

Spezialröhren in historischen Fernsehempfängern

Herbert Börner, Ilmenau

Originalbeitrag erschienen in: FUNKGESCHICHTE Jg. 8 (1985) Nr. 43, S. 103 - 112

Die elektromechanische Periode bis 1932

Mit der Entwicklung einer weltumspannenden elektrischen Telegraphie in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts kamen nicht nur Gedanken an eine elektrische Übertragung der menschlichen Sprache auf, sondern auch an eine Fernübertragung von Bildern. Mit den vorhandenen, aus unserer heutigen Sicht rohen Mitteln der damaligen Elektrotechnik wurden bis zur Jahrhundertwende die Grundlagen der Bildtelegraphie geschaffen. Die um diese Zeit sich herausbildende Kinematographie nährte weitere Hoffnungen auf die Erfüllung eines langgehegten Wunschtraumes der Menschheit: das Fern-Sehen bewegter Bilder. Alle Vorschläge und Versuche scheiterten jedoch am Fehlen eines elektrischen Verstärkers. Erst als nach dem 1. Weltkrieg serienmäßig gefertigte Elektronenröhren zur Verfügung standen, rückte die Erfüllung dieses Wunschtraumes in erreichbare Nähe. Ein weiterer, wesentlicher Einflussfaktor kam mit der Einführung und schnellen Verbreitung des Rundfunks in den zwanziger Jahren. In einer Zeit, in der sich gerade der Stummfilm zum Tonfilm wandelte, wurde an verschiedenen Stellen intensiv daran gearbeitet, dem Ton-Rundfunk das fehlende Bild hinzuzufügen.

Ein Weg hierzu war der Bildfunk, der 1928/29 von sich reden machte, aber wegen der Umständlichkeit der Bilderzeugung und wegen des Zeitverzuges zum Ereignis bald wieder aufgegeben wurde.

Aus der damaligen Wirtschaftslage heraus war eine Grundforderung an die Einführung eines Fernsehens: es durfte nur so wenig wie möglich zusätzliche Kosten verursachen. Das bedeutete auf der einen Seite die Benutzung der vorhandenen Rundfunksender (die in der Hauptsache im Mittelwellenbereich arbeiteten) und auf der anderen Seite die Benutzung der vorhandenen Empfänger. Das 1929/30 angestrebte Fernsehen zielte auf ein Fernseh-Zusatzgerät zum Rundfunkempfänger ab (vgl. [2]). Demzufolge wurden keine speziellen Fernsehempfangsröhren benötigt (wenn man von der Flächenglimmlampe absieht).

Dieses primitive, vorwiegend mit Nipkowscheibe betriebene, niederzeilige Fernsehen lieferte so enttäuschende Bilder, dass an eine allgemeine Einführung nicht zu denken war.

Aus dieser Periode ist in der Tabelle 1 nur der "Normalempfänger" der Fernseh A.-G. aufgeführt. Die eingetragenen Röhren wurden zur Gleichlaufimpulsabtrennung und Synchronisierung eines Sinusgenerators benötigt, der einen Synchronmotor antrieb. Bilder des Empfängers und seine Schaltung finden sich auf Seite 36 des Buches von *D. Holt-schmidt: Fernsehen - wie es begann* [1] (vgl. auch [2]).

Die Entwicklung elektronischer Fernsehempfänger 1932 - 1939

Bildempfang

Aus dem Fiasko der ersten 30-Zeilen-Empfänger musste die Schlussfolgerung gezogen werden, dass ein Fernsehen nur bei entscheidender Erhöhung der Zeilenzahl attraktiv würde. Die damit verbundene Erhöhung der Videobandbreite zwang zum Verlassen des Mittelwellenbereichs und, da der Kurzwellenbereich sich als unbenutzbar zeigte, zum Ausweichen auf den Ultrakurzwellen-(Meter-)Bereich. Da es auf diesem Bereich noch keinen Rundfunk gab, musste der Fernsehempfänger mit einem UKW-Bildempfänger ausgerüstet werden. Ein Beispiel dafür bietet der TeKaDe-Spiegelschrauben-Empfänger SS 7/90 von 1932 ([1], S.65). Während die Spiegelschraube (90 Zeilen) netzsynchron angetrieben wurde, dienten die in der Tab. 1 aufgeführten Röhren der Aufbereitung des Bildsignals zur Ansteuerung einer Flächenglimmlampe (Audion + 3 RC-gekoppelte Verstärkerstufen; Empfängerfrequenz 43 MHz = 7-m-Welle). Auch hier fanden normale Rundfunkröhren Verwendung. Ein Tonempfang war nicht vorgesehen.

Einer Erhöhung der Zeilenzahl auf über 100 konnten die mechanischen Verfahren nicht mehr folgen. So kam als Wiedergabeorgan für die 1934 eingeführte 180-Zeilen-Norm nur noch die Katodenstrahlröhre in Frage. Mit dieser Norm wurde erstmals die Verstärkung eines sehr breiten Videobandes von 500 kHz erforderlich, das im (zweiseitenband-) modulierten Zustand eine HF-Bandbreite von 1 MHz beanspruchte! Eine Geradeausverstärkung war mit den damaligen Röhren unmöglich. Aber selbst bei Verwendung der Superschaltung kann man sich vorstellen, welche Schwierigkeiten die Erfüllung der Forderung bereitete, bei 1,3 MHz Mittenfrequenz der ZF eine ausreichende Verstärkung für den großen Bereich 0,8 - 1,8 MHz zu erreichen! Die ZF-Kreise mussten sehr stark bedämpft werden, wodurch die ZF-Verstärkung in der Hauptsache durch eine hohe Röhrenverstärkung erzielt werden musste. (Der Einseitenbandempfang wurde erst später eingeführt.)

So entwickelte Telefunken eigens für den Empfänger FE III ([1], S. 72 und [2]) die Röhre S 9 (Steilheit 9 mA/V, in Datenblättern meist mit 8,5 oder 8,2 mA/V angegeben; Tab. 2). Sie wurde außer im vierstufigen Bild-ZF Verstärker noch als HF-Vorröhre und im Ablenkteil eingesetzt. Der Nachteil der S 9 war der hohe Anodenstromverbrauch von 20 mA, der einer mittleren Lautsprecherröhre entsprach. Trotzdem muss sie noch weitere Einsatzgebiete gefunden haben, denn sie wurde in den Folgejahren unter der Bezeichnung RV 209 (Bild 1) weiter produziert.

Das Jahr 1935 brachte die Einführung der Röhren mit Außenkontaktsockel, wie sie überwiegend im Telefunkentyp FE IV eingesetzt wurden (siehe Tab. 1 und [1], S. 73 - 74). Hier findet sich als Bild-ZF-Verstärker-Endröhre (Gleichrichtung an Gitter-Katoden-



Bild 1: Telefunken
RV 209 = S 9

Elektronenröhren / Fernsehempfänger

Hersteller	Typ / Baujahr	Zeilen	Bildempfänger	Tonempfänger (Ton-ZF + NF)	Synchronisierung/ Ablenkteil	Netzteil / Hochspannung	Bilderzeugung
Fernseh A.-G.	Normalempfänger 1930/31	30			2xREN1104 + REN804	R 250 (Rectron)	Nipkowscheibe
	DE 6 1938	441	3xAF7 + AF3 + AC2 + AH1 + RS288 + CY2	AF3 + AB2 + AC2 + AL4	2xAF7 + AL2 + AL5	RGN4004 + 2xAZ1 + NG6020	Bildrö. 40 cm
	DE 7 1938/39	441	EF11 + 4xEF12 + ECH11 + ABL1	EF11 + EBC11 + EL11	AC2 + RS241 + ? + ?	AX1 + AZ1 + NG6020	Bildrö. 28 cm
Lorenz	HE 4 (HS 1) 1937/38	441	5xFP8 + ECH11 + EBL1	EF12 + EBF11 + EL11	2xFK1 + 2xEL11 + EZ12	EZ12 + 2xNG3020	Bildrö. 30(50)cm
Loewe	FE B 1935/36	180	ACH1 + 3xHP93 + HP97 + GV4	3NFK (bzw. 3NFL)	2xFK2 + 2xLA207	26NG + 2xNG3020	Bildrö. 25 cm
	FE D 1937/38	441	2x4H1(=AF7) + 4M1(=AK2) + 3xHP93 + 4V2(=ABL1)	RENS1254 + 4H1(=AF7) + 4E1(=AL4)	2xFK1 + 2xAL5	3x26NG + NG6020	Bildrö. 30 cm
TeKaDe	SS 7/90 1932	90	RENS1284 + 2xREN904 + RE604 + RGN1064				Spiegelschraube
	FS 38 1938	441	ACH1 + 3x4673 + AB2 + RFE1	4673 + ABC1 + AC2 + AD1	4xAC2 + 2xAL4	RGN4004 + AZ1 + "Spezial" (Hochsp.-Gl.)	Bildrö. 40 cm
Telefunken	FE III 1934/35	180	ACH1 + 5xS9	2xREN914 + RENS1374d	2xS9 + 2xREN914 + 2xS0,7/0,2h + 2xRB2 + RENS1374d + CY1	3xRGN2504 + RGN354 + RFG2 + SIV280/80	Bildrö. 30 cm
	FE IV 1936/37	180	RENS1264 + ACH1 + AF3 + AF7 + RFE1	AF3 + AF7 + AB2 + AL1	AF7 + AB2 + CY1 + AC2 + 3xAL2	RGN2504 + RFG1	Bildrö. 30 cm
	FE VI 1937/38	441	5xRV12P2000 + EB2 + RL12T1 + EL1	AF3 + AF7 + AB2 + AL4	3xAF7 + AL5spez. + AL4 + CY1spez.	RGN2004 + AZ1 + 2xRFG3	Bildrö. 30 cm
verschied. *)	Einheits-Fernsehempf. E 1	441	ECH11 + 4xEF14 + EZ11	EF11 + EBF11 + EL11	EF14 + 2xESt11	AZ11 + AZ12 + RFG5	Bildrö. 30 cm **)

*) Nullserie bei Blaupunkt für Fernseh A.-G.

**) Rechteck-Rö.

Tabelle 1: Beispiele von Röhrenbestückungen historischer Fernsehempfänger 1930 - 1939.

strecke der Bildröhre!) der Typ RFE 1. Dahinter verbirgt sich lediglich eine S 9 mit Außenkontakt-Sockel (Beschaltung analog AF 7). Mit der RFE 1 wurde 1935 bei Telefunken eine neue Bezeichnungsform von Fernsehspezialröhren eingeführt:

1. Buchstabe **R** = Röhre
2. Buchstabe **F** = Fernsehgerät
3. Buchstabe entweder
 - E** = Empfangsröhre oder
 - G** = Gleichrichterröhre oder
 - B** = Bildröhre,
 danach laufende Nummer.

Ähnliche Fernsehspezialröhren entwickelten auch andere Firmen. Loewe setzte in seinen Empfängern FE B und FE D ([1], S. 56 - 60, auch [2]) die Typen HP 93 und HP 97 ein, Lorenz ([1], S. 50 - 51) eine sogenannte Knopfröhre vom Typ FP 8. Von diesen Röhren sind mir leider bisher keine Daten bekannt geworden. TeKaDe verwendete im Bildempfänger des FS 38 ([1], S. 68) eine steile Philips-Pentode vom Typ 4673 (Tab. 1 und 2); Telefunken in seinem FE VI ([1], S. 72, S. 125 und [2]) die Wehrmachtsröhren RV 12 P 2000 und RL 12 T 1 (anfänglich auch ihre Vorläufer SF 1 A und SD 1 A mit 1,9-V-Heizfaden). Speziell für den Einheitsempfänger E 1 ([1], S. 81 - 86, S. 126-127 und [2]) wurde die Stahlröhre EF 14 entwickelt, die wegen ihrer hervorragenden Eigenschaften noch bis in die ersten 50er Jahre hinein vielseitige Anwendung fand.



Bild 2: Telefunken RS 288

In [2] wird erwähnt, dass bei Telefunken anfänglich auch die Röhre RS 288 (Bild 2) eingesetzt wurde (wahrscheinlich in FE I und FE II). Ich konnte sie nur im DE 6 der Fernseh A.-G. nachweisen. Sie war für den Einsatz im Bild-ZF-Verstärker trotz der hohen Steilheit von 10 mA/V vermutlich wegen der hohen Elektrodenkapazitäten und des relativ hohen Anodenstrombedarfs wenig geeignet.

Ab 1936 wurde die Bildgleichrichtung nicht mehr dem G-K-Strecke der Bildröhre überlassen (siehe FE III, FE IV), sondern einer separaten Diode übertragen. Da diese auf einen niedrigen Arbeitswiderstand zu wirken hatte (einige kOhm), waren hierfür Dioden mit besonders geringem Innenwiderstand erforderlich. Es kam aber hier zu keinen Spezialentwicklungen, sondern es wurden herkömmliche Empfangsdioden (AB 2, EB 2, AB(L) 1, EB(L) 1) bis hin zu Netzgleichrichtern (CY 2, EZ 11) verwendet.

Tonempfang

Mit Einführung dem 180-Zeilen-Norm ab 1934 wurde unterhalb des Bildträgers (44,3 MHz) im Abstand von 1,8 MHz mit einem getrennten Sender der Tonträger (42,5 MHz) ausgestrahlt.



Bild 3: Telefunken AL 5 spez.

Elektronenröhren / Fernsehempfänger

Typ	Heizung		Anodenverlust		Schirmgitter-Verlust			Gesamt-Verlust		Steilheit		Breitband-Eigensch.aften	
	U _f [V]	I _f [A]	U _a [V]	I _a [mA]	U _{g2} [V]	I _{g2} [mA]	P _{g2} [W]	P _{ges} [W]	S [mA/V]	Ce+Ca [pF]	S : C		
RS 288	4	1,8	220	20	150	2,5	0,38	12,0	10	25	0,40		
S9 / RV 209	4	1,0	220	20	150	3,7	0,56	9,0	8,5	20,5	0,41		
RFE 1	4	1,0	220	20	150	3,7	0,56	9,0	8,5	19,5	0,44		
AF 7	4	0,65	220	3	100	1,1	0,11	3,4	2,1	14	0,15		
SF 1 A	1,9	0,5	220	2	75	0,55	0,04	1,4	1,5	6	0,25		
RV12P2000	12,6	0,075											
Ph. 4673	4	1,35	220	8	200	1,5	0,3	7,5	5	17	0,29		
EF 14	6,3	0,45	220	12	200	1,9	0,38	5,9	7	17,5	0,40		
EF 14 Br. *)	6,3	0,45	220	18	180	1,6	0,29	7,1	10	19,5	0,51		

*) in Breitband-Schaltung (G3 an A)

oben

Tabelle 2: Daten von Breitband-Verstärkerrohren 1934 - 1939.

Typ	U _f [V]	I _f [A]	P _f [W]	Trafospannung U _{Tr.max} [V]	Sperrspannung U _{sp.max} [V]	entnehm. Gleichstrom I _a [mA]
RFG 1	4	0,6	2,4	-	5.000	5
RFG 2 / GR 8 B	2,5	3,0	7,5	2.500	10.000	5
RFG 3	4	0,65	2,6	3.500	10.000	5
RFG 4	4	4	16,0	10.000	30.000	5
RFG 5	6,3	0,2	1,26	5.500 3.000	16.000 8.500	2 10
NG 3020	2	0,5	1,0	3.000		14
NG 6020	2	1,1	2,2	6.000		5
NG 8020	2	1,0	2,0	10.000		2

links

Tabelle 3: Daten von Fernseh-Hochspannungs-Gleichrichter-rohren 1934 - 1939.

Anfänglich wurden getrennte Tonempfänger benutzt (z.B. Telefunken FE II, FE III). Ab 1936 wurde jedoch durchweg das Paralleltonverfahren verwendet, bei dem die nach der Mischung neben der Bild-ZF ebenfalls entstehende Ton-ZF getrennt weiterverstärkt wird. Für den Tonempfänger wurden keine Spezialröhren entwickelt, es fanden die allgemein üblichen Rundfunkröhren Verwendung.

Ablenkteil

Anfänglich wurde aus der Oszillografentechnik die Kippfrequenzerzeugung mit Thyatronen übernommen. Es kamen z.B. die AEG-Type S 0,7/0,2 h oder Loewe FK 1 und FK 2 zum Einsatz (Tab. 1). Sie wurden jedoch bald von Hochvakuumröhren abgelöst, wobei wiederum normale Rundfunkröhren Eingang fanden. Für die Bild-

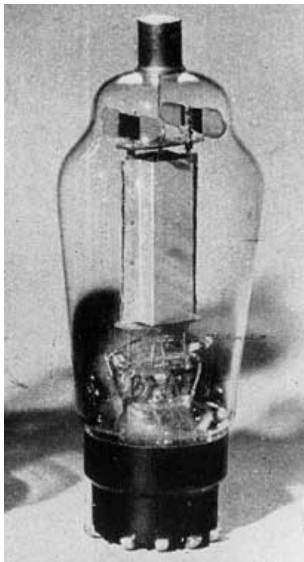


Bild 5: Telefunken CY 1 spez. [3]

und Zeilen-Endstufen wurden entweder Rundfunkröhren direkt eingesetzt oder gering modifiziert. So verwendete Telefunken im FE III einen Typ RB 2, der weiter nichts als eine BL 2 (180 mA-Gleichstrom-Endröhre) mit 4 V-Heizfaden darstellt. Um die Spannungsfestigkeit der Röhre AL 5 in der Zeilenendstufe zu erhöhen, wurde der Anodenanschluss auf den Röhrendom verlegt, es entstand so die AL 5 spez. (Bild 3). Der Loewe-Empfänger FE B wies insofern eine Besonderheit auf, als die Ablenkung sowohl horizontal als auch vertikal elektrostatisch erfolgte, wozu je eine Doppeltriode LA 207 diente (Daten unbekannt).

Eine ungewöhnliche Röhrenentwicklung findet sich mit der ES 111 (Bild 4) sowohl im Bild- als auch im Zeilen-Ablenkteil des Einheits-Fernsehempfängers. Sie vereinigte in sich einen selbstschwingenden Kipp-



Bild 4: Telefunken ES 111

generator (Sperrschwinger), die Leistungsstufe und den Synchronisierverstärker.

Als Zeilenimpuls-Rückschlag-(Booster-)Dioden wurden - falls überhaupt vorhanden - Rundfunk-Netzgleichrichterröhren verwendet (CY 1, EZ 12). Im Telefunken FE VI wurde eine Modifikation, die CY 1 spez. (Bild 5) mit oben herausgeführtem Anodenanschluss eingesetzt.

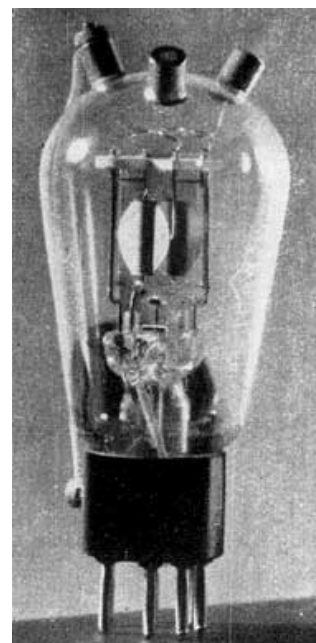


Bild 6: Telefunken RFG 1 [3]

Netzteil

Für die Anodenstromversorgung wurden Röhren aus der Palette der üblichen Empfänger-Netzgleichrichter ausgewählt. Auch die selteneren Röhren wie RGN 2504, AX 1 oder 26 NG stellen im engeren Sinne keine Spezialentwicklungen dar.

Hochspannungsgewinnung

Die zum Betrieb der Bildröhre benötigte Hochspannung stieg im Laufe der Entwicklung von ca. 2 kV (Loewe FE B, Telefunken FE II) bis auf 10 kV (Fernseh A.-G. DE 6). Für Projektionsempfänger mussten noch weit höhere Spannungen (15...25 kV) bereitgestellt werden. Hauptprobleme stellten zum einen die Isolation, zum anderen die Gleichrichtung dar.



Bild 8: Telefunken RFG 3

Aus der Oszillografentechnik wurde die Hochspannungsgewinnung aus dem 50-Hz-Netzteil übernommen. Da es anfänglich Schwierigkeiten bereitete, spratzfreie Oxidkatoden herzustellen, wurden die Hochspannungsgleichrichter mit Wolframfäden ausgerüstet. Ein Beispiel ist die Röhre GR 8B, die später die Bezeichnung RFG 2 erhielt (Tab. 3, Bild 7), aus dem Telefunkengerät FE III. Um den Isolationsaufwand der Hochspannungswicklung zu verringern, wandte man in verschiedenen Geräten die Spannungsverdopplerschaltung an, z.B. in den Telefunkengeräten FE IV und FE VI. Für den FE IV wurde eigens eine Doppelröhre RFG 1 (Bild 6) entwickelt, während im FE VI zwei getrennte RFG 3 (Bild 8) mit indirekt geheizter Oxidkatode zum Einsatz kamen. Die RFG 4 stellte eine Spezialröhre für Großprojektionsempfänger dar.

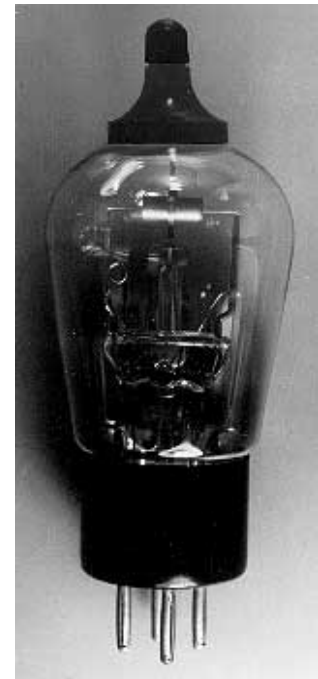


Bild 7: Telefunken RFG 2

Mit der RFG 5 (Bild 9) gelang es, die Heizleistung auf 1,25 W herabzudrücken, so dass diese Röhre aus der Zeilenendstufe mit geheizt werden konnte und damit ab 1938 die heute übliche Hochspannungsgewinnung aus dem Zeilenkippteil möglich wurde (z.B. beim Einheitsfernsehempfänger E 1). Hochspannungsgleichrichter für Fernsehempfänger wurden u.a. noch von Loewe gefertigt (NG 3020, Bild 10, NG 6020, NG 8020).



Bild 10: Loewe NG 3020

Literatur:

[1] Holtschmidt, D.: Fernsehen - wie es begann. Geschichte und Technik der Fernsehempfänger. Selbstverlag, Hagen 1984

[2] [PDF](#) Börner, H.: Vier historische Fernsehempfänger aus dem Postmuseum in Berlin. FUNKGESCHICHTE 21 (1998) Nr. 117, S. 3 - 10

[3] Schloemilch, J.: Rückblick auf den Entwicklungsgang der Fernseh-Spezialröhren. Die Telefunken-Röhre (1939) Nr. 17, S. 269 - 274



Bild 9: Telefunken RFG 5