — die Empfangsspannungen größer und die Störspannungen wesentlich kleiner sind als bei einfachen Stabantennen, und wie die Erfahrung lehrt, ein Empfang normalerweise nicht erst infolge des Abfallens der Feldstärke des Senders unter die Empfindlichkeitsgrenze des Empfängers in großen Entfernungen unmöglich wird, sondern schon in viel geringeren Entfernungen infolge des ungünstigen Verhältnisses Empfangsspannung zu Störspannung.

### Zusammenfassung.

Es wird eine Fernsehantenne mit Richtwirkung beschrieben, die gleichzeitig für Rundfunkempfang benutzt werden kann, ohne dadurch den Wirkungsgrad für den Fernsehempfang zu verschlechtern. Sie besteht aus einem  $\lambda/2$  langen Dipol mit einem  $\lambda/4$  entfernten gleichlangen Reflektor. Der Anschlußpunkt des Antennenkabels an den Empfangsdipol ist praktisch bestimmt worden und liegt ca.  $\lambda/8$  unterhalb der Dipolmitte. Als Rundfunkantenne dient der Reflektor, dessen Mitte mit dem Rundfunkantennenübertrager verbunden ist. Im einzelnen wird auf die wichtigsten Probleme der Kabelanpassung, der Frequenzdurchlässigkeit und der Beseitigung von

Störungen, die durch Hochfrequenzströme längs des Kabelmantels auftreten können, näher eingegangen. Ferner werden die erforderlichen Schaltmaßnahmen, um für beide Verwendungszwecke nur ein Ableitkabel vorsehen zu müssen, beschrieben.

#### SUMMARY.

Directional Antenna for Television and Radio Reception.

A directional antenna developed by Fernseh G. m. b. H. consists of two rods of  $\frac{1}{4}$  wave length arranged in

parallel in a distance of  $\frac{1}{4}$  wave length. The point A of connection with the cable has been graphically determined. The point A' at the end of the cable sheath is connected to the centre of the dipole in order to avoid interferences. The diameter of the dipole rods is also of influence and must be as large as practically possible in order to obtain a broad frequency range. For securing a good reception in the radio range the reflecting rod is used as antenna and a radio repeater is inserted between this rod and the central wire of the cable over a short wave coil and a resistor.

## Die Zentralantennenanlage der Fernseh G. m. b. H.

Von Johannes Költer.

Inhalt: Es wird eine zentrale Empfangsanlage für den Fernsehfunk beschrieben.

Durch die Schaffung des Fernseh-Einheitsempfängers hat das Fernsehen das Stadium der Versuche verlassen. Die Fernsehantenne auf dem Dach wird damit in nächster Zukunft ein ebenso selbstverständlicher Anblick sein wie es heute die Rundfunkantenne ist. Nun ist aber damit zu rechnen, daß in größeren städtischen Wohnhäusern mehrere Mieter Teilnehmer am Fernseh Rundfunk werden, von denen dann jeder eine eigene Außenantenne benötigen würde. Eine Häufung von Antennen auf engem Raum ist aber beim Fernsehen mehr noch als beim Rundfunk von Nachteil, da hier die Entfernung in der Größenordnung der Wellenlänge liegt. Eine Antenne wirkt daher für die Nachbarantenne in besonders starkem Maße als Reflektor, der die Energie der ersten je nach der Phasenlage, d. h. je nach dem Abstand, herabsetzt oder verstärkt. Ferner kann bei enger Nachbarschaft der Antennen die nicht ganz zu vermeidende Ausstrahlung der Oszillatorfrequenz aus dem Empfänger zur Bildung unerwünschter Kombinationsfrequenzen führen, die als störendes Moiré auf dem Bild sichtbar werden.

Es war daher die Aufgabe zu lösen, eine größere Anzahl von Teilnehmern, also Häuser und Häusergruppen, von einer einzigen Antenne aus mit Fernsehsignalen zu versorgen. Eine solche „Zentralantenne“ ist auch aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus einer Vielzahl von Einzelantennen vorzuziehen, da sie als Gemeinschaftsanlage ohne Rücksicht auf die Kosten ausgeführt werden kann. So kann man z. B. an Stelle einer billigeren Einstabantenne eine Reflektorantenne verwenden und sie an einem besonders günstigen Punkte aufstellen, um

so das Verhältnis von Nutzsignal zu Störsignal möglichst günstig zu gestalten.

Bei der Planung einer solchen Anlage muß man davon ausgehen, daß die von der Antenne aufgenommenen ultrahochfrequenten Signale nicht einfach verstärkt und weitergeleitet werden können, wie dies im Bereich der Rundfunkwellen möglich ist. Es ist vielmehr zunächst eine Transponierung der Ultrahochfrequenz in eine Zwischenfrequenz erforderlich, da sonst die Kabeldämpfung auf den Verteilerleitungen unzulässig hohe Werte annehmen würde. Sodann muß die Frage geklärt werden, welche Empfänger bei den Teilnehmern verwendet werden sollen. Es besteht nämlich die Möglichkeit, die Verstärkung auf der Zentralstelle vorzunehmen, so daß die Empfänger durch Fortfall der Verstärker vereinfacht werden. Auf der anderen Seite besteht der Wunsch, möglichst normale Empfänger zu verwenden, die auch an einer gewöhnlichen Antenne arbeiten können, d. h. es ist nur eine geringe Verstärkung zum Ausgleich der Kabeldämpfung in den Verteilerleitungen erforderlich. Welche dieser Möglichkeiten sich im endgültigen Fernsehbetrieb durchsetzen wird, bleibt der Zukunft überlassen, ebenso wie die Frage, ob Einseitenband- oder Zweiseitenbandbetrieb zweckmäßiger ist. Die von der Fernseh G. m. b. H. ausgeführte Anlage arbeitet mit normalen Empfängern, bei denen lediglich die Vorstufe und der Oszillatorteil der Mischröhre unwirksam sind. Die Zwischenfrequenz wurde mit Rücksicht auf die Kabeldämpfung auf 4,2 MHz für das Bild und 1,4 MHz für den Ton gewählt, wobei jedoch bemerkt sei, daß auch diese Werte in Zukunft noch eine Wandlung erfah-

ren können. Die von der Zentralstelle an die Empfänger gelieferte Spannung beträgt 1 mV, gemessen am Eingang des Empfängers.

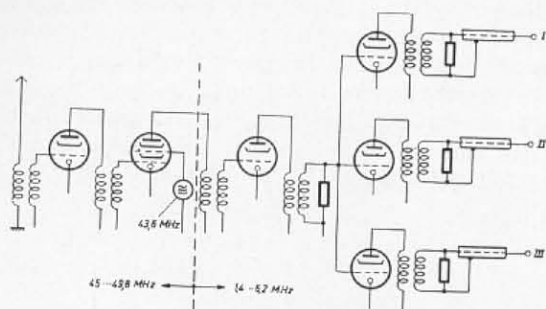


Abb. 1: Schaltung des Uebertragungs- und Verteilungsgerätes.

Die Schaltung des Gerätes zeigt Abb. 1. Die Vorstufe ist dazu nötig, die unerwünschte Spiegel-frequenz zurückzuhalten. Mit Hilfe der beiden Bandfilter am Ein- und Ausgang dieser Röhre ist eine Spiegelselektion von 1 : 50 erzielbar (gegen 1 : 150 bei 8,4 MHz Zwischenfrequenz). An die Frequenzkonstanz der im Triodenteil der Mischröhre erzeugten Oszillatorschwingung von 43,6 MHz sind besonders scharfe Anforderungen zu stellen, um eine über das zulässige Maß hinausgehende Aenderung der Zwischenfrequenz zu verhindern. Die Aenderung darf nämlich höchstens so groß sein, daß der Tonträger gerade noch nicht über die Grenzen des Uebertragungsbereichs des Tonkanals hinauswandert, damit der Ton nicht geschwächt wird. Nun ist aber der Oszillator erheblichen Temperaturänderungen ausgesetzt, zumal das Gerät unter dem Dach untergebracht ist. Durch äußerst stabilen Aufbau der frequenzbestimmenden Elemente des Oszillators gelang es, bei einer Temperaturänderung von insgesamt  $60^\circ$  die Frequenzänderung unter 70 kHz zu halten. Die Abb. 2 zeigt den gemessenen Verlauf der Frequenzänderung als Funktion der Temperatur. Die Kurve wurde zwischen  $+20$  und  $+80$  Grad C gemessen und verläuft praktisch gradlinig, so daß man annehmen kann, daß der Verlauf in dem wirklich in Frage kommenden Gebiet zwischen  $-20^\circ$  und  $+40^\circ$  ähnlich ist. Rechnet man dazu noch die

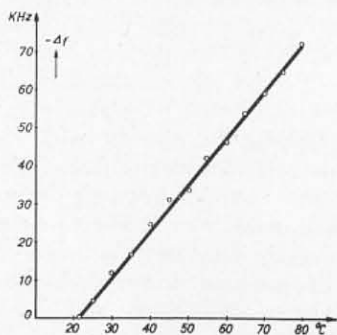


Abb. 2: Oszillatorfrequenz (43,6 MHz) in Abhängigkeit von der Temperatur.

Frequenzänderung infolge Aenderung der Netzspannung, die  $\pm 20$  kHz bei  $\pm 10$ -prozentiger Netzspannungsschwankung beträgt, so bleibt man selbst im ungünstigsten Falle innerhalb des Durchlaßbereichs des Tonkanals, dessen Halbwertsbreite 200 kHz beträgt.

Die Durchlaßbreite der Bandfilter im Transponierungs- und Verteilungsgerät reicht von 45 bis 49,8 MHz bzw. von 1,4 bis 6,2 MHz. Die Verteilung der Zwischenfrequenz an die Teilnehmer erfolgt in der Weise, daß jedem Teilnehmer, zumindest aber jeder Gruppe von Teilnehmern je eine besondere Röhre zugeordnet ist, die gitterseitig parallel liegen



Abb. 3: Die Zentralantennenanlage auf der Funkausstellung 1939.

und anodenseitig auf je einen Kabelanpassungstransformator arbeiten. Damit neu hinzukommende Gitteranschlüsse keine Verstimmung des vorletzten Bandfilters verursachen, wird dieses Filter besonders stark gedämpft. Da jedem Teilnehmer eine besondere Röhre zugeordnet ist, besteht die Möglichkeit, an dieser Stelle Mittel zum Dämpfungsausgleich anzubringen, die auf die verschiedenen Leitungslängen Rücksicht nehmen. Die Ein- und Ausschaltung des Gerätes muß so erfolgen, daß jeder Teilnehmer je einen Schalter erhält, der mit allen anderen parallel liegt, bzw. sie muß von einem auf die Sendezeiten eingestellten Automaten vorgenommen werden.

Die Abb. 3 zeigt die Zentralantennenanlage der Fernseh G. m. b. H., wie sie auf der Fernseh Ausstellung innerhalb der Antennenschau der Deutschen Reichspost zu sehen war. Unter dem Dach eines im Schnitt dargestellten mehrstöckigen Hauses ist das Ueberlagerungs- und Verteilungsgerät angebracht. Beide Teile sind für sich in getrennten Kästen untergebracht und durch ein Kabel miteinander verbunden. Diese Zweiteilung empfiehlt sich vor allem dann, wenn die Antenne sehr weit vom Dachboden entfernt aufgestellt ist. In diesem Falle wird man das Ueberlagerungsgerät am Antennenmast und das Verteilungsgerät unter dem Dach anbringen, so daß die transponierte Frequenz schon in der Antennen-zuleitung auftritt.

Die Anlage \*) hat auf der Ausstellung befriedigend gearbeitet, und das Bild unterschied sich in keiner Weise von dem der Empfänger mit gewöhnlichen Antennen.

### Zusammenfassung.

Mehr noch als beim akustischen Rundfunk ist es beim Fernseh Rundfunk von Nachteil, wenn sich viele Antennen auf engem Raum zusammendrängen.

\*) Der unten auf dem Bild sichtbare Empfänger wurde von Herrn Dr. Schuster gebaut.

In diesem Falle ist es vorteilhaft, nur eine einzige Antenne aufzustellen und alle Empfänger mit Hilfe eines zentralen Zusatzgeräts von dieser Antenne aus zu speisen. In dem Zentralgerät werden die empfangenen Signale zunächst auf eine Zwischenfrequenz transponiert und dann den Empfängern zugeleitet. Die Aenderung der Oszillatorfrequenz infolge von Temperatur- und Netzspannungsschwankungen darf bestimmte Grenzen nicht überschreiten. Jeder Teilnehmergruppe ist im Zentralgerät eine besondere Ausgangsröhre zur Entkopplung und zum Ausgleich der verschiedenen Kabellängen zugeordnet. Ein nach diesen Grundsätzen ausgeführtes Gerät wurde auf der letzten Funkausstellung ausgestellt und im Betrieb vorgeführt.

### S U M M A R Y.

Centralised Antenna for Television Broadcast Reception.

In order to avoid the crowding of a number of television antennas belonging to neighbouring receivers a single antenna in combination with a central transposition stage for feeding a number of receivers is developed. Care is taken to hold the frequency variations caused by changes in temperature and in the potential of the mains in narrow limits. Each group of receivers has a separate output circuit in the central device in order to compensate for different lengths of cable.

## Fernsehaufnahmeanlage für die Übertragung aktueller Ereignisse.

Von Johannes Schunack.

Inhalt: Die Anforderungen, die an die Geräte einer Reportageanlage für Fernsehaufnahmen zu stellen sind, werden eingehend besonders in Hinsicht auf bewegliche Anlagen geschildert \*).

Die Fernsehübertragung aktueller Ereignisse erfolgt fast ausschließlich fern vom ortsfesten Studio. Es müssen deshalb Geräte geschaffen werden, die sowohl eine einfache Bedienbarkeit als auch einen schnellen Stellungswechsel ermöglichen. Die Anpassung an diese besonderen Betriebsbedingungen erfordert zunächst von vornherein eine Entscheidung über das zu benutzende elektrische Uebertragungsverfahren. Zwei Möglichkeiten, die sich grund-

sätzlich von einander unterscheiden, sind vorhanden.

Verfahren mit zentralem Taktgeber (Abb. 1).

Ein an einem festen Ort, z. B. im Zentralstudio untergebrachter Haupttaktgeber 3 versorgt sämtliche Aufnahmestellen zur Synchronisierung mit Gleichlaufsignalen, und zwar sowohl die beweglichen Stellen 1 mit den Kameras 2, wie diejenigen innerhalb des Studios 6 mit den Kameras 5. Die Aufnahmeanlagen selbst liefern dann das Bild an die Zentrale 4, in welcher alle Sendungen gleichmäßig behandelt z. B. überblendet werden können. Dieser

\*) Die Entwicklung dieser Anlage stellt eine Gemeinschaftsarbeit der Herren Dr. Möller, Dr. Schubert, Heim, Knick, Dr. Mulert, Schunack, Dr. Schwartz, Thöm, Dr. Behne, Hoffmann, Jandt, Lietz dar.

Vorteil bedingt jedoch, daß die Laufzeiten längs der verschieden langen Kabelleitungen ausgeglichen sind. Es muß deshalb für jede Leitung ein Phasenschieber 7 vorgesehen werden. Es erfordert dieses Verfahren zwei Uebertragungswege zwischen Zentrale und Aufnahmeort, und zwar einen für die Uebertragung der Gleichlaufsignale von der Zentrale zum Geber und einen zweiten für die Uebertragung des Bildes zur Zentrale.

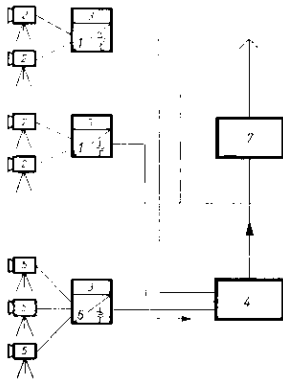


Abb. 1: Reportageanlage mit zentralem Taktgeber.

### Verfahren mit ortsveränderlichem Taktgeber (Abb. 2).

Jede Aufnahmeort 1, die ihrerseits aus mehreren einzelnen Aufnahmegebern 2 bestehen kann, hat einen eigenen Taktgeber 3. Sie ist also vollkommen selbständig und unabhängig von den anderen Aufnahmeorten, sowie auch von den gemeinsamen Umschaltanlagen 4, in denen die Verteilung zum Sender vorgenommen wird. Auch die Aufnahmeort 5 im ortsfesten Studio 6 haben einen eigenen Taktgeber 3 und bilden eine gleichwertige Aufnahmeort, nur mit größerem Ausmaß. Für den Betrieb ist somit zwischen Aufnahmeort und Zentrale nur ein Uebertragungswege erforderlich, über den die Aufnahmeort der Zentrale das mit den Gleichlaufsignalen gemischte Bild liefern. Die Anlage 4 nimmt endlich die Verteilung der einzelnen Programme auf den drahtlosen Sender 7 vor. Dieses Verfahren ermöglicht keine Ueberblendung, da die Phasen der verschiedenen Taktgeber nicht gleich sind. Der Uebergang von dem Bild einer Aufnahmeort zu dem einer anderen Aufnahmeort wird beim Durchgang der Modulation durch Null vorgenommen; zunächst wird die Modulation der gerade zur Sendung verwendeten Aufnahmeort fortgenommen, dann der Synchronisierungsanteil des Gebers auf den der anderen Aufnahmeort umgeschaltet und schließlich die Modulation der neuen Stelle hinzugenommen. Dieser Umschalt Augenblick kann z. B. wie im Rundfunk auch durch eine Ansage überbrückt werden. Innerhalb einer Gruppe 1, können aber nach wie vor die Bilder der einzelnen Kameras 2 überblendet werden, so daß in der Verteileranlage 4 nur beim Wechsel der Gruppe geschaltet werden muß. Dieses Verfahren zeichnet

sich durch seine große Einfachheit aus, und ihm ist daher im Betrieb der Vorzug gegenüber dem Verfahren mit zentralem Geber zu geben. Es ermöglicht insbesondere eine Uebertragung auch dann, wenn nur ein Uebertragungswege hergestellt werden kann. Dieses wird von ganz besonderer Bedeutung bei evtl. Uebertragungen, aus in Fahrt befindlichen Fahrzeugen und im Falle der Verlegung provisorischer Kabel.

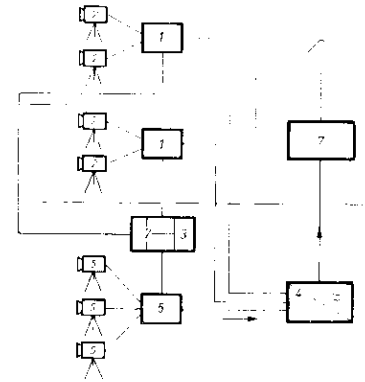


Abb. 2: Reportageanlage mit eigenem Taktgeber.

Außer dieser grundlegenden Auswahl zwischen zwei Uebertragungsmethoden sind noch verschiedene andere Anforderungen sowohl in elektrischer, wie in mechanischer Hinsicht an derartige Uebertragungsgeräte zu stellen. Die Verbindung der Aufnahmeort mit der Zentrale 4 wird immer trägerfrequent entweder mittels Kabel oder drahtlos vorzunehmen sein. Um über beide Uebertragungswege arbeiten zu können und auch bei evtl. längeren Wegen drahtlose Relaisstationen benutzen zu können, ist die Anlage derart aufzubauen, daß sie eine für die Kabelübertragung modulierte Trägerfrequenz liefert, die dann gegebenenfalls zur weiteren Modulation eines Zwischensenders benutzt wird.

Der mechanische Aufbau der Anlage, der außer der Kamera auch sämtliche Verstärkeranlagen umfaßt, soll leicht beweglich und fahrtest sein. Die Unterbringung der Geräte im Transportwagen muß so geschehen, daß dieser einerseits als Arbeitsraum dienen kann, andererseits aber auch die Möglichkeit besteht, sie leicht und schnell ausbauen und an einem anderen Platz bringen zu können, an dem sie dann längere Zeit selbständig arbeiten. Zum Transport dürfen aber zusätzliche Mittel für die Fortbewegung nicht mehr erforderlich sein. Demnach muß die Anlage aus einzelnen Einheiten bestehen und von zwei Personen leicht getragen werden können.

Dieselben Erwägungen gelten im besonderen Maße auch für die Kamera auf dem Stativ. Sie soll leicht und klein sein, um schnell an jeder beliebigen Stelle eingesetzt werden zu können. Als Maßstab kann eine normale Filmkamera zur Aufnahme von Wochenschaubildern dienen. Desgleichen soll auch das Kabel, das notwendigerweise zwischen Kamera und Verstärkeranlage vorhanden sein muß und bis zu einigen 100 m lang werden kann, handlich für die Verlegung sein.

## Elektrisches Prinzipschema.

Das elektrische Prinzipschema einer von der Fernseh G. m. b. H. entwickelten kompletten Aufnahmeanlage nach dem Verfahren mit selbständigen Taktgebern zeigt Abb. 3. Zur Stromversorgung kann entweder das Dreiphasenortsnetz oder auch ein örtlicher Stromerzeuger, z. B. ein Benzinaggregat, verwendet werden. Bei einer besonderen Ausführung wird nur ein Einphasenschluß benötigt. Zum Ausgleich der Netzschwankungen ist der Regler 1 vorhanden. Die gesamte Anlage entnimmt dem Netz ca. 2,5 bis 3 KVA.

Vom Taktgeber 2 werden sowohl die Aufnahmegeräte 3 und die Kontrollgeräte 4 als auch die Mischeinrichtung 5 über Kabel synchronisiert. Die Aufnahmegeräte selbst bestehen aus drei Einheiten: Kamera 3a, Niederfrequenzverstärker 3c für die Verstärkung der Bildsignale und Behandlung des gesamten niederfrequenten Bild- und Impulsgemisches und der Einheit 3b, in der die Ablenk-Austastimpulse sowie die Spannungen für die Störkompensation erzeugt werden. Das am Niederfrequenzverstärker 3c abgenommene Signalgemisch wird im Kontrollempfänger 4 auf Bildgüte und Aussteuerung untersucht. Da die Bilder der beiden Kameras von einem Taktgeber gesteuert werden, sind sie elektrisch untereinander gleichwertig und lassen sich somit gegenseitig überblenden. Die Ueberblendung sowie die Modulation auf den Träger 8,4 MHz wird im Misch- und Modulationsgerät 5 ausgeführt und in ihm gleichzeitig die Mischung mit den Gleichlaufsignalen, entsprechend der Deutschen Fernsehnorm, vorgenommen. Das Gerät erzeugt an einem Ausgangswiderstand von 70 Ohm eine Spannung von 1 Volt. Schließlich wird über ein hochohmiges Entkopplungsglied ein Trägerfrequenzkontrollgerät 6 angekoppelt, und in ihm nochmals die an das Kabel abgegebenen Signale überwacht.

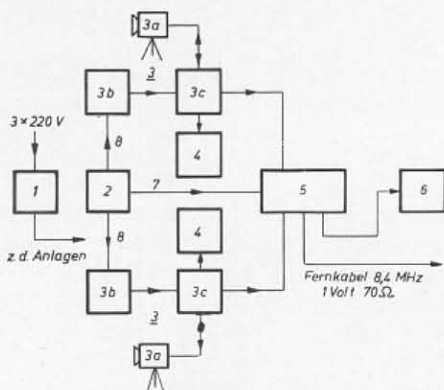


Abb. 3: Schema einer Reportageanlage.

## Mechanischer Aufbau.

Die Forderungen an die Transportfähigkeit werden durch eine Spezialkonstruktion erfüllt. Die Anlage besteht aus einzelnen Einheiten, die mittels zuverlässiger Steckverbindungen untereinander ver-

bunden werden. Die Zahl dieser Verbindungen ist so niedrig wie möglich gehalten, um die Uebersichtlichkeit der gesamten Anlage zu erhöhen und eine schnelle Inbetriebnahme zu ermöglichen. Die durchschnittlichen Abmessungen der Einheiten betragen 640×640×300 mm (Abb. 4 bis 6); sie sind nach Art von Koffern mit Panzerholzplatten verkleidet. Die Gerätegestelle (Abb. 6) werden in diese eingeschoben und mittels drei Bolzen befestigt.

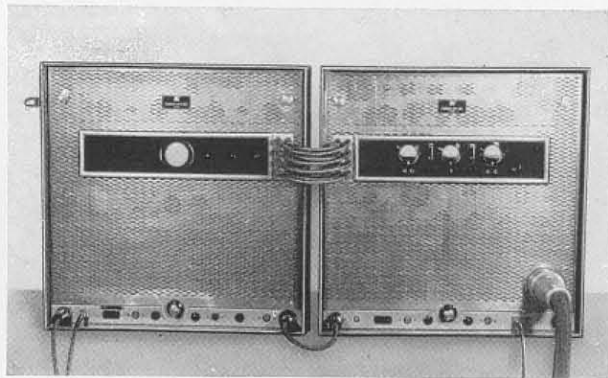


Abb. 4: Niederfrequenzverstärkeranlage.

Die Gestelle bestehen aus einem unteren Teil zur Aufnahme der Netzgeräte und einem an senkrechten Winkeln befestigten oberen Teil, der drei schmale übereinander angeordnete und vertikal liegende Montagestreifen trägt. Auf diesem Streifen sind die Verstärkereinheiten untergebracht, wobei auf der Vorderseite die Verstärkerröhren liegend angeordnet sind und auf der Rückseite zwischen Klemmenleisten die Schaltelemente liegen. Auf der Vorderseite ist weiterhin ein Paneel zur Aufnahme von Instrumenten und Bedienungsknöpfen vorhanden. Die gesamten Kabelzuführungen, VerstärkerEin- und -Ausgang, Netzanschlüsse erfolgen im wesentlichen in dem unteren Teil. Kurze Verbindungen erfolgen von Paneel zu Paneel.

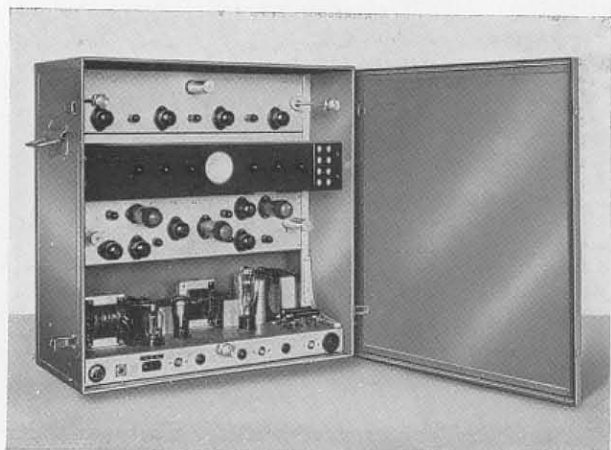


Abb. 5: Tragbare Verstärkereinheit.



Die Verstärkereinheit ist nach vorn durch eine perforierte Platte berührungssicher abgedeckt, die für die Lüftung des Gerätes sorgt und eine Öffnung für die Instrumenten- und Bedienungsplatte hat. Für den Transport wird eine weitere Frontplatte

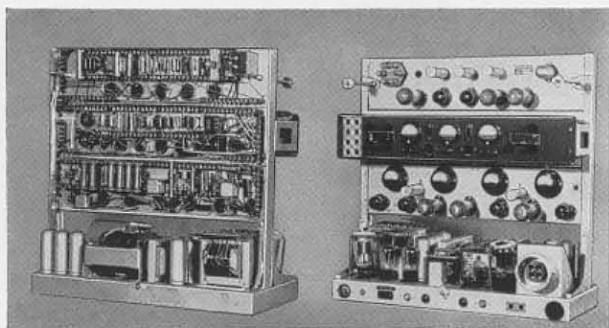


Abb. 6: Vorder- und Rückansicht einer geschalteten Verstärkereinheit.

aus Panzerholz aufgesetzt, die einen wasserdichten Abschluß für den Koffer ergibt. In diese können Schaltbilder eingelegt werden. Das Gewicht jeder Einheit beträgt ca. 30—75 kg, so daß sie von zwei Personen leicht zu transportieren ist (Abb. 7).

Die gesamte Anlage, enthaltend Taktgeber, Verstärker, Kontrollgeräte, Mischeinrichtung und Zubehör für zwei Kameras, setzt sich aus 9 Einheiten zusammen und hat ein Gewicht von ca. 470 kg. Hinzu kommt noch das Kabelgewicht, sowie das Gewicht für die Kamera, auf welche später noch eingegangen wird.

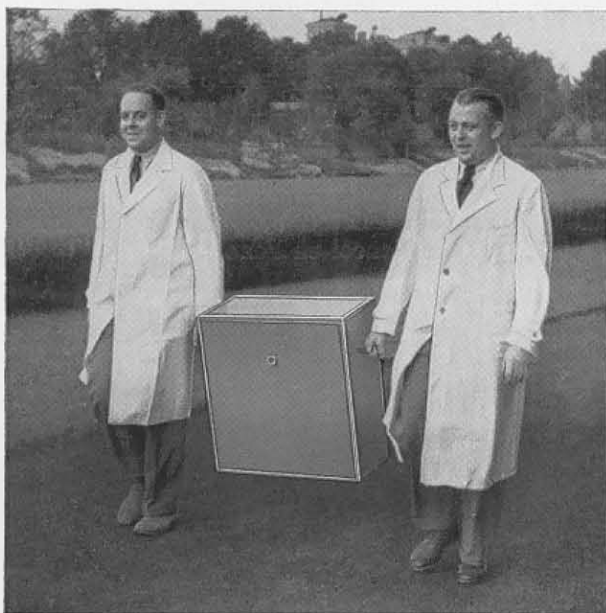


Abb. 7: Transport der Verstärkereinheit.

### Taktgeber.

Für den Taktgeber stehen zur Erzeugung der Gleichlaufimpulse grundsätzlich zwei Verfahren zur Verfügung:

Der elektrische Taktgeber, bei welchem aus dem doppelten Zeilensignal durch elektrische Teilung das Impulsgemisch gewonnen wird. Hierbei wird mit dem Hilfssignalverfahren (1) eine phasenstarre Teilung erzielt und durch Steuerung mit der Netzfrequenz der Gleichlauf des Impulsgemisches mit dem Netz bewirkt.

Der mechanische Taktgeber (2), erzeugt das Impulsgemisch mit der bekannten Lochscheibe. Da die Lochanordnung mit einer genügenden Genauigkeit hergestellt werden kann (3) erübrigen sich die komplizierten elektrischen Frequenzteiler und Phasenkorrekturvorrichtungen. Daher eignet sich dieser Taktgeber infolge seiner großen Einfachheit besonders für den vorliegenden Fall. Abb. 8 zeigt den Aufbau. Im unteren Teile des Gestelles sind der abgefederte Motor mit einer Lochscheibe, den optischen Einrichtungen, sowie der Sekundärfotозelle, mit dem dazugehörigen Netzgerät und Spannungsteiler für Photozelle und Verstärker untergebracht. Die Verstärkeranordnung ist auf einem schmalen Montagestreifen darüber angeordnet.

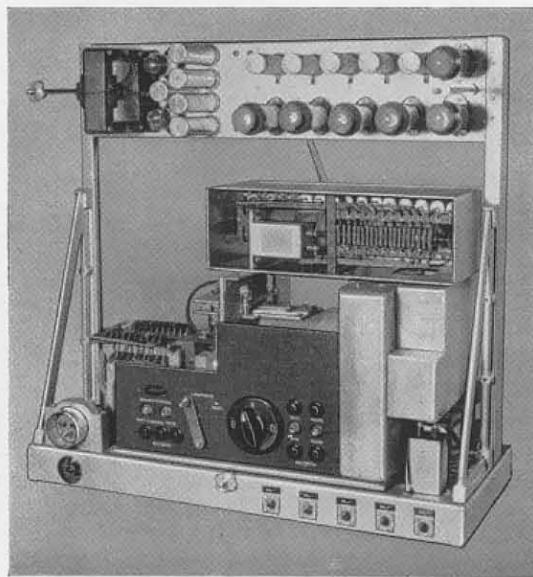


Abb. 8: Mechanischer Taktgeber.

Nach der Deutschen Fernsehnorm sind zwei verschiedene Impulse erforderlich, und zwar zunächst die Folge A, die dem Gleichlaufanteil des Einkanalimpulsgemisches entspricht, und dann diejenige B, welche zur Schwarztaustung des Bildinhaltes während des Strahlrücklaufes nötig ist. Der Zeilenimpuls der Folge B ist um ca. 2% der Zeile länger und setzt im Bezug auf die Impulse der Folge A um ca. 1% der Zeile eher ein. Der Mischeinrichtung (Abb. 3) wird über das Kabel 7 die Impulsfolge A, den Impulsverstärkern 3b über das Kabel 8 aber nur die Folge B zugeführt.

Diese genannten Impulsfolgen A und B (Abb. 9) werden aus dem mit schräger Flanke von der Photozelle 1 gelieferten Signal 2 durch Beschneidung bei



verschiedenen Amplitudenwerten in den Stufen 3 und 4 gewonnen. Sodann werden sie über Anpassungsverstärker 5 und 6 an niederohmige Kabel geliefert, die am anderen Ende ebenfalls ohmisch abgeschlossen sind, um bei längeren Kabeln Einschwingungen zu vermeiden. Eine der Zahl der anzuschließenden Geräte entsprechende Menge von Ausgängen ist vorgesehen, um jedem sein eigenes Signal zu liefern, so daß gegenseitige Störungen ausgeschlossen sind.

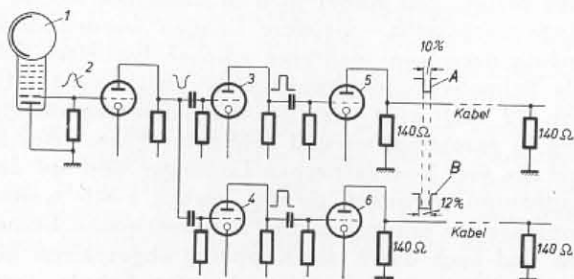


Abb. 9: Elektrisches Schema des Taktgebers.

### Niederfrequenzverstärker und Kamera.

Die niederfrequente Verstärkeranlage zeigt Abb. 4 in Frontansicht. Links steht der Impulsverstärker und rechts der Bildsignalverstärker (siehe 3b und 3c in Abb. 3). Die beiden Einheiten enthalten die Kipp- und Austastgeräte, sowie die Kraftverstärker und sämtliche zum Betrieb der Kamera erforderlichen Netzgeräte und Signalanlagen.

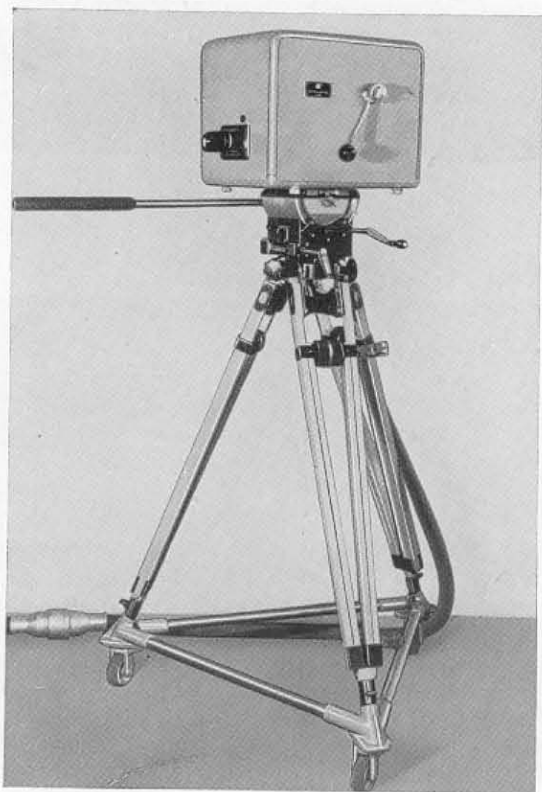


Abb. 10: Kamera auf Stativ.

Ganz links befinden sich als einzige Zuführungen zum Impulsverstärker der Stecker für das Netz, das zur zweiten Einheit weiter geschleift wird, und der Stecker für die vom Taktgeber gelieferte Synchronisierung. Die Verbindung zwischen beiden Geräten geschieht durch einfache Kabelschleifen. Am Ausgang werden die niederfrequenten Bildsignale einschließlich der Wegtastung und Schwarzsteuerung an zwei kleinen Steckern rechts für das Kontrollgerät und für die Mischeinrichtung abgenommen. Das starke Kabel enthält die Verbindungs-

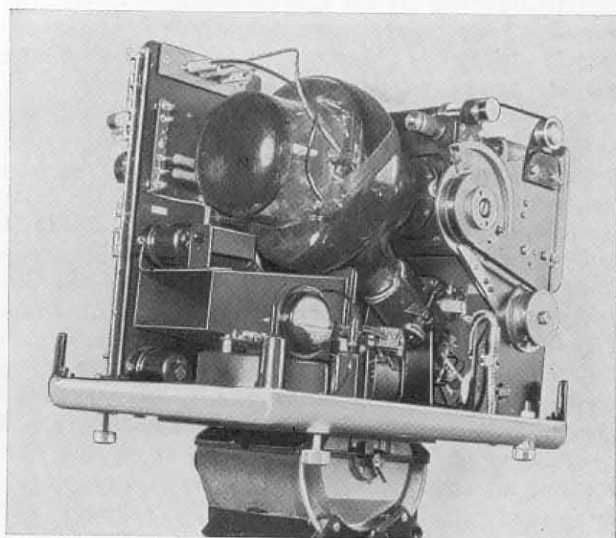


Abb. 11: Inneres des Kamerakopfes.

leitungen zwischen Kamera und Verstärkeranlage und dient zur Einführung der Ablenkimpulse und Zurückführung der Bildsignale.

Abb. 10 zeigt eine betriebsfertige Aufnahmeeinheit. Das mit Rollen versehene Dreieck trägt ein Posaunenstativ, mit einem Schwenkkopf und den dazu gehörigen Hebeln und Kurbeln zum Drehen und Senken desselben, wie es aus der Kinotechnik bekannt ist. Der Kamerakopf ist in einer Schwalbenschwanzführung aufgesetzt. Diese gewichtsmäßig sehr günstige Lösung ist für eine transportable Anlage ganz besonders geeignet.

Der Kamerakopf, Abb. 11, besteht aus einer Leichtmetall-Gußplatte, auf der die optischen Teile, sowie die Verstärkereinheiten aufgebaut sind. Das Ganze wird durch eine leicht aufsetzbare lichtdichte Leichtmetallkappe geschützt, die zum Schutz gegen Erwärmung der inneren Teile infolge Sonnenbestrahlung eloxiert werden kann.

Die Speicherröhre (4) ist in einer Zylinderführung befestigt. Der Einbau erfolgt nach Justiermarken, die bei der Fabrikation einmalig festgelegt werden, so daß eine optische Nachjustierung innerhalb des Kamerakopfes beim Einbau der Röhre nicht mehr erforderlich ist. Vor der Speicherröhre befindet sich die bewegliche Optik, ein Zeiß-Tessar 1 : 3,5 von 15 cm Brennweite.

Das Objektiv der Bildröhre und das Sucherobjektiv sind in einer Wanne untergebracht und werden mittels des aus der Kamera herausgeführten Steuerknüppels gemeinsam bewegt. Ein eingebauter Federausgleich sorgt für Erhaltung der jeweiligen Einstellung. Die Einstellung der Blendenöffnung des Aufnahmeobjektives wird über ein Uebersetzungsgetriebe zentrisch zum Steuerknüppel vorgenommen und über einen Seilzug im Sucherbild gekennzeichnet. Die Scharfeinstellung des Objektives läßt sich in weiten Grenzen ändern. Vom Anschlag, welcher der Einstellung Unendlich entspricht, kann eine Scharfabbildung bis auf Entfernungen von ca.  $\frac{1}{2}$  m von der Kamera vorgenommen werden. Die abgetastete Bildgröße beträgt in dieser Entfernung ca.  $30 \times 30$  cm, so daß auch Großaufnahmen z. B. des Gesichtes einer einzigen Person sowie kleinere Gegenstände in ihrer ganzen Größe wiedergegeben werden können. Hinzu kommt noch, daß die von der Fernseh G. m. b. H. entwickelten kleinen Bildspeicherröhren eine beachtliche Empfindlichkeit aufweisen und ihre Bilder daher eine sehr große Tiefenschärfe haben, da die volle Oeffnung des Objektives selten ausgenutzt zu werden braucht. Diese Eigenschaften der Kamera sind aber für die Reportage-technik von ganz besonderer Bedeutung. Das gleichzeitig mitbewegte Sucherobjektiv hat die gleiche Brennweite, wie das Aufnahmeobjektiv und dauernd volle Blendenöffnung, um eine genaue Einstellung zu ermöglichen. Durch eine Umlenkspiegelanordnung erscheint das Sucherbild aufrecht und seitenrichtig auf einer Mattscheibe von ca.  $9 \times 12$  cm Größe. Trotz dieser Größe ist das Bild hell genug, so daß Bedienungsschwierigkeiten wie Ermüdungserscheinungen des Kameramannes, die bei lichtschwachen und kleinen Sucherbildern leicht auftreten, nicht vorhanden sind. Die räumliche Trennung von Aufnahme- und Sucherobjektiv hat bei kleinen Entfernungen natürlich eine gewisse Parallaxe zur Folge. Diese läßt sich aber laufend berücksichtigen, da sich in Verbindung mit der Einstellung des Aufnahmeobjektives ein kreisförmiges Zeichen im Sucherbild bewegt, das die jeweilige Bildmitte der Aufnahme angibt.

In elektrischer Hinsicht enthält die Kamera den Vorverstärker für die Bildsignale, die Verstärker zur Verdoppelung und Symmetrierung der einpolig zugeführten Kippspannung, sowie die Mittel zur Austastung des Strahles. Gegen mechanische und akustische Erschütterungen sind alle Teile weitgehend abgedeckt.

Der gesamte Kamerakopf wiegt mit Einbauten 24,5 kg, die Abmessungen betragen  $43 \times 32 \times 35$  cm, das Gerät kommt also in die Größenanordnung einer normalen Kinowochenschau-Kamera.

Das Verbindungskabel zwischen Kamera und Verstärkeranlage hat mehreren verschiedenen Zwecken zu dienen und wurde einer besonderen Entwicklung unterzogen. Der Kern dieses Kabels enthält vier einadrige, abgeschirmte, konzentrische Leitungen für den Bildinhalt, für die Zeilenablenkung, für die Strahlaustastung und eine Reserve-

leitung. Um diese vier Leitungen herum liegen Fülladern und acht weitere gummiisolierte Leitungen zur Zuführung der Netzspannung, sowie zur Verständigung und Dirigierung des Kameramannes vom Orte der Mischeinrichtung her. Um das gesamte Kabel wird ein Metallgeflecht gelegt, das seinerseits mit einem Gummischlauch überzogen ist. Zum mechanischen Schutz wird über dieses außerdem ein kräftiges Hanfgarngeflecht gelegt, welches den nötigen Schutz gegen mechanische Beschädigung bietet. Das Kabel wird in Einheiten von 50 m Länge hergestellt. Größere Längen werden durch Aneinandersetzen mehrerer solcher Einheiten mittels Schnellverschlußkupplungen zusammengesetzt. Abb. 12 zeigt eine derartige Schnellverschlußkupplung in geschlossener und geöffneter Form. Auf ihr sind die vier konzentrischen Leitungen und auf dem Außenrand zwischen diesen jeweils zwei weitere Kontakte zu erkennen. Die konzentrischen Leitungen sind auch durch die Kupplung abgeschirmt hindurchgeführt, so daß ein wirksamer Schutz gegen Störeinflüsse vorhanden ist. Für die richtige Ineinanderführung beider Teile sind beiderseits des Abschirmzylinders Führungsnuten vorgesehen. Abbildung 13 zeigt eine andere Kupplung. Die beiden Kupplungshälften werden hier mit einer Ueberwurfmutter aufeinander festgezogen und haben an ihren Enden wasserdichte Verschlußstücke. Gleichzeitig sind an ihnen Oesen vorgesehen, die zum Einhängen des Kabels in einen Haken bestimmt sind, wenn das Kabel einmal hochgelegt werden muß.



Abb. 12: Verbindungsstecker für Kamerakabel.

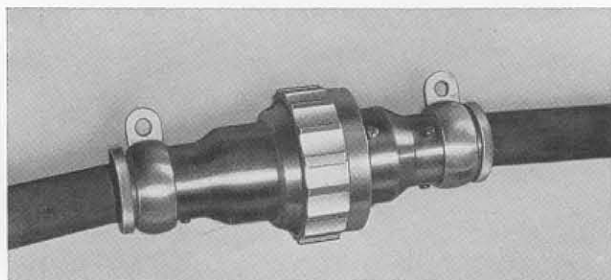


Abb. 13: Verbindungsstecker für Kamerakabel.

Das Gewicht der Kabel beträgt  $1,56$  kg/m, so daß eine Längeneinheit von 50 m einschließlich der Kupplungen ca.  $80$  kg wiegt. An dem Kamerakopf selbst ist ein Anschlußkabel von ca.  $2$  m vorgesehen, um eine leichte Anschlußmöglichkeit zu gewährleisten.

## Mischeinrichtung und Modulationsanordnung.

Die von den Kameraverstärkern kommenden und der Misch- und Modulationseinrichtung zugeführten niederfrequenten Bildsignale *C* und *D* (siehe Abb. 14) enthalten nur die Austastimpulse *E*, welche jedoch die Signale auf einen kleineren Wert als den Schwarzwert austasten. Um bei einer folgenden Verstärkungsregelung die Aussteuerung unabhängig vom Schwarzwert machen zu können, werden die Bildsignalfolgen *C* und *D* zunächst amplitudenmäßig auf den richtigen Schwarzwert beschnitten, so daß Signalfolgen *F* und *G* entstehen, die nur den Spannungsbereich zwischen schwarz und weiß umfassen. Die hierzu benutzte Amplitudensiebschaltung enthält eine zum Anodenwiderstand einer Verstärker- röhre parallel geschaltete Diode, die bei Erreichung einer bestimmten, und zwar dem Schwarzwert entsprechenden Spannung geöffnet wird und damit einen bedeutend kleineren Widerstand darstellt als

entsprechendes niederfrequentes Einkanal - Spannungsgemisch geschaffen worden, das jedoch, um die krumme Charakteristik der Modulationsröhre durchzusteuern, einen im Verhältnis zur Modulation des Bildinhaltes vergrößerten Synchronisierungsanteil hat.

Bei Betätigung der Ueberblender wird dann jeweils nur der über dem Schwarzwert liegende Anteil allein geändert, der Synchronisierungsanteil jedoch unverändert gelassen. Die Modulation erfolgt in einer Gegentaktstufe. Die vom quartzesteuerten Schwingerzeuger *O* gelieferte Trägerfrequenz wird dem einen Steuergitterpaar im Gegentakt, die Niederfrequenz dem zweiten im Gleichtakt zugeführt. Der im Gegentakt abgenommene modulierte Träger wird schließlich über eine Endverstärkerröhre, in deren Anodenkreis ein angepaßter Uebertrager liegt, an ein Uebertragungskabel abgegeben. Der Uebertrager nimmt für das Bereich von 5 bis 12 MHz

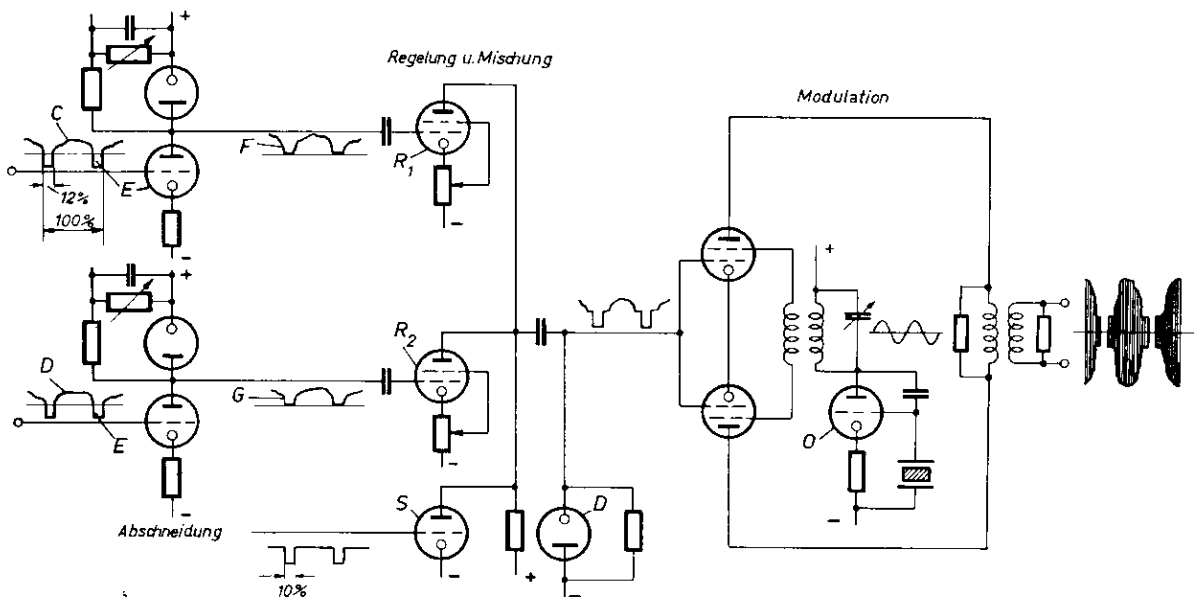


Abb. 14: Misch- und Modulationsanordnung.

vorher. Im Aussteuerbereich ist also nur der Anodenwiderstand, in den Austastlücken der bedeutend kleinere Innenwiderstand der Diode maßgebend. Die Signalfolgen *F* und *G* werden sodann Regelröhren *R* und *R*<sub>2</sub> zugeführt, bei denen das Regelgitter durch einen im Kathodenkreis angeordneten veränderlichen Widerstand (Ueberblendregler) je nach der gewünschten Uebertragung des einen oder des anderen Bildes gesteuert wird. Beide Regelröhren, sowie die Röhre *S*, welche die vom Taktgeber 2 (Abb. 3) kommenden Synchronisierungsimpulsfolgen verstärkt, arbeiten auf einen gemeinsamen Außenwiderstand. Vor der Modulation der niederfrequenten Signale auf den Träger werden sodann der Gleichstrommittelwert und die tiefen Frequenzen wieder hinzugefügt. Dies erfolgt durch die Diode *D* welche auf den Zeilensynchronisierungsimpuls anspricht. Damit ist ein der Deutschen Fernsehnorm

die Anpassung an einen Widerstand von 70 Ohm vor. Das trägerfrequente Kabel ist unsymmetrisch ausgeführt und zum Schutz gegen Störungen mit einem zweiten Abschirmmantel versehen. Ein zweiter hochohmig entkoppelter Ausgang liegt zum Kabeleingang parallel und dient zum Anschluß des Kontrollgerätes (siehe 6 in Abb. 3). Abb. 15 zeigt rechts neben dem Taktgeber die Modulationseinrichtung. Auf dem Panel sind in der Mitte der Schwarzwertregler und zu beiden Seiten mit Signallampen verbunden, die Ueberblendregler für die Mischung der beiden Bilder angebracht. Die Regelung des Ausgangsträgers wird innerhalb des Gerätes einmalig fest eingestellt.

## Kontrolleinheit.

Die Prüfeinrichtung (Abb. 16) enthält als Bildröhre die gleiche Röhrenart wie der Einheitsempfänger

ger E1 und eine dieser ähnlichen Röhre für die Kontrolle des Oszillogrammes. Letztere entspricht äußerlich den Abmessungen der Bildröhre, die Ablenkung erfolgt jedoch gemischt, und zwar in der Zeitachse magnetisch und in Richtung der Ampli-

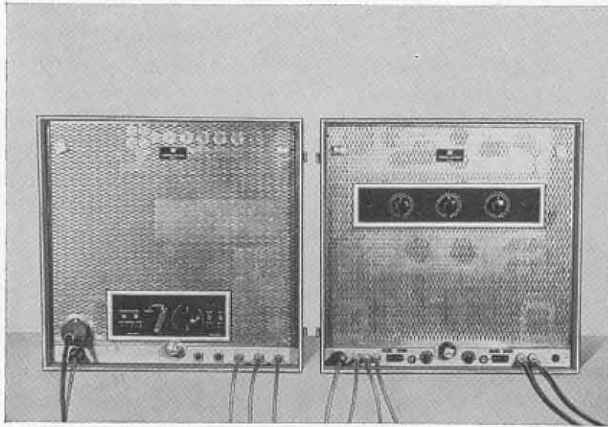


Abb. 15: Taktgeber-, Misch- und Modulationsanordnung.

tude statisch. Die Konzentration ist magnetisch. Die Einheit (Abb. 17) wird in zwei Ausführungen zur Kontrolle des Trägers für den Uebertragungskanal (6 in Abb. 3) oder zur Ueberwachung der niederfrequenten von der Aufnahmekamera kommenden Bildsignale gebaut.

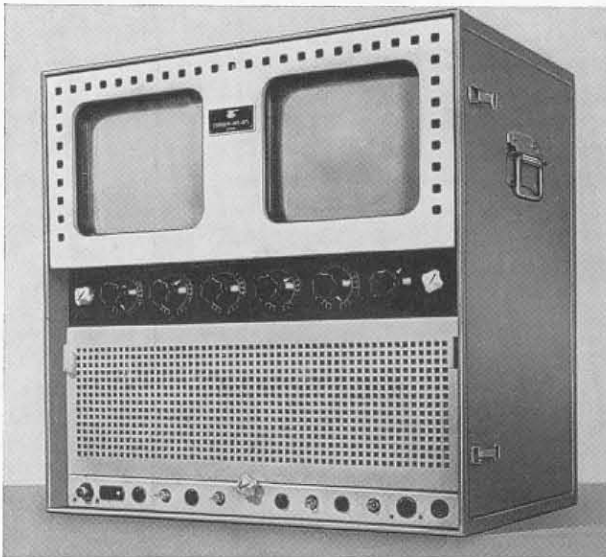


Abb. 16: Kontrolleinheit.

Im niederfrequenten Falle werden der Anordnung das Gleichlaufimpulsgemisch und die Bildhelligkeitssignale auf getrennten Wegen 1 und 2 zugeführt. Die Bildsignale werden noch über einen Niederfrequenzverstärker geleitet, um am Punkte *M* die gleiche Anpassung zu erhalten wie im trägerfrequenten Falle, bei dem nur das dem Träger auf-

modulierte Einkanalgemisch über die Leitung 3 zugeführt wird. Im letzten Falle ist der eigentlichen Prüfeinrichtung eine Empfangseinrichtung vorgeschaltet, in dem nach einer Verstärkung und Gleichrichtung die Bildhelligkeitssignale und die Gleichlaufimpulse durch amplitudenmäßige Trennung gewonnen werden. Für die weitere Verwendung liegen dann auch hier Bildsignale, gegebenenfalls gemischt mit den Gleichlaufimpulsen und die Gleichlaufimpulse getrennt vor.

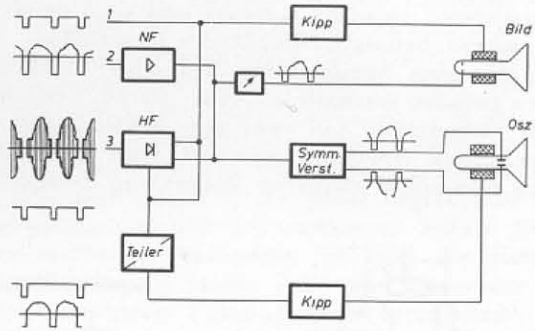


Abb. 17: Elektrisches Schema der Kontrolleinheit.

Am Punkte *M* sind also in beiden Fällen gleiche Signalfolgen und gleiche Bedingungen vorhanden. Da jedoch diese Signalamplitude noch nicht ausreicht, um ein genügend großes Oszillogramm zu erzielen, ist ein zusätzlicher Verstärker mit einigen 100 Volt Ausgangsspannung vorgesehen, der symmetrische Ablenkspannungen jeweils mit einer Schwarzsteuerung für die Ablenkplatten der Oszillographenröhre liefert. Der Verstärker überträgt das gesamte Frequenzbereich, so daß damit eine genaue Kontrolle an Hand des Oszillogrammes vorgenommen werden kann. Die Auslenkung in Amplitudenrichtung beträgt bei voller Aussteuerung ca. 6 cm, so daß ein Nachmessen der Aussteuerungsverhältnisse ohne weiteres möglich ist. Die niederfrequenten Gleichlaufsignale, die im trägerfrequenten Falle dem Amplitudensieb entnommen werden, oder im niederfrequenten Fall vom Taktgeber kommen, werden folgendermaßen weiter verarbeitet: Aus dem Gemisch wird zunächst nach bekannten Methoden der Bildimpuls herausgesiebt. Die beiden Gleichlaufsignale steuern dann direkt die Kippgeräte der Bildröhre. Weiterhin werden sie einer elektrischen Teilervorrichtung zugeführt, die jeweils einen Impuls entsprechend der halben Bild- oder Zeilenfrequenz liefert. Dieser Impuls dient zur Steuerung des umschaltbaren Verstärkerkippergerätes für die Zeitachse des Oszillographen. Es ist damit also möglich, eine Aufzeichnung der Vorgänge über zwei Zeilen oder über zwei Halbbilder vorzunehmen, so daß in der Mitte des Oszillogrammes zwischen beiden Teilen die Synchronisierungslücke und die Schwarzwertlücke zu erkennen sind.

Die Auslenkung im Oszillogramm in der Zeitachse beträgt ca. 15 cm.



Zur Ausmessung des Diagrammes ist vor dem Schirm der Röhre ein verschiebbares Fadensystem vorhanden, das je nach der geforderten Aussteuerung eingestellt werden kann. Bei der Kontrolle des Einkanalsignales werden z. B. Marken für den Nullwert, den Schwarzwert und den Weißwert angebracht.

Das Kontrollgerät ist ebenfalls in einem Panzerholzkoffer untergebracht. Die Länge der Kathodenstrahlröhren bedingt, um eine direkte Betrachtung zu ermöglichen, eine vergrößerte Tiefe von ca. 450 Millimeter. Die Anordnung ist ähnlich der allgemeinen Ausführung gewählt. Die Grundplatte trägt die Netzgeräte. Auf einer zweiten horizontalen Platte sind die Kathodenstrahlröhren mit ihren Ablenkansätzen untergebracht. Der Hals der Röhre erstreckt sich über den senkrecht angebrachten Montagestreifen hinaus, auf dem wie in den Verstärker-einheiten, die Schaltelemente montiert sind. Es ist dafür gesorgt, daß Spannungsschwankungen so gut wie überhaupt nicht auftreten, so daß auch Regleinheiten für den Oszillographenweg nicht notwendig sind. Somit ist das Gerät direkt als geeichte Einrichtung zu betrachten. Der für die Aussteuerung der Bildröhre vorgesehene getrennte Verstärker ist regelbar.

### Betriebserfahrungen.

Die oben beschriebenen Geräte haben zum erstenmal auf der Funkausstellung 1939 gearbeitet. Die ihr hier gestellten Aufgaben konnten sie leicht und sicher lösen. Der Aufnahmewagen diente dabei als Arbeitsraum. In einer etwas geänderten Form,

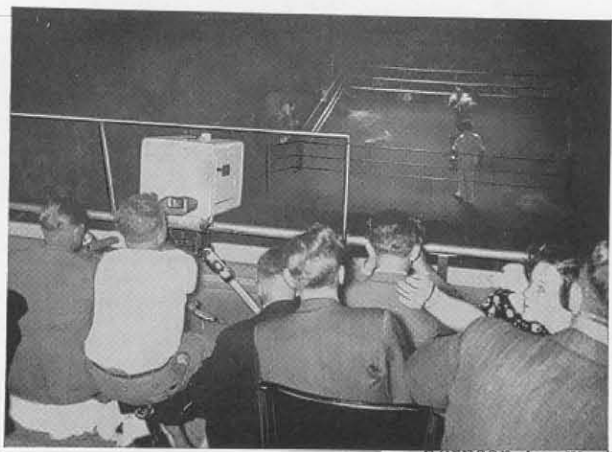


Abb. 18: Kamera im Sportpalast beim Boxkampf Heuser—Preciso.

bei der an Stelle der normalen Speicherröhre eine solche mit elektronenoptischer Vergrößerung (Superikonoskop) benutzt wurde, konnte dieselbe Anlage zur erstmaligen Uebertragung eines Boxkampfes aus dem Sportpalast angesetzt werden. Auch hier diente der Aufnahmewagen als Arbeitsraum für das Bedienungspersonal. Innerhalb des Sportpalastes

befand sich lediglich die Aufnahmekamera mit dem Aufnahmetechniker und Sprecher. Abb. 18 zeigt die Kamera an der Brüstung des ersten Ranges des Sportpalastes im Gang zwischen zwei Zuschauerreihen.



Abb. 19: Kamera beim Fußballänderkampf Deutschland-Italien am 26. 11. 1939 im Olympiastadion.

Der benötigte Platz zeigt sehr gut den Vorteil kleiner Aufnahmegeräte gegenüber schwereren und größeren Geräten, die für derartige Aufnahmen kaum in Frage kommen. Die sehr schlechten Lichtverhältnisse bei der Uebertragung des Boxkampfes sind bei der Durchführung dieser Aufgaben ganz besonders zu beachten. Der Ring wird lediglich von oben durch eine kleine Anzahl von Scheinwerfern erhellt, da größere Erwärmungen nicht auftreten dürfen. Nach dem Rande zu nimmt die Helligkeit im Ring sehr stark ab. Die trotzdem sauber durchgeführte Uebertragung ist ein Zeichen für die hohe Empfindlichkeit der Speicherröhre und der Gesamteinrichtung. Als ein Beispiel für die Freilichtübertragung sei des weiteren die Uebertragung des Fußballspieles Italien—Deutschland am 26. November aus dem Olympia-Stadion genannt. Diese Uebertragung ist sofern von besonderer Bedeutung, da sie unter den denkbar ungünstigsten Verhältnissen stattfand. Starke Bewölkung, Dauer des Spieles bis nach Sonnenuntergang, hinderten nicht die Uebertragung; Regen und Schnee beeinträchtigten nicht das Arbeiten der Kamera, trotzdem z. B. die Kamerakabel auf ihrer ganzen Länge praktisch im Wasser lagen.

Die im Laufe des vergangenen Jahres von der Fernseh-G. m. b. H. gemachten wissenschaftlichen Erfahrungen und ihre betriebliche Anwendung haben eine Uebertragungsanlage geschaffen, die es gestattet, Uebertragungen aus dem Freien sowie aus dem Innern von großen Räumen auch bei schlechten Lichtverhältnissen vorzunehmen.

### Zusammenfassung.

Für bewegliche Fernsehreportageanlagen ist es bedeutend einfacher, statt eines zentralen mehrere örtliche Taktgeber zu verwenden, wenn es damit

auch nicht mehr möglich ist, eine Ueberblendung zwischen voneinander unabhängigen Anlagen vorzunehmen. Bei mehreren Aufnahmekameras ein und derselben Anlage bleibt die Ueberblendungsmöglichkeit aber unverändert bestehen. Der mechanische Aufbau enthält bei zwei Kameras einschließlich derselben 11 getrennte Einheiten, die untereinander schnell verkabelt werden können. Ihr Gewicht schwankt zwischen 30 und 70 kg. Der Taktgeber stellt mittels Lochscheibe das Synchronisierungsgemisch her. Die Kamera selbst weist verschiedene technische Sonderheiten auf, die ihre Handhabung sehr erleichtern. Großaufnahmen von Objekten in  $1/2$  m Entfernung sind möglich. Das Steuerkabel enthält außer vier konzentrischen Leitungen für die Synchronisierimpulse und die Bildsignale, noch mehrere Adern für die Zuführung der Spannungen und zur Verständigung mit dem Kameramann. In der Mischeinrichtung werden nicht nur die Bilder mehrerer Kameras überblendet, sondern auch gemäß der Deutschen Fernsehnorm elektrisch behandelt und schließlich auf den hochfrequenten Träger (8,4 MHz) moduliert. Kontrolleinrichtungen sorgen für die nieder- und trägerfrequente Ueberwachung der Aufnahme.

#### Schrifttum.

- (1) Joh. Schunack: Fernseh A. G., Hausm. 1, 1939, 98.  
(2) R. Möller: Fernseh A. G., Hausm. 1, 1939, 159.

- (3) K. Thöm: Fernseh A. G., Hausm. 1, 1939, 42.  
(4) R. Behne: Fernseh A. G., Hausm. 1, 1939, 134.

#### SUMMARY.

##### Transmitting Equipment for Television Reporters.

Television reporting devices can be constructed much simpler if instead of a central master synchronizing impulse generator a number of local impulse generators is used. The pictures of a number of cameras of one and the same local system may be faded into one another but not the pictures of different systems.

A complete reporter equipment built by Fernseh G. m. b. H. includes 9 separate units besides two cameras. The weight of the units varies between 60 and 140 lb. The local impulse generator uses a rotating disc and produces the complete synchronizing mixture. The camera is remarkable on account of its small size and light weight and is so constructed that adjustments during operation are reduced to a minimum. The optical system allows scanning of objects at a minimal distance of  $1\frac{1}{2}$  feet. The cable between the camera and the portable units contains four concentric conductors for the synchronizing impulses and image signals and a number of additional conductors for feeding the necessary voltages and for telephone connection with the camera operator. The mixing unit contains the change-over equipment and the modulating stage for a carrier frequency of 8.4 megacycles.

---

Mit dem vorliegenden Heft erscheinen unsere Hausmitteilungen unter dem Namen FERNSEH G.M.B.H., da die Fernseh A. G. durch Gesellschaftsvertrag vom 18. September 1939 in eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung umgewandelt worden ist. Die neue Firma ist mit der bisherigen identisch; es haben sich lediglich Name und Rechtsform geändert.



# Fernseh-Kamera.



## Baujahr 1938 — Baujahr 1939.

Größere Empfindlichkeit, bessere Bildschärfe, gesteigerte Bildgüte, dabei aber kleinere Abmessungen, gepaart mit geringerem Gewicht und verbesserter Handlichkeit. Das sind die Merkmale der Kamera von 1939.

Mit dem Heft 6 schließt der erste Band unserer Hausmitteilungen ab. Er enthält folgende Hefte:

Heft 1: Zeitschrift der Fernseh A. G., August 1938.

Heft 2: Fernseh A. G. Hausmitteilungen, Dezember 1938.

Heft 3: Fernseh A. G. Hausmitteilungen, April 1939.

Heft 4: 10 Jahre Fernseh A. G. Hausmitteilungen, Juli 1939.

Heft 5: Fernseh A. G. Hausmitteilungen, August 1939.

Heft 6: Fernseh G. m. b. H. Hausmitteilungen, Dezember 1939.

Das Inhaltsverzeichnis zum ersten Band wird zusammen mit Heft 7 nachgeliefert.