



Röhren-Dokumente

Zweiweg-Hochvakuum - Netzgleichrichterröhre

AZ 11

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik 2 Blätter

Blatt 1

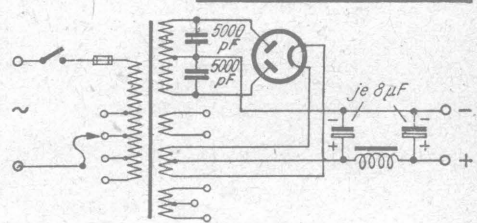
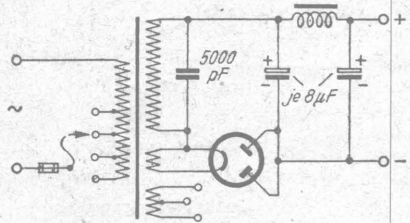
Heizung:

Bandkatode mit aufgespritzter Oxidschicht. Direkt geheizt.
Ältere Ausführung der RGN 1064 (speziell TKD-Fabrikation)
mit gespritzter enger Wendel nicht so hoch belastbar.

Heizspannung U_f 4 Volt ~, dir
Heizstrom I_f 1,1 A (AZ 11, AZ 1, AZ 31)
1 A (AZ 21, RGN 1064, 1805)
0,625 A (AZ 41)

AZ 1
AZ 21 (PhV)
AZ 31 (PhV)
AZ 41 (Ph)
RGN 1064 (Tel)
G 1064 (V)
1805 (Ph)

Betriebswerte: Siehe Kennlinienfelder



Einweggleichrichtung mit Zweiweggleichrichterröhre

Zweiweggleichrichtung

Verwendung einer Zweiweggleichrichterröhre zur Einweggleichrichtung:

- Es wird nur eine Anode verwendet, die andere freigelassen. Nur die halbe Belastung ist zulässig, und entsprechend darf nur der halbe maximale Anodenstrom entnommen werden.
- Beide Anoden werden parallel geschaltet. Die Belastung und die Stromstärke entsprechen denen der Zweiweggleichrichtung.

Zweiweggleichrichtung mit zwei Röhren mit parallel geschalteten Anoden: Belastung und Stromstärke können doppelt so groß sein wie bei einer Röhre in Zweiweggleichrichtung.

Betriebshinweise: Siehe bei der AZ 12

Grenzwerte pro System:

Ladekondensator	C_{Lmax}	60 μF (AZ 7, AZ 1, AZ 21, AZ 31, AZ 41)						
		32 μF (RGN 1064, G 1064, 1805)						
Transformatorspannung, Effektivwert entnehmbaren Gleichstrom	$U_{tr\ eff\ max}$	2 x 500 Volt						
Gleichrichterbelastung ($U_{tr\ eff} \times I_{...}$)	$I_{...max}$	120 mA						
	$N_{gl\ max}$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>ältere Daten</td> <td>nevere Daten</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Watt</td> </tr> </table>	ältere Daten	nevere Daten	30	36	Watt	
ältere Daten	nevere Daten							
30	36							
Watt								

Hieraus ergeben sich für beide Systeme bei Zweiweggleichrichtung bei den einzelnen Transformatorspannungen folgende Werte:

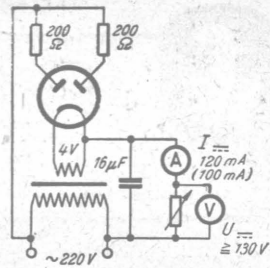
Bei einer Transformatorspannung ($U_{tr\ eff}$) von ... Volt	beträgt der maximal entnehmbare Gleichstrom ($I_{...}$) ... mA	
	ältere Daten	nevere Daten
2 x 500	60	70
2 x 400	75	90
2 x 350	85	100
2 x 300	100	120
< 2 x 300	100	120

Die neueren Daten werden propagiert von Telefunken für die AZ 11 und AZ 1, Philips-Valvo für die AZ 11, AZ 21 und AZ 41; die älteren Daten werden propagiert von Telefunken für die RGN 1064, Philips-Valvo für die AZ 1, AZ 31, G 1064 und 1805.

Streudaten:

Bei $U_f = 4 \text{ Volt}$, $U_{\sim} = 220 \text{ Volt}$ und $I_{\sim} = 120 \text{ mA}$ (100 mA) ist $U_{\sim} \geq 130 \text{ Volt}$

Schaltung zur Streudaten - Messung



Faustformeln für die Berechnung der Brummspannung

Siebungsgößen: Bei Gleichrichtern mit konstanter Belastung (wie bei Rundfunkempfängern) verwendet man C-Eingang der Siebkette. Die Brummspannung am Ladekondensator C_L beträgt ungefähr

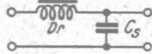
bei Einweggleichrichtung: $U_{br} = \frac{4 I}{C_L}$

bei Zweiweggleichrichtung: $U_{br} = \frac{1,5 I}{C_L}$

(I in mA, C_L in μF , U_{br} in Volt)

Am Siebkondensator beträgt die Brummspannung ungefähr

bei L-C-Siebkette:



bei Einweggleichrichtung

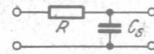
$U_{br}' = \frac{10,24}{L C_S} \cdot U_{br}$

bei Zweiweggleichrichtung

$U_{br}' = \frac{2,56}{L C_S} \cdot U_{br}$

(R in Ω , L in H, I in mA, C_S in μF , U_{br}' in Volt)

bei R-C-Siebkette



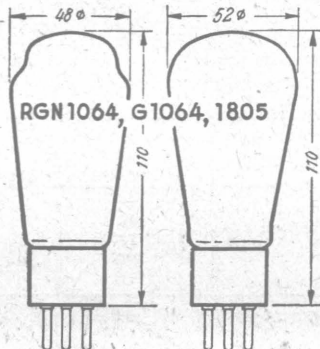
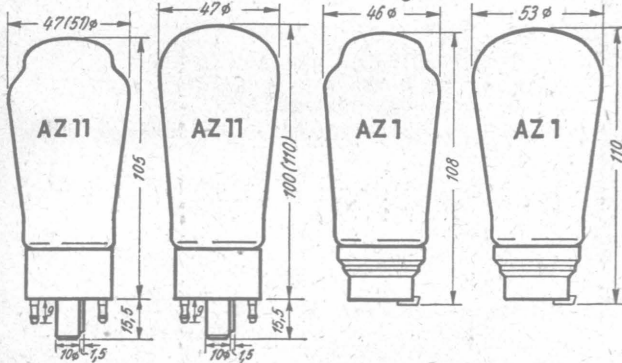
bei Einweggleichrichtung

$U_{br}' = \frac{3200}{R C_S} \cdot U_{br}$

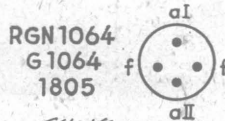
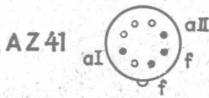
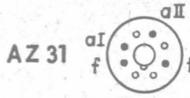
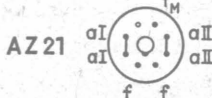
bei Zweiweggleichrichtung

$U_{br}' = \frac{1600}{R C_S} \cdot U_{br}$

Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



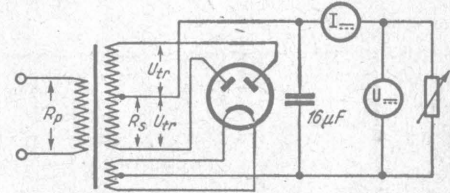
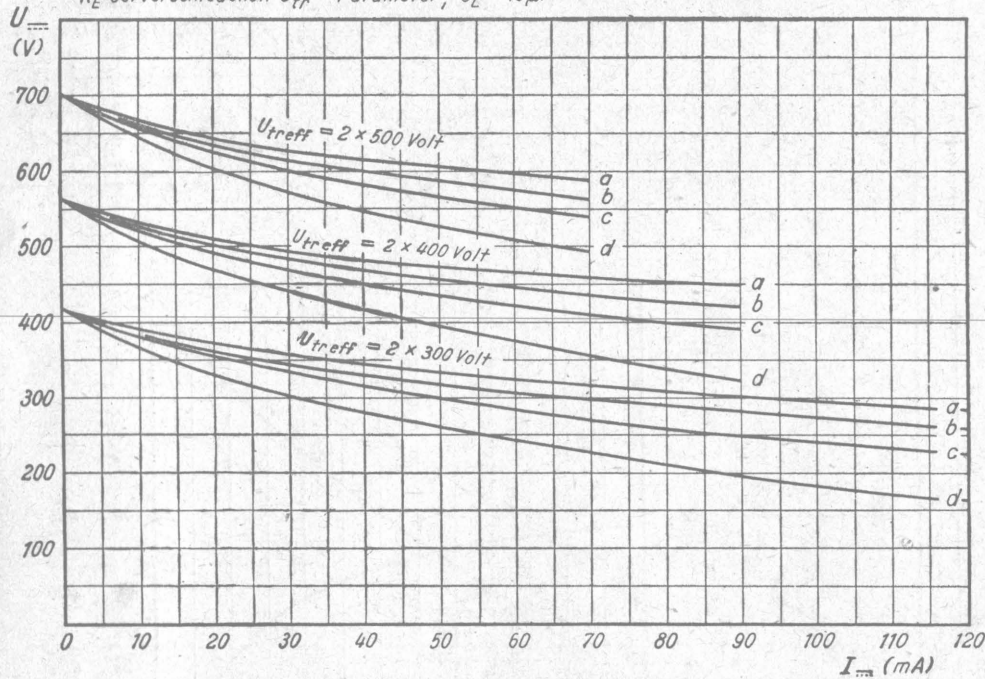
Fritz Künze

Kennlinienfeld 1

Entladekurven

$$U_{\text{m}} = f(I_{\text{m}})$$

R_E bei verschiedenen U_{tr} = Parameter; $C_L = 16 \mu\text{F}$



Meßschaltbild für Entladekurven

Bei den Entladekurven ist

U_{tr} die effektive Leerlaufspannung der Anodenspannungswicklung des Netztransformators,
 R_E der Ersatzwiderstand des Netztransformators.

$$\text{Es ist } R_E = R_s + \dot{u}^2 R_p (+ R_z).$$

R_s = ohmscher Widerstand der halben Sekundärwicklung,

R_p = ohmscher Widerstand der Primärwicklung,
 \dot{u} = Verhältnis der halben Sekundärwicklung zur Primärwicklung,

R_z = eventueller Zusatzwiderstand.)

Es ist R_E bei a = 100 Ω

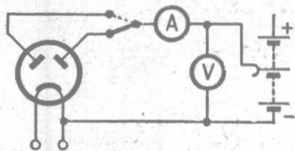
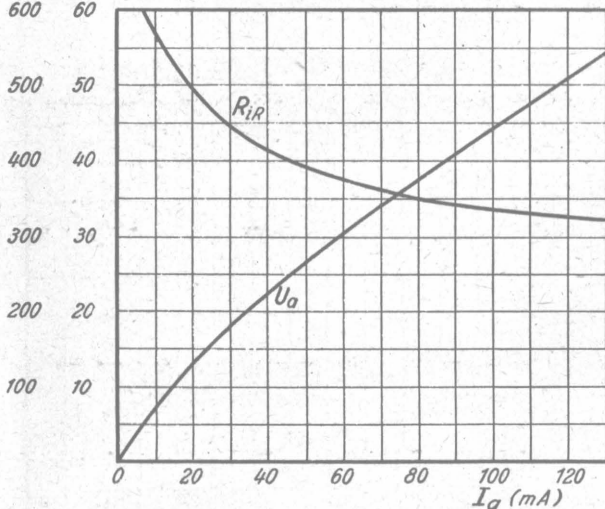
bei b = 200 Ω

bei c = 400 Ω

bei d = 800 Ω

Kennlinienfeld 2 Innenwiderstandskurven

R_{iR} U_a Werte je Anode
 (Ω) (Volt) $U_a, R_{iR} = f(I_a)$



Meßschaltbild für Innenwiderstandskurven

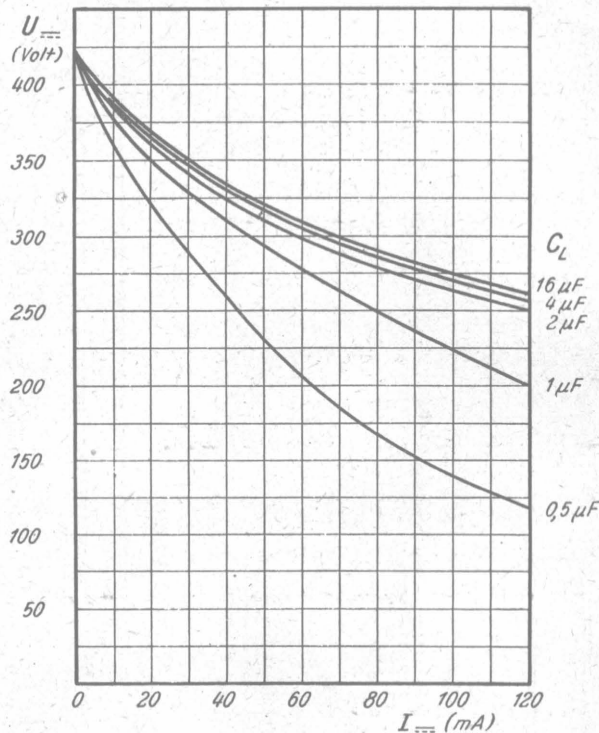
Der Innenwiderstand R_{iR} kann nicht einfach aus $U_a : I_a$ errechnet werden, wie vielfach angenommen wird. Er hängt vielmehr von \bar{U} sowie dem jeweiligen Spitzenstrom \bar{I} ab. Nach Philips kann man als Faustformel für die Berechnung des Innenwiderstandes setzen:

$$R_{iR} = 0,75 \frac{U_a}{I_a}$$

Die Innenwiderstandskurve bezieht sich nur auf 1 System. Bei Zweiweggleichrichtung und bei Parallelschaltung ist, auf beide Systeme bezogen, I_a doppelt so groß und R_{iR} halb so groß.

Kennlinienfeld 3 Entladekurven bei verschiedenem C_L

$U_{\dots} = f(I_{\dots})$
 $C_L = \text{Parameter}, R_E = 200 \Omega, U_{tr\text{eff}} = 2 \times 300 \text{ Volt}$





Röhren-Dokumente

Zweiweg-Hochvakuum- Netzgleichrichterröhre

FUNKWERK-Sammlung, Gruppe Röhrentechnik 2 Blätter

AZ 12

AZ 4 (PhV)
RGN 2004 (Tel)
G 2004 (V)
1561 (Ph)

Heizung:

Bandkatode mit aufgespritzter Oxydschicht.

Direkt geheizt.

Heizspannung

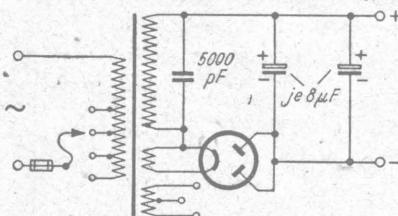
U_f 4 Volt~, dir

Heizstrom

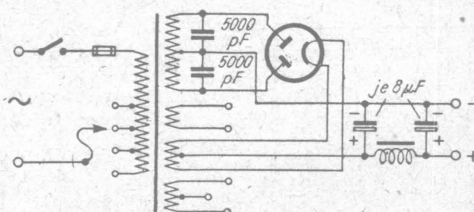
I_f 2,2 A (AZ 12, AZ 4)
2 A (RGN 2004, G 2004, 1561)

Betriebswerte: Siehe Kennlinienfelder

Blatt 1



Einweggleichrichtung mit Zweiweggleichrichterröhre



Zweiweggleichrichtung

Verwendung einer Zweiweggleichrichterröhre zur Einweggleichrichtung:

- Es wird nur eine Anode verwendet, die andere freigelassen. Nur die halbe Belastung ist zulässig, und entsprechend darf nur der halbe maximale Anodenstrom entnommen werden.*
- Beide Anoden werden parallel geschaltet. Die Belastung und die Stromstärke entsprechen denen der Zweiweggleichrichtung.*

Zweiweggleichrichtung mit zwei Röhren mit parallel geschalteten Anoden: Belastung und Stromstärke können doppelt so groß sein wie bei einer Röhre in Zweiweggleichrichtung.

Betriebshinweise: Direkt geheizte Gleichrichterröhren sind möglichst aufrecht zu stellen. Müssen sie unbedingt liegend angeordnet werden, so ist darauf zu achten, daß die Schmalseiten der Anodenkästen parallel zur Grundplatte verlaufen.

Der Ladekondensator muß für eine Betriebsspannung dimensioniert sein, die der Transformator-Spitzenspannung ($U_{Tr} = U_{Tr\text{eff}} \times 1,4$) entspricht. Ein Elektrolytkondensator für $U_b = 500V$ darf also nur für $U_{Tr\text{eff}} \leq 350V$ verwendet werden. Bei Verwendung indirekt geheizter Endröhren und direkt geheizter Gleichrichterröhren trifft das auch für den Siebkondensator zu. In der Anheizperiode der Endröhre fließt noch kein Strom durch die Siebdrossel (Feldspule, Siebwiderstand), es findet also auch kein Spannungsabfall an ihr statt, so daß auch am Siebkondensator die volle Spannung liegt. Vermeiden kann man die hohe Spannungsbeanspruchung des Siebkondensators

- durch zusätzliche Belastung (Parallelwiderstand zum Siebkondensator),
- durch stromabhängigen Widerstand (Urdoxwiderstand zwischen Gleichrichter und Ladekondensator),
- durch Widerstand von etwa $1,5\Omega$ im Heizkreis der Gleichrichterröhre (Gleichrichter-Heizspannungswicklung durch Windungen mit Widerstandsdraht $0,4 \dots 0,5 \text{ mm } \Phi$ um etwa 1 Volt erhöhen).

Zur Vermeidung von Störschwingungen und Verhinderung des Eindringens von Störschwingungen von außen überbrücke man die Sekundär-Anodenwicklungen (gegen Mittelabgriff) mit einem Kondensator von 5000 pF und verwende einen Abschirmmantel (Abschirmwicklung) zwischen Primär- und Sekundärwicklung des Netztransformators. Bei sehr hohen Ansprüchen (Meßgeräte) können außerdem HF-Drosseln im Netzeingang verwendet werden.

Grenzwerte pro System:

Ladekondensator

$C_L \text{ max}$ 60 μF (AZ12, AZ4)
32 μF (RGN 2004, G 2004, 1561)

Transformatorspannung, Effektivwert
entnehmbarer Gleichstrom
Gleichrichterbelastung ¹⁾

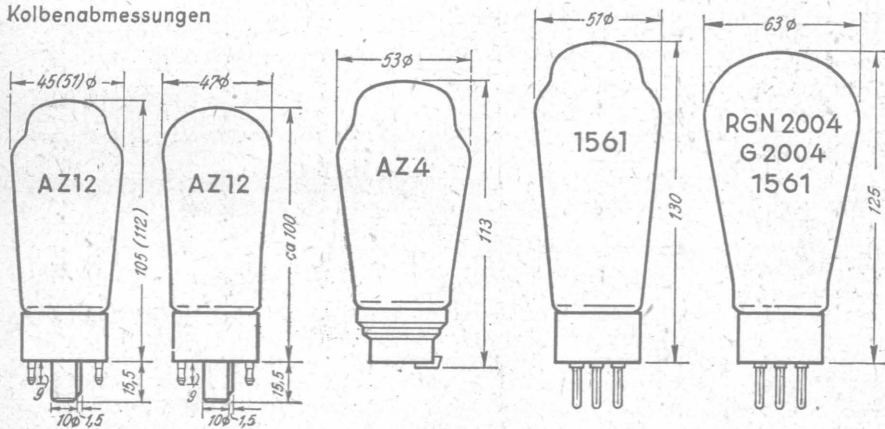
$U_{tr \text{ eff max}}$ 2 x 500 Volt
 $I_{\text{--- max}}$ 200 mA
 $N_{gl \text{ max}}$ 60 Watt

Hieraus ergeben sich für beide Systeme in Zweiweggleichrichtung bei den einzelnen Transformatorspannungen folgende Werte:

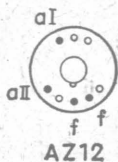
Bei einer Transformatorspannung ($U_{\text{tr eff}}$) von ... Volt	beträgt der maximal entnehmbare Gleichstrom ($I_{\text{---}}$) ... mA
2 x 500	120
2 x 400	150
2 x 350	160
2 x 300	200
< 2 x 300	200

¹⁾ Unter Gleichrichterbelastung N_{gl} ist das Produkt $U_{\text{tr eff}} \times I_{\text{---}}$ zu verstehen. N_{gl} ist keine Gleichstrombelastung (U_{tr} ist ja eine Wechselspannung), entspricht aber auch nicht der Anodenverlustleistung. Die Anodenverlustleistung Q_a ist bei Gleichrichterröhren $Q_a \approx 0,8 (U_{tr} - U_{\text{---}}) \times I_{\text{---}}$. Die Sperrspannung beträgt bei Zweiweggleichrichtung $U_{\text{sperr}} = U_{tr} + U_{\text{---}} = 2,8 \times U_{\text{tr eff}}$

Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



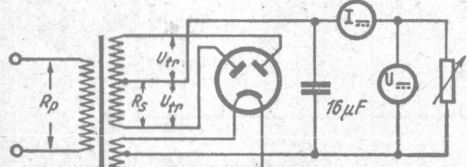
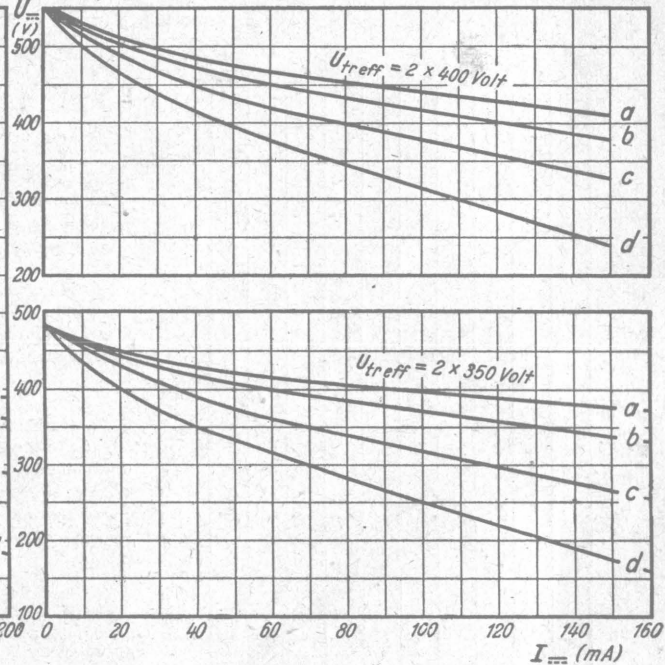
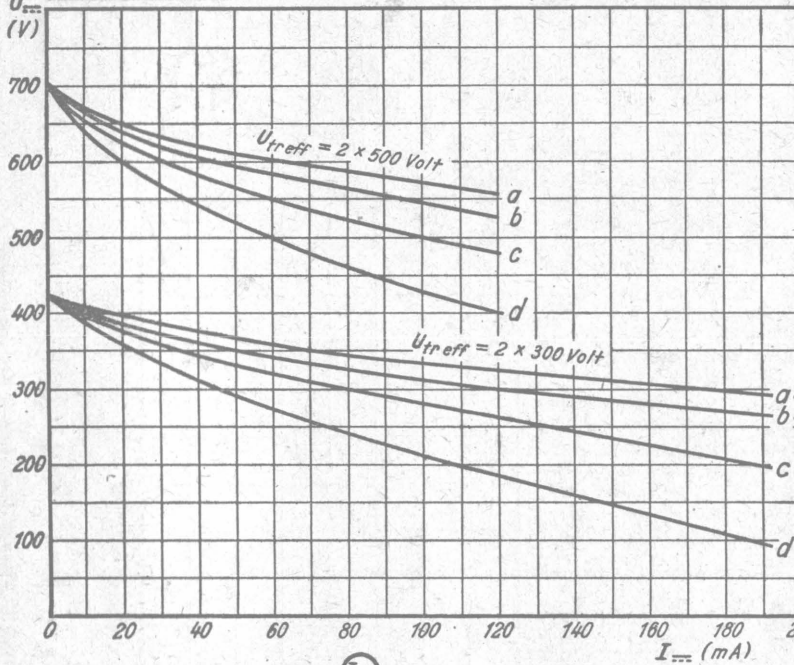
Fritz Künzel

Entladekurven

Kennlinienfeld 1

$U_{\text{---}} = f(I_{\text{---}}); R_E$ bei verschiedenen $U_{\text{tr}} = \text{Parameter}; C_L = 16\mu\text{F}$

Kennlinienfeld 2



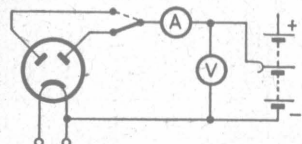
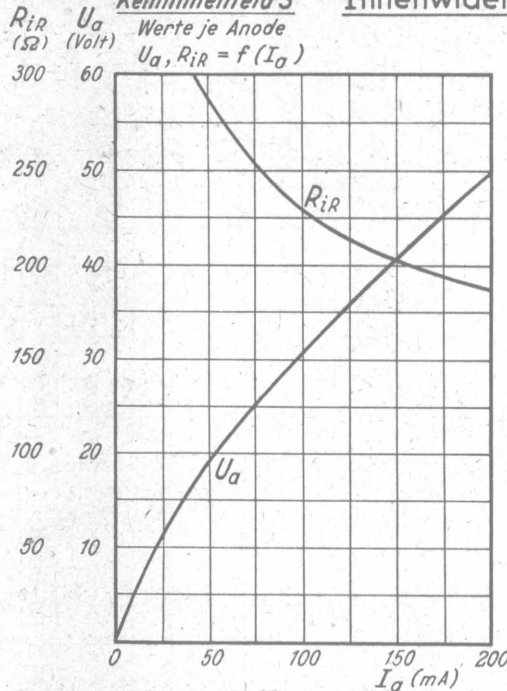
Meßschaltbild für Entladekurven

Bei den Entladekurven ist

- U_{tr} die effektive Leerlaufspannung der Anodenspannungswicklung des Netztransformators,
- R_E der Ersatzwiderstand des Netztransformators
Es ist $R_E = R_s + \bar{u}^2 R_p (+R_z)$
- (R_s = ohmscher Widerstand der halben Sekundärwicklung,
- R_p = ohmscher Widerstand der Primärwicklung,

- \bar{u} = Verhältnis der halben Sekundärwicklung zur Primärwicklung,
- R_z = eventueller Zusatzwiderstand.)
- Es ist R_E bei a = 100 Ω
- b = 200 Ω
- c = 400 Ω
- d = 800 Ω

Kennlinienfeld 3 Innenwiderstandskurven



Meßschaltbild für Innenwiderstandskurven

Der Innenwiderstand R_{iR} kann nicht einfach aus $U_a : I_a$ errechnet werden, wie vielfach angenommen wird. Er hängt vielmehr von \dot{U} sowie dem jeweiligen Spitzenstrom \dot{I} ab. Nach Philips kann man als Faustformel für die Berechnung des Innenwiderstandes setzen:

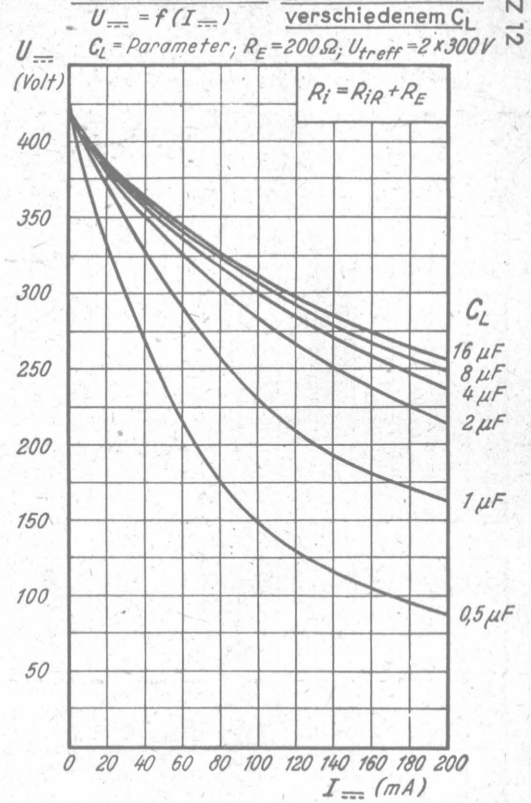
$$R_{iR} = 0,75 \frac{U_a}{I_a}$$

Die Innenwiderstandskurve bezieht sich nur auf 1 System. Bei Zweiweggleichrichtung und bei Parallelschaltung ist, auf beide Systeme bezogen, I_a doppelt so groß und R_{iR} halb so groß.

Der Innenwiderstand einer Gleichrichterstrecke R_i setzt sich aus dem Innenwiderstand der Röhre R_{iR} und dem Ersatzwiderstand des Netztransformators R_E zusammen:

$$R_i = R_{iR} + R_E$$

Kennlinienfeld 4 Entladekurven bei verschiedenem C_L





Röhren - Dokumente

Duodiode mit zwei getrennten Katoden

EB 11

1 Blatt

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Allgemeines:

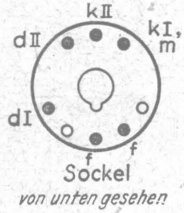
Stahlröhre. Stahlmantel und Abschirmung mit kI im Innern der Röhre verbunden. Beide Systeme gegeneinander abgeschirmt.

Heizung:

Heizspannung U_f 6,3 Volt \sim A
 Heizstrom I_f 200 mA ind.

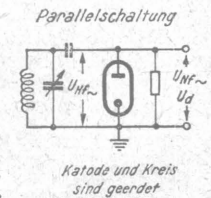
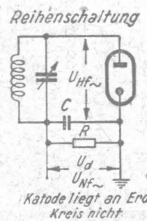
Betriebswerte:

Siehe auch die Kennlinienfelder 1 und 2.
 Für Empfangsleichrichtung verwende man dI,
 für Regelspannungserzeugung dII.



Wenn $U_{HF\sim}$ V	ist Dämpfungswiderstand R_d bei Reihenschaltung	Parallelschaltung
$< 0,1$	$\frac{0,1}{I_d}$	$\frac{0,1}{I_d}$
$0,1 \dots 10$	$\frac{R}{2} \cdot \frac{U_{HF\sim} \cdot 1,4}{U_{\sim}}$	$\frac{R}{3} \cdot \frac{U_{HF\sim} \cdot 1,4}{U_{\sim}}$
> 10	$\frac{R}{2}$	$\frac{R}{3}$

C stets 50.. 100 pF
 Wenn $U_{HF\sim,eff} \geq 10V$, $U_{d,eff} \approx 1,4 \cdot U_{HF\sim,eff} = U_{HF\sim,sp}$



Grenzwerte:

- Diodenspannung U_d max 200 Volt (Spitze)
- Diodenstrom je Diode $I_{d,max}$ 0,8 mA
- Diodenstrom - Einsätzpunkt U_{de} -0,1 Volt
- max ($I_d \geq 0,3 \mu A$) U_{de} -1,3 Volt
- min ($I_d \leq 0,3 \mu A$) U_{fk} 100 Volt
- Spannung zwischen Faden und Schicht $U_{kI/kII}$ 125 Volt
- Spannung zwischen den Katoden R_{fk} 1 M Ω
- Außenwiderstand zwisch. Faden u. Schicht R_{fk} 1 M Ω

- 1) $U_d = U_{HF\sim,sp} + \text{Modulation}$. Hieraus Grenzwert von $U_{HF\sim,eff}$
 bei $m = 100\%$: $U_{HF\sim} = 70,7$ Volt,
 bei $m = 30\%$: $U_{HF\sim} = 108,8$ Volt.
 Aus $U_{HF\sim}$ ergibt sich bei $m = 100\%$: $U_d = 2,83 \cdot U_{HF\sim}$
 bei $m = 30\%$: $U_d = 1,86 \cdot U_{HF\sim}$
 Weiter bedeuten: U_{\sim} = erzielbare Gleichspannung,
 ΔU_{\sim} = erzielbare Gleichspannungsänderung,
 $U_{HF\sim}$ = verbleibende Niederfrequenzspannung (Modulation),
 Es ist also ungefähr $U_{HF\sim}(\text{Volt eff}) = \frac{U_d - U_{HF\sim}}{0,7}$

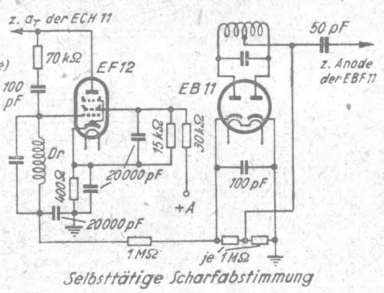
2) Die Einschaltung anderer Schaltmittel zwischen Faden und Schicht als solcher, die zur Erzeugung von Diodenvorspannung oder Regelspannung dienen, ist unzulässig. Der Widerstand der Diodenstrecke kann in die Berechnung der einzelnen Gitterableitwiderstände mit einem Wert von mindestens 100 000 Ohm angesetzt werden, vorausgesetzt, daß an der betreffenden Diodenstrecke keine negative Vorspannung (Verzögerungsspannung) liegt.

Innere Röhrenkapazitäten:

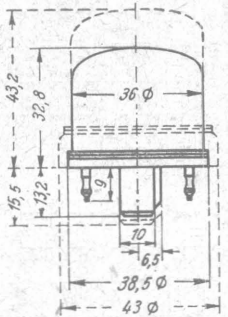
- Diode I / Katode I $C_{dI/kI}$ 3,5 pF
- Diode II / Katode II $C_{dII/kII}$ 1,0 pF
- Diode I / Diode II $C_{dI/dII}$ $< 0,004$ pF

Weitere Erklärungen:

- U_{\sim} = Anlaufspannung + ΔU_{\sim}
- Regelspannung U_R bei unverzögerter Regelung: U_{\sim}
- bei verzögerter Regelung: U_{\sim} = Verzögerungsspannung



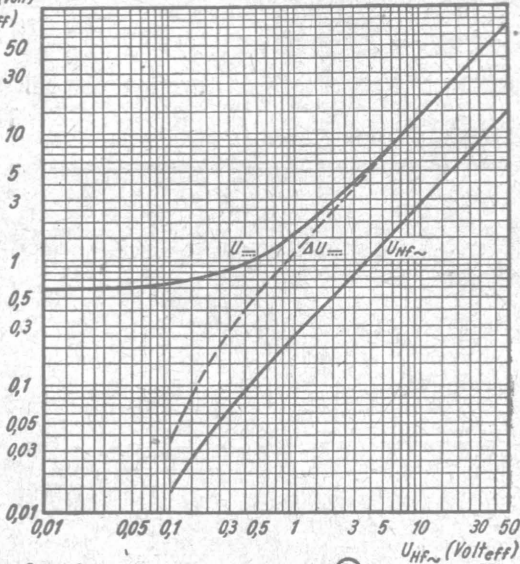
Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung
 Ausgezogen: Neue Ausführung
 Fritz Künze

Kennlinienfeld 1

$U_{\sim}, \Delta U_{\sim}$ (Volt)
 $U_{HF\sim}$ (Voll-eff)

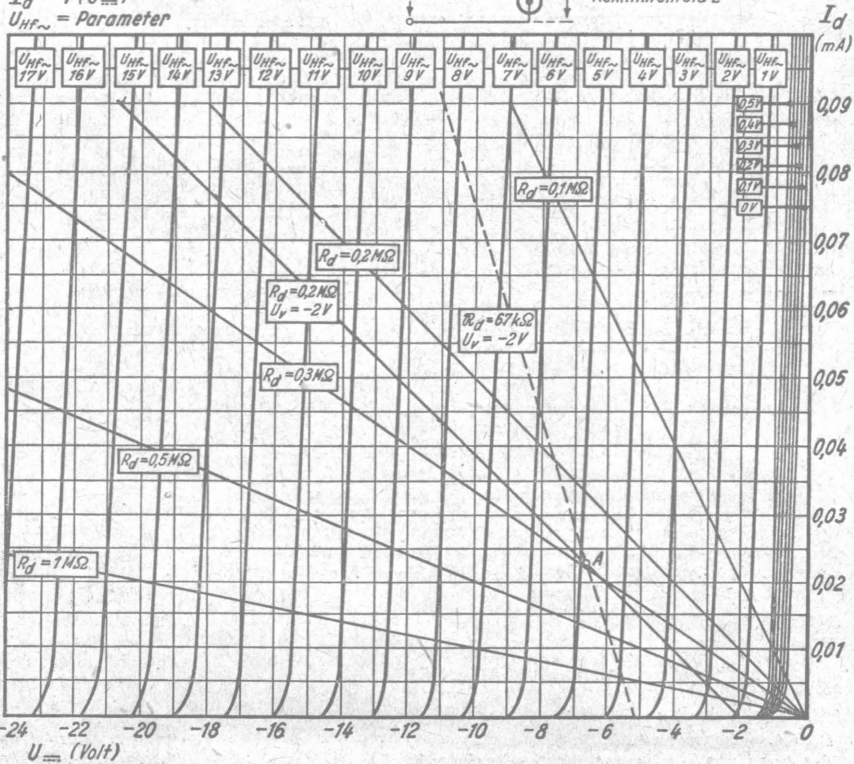
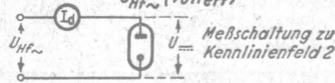


$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} = f(U_{HF\sim})$
 $R = 0,1 \dots 1 \text{ M}\Omega$
 $C = 100 \text{ pF}$
 $U_{HF\sim} = f(U_{HF\sim})$
 $m = 0,3$
 $R = 0,5 \text{ M}\Omega$
 $C = 100 \text{ pF}$

Meßschaltung zu Kennlinienfeld 1 wie Reihenschaltung

Kennlinienfeld 2

$I_d = f(U_{\sim})$
 $U_{HF\sim} = \text{Parameter}$





Röhren-Dokumente

Duodiode + Triode (Verbundröhre)

EBC11

2 Blätter

FUNKWERK-Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Allgemeines:

Stahlröhre Stahlmantel und Abschirmung mit *K* im Innern der Röhre verbunden.

Heizung:

Heizspannung U_f 6,3 Volt ~ A
Heizstrom I_f 200 mA ind.

Betriebswerte:

1. der Diodenstrecken:

Werte und Kennlinien siehe EB 11 und Kennlinienfeld 1

dI = Diodenanode für Empfangsgerichtung

dII = Diodenanode für Regelspannungserzeugung und andere Zwecke

dI liegt bei der Fünferreihe des Röhrensockels am weitesten außen

dI liegt zwischen dII und Heizfaden.

2. des Triodenteils:

a. bei Drossel- oder Transformatorkopplung

(z.B. als Treiber- oder EDD 11):

Anodenspannung	U_a	250	200	100	Volt
Anodenstrom	I_a	5	4	2	mA
Gittervorspannung	U_{g1}	-8	-6,3	-3,2	Volt
Steilheit	<i>S</i>	2,2	2	1,8	mA/V
Durchgriff	<i>D</i>	4	4	4	%
Innenwiderstand	R_i	11,5	12,5	14	k Ω
Katodenwiderstand	R_k	1,6	1,6	1,6	k Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 2 und 3

Zur vollen Aussteuerung der EDD 11 werden bei der EBC 11 $U_{g1} = 4,5$ V benötigt, für $N_{\text{eff}} = 50$ mW: 0,15 Volt.

b. bei RC-Kopplung:

Betriebsspannung	Außenwiderstand	Katodenwiderstand	Gittervorspannung	Anodenstrom	Spannungsverstärk.
U_b	R_a	R_k	U_{g1}	I_a	V
Volt	k Ω	k Ω	Volt	mA	
250	200	5	-4	0,75	18
	100	3	-4	1,4	18
	50	2	-4,5	2,3	17
200	200	5	-3,5	0,65	18
	100	3	-3,2	1,1	18
	50	2	-3,6	1,8	17
100	200	5	-1,8	0,35	18
	100	3	-1,8	0,6	18
	50	2	-2	0,95	17

Siehe auch Kennlinienfeld 4

Zur vollen Aussteuerung der EL 11 werden bei $U_a = 250$ V, der EL 12 0,27 V eff an Gitter der EBC 11 benötigt.

Grenzwerte:

1. Diodenteil:

Diodenspannung ¹⁾ $U_{d\text{max}}$ 200 Volt (Spitze)

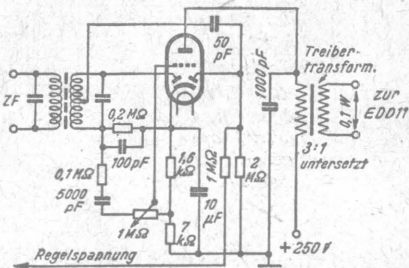
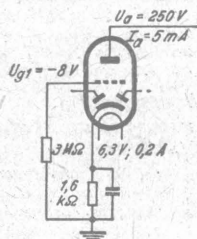
Diodenstrom je Diode $I_{d\text{max}}$ 0,8 mA

Diodenstrom-Einsatzpunkt

max ($I_d \approx 0,3 \mu\text{A}$) U_{de} -0,1 Volt

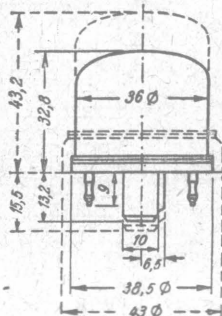
min ($I_d \approx 0,3 \mu\text{A}$) U_{de} -1,3 Volt

¹⁾ siehe Erklärung bei der EB 11



Die EBC11 als Treiber- oder EDD 11

Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

Grenzwerte (Fortsetzung):

2. Triodenteil:

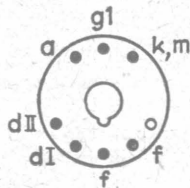
Anodenspannung	$U_a \max$	300	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \max$	550	Volt
Anodenverlustleistung	$P_a \max$	1,5	Watt
Katodenstrom	$I_k \max$	10	mA
Gitterableitwiderstand ¹⁾	$R_{g1} \max$	3	MΩ
Gitterstrom-Einsatzpunkt ($I_{g1} \leq 0,3 \text{ mA}$)	U_{ge}	-1,3	Volt

¹⁾ Der Widerstand der Diodenstrecke kann bei der Berechnung der einzelnen Gitterableitwiderstände mit einem Wert von mindestens 0,1 MΩ eingesetzt werden, vorausgesetzt, daß an der betreffenden Diodenstrecke keine negative Spannung (Verzögerungsspannung) liegt.

3. Allgemeines

Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} \max$	100	Volt
Widerstand zwischen Faden und Schicht	$R_{f/k} \max$	20	kΩ

Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die Gittervorspannung erzeugen. Für Gegenkopplungsschaltungen sind NF-Spannungen an Teilwiderständen des Katodenwiderstandes zulässig.



Socket
von unten gesehen

Innere Röhrenkapazitäten

1. Diodenteil

Diode I / Katode	$C_{dI/k}$	2,5	pF
Diode II / Katode	$C_{dII/k}$	2,8	pF
Diode I / Diode II	$C_{dI/dII}$	< 0,5	pF

2. Triodenteil

Heizfaden / Gitter	$C_{f/g1}$	< 0,001	pF
--------------------	------------	---------	----

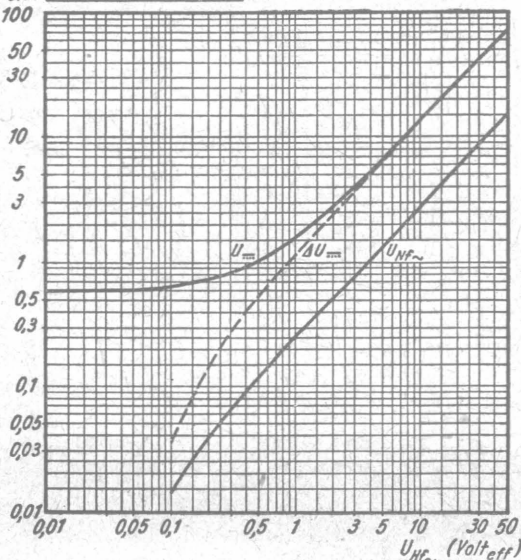
3. Kapazitäten beider Systeme gegeneinander

Diode I / Gitter	$C_{dI/g1}$	< 0,001	pF
Diode II / Gitter	$C_{dII/g1}$	< 0,001	pF
Diode (I+II) / Gitter	$C_{dI+II/g1}$	< 0,003	pF
Diode (I+II) / Anode	$C_{dI+II/a}$	< 0,008	pF

Fritz Kühn

$U_{\sim}, \Delta U_{\sim}$ (Volt)

$U_{NF\sim}$ (Voll-eff) **Kennlinienfeld 1**



$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} = f(U_{HF\sim})$

$R = 0,1 \dots 1 \text{ M}\Omega$

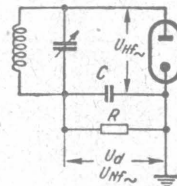
$C = 100 \text{ pF}$

$U_{NF\sim} = f(U_{HF\sim})$

$m = 0,3$

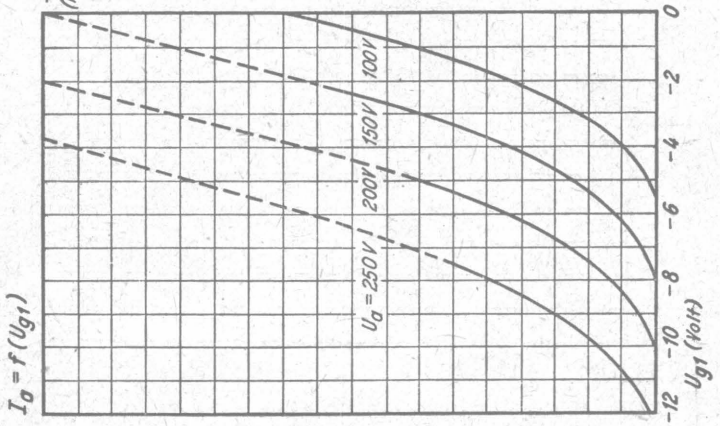
$R = 0,5 \text{ M}\Omega$

$C = 100 \text{ pF}$

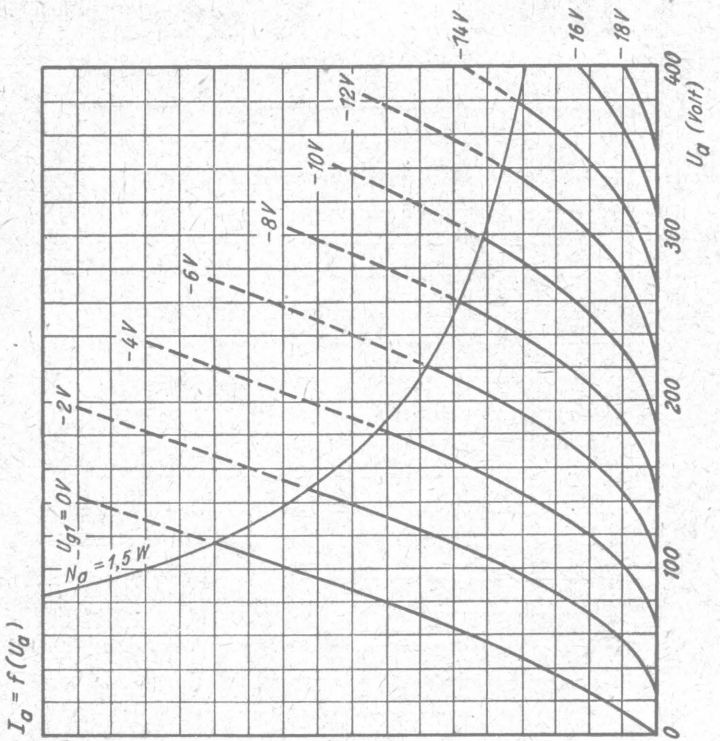


Meßschaltung

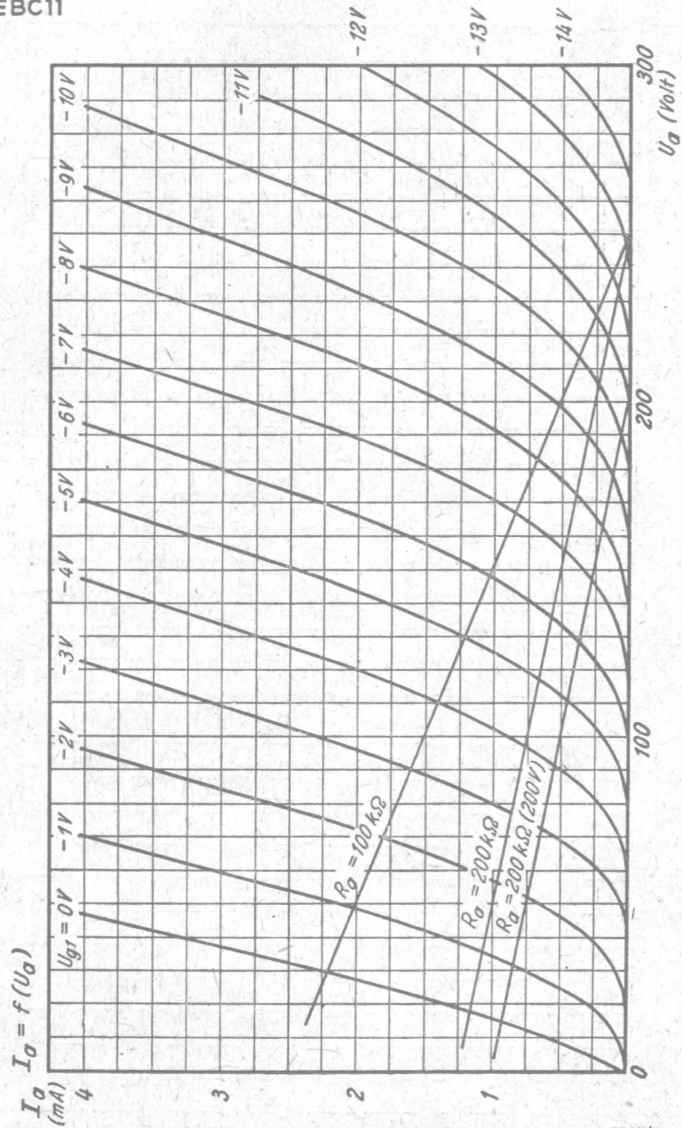
Kennlinienfeld 2



Kennlinienfeld 3



Kennlinienfeld 4





Röhren - Dokumentation

Duodiode + Regelpentode (Verbundröhre)

EBF 11

5 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Allgemeines:

Strahlröhre. *Stahlmantel, Abschirmung und g₃ im Innern der Röhre mit k verbunden. Diodenteil gegen Pentodenteil abgeschirmt. Pentodensystem hat gute Regelleigenschaften trotz geringem Anodenstrombedarf.*

Heizung:

Heizspannung	U_F	6,3	Volt \sim A
Heizstrom	I_F	200	mA ind.

Meßwerte:

1. der Diodenstrecken:

Werte und Kennlinien siehe Kennlinienfelder 2 und 3

2. des Pentodenteils (Regelröhre)

Anodenspannung	U_a	250	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	100	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-2	-2	Volt
Anodenstrom	I_a	5	5	5	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	1,8	1,8	1,8	mA
Steilheit	S	1,8	1,8	1,8	mA/V
Innenwiderstand	R_i	2	1,5	0,5	M Ω

Siehe Kennlinienfeld 6

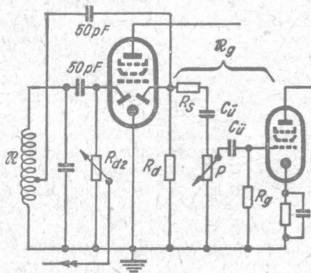
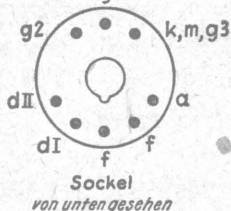
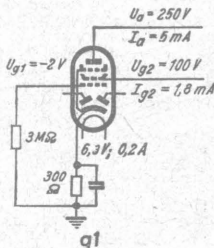
Betriebswerte:

1. der Diodenstrecken:

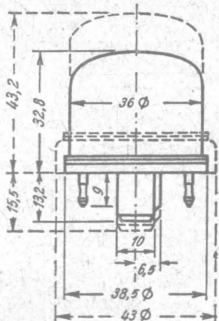
Im allgemeinen verwendet man den Pentodenteil der EBF 11 zur ZF-Verstärkung und die Diodenstrecken zur Gleichrichtung der Zwischenfrequenz und zur Regelspannungserzeugung. Zur Gleichrichtung der Zwischenfrequenz (bzw. der Hochfrequenz) nimmt man dI, zur Regelspannungserzeugung (und andere Zwecke) dZ. dI liegt bei der Fünferreihe des Röhrensockels (von unten betrachtet) am weitesten außen, dZ liegt zwischen dII und Heizfäden. Das Kennlinienfeld 2 zeigt die erzielbare Gleichspannung (ΔU_m), die Regelspannung (U_m) und die Niederfrequenzspannung (U_{NF}) in Abhängigkeit von der Hochfrequenzspannung (U_{HF}) auf.

Will man die mit einer gegebenen HF-Spannung erzielbare NF-Spannung ermitteln, so muß man sich zunächst den für die NF-Spannung wirksamen Außenwiderstand zur Diodenstrecke berechnen. Dieser Widerstand R_a setzt sich aus folgenden Faktoren zusammen: Parallel zum Belastungswiderstand R_d liegt der wirksame Gitterwiderstand R_g der folgenden Röhre, der sich wiederum zusammensetzt aus $R_3 + R_{Cg} + (P || [R_{Cg} + R_g])$ - sowie der Belastungswiderstand R_{d2} der zweiten Diodenstrecke. Der letztere kann vernachlässigt werden; er liegt ja nicht direkt parallel zu R_d , sondern die Reihenschaltung $C = 50 \text{ pF}$ hinter $50 \text{ pF} + R_{d2}$. Und der Widerstand von 25 pF beträgt ja bei $f = 800 \text{ Hz}$ etwa $15 \text{ M}\Omega$. Nur bei hohen Frequenzen ist R_{d2} nicht ganz zu vernachlässigen; bei $f = 4,5 \text{ kHz}$ verringert sich R_{d2} durch $25 \text{ pF} + R_{d2}$ um ungefähr 5%, also unwesentlich. Genau so kann der Einfluß des ZF-Kreisess vernachlässigt werden, da er auch über $C = 50 \text{ pF}$ angeschlossen ist.

Ein Beispiel: $R_g = 0,2 \text{ M}\Omega$, $R_3 = 0,2 \text{ M}\Omega$, $P = 1 \text{ M}\Omega$, $R_{d2} = 0,7 \text{ M}\Omega$, $R_{d2} = 1 \text{ M}\Omega$. Es ist $P || R_g = 1 \text{ M}\Omega || 0,7 \text{ M}\Omega = 0,41 \text{ M}\Omega$, in Reihe mit $R_3 = 0,2 \text{ M}\Omega$: $0,6 \text{ M}\Omega$ (C_g kann vernachlässigt werden). $R_d || R_a = 0,2 \text{ M}\Omega || 0,61 \text{ M}\Omega = 0,15 \text{ M}\Omega$. Fehlt R_3 , so ergibt sich $0,2 \text{ M}\Omega || 0,41 \text{ M}\Omega = 0,133 \text{ M}\Omega$. Unter Vernachlässigung des Einflusses der durch die Kapazitäten bedingten Blindwiderstände, die die Arbeitskennlinie zu einer Ellipse umformen, ergibt sich aus Kennlinienfeld 3 folgende Rechnung: Es sei $U_{NF} = 5 \text{ Volt}$ bei $m = 30\%$. Der Arbeitspunkt A liegt bei $U_m = -6,7 \text{ V}$. Die Niederfrequenz schwankt also um $\pm 5 \cdot 0,3 = \pm 1,5 \text{ V}$, also von $-3,5 \dots -0,5 \text{ V}_{eff}$. Ihre Spitzen reichen von $-2,9 \dots -7,1 \text{ V}$ ($\approx 1,5 \cdot 1,4$). Der Arbeitspunkt ist gegeben durch den Schnittpunkt von $U_{NF} = 5 \text{ V}$ mit der Widerstandsgeraden



Kolbenabmessungen

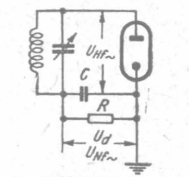


Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

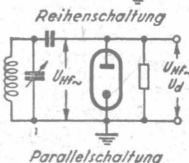
$R_d = 0,2 \text{ M}\Omega$. Durch diesen Arbeitspunkt geht die Widerstandsgerade von $R_d = 0,15 \text{ M}\Omega$. Die Niederfrequenz schwankt bei $m = 30\% \pm 5$, $0,3 = \pm 1,5 \text{ V}$. Die Trägerwelle schwankt also um $\pm 1,5 \text{ V} = 3,5 \dots 6,5 \text{ Verr}$. Durch $U_{Hf} = 5 \text{ V}$ wird eine Gleichspannung von $-6,7 \text{ V}$ erzeugt. Ein Schwanken der modulierten Trägerfrequenz von $3,5 \dots 6,5 \text{ Verr}$ hat ein Schwanken der Gleichspannung von $-4,6 \dots -8,8 \text{ V}$ zur Folge. Entsprechend würde die Regelspannung und damit die Verstärkung der Regelröhren schwanken, und zwar im Sinne einer Dynamikverflachung. Infolgedessen ist es notwendig, in den Regelweg Siebglieder zu legen, die die Schwankungen ausgleichen und die Regelspannung nur noch von der HF-Trägerfrequenz abhängig machen. Zur Berechnung eines solchen Siebgliedes legt man eine Zeitkonstante ($C_{\mu\text{r}} \cdot R_{M\Omega}$) von $0,1 \dots 0,2 \text{ s}$ zugrunde. Die Zeitkonstante gibt den Zeitabschnitt an, in dem sich der Kondensator über den Widerstand auf $\frac{1}{2}$ der angelegten Spannung aufgeladen bzw. auf $\frac{1}{3}$ der an ihm stehenden Spannung entladen hat. Vorteilhaft ist es, den Siebwiderstand möglichst groß zu nehmen. Die Regelspannung, U_{reg} , setzt sich zusammen aus der gleichgerichteten Spannung, ΔU_{reg} , und der Anlaufspannung (im Mittel $0,8 \text{ V}$). Bei der Berechnung des zulässigen Bitterwiderstandes der zu regelnden Röhren ist zu berücksichtigen, daß deren Bitterwiderstand sich zusammensetzt aus der Serienschaltung des Siebwiderstandes mit dem Widerstand der Diodenstrecke. Letztere ist mit $0,7 \text{ M}\Omega$ anzusetzen, sofern keine Verzögerungsspannung wirksam ist. Evtl. kommt noch die abgegriffene Strecke des Diodenpotentiometers oder ein besonderer Bitterwiderstand hinzu.

Regelung bedeutet Schwächung des Empfangs. Bei kleinen Empfangslautstärken ist eine Schwächung nicht ratsam, deshalb wird die Regelung durch eine negative Spannung bis zu einer gewissen Grenze aufgehoben. Diese sogenannte "Verzögerungsspannung" wird bei der EBF 11 einfach durch damit gewonnen, daß man den Belastungswiderstand nicht an die Kathode, sondern an Masse legt. Die durch die Gitterspannung von -2 Volt , die man als Vorspannung für das Pentodensystem gebraucht, als Verzögerungsspannung gewonnen. Bei fernem Sendern, die eine Regelspannung kleiner als 2 Volt erzeugen, tritt die automatische Fadingregelung nicht in Kraft. Erst wenn diese Grenze überschritten wird, werden die Röhren geregelt.

Der Diodenkreis wird durch die Diodenstrecke bedämpft. Bei Reihenschaltung ist hierbei Diodenstrecke + Belastungswiderstand: $\mathcal{R}'_d = \frac{0,7 U_{Hf} \cdot R_d}{K \cdot U_{\text{reg}}}$. K ist eine Konstante nach Kennlinienfeld 4. Ist $U_{Hf} > 5 \text{ V}$, so ist $K = 1$. Da $\frac{0,7 \cdot U_{Hf}}{U_{\text{reg}}} = 0,5$, wird damit bei $U_{Hf} > 5 \text{ V}$ $\mathcal{R}'_d = \frac{R_d}{2}$. Bei einer mittleren Anlaufspannung von $0,6 \text{ V}$ ergeben sich die (ausgezogenen) Kurven des Kennlinienfeldes 5.



Bei Parallelschaltung ergibt sich: $\mathcal{R}''_d = \frac{\mathcal{R}'_d \cdot R_d}{\mathcal{R}'_d + R_d}$ (gestrichelte Kurven des Kennlinienfeldes 5). Bei $U_{Hf} > 5 \text{ V}$ ist dann $\mathcal{R}''_d = \frac{R_d}{3}$.



Die Parallelschaltung der Diodenstrecke hat also den Nachteil, daß sie den Abstimmkreis um 50% mehr dämpft als die Reihenschaltung. Sie hat aber den Vorteil, daß bei ihr die Kathode der Diode geerdet werden kann. Die Dämpfung des Kreises kann man vermindern dadurch, daß man die Diodenstrecke an eine Anzapfung der Spule legt. Die für den Schwingkreis wirksame Dämpfung wird hierdurch um das Quadrat des Übersetzungsverhältnisses verkleinert. Ist z.B. $R_d = 200 \text{ k}\Omega$, so ist bei Parallelschaltung $\mathcal{R}''_d = \frac{200 \cdot 0,06}{3} = 67 \text{ k}\Omega$. Der ZF-Kreis habe einen Resonanzwiderstand von $250 \text{ k}\Omega$. Sein Widerstand würde sich durch $\mathcal{R}''_d = 67 \text{ k}\Omega$ auf $53 \text{ k}\Omega$ verringern. Eine nicht tragbare Dämpfung. Bei Anzapfung der Spule bei der Hälfte würde \mathcal{R}''_d so wirken, als ob es $4 \cdot 67 = 270 \text{ k}\Omega$ groß wäre, bei Anzapfung bei ein Drittel wie $3 \cdot 3 = 9 \cdot 67 = 600 \text{ k}\Omega$, bei Anzapfung bei ein Viertel wie $4 \cdot 4 = 16 \cdot 67 = 1070 \text{ k}\Omega$. Entsprechend wäre \mathcal{R}''_d bei Anzapfung bei $\frac{1}{2}$ \mathcal{R} des ZF-Kreises = $130 \text{ k}\Omega$, bei $\frac{1}{3}$ = $177 \text{ k}\Omega$, bei $\frac{1}{4}$ = $203 \text{ k}\Omega$.

2. des Pentodenteils:

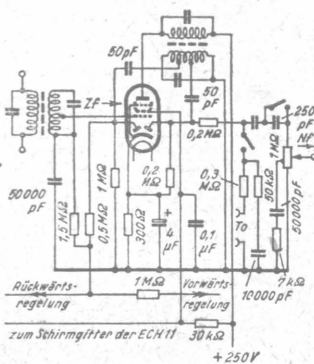
a. als HF- und ZF-Verstärker

α . Schirmgitterspannung fest

Anodenspannung	U_a	250 ... 100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	Volt
Katodenwiderstand	R_k	300	Ω
	Regelbereich	1 : 100	:200 (opt)
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -16 -18	Volt
Steilheit	S	1,8 0,018	0,009 mA/V
Innenwiderstand	R_i	2 ... 0,5 >1	>10 M Ω

β . Schirmgitterspannung gleitend

Betriebsspannung	U_b	250	Volt
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	85	$\text{k}\Omega$
Katodenwiderstand	R_k	300	Ω
	Regelbereich	1 : 100	:200 (opt)
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100 250 250	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -41 -45	Volt
Steilheit	S	1,8 0,018 0,009	mA/V
Innenwiderstand	R_i	2 >10 >10	M Ω



Schaltbild der EBF 11 als ZF-Verstärker

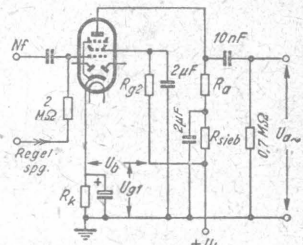
b) Schirmgitterspannung gleitend (Fortsetzung)

Betriebsspannung	U_b	200			100		Volt
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	55			55		k Ω
Katodenwiderstand	R_k	300			300		Ω
	Regelbereich	1	: 100	: 200 (opt)	1	: 100	: 150 (opt)
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	200	200	50	100	100 Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-32	-35	-1	-16	-18 Volt
Steilheit	S	1,8	0,018	0,009	1,4	0,014	0,009 mA/V
Innenwiderstand	R_i	1,5	>10	>10	0,5	>10	M Ω

Siehe Kennlinienfelder 6, 7, 8, 9.

b. als NF-Verstärker (in RC-Kopplung)

Betriebsspannung	U_b	250	250	250	250	Volt				
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	M Ω				
Siebwiderrstand	R_{sieb}	0,02	0,02	0,02	0,02	M Ω				
Schirmgittervorwiderst.	R_{g2}	1	0,6	0,4	0,2	M Ω				
Katodenwiderstand	R_k	2,5	1,6	1	0,6	k Ω				
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -20	-2 -20	-2 -20	-2 -20	Volt				
Anodenstrom	I_a	0,67	1	1,5	2,6	mA				
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,2	0,3	0,5	0,8	mA				
Spannungsverstärkung	V	100	15	95	15	75	10	60	5	
Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 3 V_{eff}$)	K	0,4	0,9	0,4	0,9	0,4	1,2	0,4	1,5	%
Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 5 V_{eff}$)	K	0,7	2	0,7	2	0,7	2	0,6	2,5	%



Schaltbild der EBF 11 als NF-Verstärk.

Betriebsspannung	U_b	200	200	200	200	Volt				
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	M Ω				
Siebwiderrstand	R_{sieb}	0,02	0,02	0,02	0,02	M Ω				
Schirmgittervorwiderst.	R_{g2}	1	0,6	0,4	0,2	M Ω				
Katodenwiderstand	R_k	3	2	1,6	0,8	k Ω				
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -20	-2 -20	-2 -20	-2 -20	Volt				
Anodenstrom	I_a	0,52	0,75	1	2	mA				
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,15	0,25	0,35	0,7	mA				
Spannungsverstärkung	V	90	10	80	10	65	5	50	3	
Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 3 V_{eff}$)	K	0,8	2	0,8	2	0,8	3	0,8	3,5	%
Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 5 V_{eff}$)	K	1,3	4	1,3	4	1,3	4	1,3	4	%

Siehe Kennlinienfeld 7

Betriebsspannung	U_b	100	100	100	100	Volt				
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	M Ω				
Siebwiderrstand	R_{sieb}	0,02	0,02	0,02	0,02	M Ω				
Schirmgittervorwiderst.	R_{g2}	1	0,6	0,4	0,2	M Ω				
Katodenwiderstand	R_k	3	2	1,6	0,8	k Ω				
Gittervorspannung	U_{g1}	-1 -10	-1 -10	-1 -10	-1 -10	Volt				
Anodenstrom	I_a	0,5	0,4	0,5	1	mA				
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,09	0,1	0,17	0,32	mA				
Spannungsverstärkung	V	70	7	70	7	60	5	45	3	
Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 3 V_{eff}$)	K	1	4	1	4	0,7	5	0,5	6	%
Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 5 V_{eff}$)	K	-	-	-	-	-	-	-	-	%

Grenzwerte:

1. der Diodenstrecken:

Diodenspannung	U_d max	200	Volt (Spitze)
Diodenstrom je Diode	I_d max	0,8	mA

Der Widerstand einer Diodenstrecke kann bei der Berechnung der Gitterableitwiderstände mit einem Wert von mindestens 100 k Ω angesetzt werden, sofern an der betreffenden Diodenstrecke keine negative Vorspannung (Verzögerungsspannung) liegt.

Diodenstrom-Einsatzpunkt:

max ($I_d \geq 0,3 \mu A$)	U_{de}	-0,1	Volt
min ($I_d \leq 0,3 \mu A$)	U_{de}	-1,3	Volt

2. des Pentodenteils:

Anodenspannung	U_a max	300	Volt
Anodenkaltspannung	U_{aL} max	550	Volt
Schirmgitterspannung ($I_a = 5$ mA)	U_{g2} max	125	Volt
($I_a \leq 2$ mA)	U_{g2} max	300	Volt
Schirmgitterkaltspannung	U_{g2L} max	550	Volt
Anodenverlustleistung	Q_a max	1,5	Watt
Schirmgitterverlustleistung	Q_{g2} max	0,3	Watt

Innenwiderstand			
bei $I_a = 5$ mA, $U_{g2} = 100$ V und $U_a = 250$ V:	R_i min	1,5	M Ω
	R_i min	1	M Ω
	R_i min	0,3	M Ω
	R_i min	0,3	M Ω

Katodenstrom	I_k max	70	mA
Gitterableitwiderstand	R_{g1} max	3	M Ω

Gitterstrom-Einsatzpunkt:

Bei $I_{g1} = 0,3 \mu A$ ist U_{g1} nie negativer als -1,3 Volt

Grenzwerte (Fortsetzung):

3. allgemein:

Spannung zwischen Faden und Schicht $U_{f/k} \text{ max } 100$ Volt
 Außenwiderstand zwischen Faden und Schicht $R_{f/k} \text{ max } 20$ k Ω

Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die die Gittervorspannung bzw. Verzögerungsspannungen erzeugen.

Innere Röhrenkapazitäten:

1. des Diodenteils:

Diode I/ Katode $C_{dI/k} 2,4$ pF
 Diode II/ Katode $C_{dII/k} 2,7$ pF
 Diode I/ Diode II $C_{dI/dII} < 0,5$ pF

2. des Pentodenteils:

Eingang $C_e 5,2$ pF
 Ausgang $C_a 6,2$ pF
 Gitter I/ Anode $C_{gI/a} < 0,002$ pF
 Heizfaden/ Gitter I $C_{f/gI} < 0,001$ pF

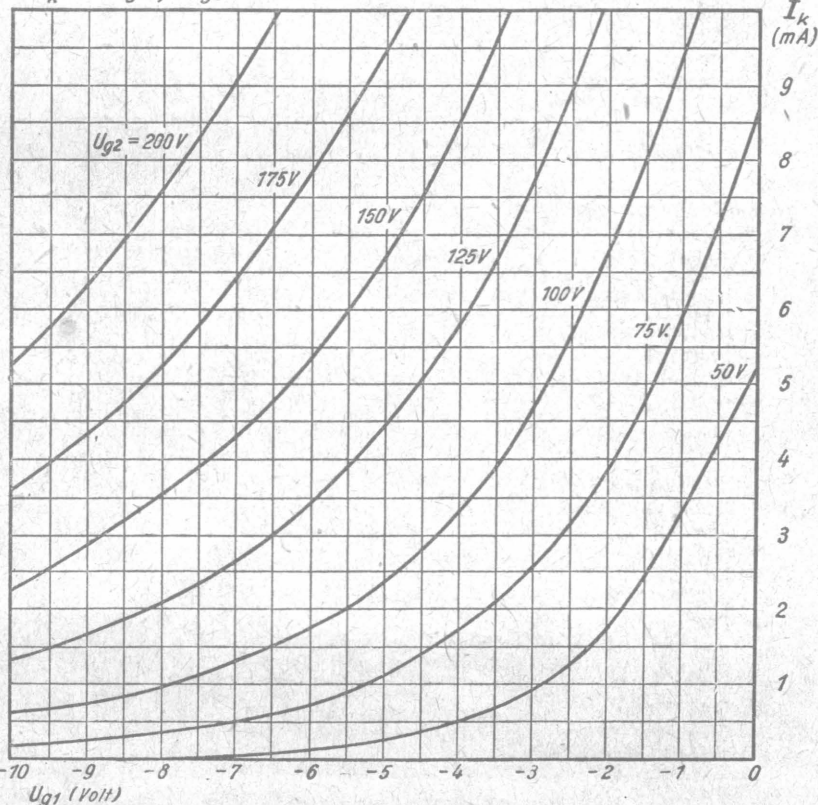
3. allgemein:

Diode I/ Gitter I $C_{dI/gI} < 0,001$ pF
 Diode II/ Gitter I $C_{dII/gI} < 0,001$ pF
 Diode (I+II)/ Gitter I $C_{dI+II/gI} < 0,001$ pF
 Diode I/ Anode $C_{dI/a} < 0,015$ pF
 Diode II/ Anode $C_{dII/a} < 0,015$ pF
 Diode (I+II)/ Anode $C_{dI+II/a} < 0,015$ pF

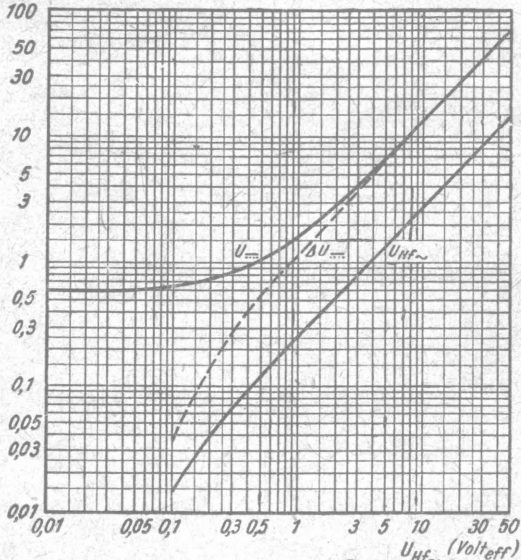
Fritze Körner

Kennlinienfeld 1

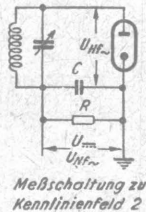
$I_k = f(U_{g1}), U_{g2} = \text{Parameter}$



$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} (V_{eff})$
 $U_{HF\sim} (Volt_{eff})$ Kennlinienfeld 2

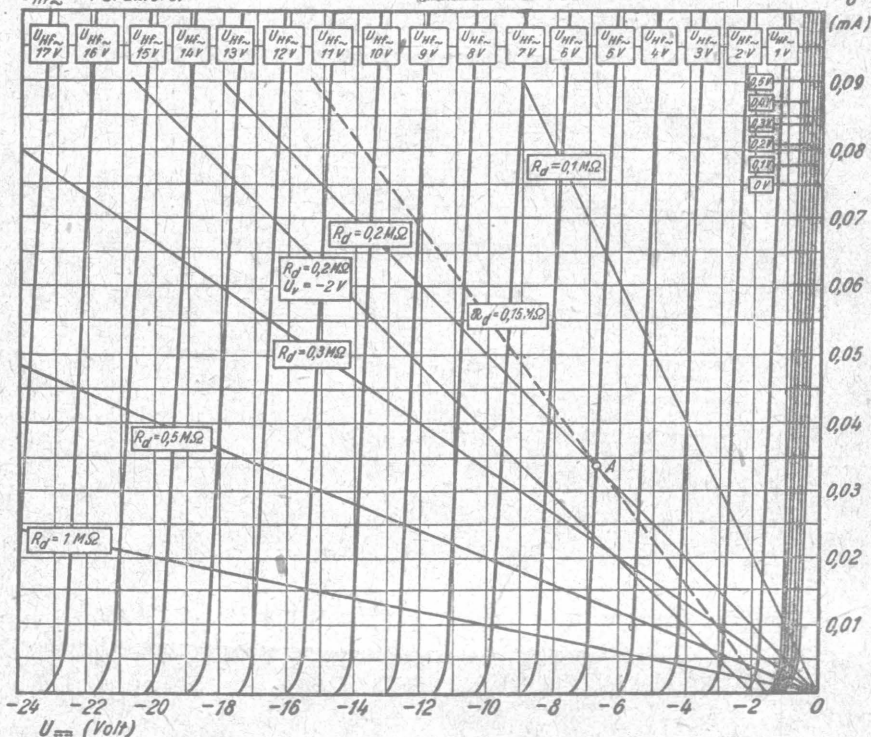


$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} = f(U_{HF\sim})$
 $R = 0,1 \dots 1 M\Omega$
 $C = 100 pF$
 $U_{HF\sim} = f(U_{HF\sim})$
 $m = 0,3$
 $R = 0,5 M\Omega$
 $C = 100 pF$



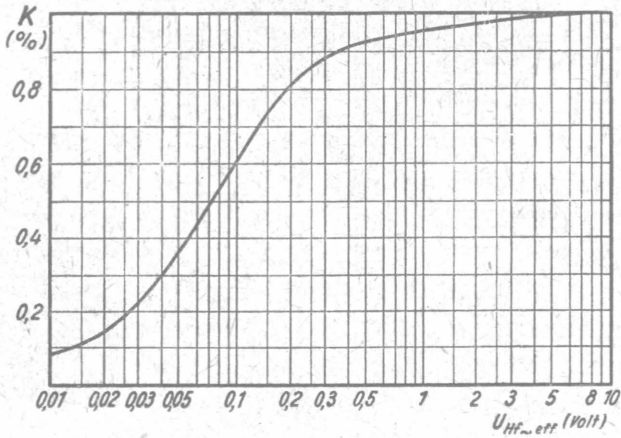
Kennlinienfeld 3

$I_d = f(U_{\sim})$
 $U_{HF\sim} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 4

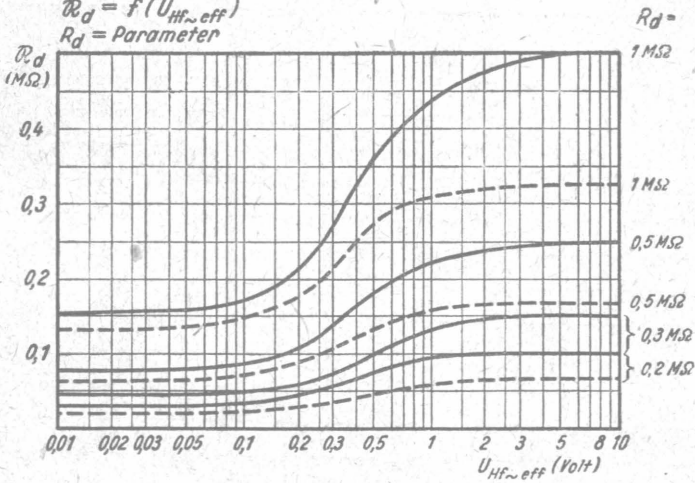
$K = f(U_{HF\sim eff})$



Kennlinienfeld 5

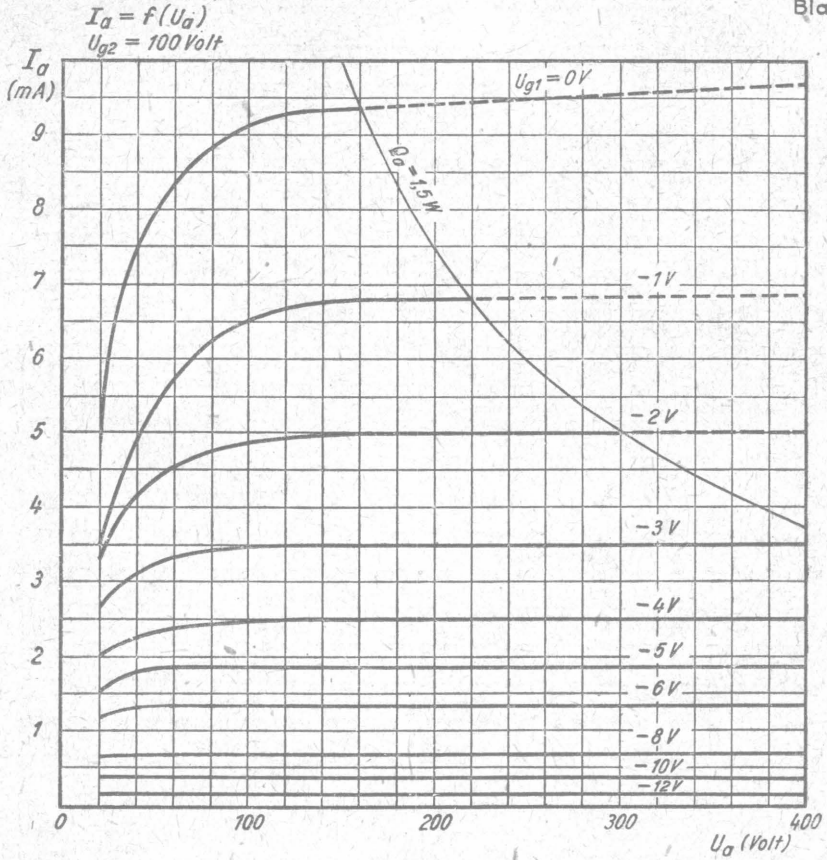
$R_d = f(U_{HF\sim eff})$

$R_d = \text{Parameter}$



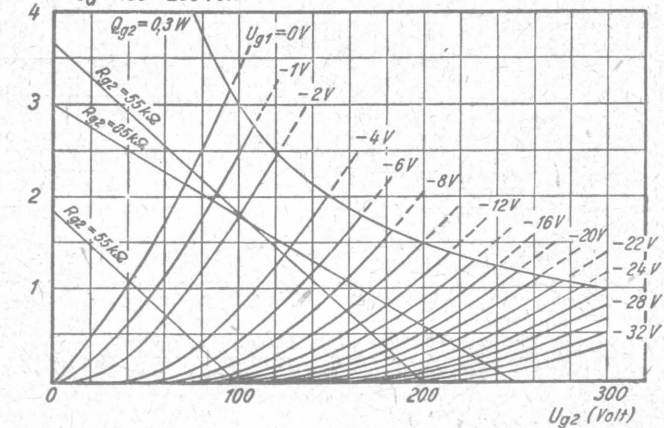
— in Reihe geschaltet
 - - - parallel geschaltet

Kennlinienfeld 6



Kennlinienfeld 7

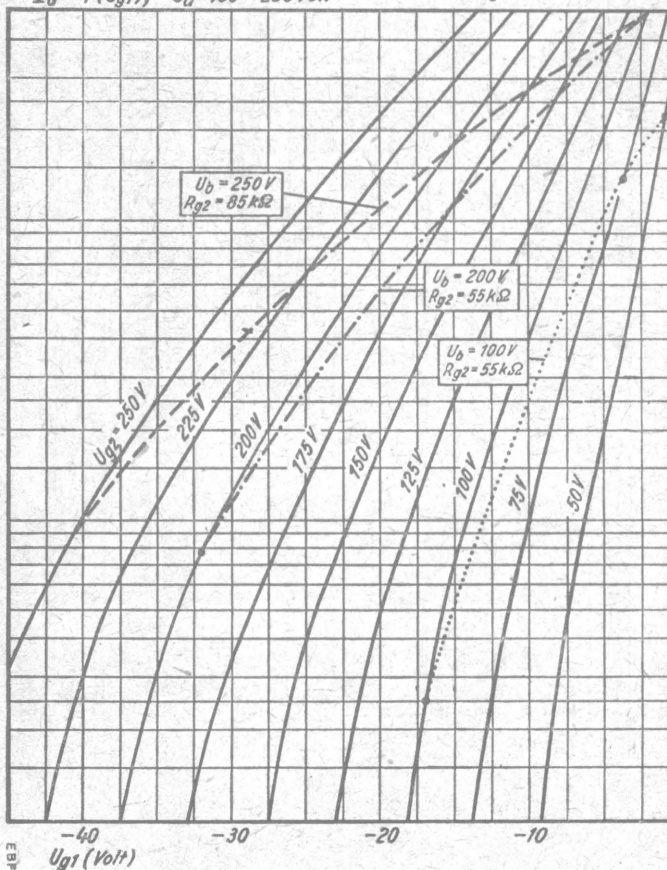
$I_{g2} = f(U_{g2})$
 $U_a = 100 \dots 250 \text{ Volt}$



Kennlinienfeld 8

$$I_a = f(U_{g1}), U_a = 100 \dots 250 \text{ Volt}$$

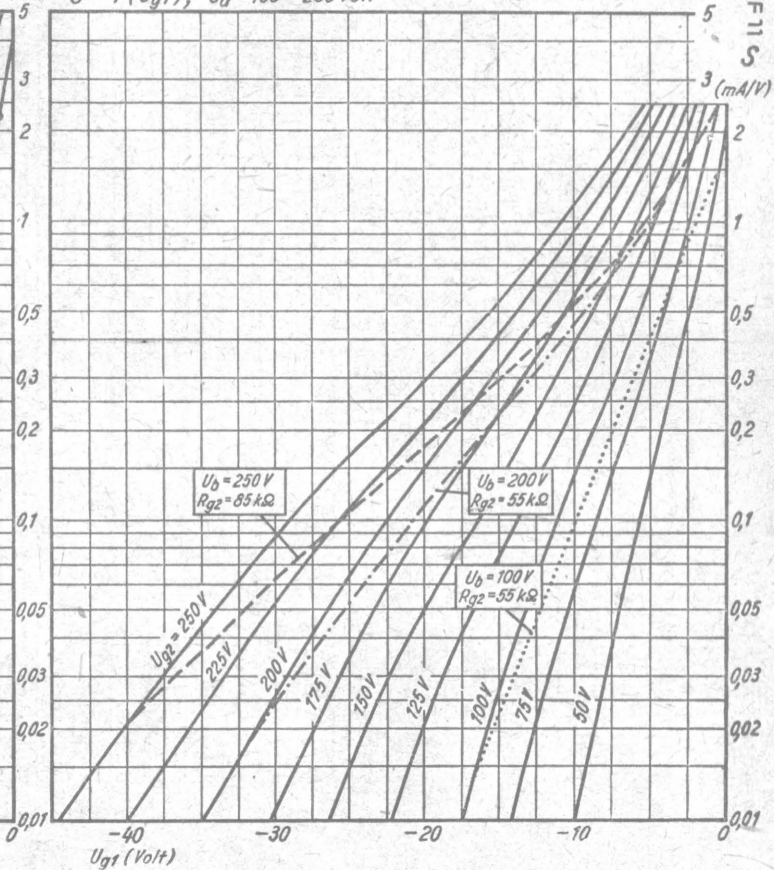
Verlauf der Arbeitskennlinien
eingezeichnet



I_a Kennlinienfeld 9

$$S = f(U_{g1}), U_a = 100 \dots 250 \text{ Volt}$$

Verlauf der Arbeitskennlinien
eingezeichnet.



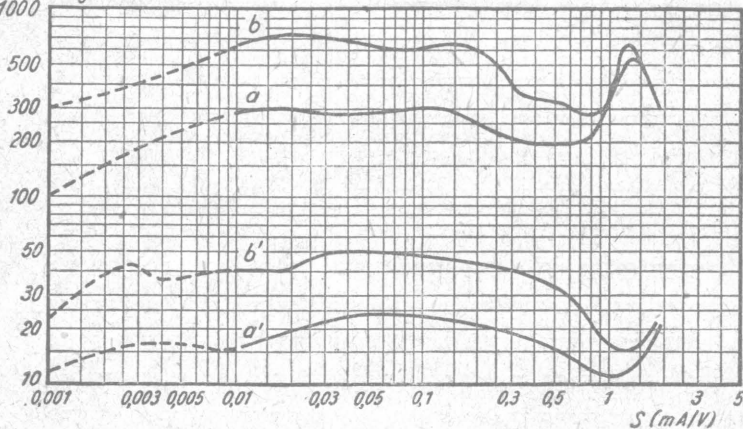
Brumm- und Kreuzmodulationskurven

Erklärung siehe Rückseite

Kennlinienfeld 10

$U_{g\sim\text{Stör eff}}$
(mV) 1000

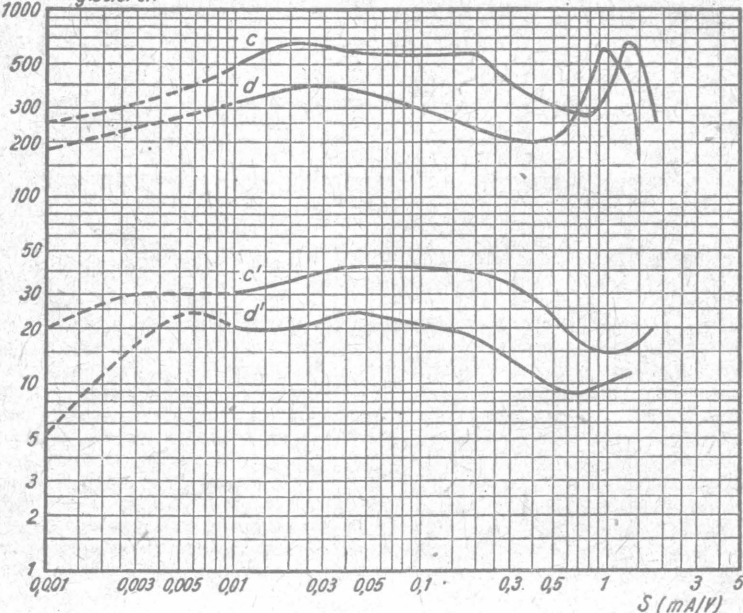
$$U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$$



Kennlinienfeld 11

$U_{g\sim\text{Stör eff}}$
(mV) 1000

$$U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$$



Kurven bei 1% Kreuzmodulation ($m_{\text{Stör}} = m_{\text{Nutz}}$)
bzw. bei 1% Brummmodulation ($m_{\text{Stör}} = 1$)

$U_a = 100 \dots 250V, U_{g2} = 100V \dots a$

$U_b = 250V, \text{gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 85 \text{ k}\Omega \dots b$

$U_b = 200V, \text{gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 55 \text{ k}\Omega \dots c$

$U_b = 100V, \text{gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 55 \text{ k}\Omega \dots d$

Kreuz-
modulation

Brumm-
modulation

Zulässige
Gitterwechsel-
spannung

a'

b'

c'

d'

a''

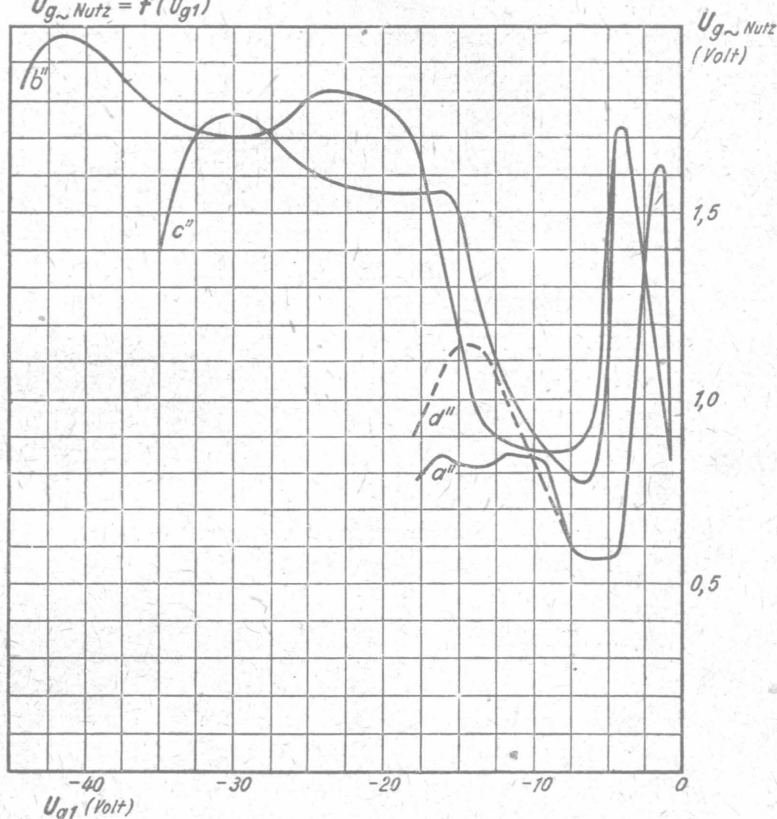
b''

c''

d''

Kennlinienfeld 12

$$U_{g_{\sim} \text{Nutz}} = f(U_{g1})$$



Die Kreuzmodulationskurven geben die Größe der effektiven Störspannung in Abhängigkeit von der Steilheit bei einem Kreuzmodulationsgrad von 1% an, vorausgesetzt, daß $m_{\text{Stör}} = m_{\text{Nutz}}$ ist. Es ist also gleichgültig, ob beide Sender mit $m = 30\%$ oder 100% moduliert sind. Die Hauptsache ist, daß die Modulation des Störsenders und die Modulation des Nutzsenders gleich groß sind. Ist das nicht der Fall, so ist die aus den Kurven gefundene Größe noch mit $\sqrt{\frac{m_{\text{Stör}}}{m_{\text{Nutz}}}}$ zu multiplizieren.

Die aus den Kurven ermittelte Störwechselspannung $U_{g_{\sim} \text{Stör eff}}$ entspricht zugleich Verzerrungen von $1/2\%$ K_3 , $3/8\%$ m_V und $0,5\%$ m_T . Das Verzerrungsmaß U_T ist im betreffenden Arbeitspunkt = $10 U_{g_{\sim} \text{Stör}}$, und die höchstzulässige Nutzwechselspannung ist gleich $2,828 U_{g_{\sim} \text{Stör}}$ (effektiv) bzw. gleich $4 U_{g_{\sim} \text{Stör}}$ (Spitzenspannung).

Es ist K_2 die 2. Harmonische, K_3 die 3. Harmonische, m_V die (hochfrequente) Modulationsverzerrung und m_T die Modulationsvertiefung.

Die Brummodulationskurven geben die Größe der effektiven Störspannung $U_{g_{\sim} \text{Stör}}$ in Abhängigkeit von der Steilheit bei einem Brummodulationsgrad von 1% an, vorausgesetzt, daß $m_{\text{Nutz}} = 100\%$ ist. Ist m_{Nutz} kleiner, so ist $U_{g_{\sim} \text{Stör}}$ noch mit m_{Nutz} zu multiplizieren. Eigentlich kennzeichnen die Kurven ja das Verhältnis der Störspannung zur Nutzträgerwelle, unabhängig vom Modulationsgrad. Nun ist es natürlich klar, daß eine Brummstörung viel unangenehmer in Erscheinung tritt, wenn der Nutzsender nur 30prozentig moduliert ist, als bei 100prozentiger Modulation. Deshalb wird die Forderung gestellt, daß der Modulationsbrumm höchstens $1/100$ der Sendermodulation beträgt. Bei einer 30prozentigen Sendermodulation darf der Brummodulationsfaktor entsprechend auch nur $\frac{0,3}{100} = 0,3\%$ der Nutzträgerwelle betragen, also nur $0,3 \cdot U_{g_{\sim} \text{Stör}}$ der Brummodulationskurven. Die Brummodulationskurven entsprechen außerdem noch zugleich einem Gehalt an K_2 von $0,25\%$.



Röhren-Dokumente

Stahlröhre, Triode - Hexode

ECH11

für regelbare Mischstufen

13 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Heizung:

Indirekt geheizte Katode

Heizspannung	U_f	6,3
Heizstrom	I_f	0,2

Volt ~
A ind.

Blatt 1

Meßwerte (statisch):

1. Triodenteil

Anodenspannung	U_{aT}	150	150	150	120	100	100	65	Volt
Gittervorspannung	U_{g1T}	0	-2	-10	-10	0	-2	-5	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	19	12,5	0,6	0,2	11	6	0,5	mA
Steilheit	S	3,3	2,9	0,3	0,25	2,7	2,1	0,3	mA/V
Durchgriff	D	5	5	6	6	5	5,3	6	%
Innenwiderstand	R_i	6	6,9	55	67	7,4	9,5	55	k Ω

Siehe auch das Kennlinienfeld 24

2. Hexodenteil

Anodenspannung	U_{aH}	250	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	100	100	50	Volt
Gitterspannung	U_{g3}	-10	-10	-5	Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-2	-2	Volt
Anodenstrom	I_{aH}	2,3	2,3	0,45	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2+4}	3	3	0,6	mA
Steilheit	S	1,1	1,1	0,7	mA/V
Innenwiderstand	R_i	>0,8	>0,4	>1	M Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 1-5, 8, 10

Betriebswerte:

1. Triodenteil (in schwingendem Zustande, bei mittlerer Kreisgüte)

Betriebsspannung	U_b	250	200	100	Volt
Anodenvorwiderstand	R_{aT}	30	30	30	k Ω
Anodenspannung	U_{aT}	150	120	65	Volt
Durchgriff	D	6	6	6	%
Oszillatorspannung ¹⁾	U_{osz}	-10	-10	-5	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	3,4	2,6	1,2	mA
Gitterableitwiderstand	R_{g1T}	30	30	30	k Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 23 und 25

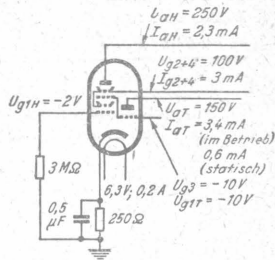
2. Hexodenteil

a) Schirmgitterspannung fest

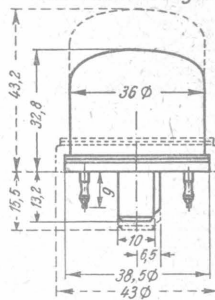
Anodenspannung	U_{aH}	250	200	100	Volt						
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	100	100	50	Volt						
Oszillatorspannung ¹⁾	U_{g3}	-10	-10	-5	Volt						
Katodenwiderstand	R_k	250	300	300	Ω						
Regelbereich		1 : 100	: 400 (opt)	1 : 100 : 400 (opt)	1 : 100 : 300 (opt)						
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-13	-17	-2	-12	-16	-1	-7	-9	Volt
Mischsteilheit	S_c	650	6,5	1,6	650	6,5	1,6	500	5	1,6	μ A/V
Innenwiderstand	R_i	>0,8	>10	>10	>0,4	>10	>10	>10	>10	>10	M Ω

b) Schirmgitterspannung über Vorwiderstand $R_{g2+4} = 50$ k Ω (voll gleitend)

Betriebsspannung	U_b	250	200	100	Volt						
Oszillatorspannung ¹⁾	U_{g3}	-10	-10	-5	Volt						
Katodenwiderstand	R_k	230	350	350	Ω						
Regelbereich		: 100	: 400 (opt)	1 : 100 : 400 (opt)	1 : 100 : 300 (opt)						
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	100	227	235	90	185	195	43	90	94	Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-18	-24	-2	-16	-21	-1	-8,5	-11	Volt
Mischsteilheit	S_c	650	6,5	1,6	590	5,9	1,5	470	4,7	1,6	μ A/V
Innenwiderstand	R_i	>0,8	>0,3	>0,5	>1	>0,5	>0,5	>1	>0,8	>0,9	M Ω

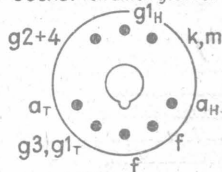


Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

Sockel von unten gesehen



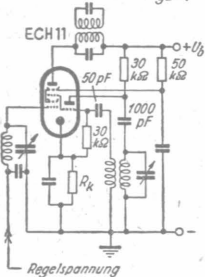
c) Schirmgitterspannung über Spannungsteiler (schwach leitend)

Betriebsspannung	U_b	250	200	100	Volt
Oszillatorspannung ¹⁾	U_{g3}	-10	-10	-5	Volt
Spannungsteiler	R_{g2+}	35	35	35	k Ω
	R_{g2-}	60	100	100	k Ω
Kathodenwiderstand	R_k	250	350	350	Ω
	Regelbereich	1 : 100 : 400 (opt)	1 : 100 : 400 (opt)	1 : 100 : 300 (opt)	
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	97 156 157	89 146 147	44 72 73	Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2 -16 -20	-2 -15 -19	-1 -8 -10	Volt
Mischsteilheit	S_C	6,40 6,4 1,6	5,90 5,9 1,5	4,70 4,7 1,6	$\mu A/V$
Innenwiderstand	R_i	>1 >7 >10	>1 >2 >7	>1 >5 >10	M Ω

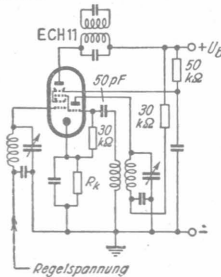
¹⁾ Im schwingenden Zustande ist $U_{osz} = -U_{g1r} = -U_{g3H} = -I_{g1r} \cdot R_{g1r}$ (30 k Ω bei der ECH 11).
Zur Konstanthaltung der Schwingamplitude im Kurzwellengebiet ist ein zusätzlicher Dämpfungswiderstand R_g zweckmäßig. (Siehe Kennlinienfelder 15 und 16 und die dazugehörige Meßschaltung)
Siehe auch die Kennlinienfelder 7, 11...22 und 26...36

Schirmgitterspannung über Vorwiderstand
 $R_{g2+4} = 50 \text{ k}\Omega$

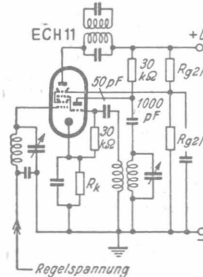
Schirmgitterspannung über Spannungsteiler



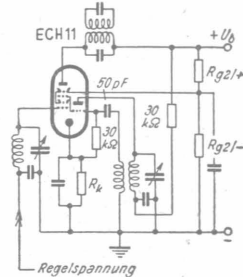
Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis



Anodenvorwiderstand des Triodenteils in Reihe mit dem Oszillatorkreis



Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis



Anodenvorwiderstand des Triodenteils in Reihe mit dem Oszillatorkreis

Grenzwerte:

	des Triodenteils	des Hexodenteils	
Anodenspannung	$U_a \text{ max}$	150	300 Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \text{ max}$	550	550 Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2+4} \text{ max}$	$I_{aH} = 2,3 \text{ mA}$	125 Volt
		$I_{aH} \leq 1 \text{ mA}$	300 Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2+4L} \text{ max}$	1,0	550 Volt
Anodenbelastung	$Q_a \text{ max}$	—	1,8 Watt
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2+4} \text{ max}$	—	0,6 Watt
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} \text{ max}$	0,050	3 M Ω
Kathodenstrom	$I_{k} \text{ max}$	—	18 mA
		I_{g1H}	$\leq 0,3$ μA
Gitterstrom-Einsatzpunkt bei $U_{ge} = -1,3 \text{ Volt}$	$I_{g3} = I_{g1r}$	—	$\leq 0,3$ μA
		$I_{g3} = I_{g1r}$	—
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} \text{ max}$	100	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht ²⁾	$R_{f/k} \text{ max}$	20	k Ω

²⁾ Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die Gittervorspannung erzeugen.

Innere Röhrenkapazitäten

	des Triodenteils	des Hexodenteils
Eingang	$C_e (C_{g/k})$	4,3 pF
Ausgang	$C_a (C_{a/k})$	2,5 pF
Gitter 1 — Anode	$C_{g1/a}$	< 1,6 pF
Gitter 1 — Gitter 3	$C_{g1/g3}$	< 0,25 pF
Gitter 1 — Heizfaden	$C_{g1/f}$	< 0,001 pF

Pfeifstörungen bei Mischröhren

Treffen auf das Gitter einer Röhre mit einer gekrümmten Kennlinie zu gleicher Zeit zwei Frequenzen auf, so treten im Anodenkreis dieser Röhre nicht nur diese beiden Frequenzen auf, sondern auch die Summen- und Differenzfrequenzen $f_1 + f_2$ und $f_1 - f_2$ (Mischfrequenzen, Kombinationstöne).

Bei der **Zwischenfrequenzbildung** ist dieser Vorgang gewollt, die gewünschte Differenzfrequenz ($f_0 = f_2 - f_1$) wird durch das ausgangsseitige Zwischenfrequenzfilter herausgesiebt. Die Zwischenfrequenz kann sich aber auch durch Überlagerung einer dritten, gleich weit entfernten Frequenz mit der Oszillatorfrequenz bilden:

Spiegelfrequenzbildung. Ist z.B. $f_0 = 500$ kHz, $f_2 = 125$ kHz, so ergibt sowohl 500 kHz $- 375$ kHz als auch 625 kHz $- 500$ kHz die Zwischenfrequenz. Es ist 625 kHz die Spiegelfrequenz zu 375 kHz. Bei mangelnder Selektivität des Eingangskreises kann diese Spiegelfrequenz stören.

Haben zwei Sender einen Abstand, der nur wenig von der Zwischenfrequenz verschieden ist, und mischen sich diese beiden Sender direkt infolge der Unlinearität der Kennlinie, so bildet diese Mischfrequenz mit der Zwischenfrequenz zusammen einen Pfeifton. Man bezeichnet diese Störung als **Überlagerungspfeifen**: $f_0 = 500$ kHz $- 375$ kHz = 125 kHz, $f_0 = 505$ kHz $- 375$ kHz = 130 kHz, 130 kHz $- 125$ kHz = 5 kHz.

Es können sich auch Oberwellen der Empfangsfrequenz mit Oberwellen der Oszillatorfrequenz mischen und die entstandene Mischfrequenz wiederum mit der Zwischenfrequenz: **Mehrdeutigkeitspfeifen**. Beispiel: $f_0 = 366$ kHz, $f_0 = 491$ kHz, ergibt $f_2 = 125$ kHz. Aus $f_0 \cdot 3 + f_0 \cdot 2$ bildet sich 1098 kHz $- 982$ kHz = 116 kHz und aus 125 kHz

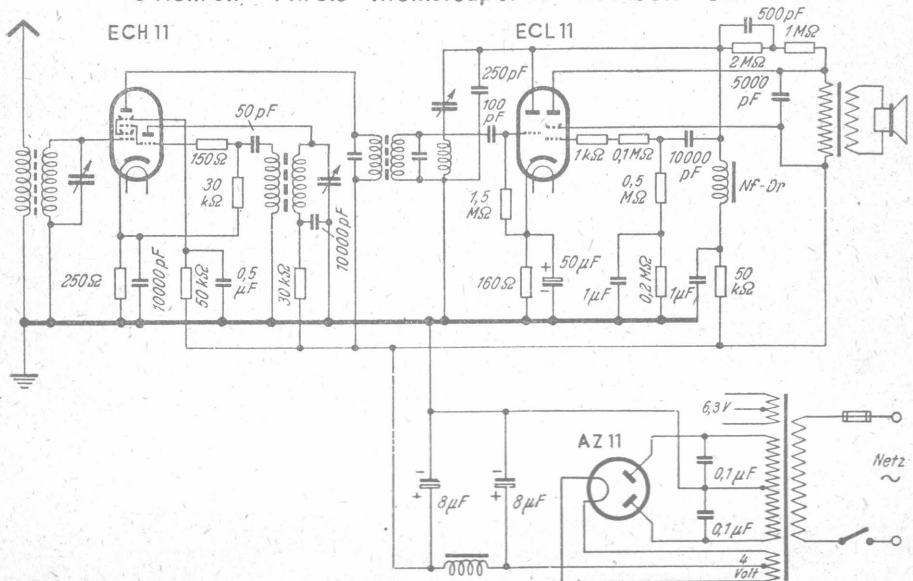
$- 116$ kHz ein Pfeifton von 9 kHz. Es kann sich auch eine Harmonische der Empfangsfrequenz mit der Grundwelle des Oszillators mischen, auch eine Grundwelle der Empfangsfrequenz mit einer Harmonischen der Oszillatorfrequenz, und immer kann dabei ein Mehrdeutigkeitspfeifen entstehen. Die erste Art von Mehrdeutigkeitspfeifen, für die das Beispiel gebracht wurde, nennt man auch **Selbstüberlagerung**. Tritt Selbstüberlagerung beim Empfang eines nahegelegenen stärkeren Senders auf, so muß man eine andere Zwischenfrequenz wählen. Aus diesem Grunde z.B. kann man in Westdeutschland nicht die Zwischenfrequenz 468 kHz anwenden.

Gegenmittel. Pfeiftonbildung verhindert man durch genügende Vorselektion (Bandfilter; Zwischenfrequenzsperre, Sperrkreis für Ortsender usw.) oder durch eine Vorstufe. Auch vermeide man additive Mischung; multiplikative Mischung neigt weniger zu Pfeiftonbildungen (ACH 1, ECH 11, UCH 11, EK 3 usw.).

Pfeifstörungen werden also besonders bei älteren Überlagerungsempfängern zu finden sein, bei denen die Vorselektion noch nicht so weit getrieben war. Großsuper mit Vorstufe dagegen werden weniger darunter zu leiden haben. Außerdem wurde bei den älteren Super eine lange Zwischenfrequenzwelle genommen, wodurch besonders viel Pfeifstellen möglich sind. Durch eine hohe Zwischenfrequenz wird erreicht, daß die Spiegelfrequenzen usw. so weit entfernt liegen, daß sie nicht mehr stören können. In Kauf nehmen muß man dann aber verminderte Verstärkung der Zwischenfrequenz.

Fritz Kunze

3 Röhren- 4 Kreis- Kleinstsuper für Wechselstrom



Kathodenströme

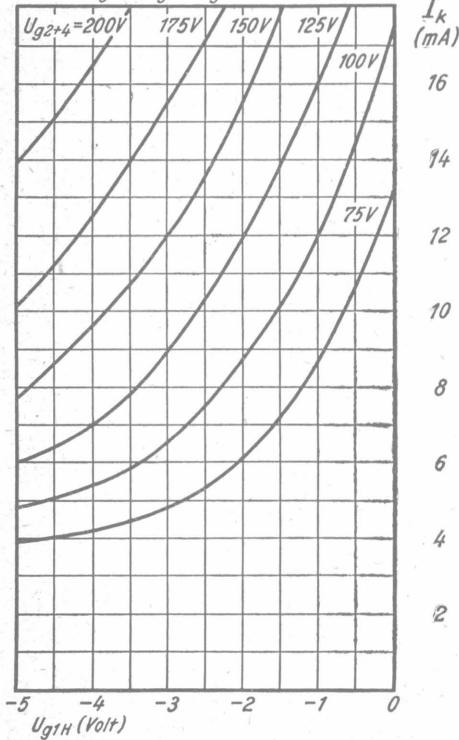
Kennlinienfeld 1

$$I_k = f(U_{g1H})$$

$U_{g2+4} = \text{Parameter}$

$U_b = 250 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times 30 \text{ k}\Omega = -70 \text{ Volt}$$



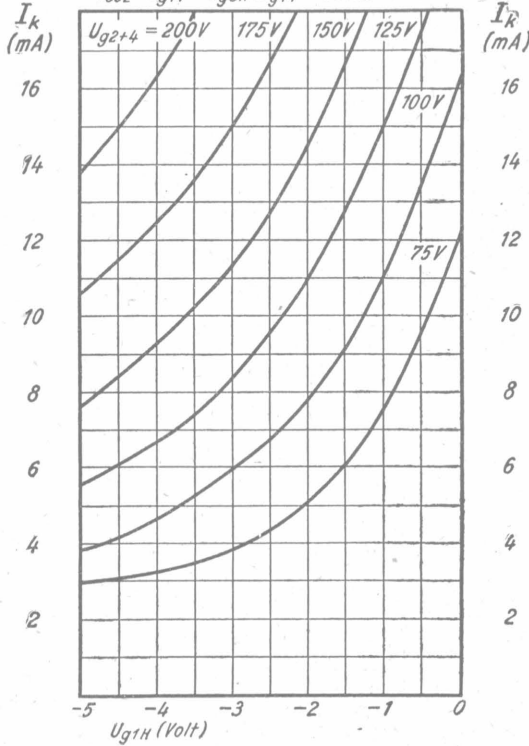
Kennlinienfeld 2

$$I_k = f(U_{g1H})$$

$U_{g2+4} = \text{Parameter}$

$U_b = 200 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times 30 \text{ k}\Omega = -70 \text{ Volt}$$



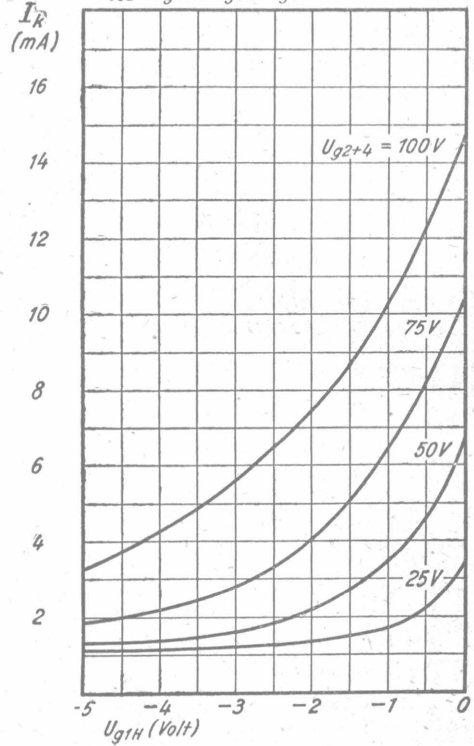
Kennlinienfeld 3

$$I_k = f(U_{g1H})$$

$U_{g2+4} = \text{Parameter}$

$U_b = 100 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$

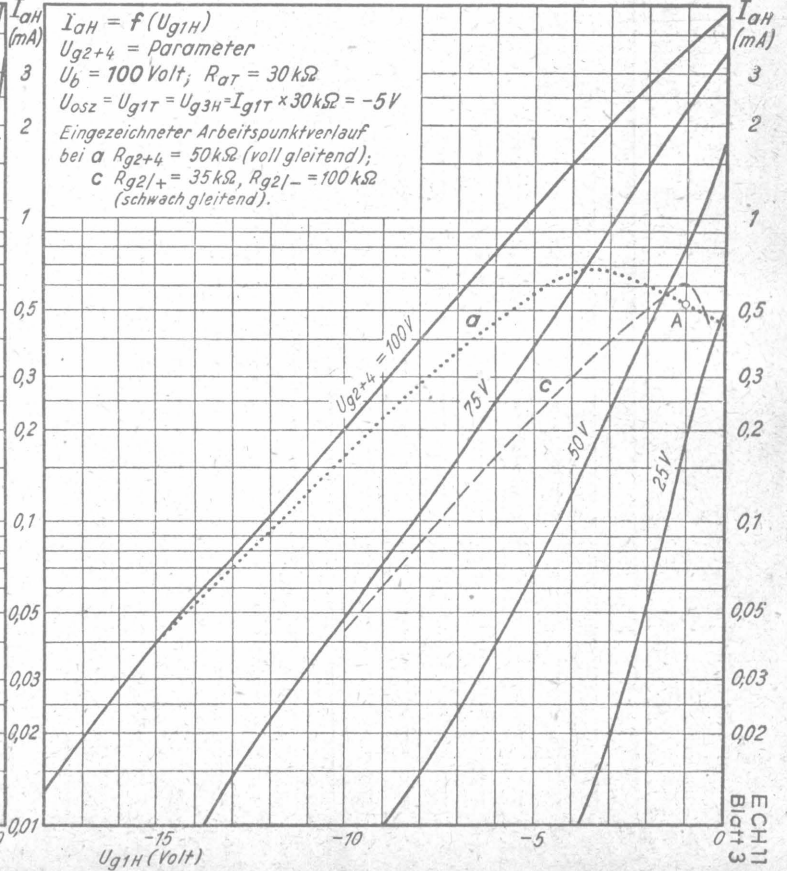
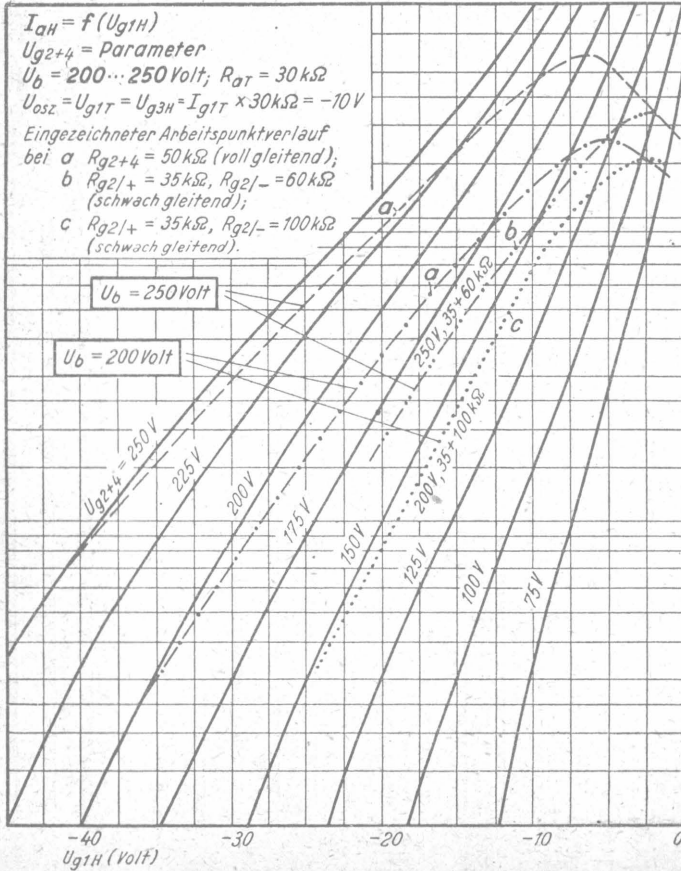
$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times 30 \text{ k}\Omega = -5 \text{ Volt}$$



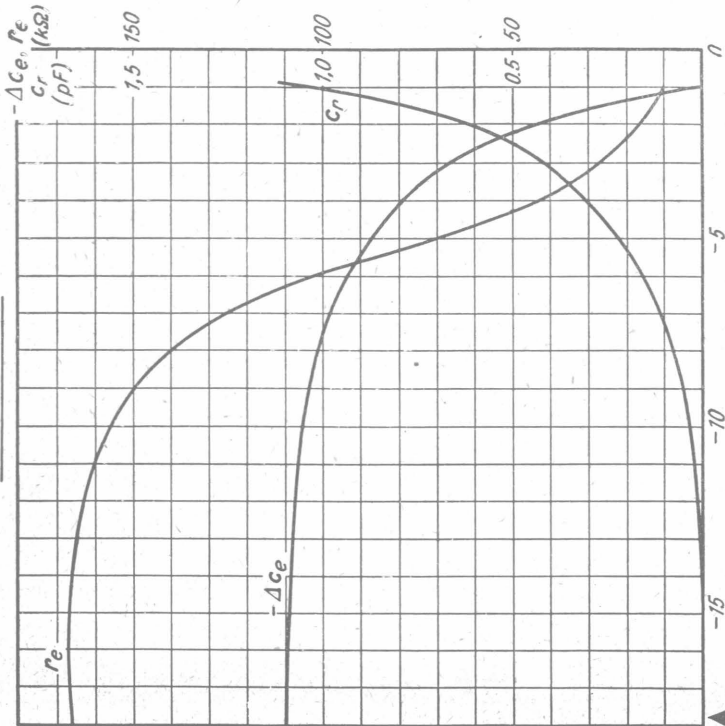
Kennlinienfeld 4

Anodenströme

Kennlinienfeld 5



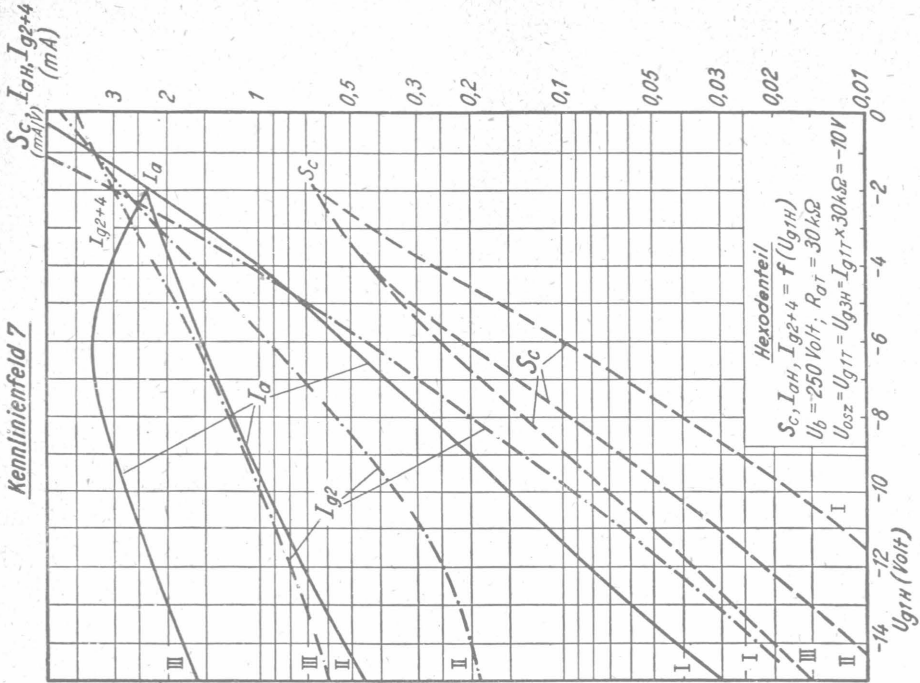
Kennlinienfeld 6



$r_e, -\Delta c_e, C_r = f(U_{grH})$
 $U_0 = 250 \text{ Volt}, U_{g2+4} = 700 \text{ Volt}$
 $R_{AT} = 30 \text{ k}\Omega$
 $U_{osz} = U_{grT} = U_{g3H} = I_{grT} \times 30 \text{ k}\Omega = -10 \text{ Volt}$

I : $U_{g2+4} = 100 \text{ Volt}$
 II : $R_{g2+4} = 35 \text{ k}\Omega, R_{g1-} = 60 \text{ k}\Omega$
 III : $R_{g2+4} = 50 \text{ k}\Omega$

Kennlinienfeld 7



Hexodenteil
 $S_C, I_{aH}, I_{g2+4} = f(U_{grH})$
 $U_0 = 250 \text{ Volt}, R_{AT} = 30 \text{ k}\Omega$
 $U_{osz} = U_{grT} = U_{g3H} = I_{grT} \times 30 \text{ k}\Omega = -10 \text{ V}$

Schirmgitterströme

Kennlinienfeld 8

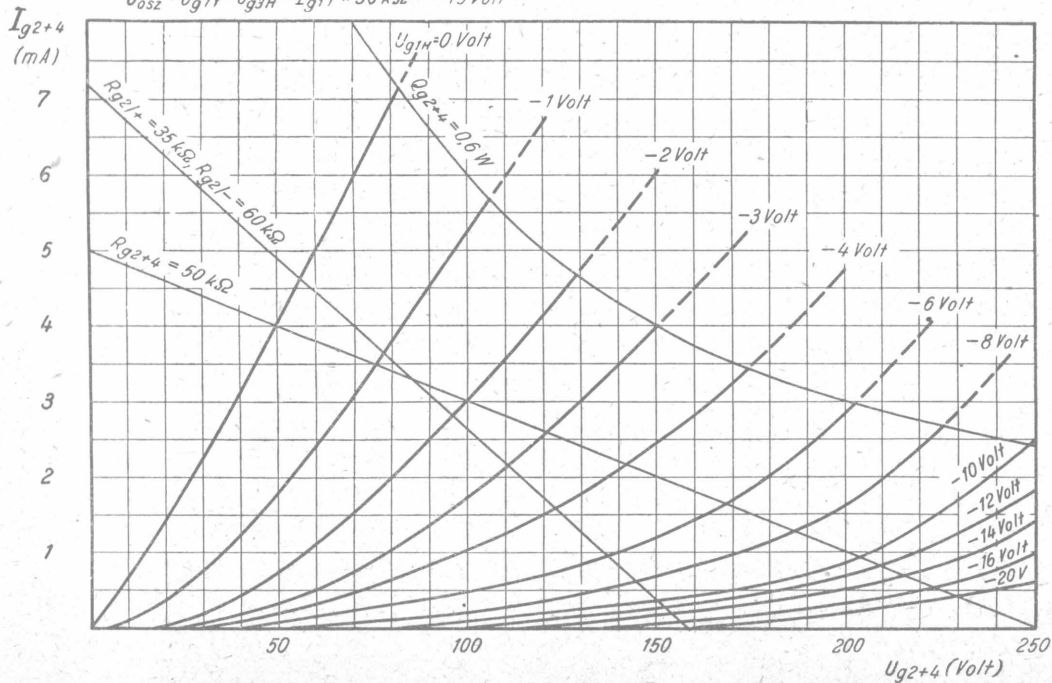
$$I_{g2+4} = f(U_{g2+4})$$

U_{g1H} = Parameter

$U_b = 250$ Volt

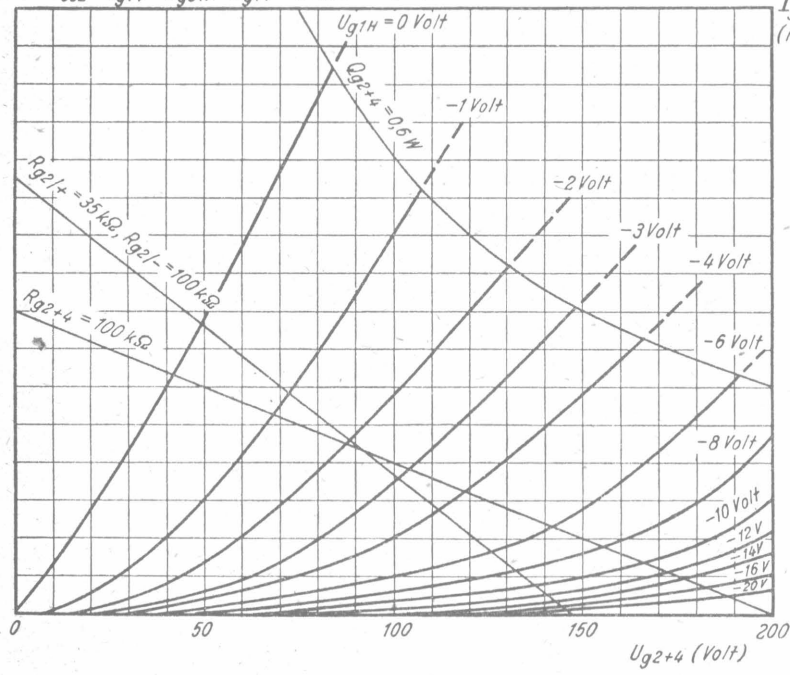
$R_{gT} = 30$ k Ω

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times 30 \text{ k}\Omega = -10 \text{ Volt}$$



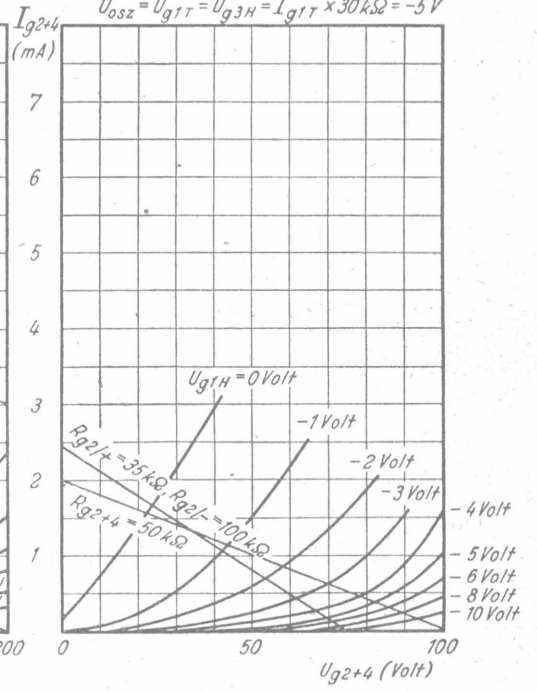
Kennlinienfeld 9

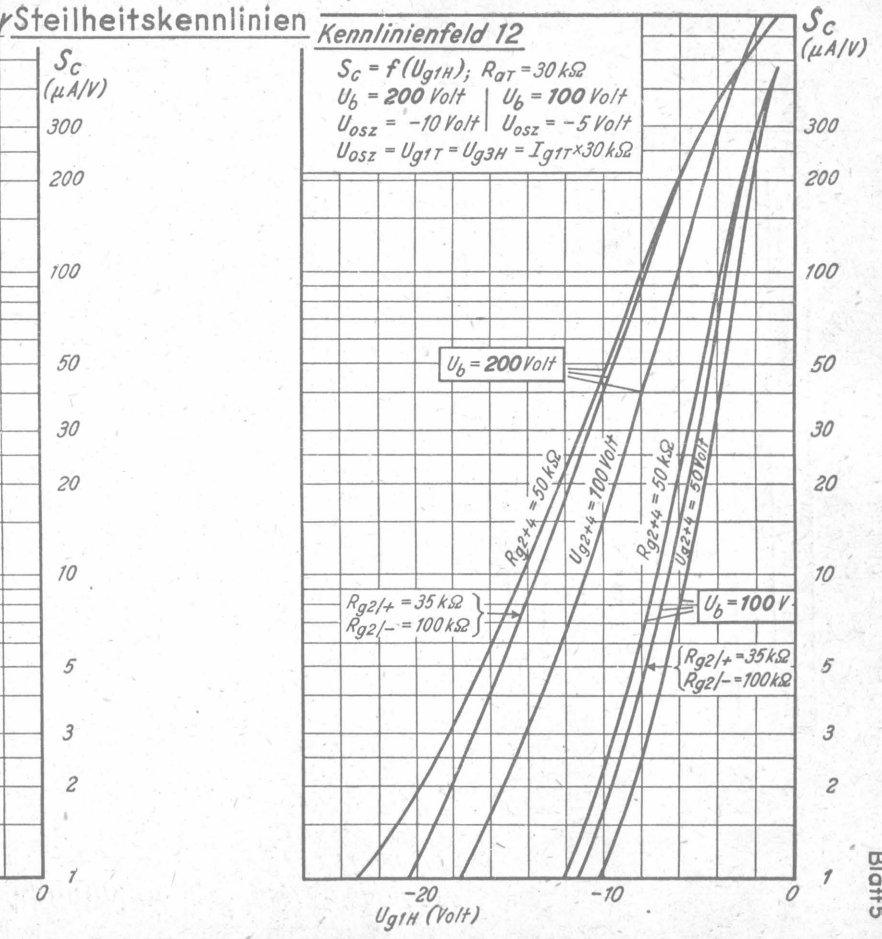
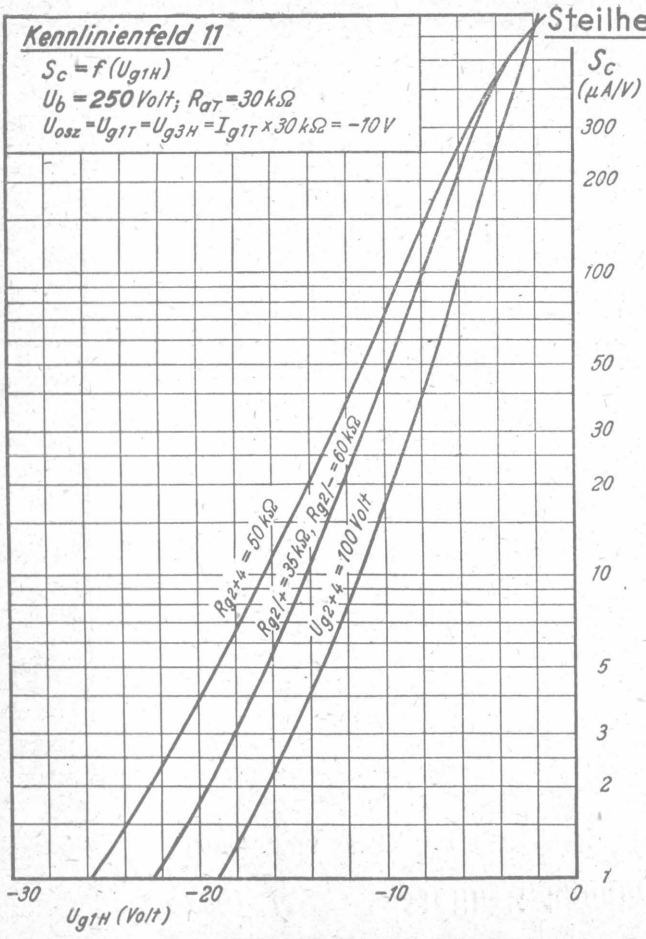
$I_{g2+4} = f(U_{g2+4})$
 $U_{g1H} = \text{Parameter}$
 $U_b = 200 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$
 $U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times 30 \text{ k}\Omega = -10 \text{ Volt}$



Kennlinienfeld 10

$I_{g2+4} = f(U_{g2+4})$
 $U_{g1H} = \text{Parameter}$
 $U_b = 100 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$
 $U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times 30 \text{ k}\Omega = -5 \text{ V}$





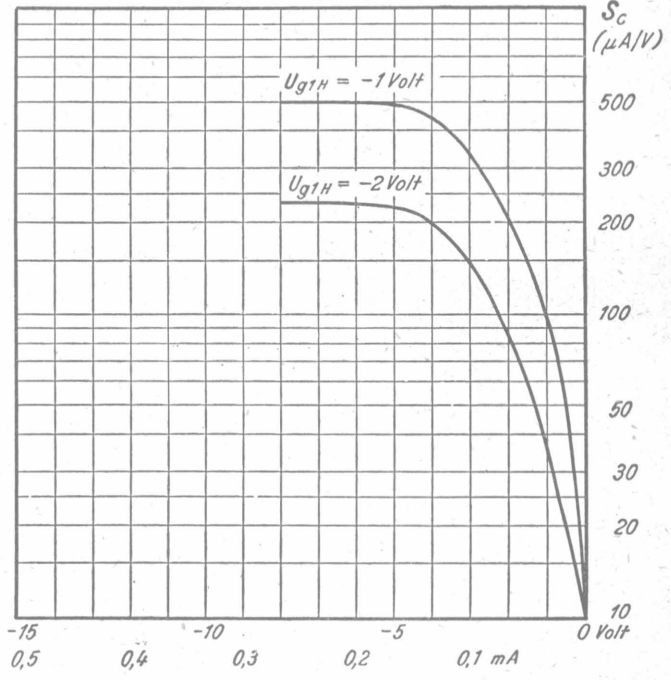
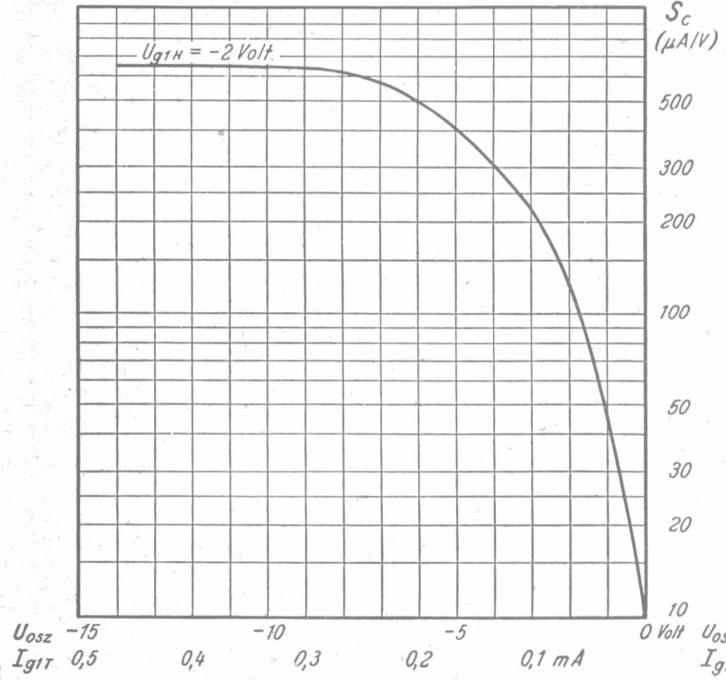
Kennlinienfeld 13

$S_C = f(U_{OSZ} \text{ und } I_{G1T})$
 $U_b = 200 \dots 250 \text{ Volt}$
 $U_{g2+4} = 100 \text{ Volt}$
 $R_{GT} = 30 \text{ k}\Omega$
 $U_{OSZ} = U_{G1T} = U_{G3H} = I_{G1T} \times R_{G1T} (30 \text{ k}\Omega)$

Steilheitskennlinien

Kennlinienfeld 14

$S_C = f(U_{OSZ} \text{ und } I_{G1T})$
 $U_b = 100 \text{ Volt}$
 $U_{g2+4} = 50 \text{ Volt}$
 $R_{GT} = 30 \text{ k}\Omega$
 $U_{OSZ} = U_{G1T} = U_{G3H} = I_{G1T} \times R_{G1T} (30 \text{ k}\Omega)$

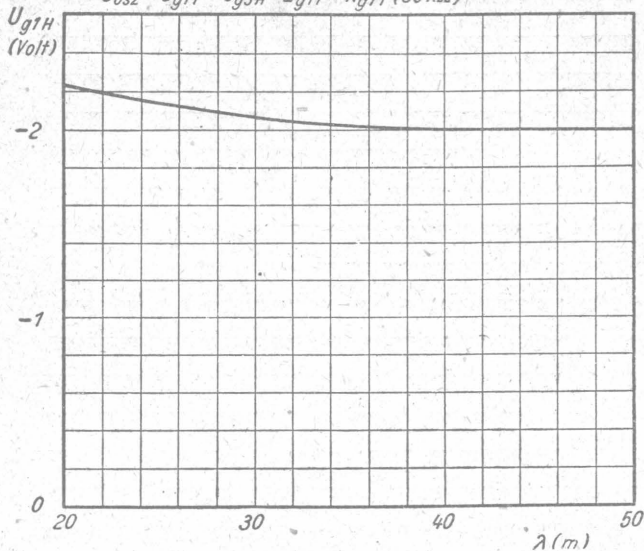


Kennlinienfeld 15

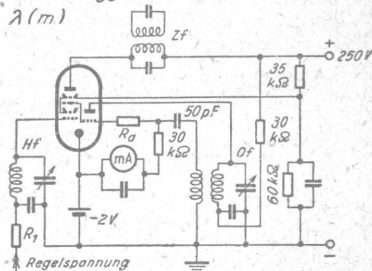
$$U_{g1H} = f(\lambda)$$

$$R_d = 150 \Omega$$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times R_{g1T} (30 k\Omega)$$



Meßschaltung

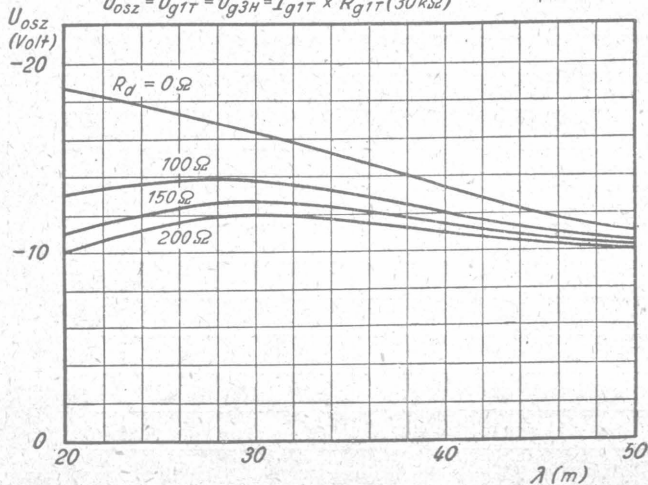


Kennlinienfeld 16

$$U_{osz} = f(\lambda)$$

$$R_d = \text{Parameter}$$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times R_{g1T} (30 k\Omega)$$



Zur Konstanzhaltung der Schwingamplitude im Kurzwellengebiet ist eine zusätzliche Dämpfung „ R_d “ zweckmäßig. Das Kennlinienfeld 16 zeigt die Abhängigkeit der Schwingamplitude von der Wellenlänge und von der Größe dieses Dämpfungswiderstandes. Das Kennlinienfeld 15 zeigt die Verlagerung des Arbeitspunktes in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Hierbei ist „ R_d “ = 150 Ω und R_T = 2 MΩ (siehe Meßschaltung).

Kennlinienfeld 17

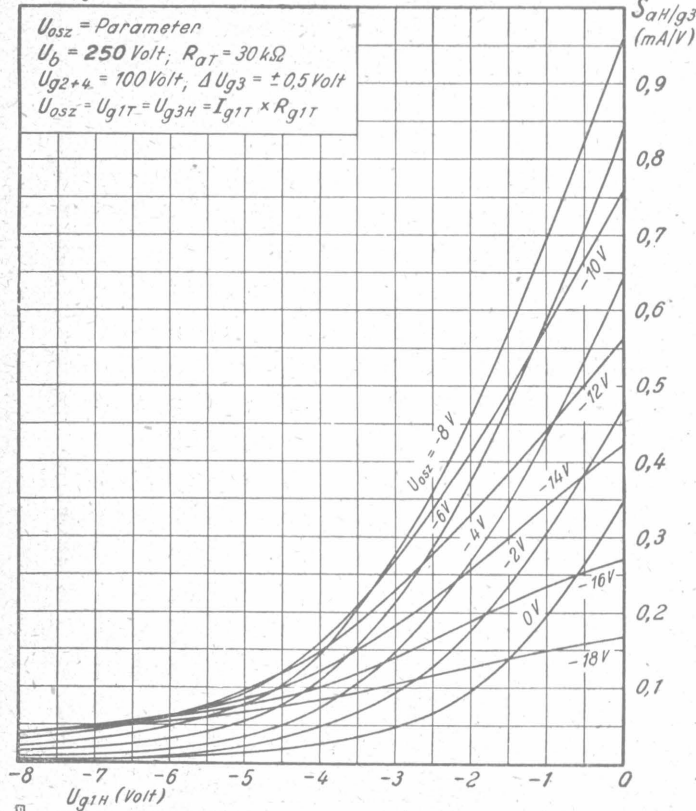
$$S_{aH/g3} = f(U_{g1H})$$

$U_{osz} = \text{Parameter}$

$U_b = 250 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$

$U_{g2+4} = 100 \text{ Volt}; \Delta U_{g3} = \pm 0,5 \text{ Volt}$

$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times R_{g1T}$



Steilheitskennlinien

Kennlinienfeld 18

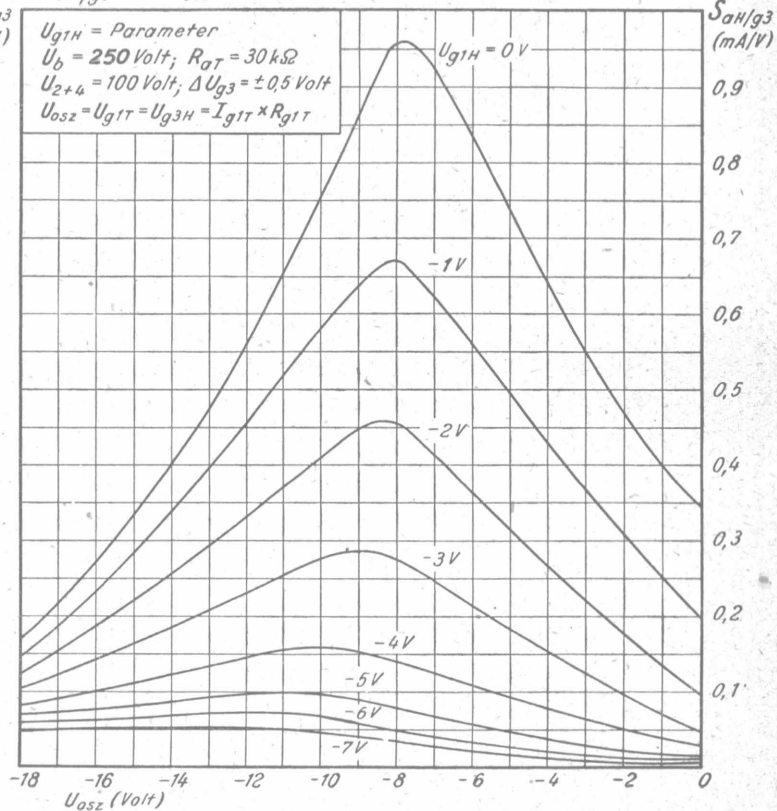
$$S_{aH/g3} = f(U_{osz})$$

$U_{g1H} = \text{Parameter}$

$U_b = 250 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$

$U_{2+4} = 100 \text{ Volt}; \Delta U_{g3} = \pm 0,5 \text{ Volt}$

$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times R_{g1T}$



Frequenzverwerfung

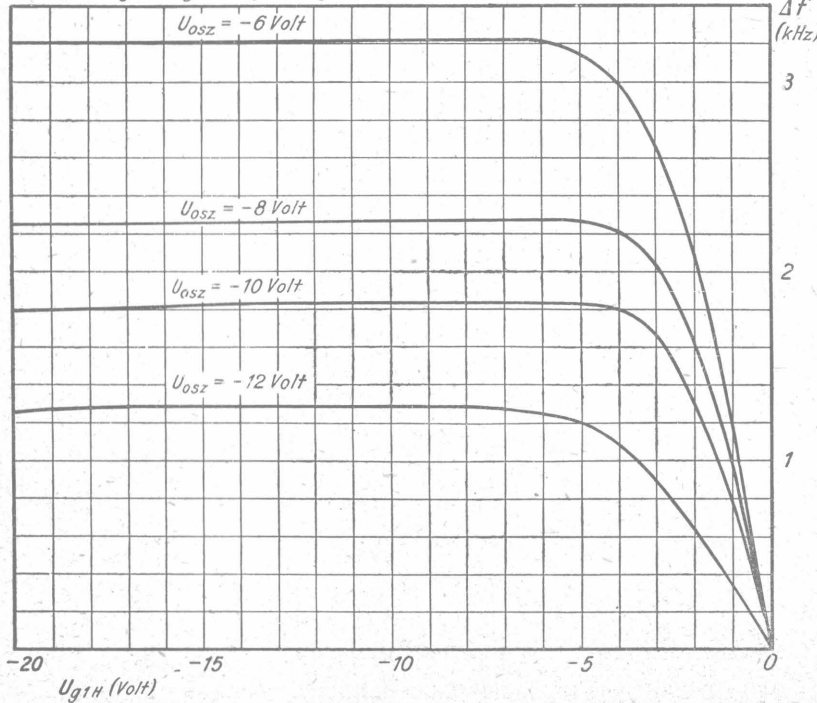
Kennlinienfeld 19

$$\Delta f = f(U_{g1H})$$

$U_{osz} = \text{Parameter}$

$\lambda = 15 \text{ m}; U_b = 250 \text{ Volt}$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times R_{g1T}$$



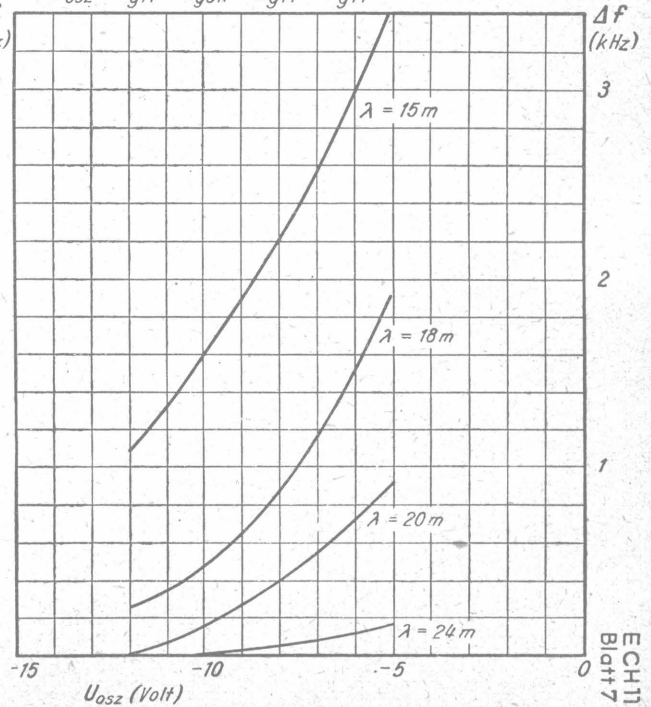
Kennlinienfeld 20

$$\Delta f = f(U_{osz})$$

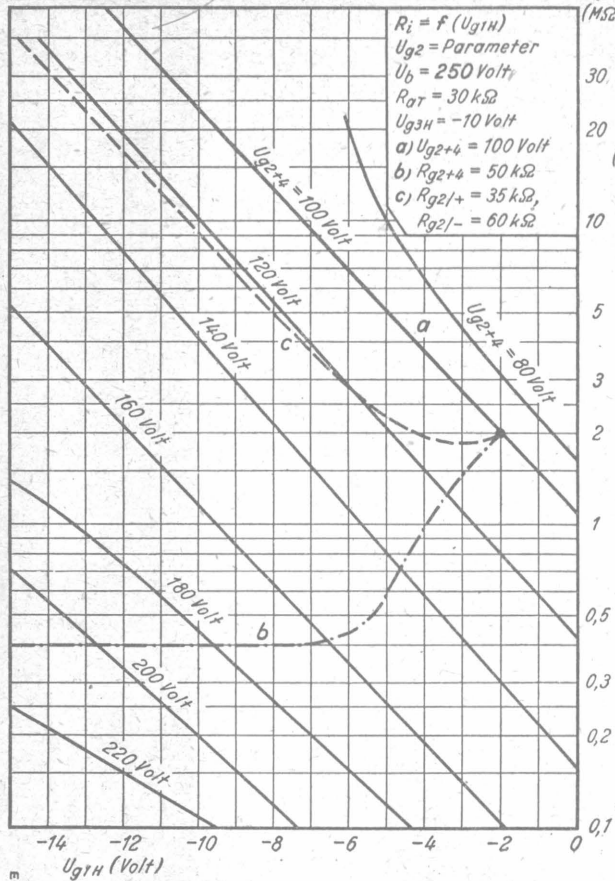
$\lambda = \text{Parameter}$

$U_b = 250 \text{ Volt}; U_{g1H} = -10 \text{ Volt}$

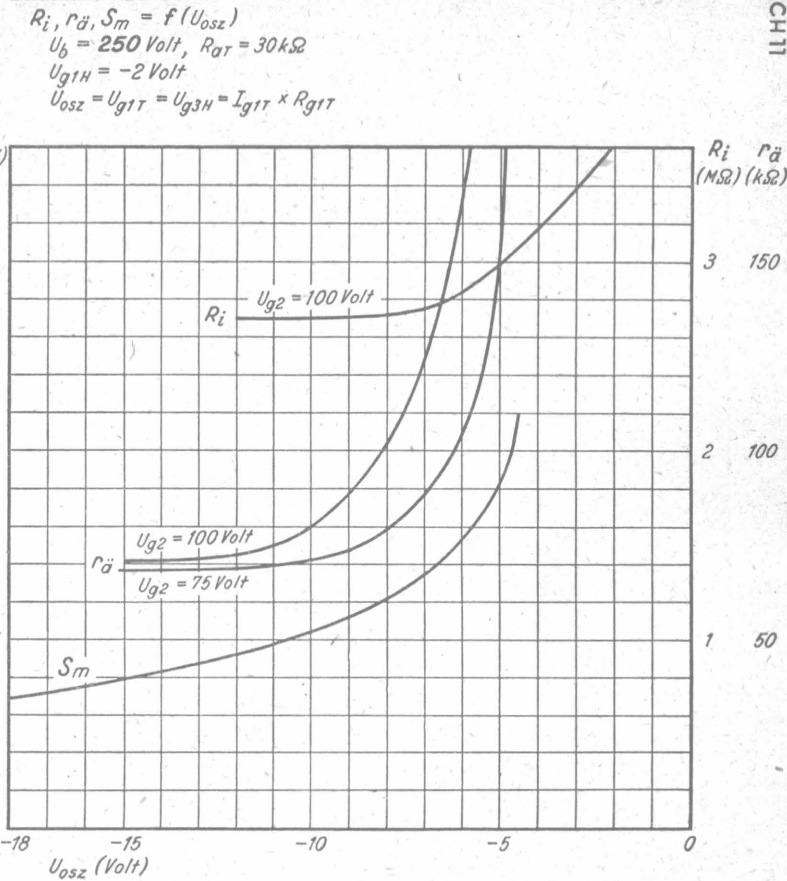
$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times R_{g1T}$$



Kennlinienfeld 21

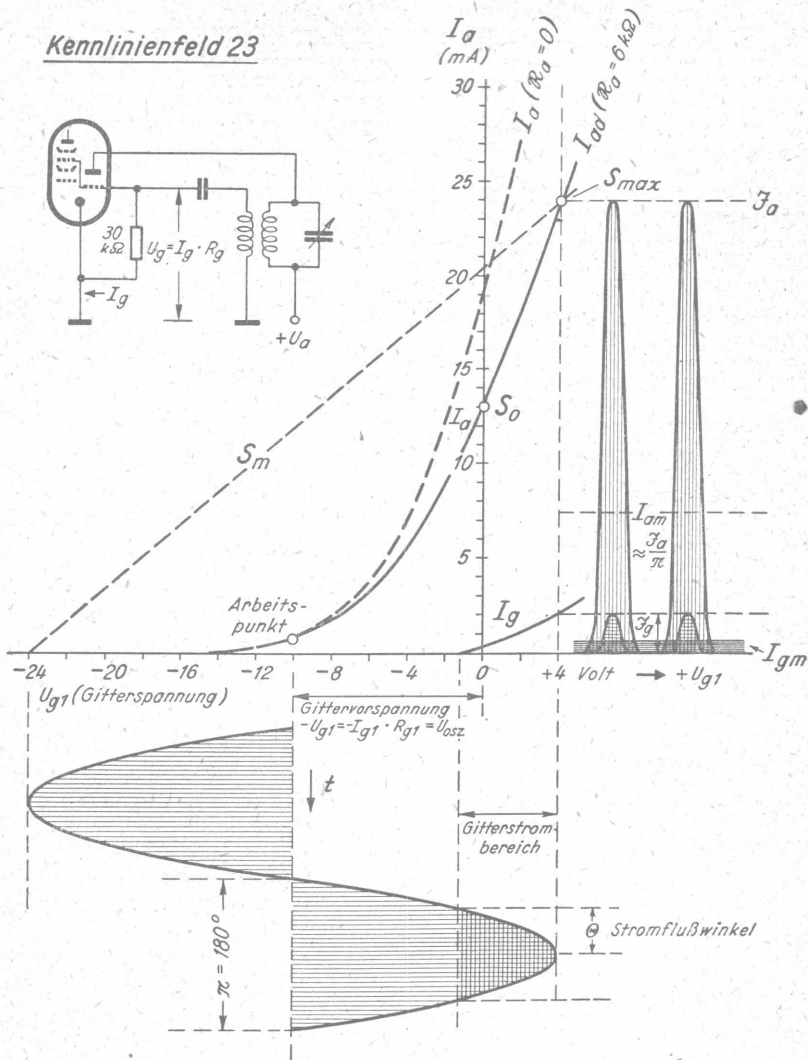


Kennlinienfeld 22



Der Aussteuervorgang beim Triodenteil der ECH 11

Kennlinienfeld 23



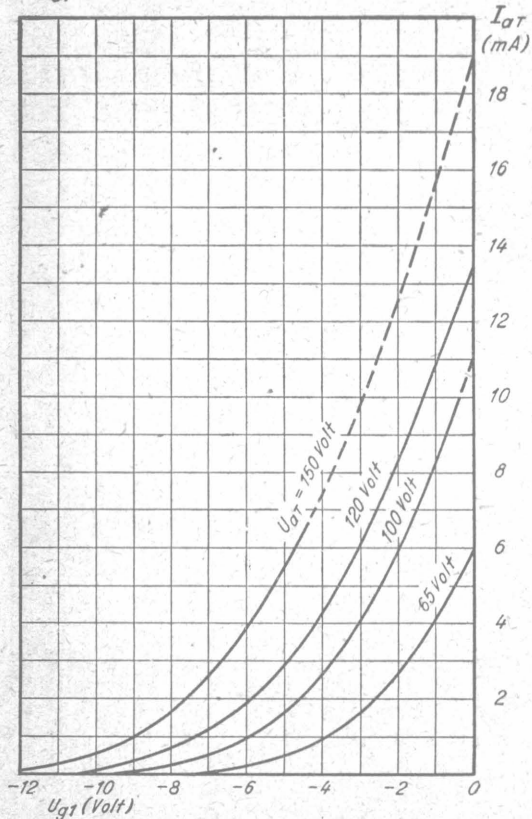
S_0 = Anschlagsteilheit (Steilheit bei $U_{g1} = 0$ Volt)
 S_m = mittlere Steilheit
 S_{max} = maximale Steilheit
 I_{a0} = Anodenspitzenstrom
 I_{am} = mittlerer Anodenstrom

I_a = statische Anodenstromkennlinie
 I_{ad} = Anodenstrom - Arbeitskennlinie
 I_g = Gitterspitzenstrom
 I_{gm} = mittlerer Gitterstrom
 I_g = statische Gitterstromkennlinie

Kennlinienfeld 24

$$I_{GT} = f(U_{GT})$$

U_{GT} = Parameter



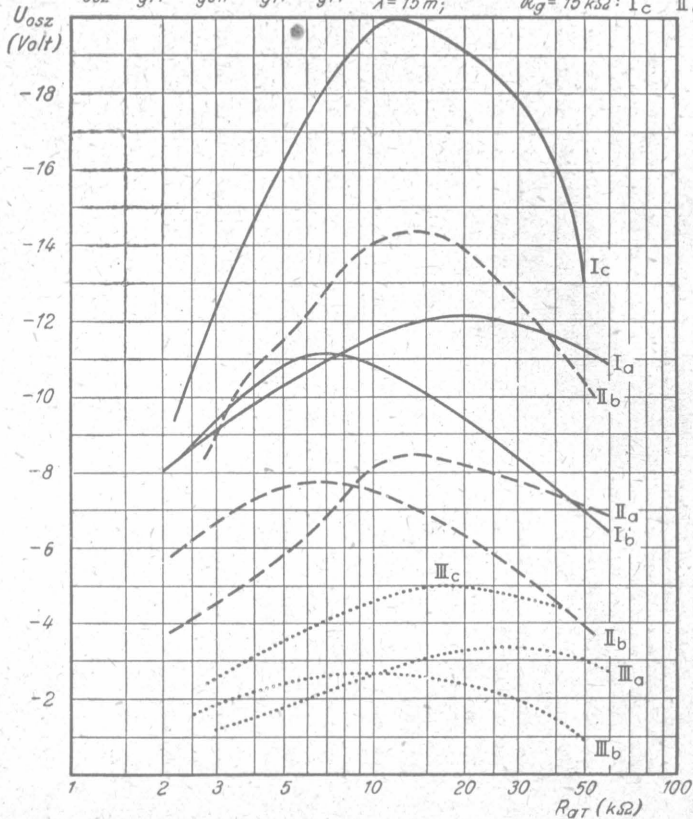
Triodenteil

Kennlinienfeld 25

$$U_{osz} = f(R_{GT})$$

$$U_{osz} = U_{GT} = U_{G3H} = I_{GT} \times R_{GT}$$

$U_a = 250 \ 200 \ 100 \text{ Volt}$
 $\lambda = 200 \dots 2000 \text{ m}; R_g = 30 \text{ k}\Omega: I_a \quad II_a \quad III_a$
 $\lambda = 50 \text{ m}; R_g = 5 \text{ k}\Omega: I_b \quad II_b \quad III_b$
 $\lambda = 15 \text{ m}; R_g = 15 \text{ k}\Omega: I_c \quad II_c \quad III_c$



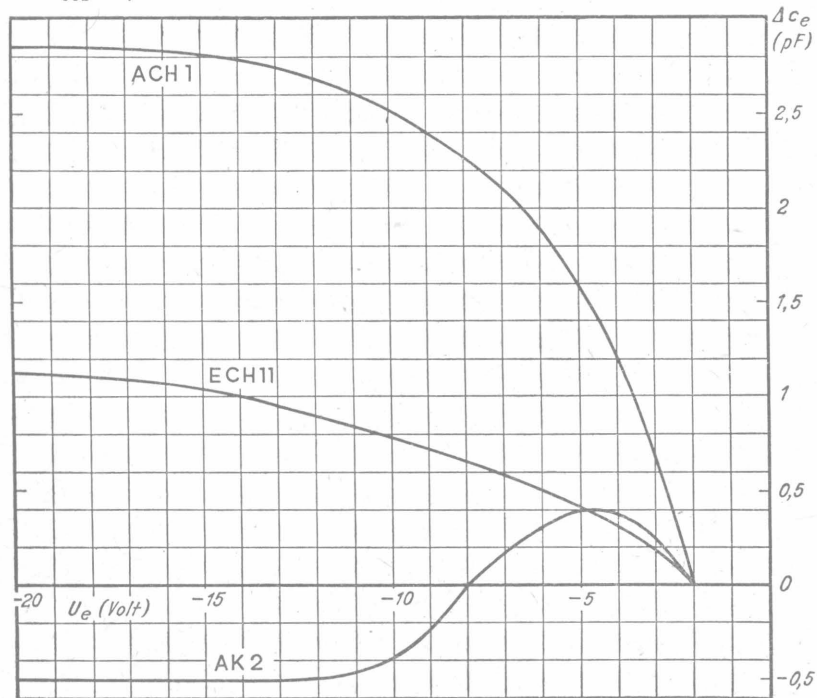
Vergleiche an Mischröhren

Kennlinienfeld 26

$$-\Delta c_e = f(U_e); U_e = U_{g1H} \text{ bei der ACH1 und ECH11, } = U_{g4} \text{ bei der AK2}$$

$$U_a = 250 \text{ Volt; } U_{g2} = 100 \text{ Volt}$$

$$U_{osz} = \text{opt.}$$

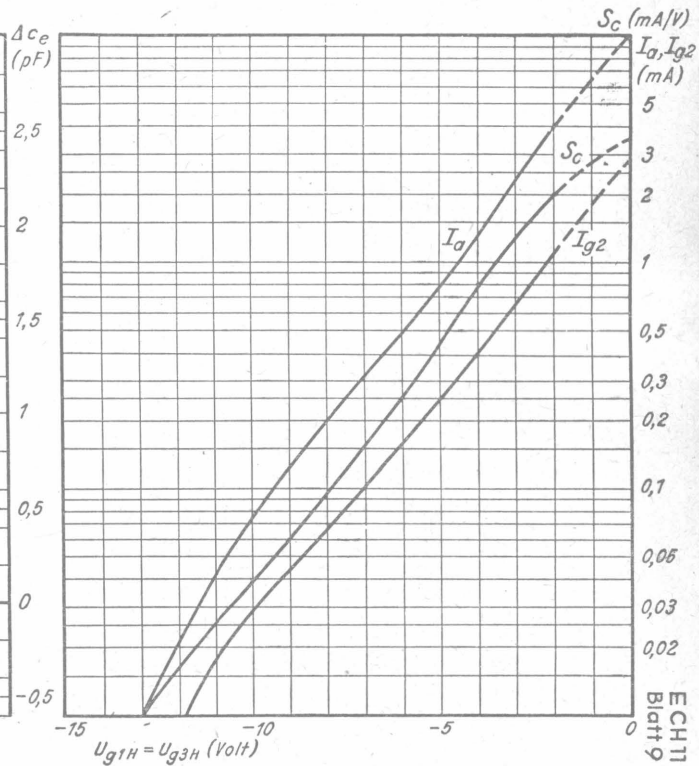


Regelung über beide Gitter

Kennlinienfeld 27

$$S_c, I_a, I_{g2} = f(U_{g1H} + g_{3H})$$

$$U_a = 250 \text{ Volt; } U_{g2} = 100 \text{ Volt}$$



Vergleiche an Mischröhren

Kennlinienfeld 28

Dämpfung des Gitterkreises durch den Laufzeiteffekt

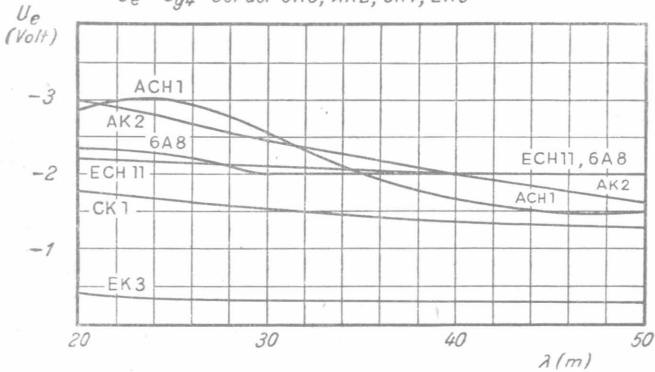
$$U_e = f(\lambda)$$

$$U_a = 250 \text{ bzw. } 200 \text{ Volt}; R_d = 150 \Omega$$

$$U_{osz} = \text{opt.}$$

$$U_e = U_{g1H} \text{ bei der ECH11, ACH1}$$

$$U_e = U_{g4} \text{ bei der 6A8, AK2, CK1, EK3}$$



Kennwerte der Mischröhren

	N_f (Watt)	I_k (mA)	I_q (mA)	S_c (mA/V)	R_i (M Ω)	$\Delta S_c \text{ max}$	erforderliche Regelspannung (Volt)
ACH1	4,0	11,0	3,0	0,75	0,8	1:750	-18
AK2	2,6	7,4	8,8	0,6	1,6	1:600	-23
CCH1	4,8	7,7	8,0	0,75	0,9	1:750	-18
CK1	2,6	7,4	8,8	0,6	1,5	1:600	-23
EK2	1,25	4,6	3,0	0,55	2,0	1:280	-23
ECH11	1,25	8,8	—	0,65	1,5	1:400	-19
EK3	4,1	14,0	5,0	0,65	2,0	1:100	-36
6A8	1,9	14,0	—	0,5	0,36	1:250	-42

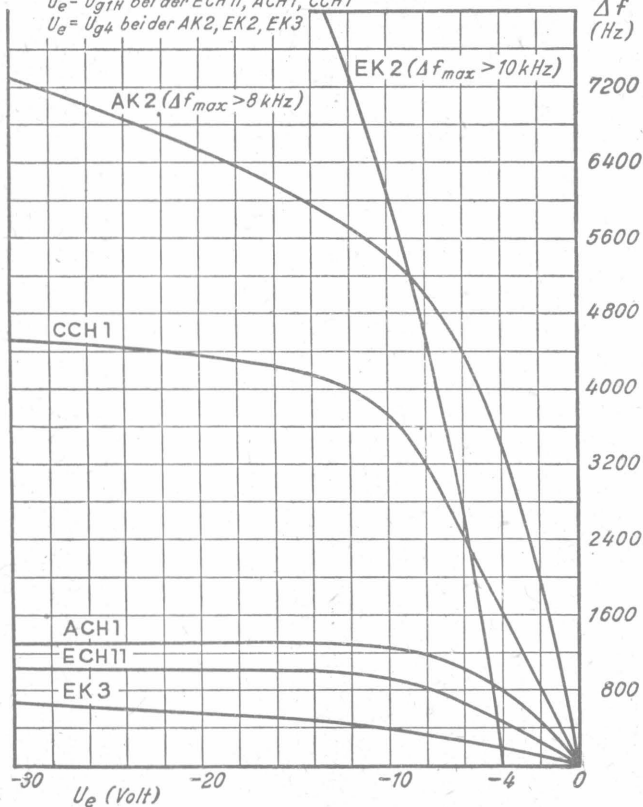
Kennlinienfeld 29

$$\Delta f = f(U_e)$$

$\lambda = 24\text{ m}$; $U_0 = 250$ bzw. 200 Volt

$U_e = U_{g1H}$ bei den ECH1, ACH1, CCH1

$U_e = U_{g4}$ bei den AK2, EK2, EK3



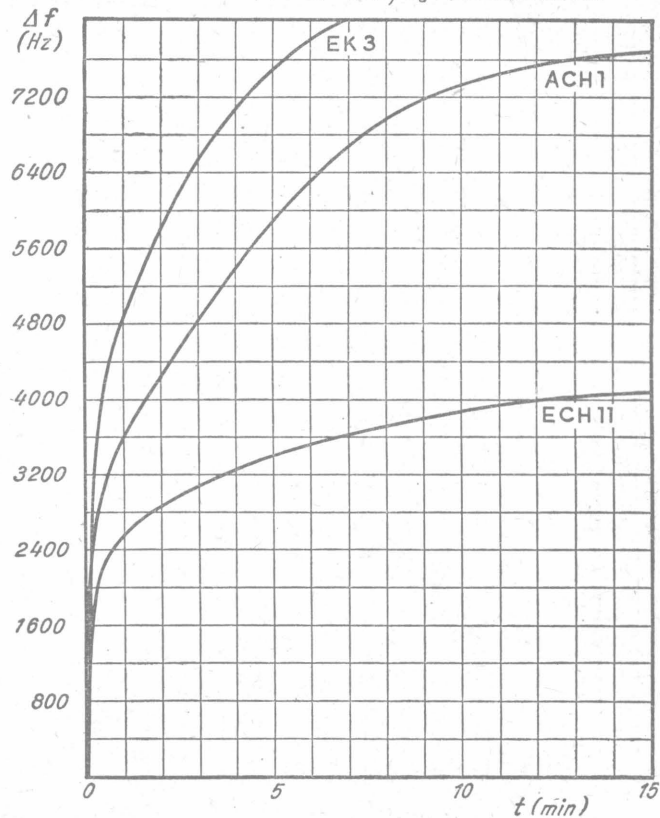
Vergleiche an Mischröhren

Einfluß der Frequenzverwerfung

Kennlinienfeld 30

$$\Delta f = f(t)$$

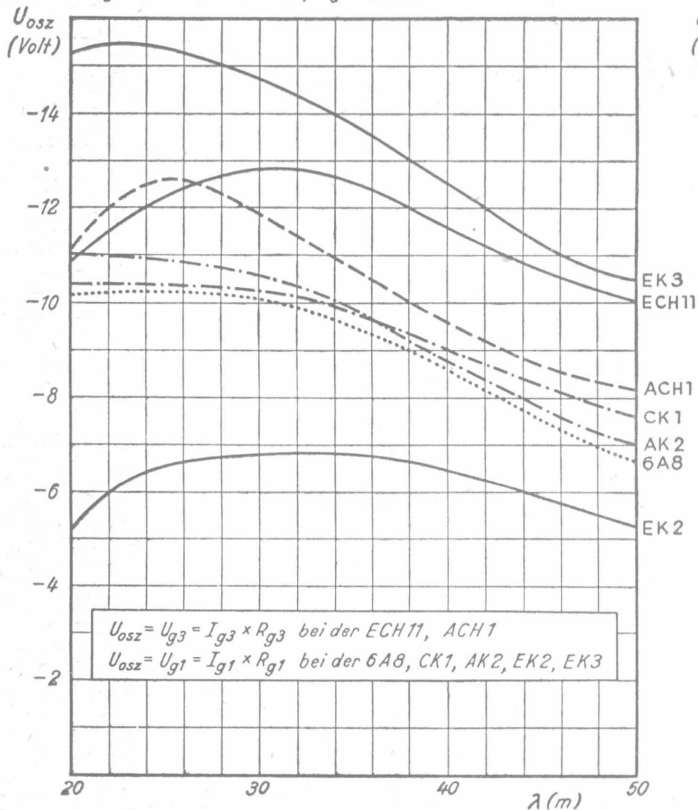
$\lambda = 24\text{ m}$; $U_0 = 250$ bzw. 200 Volt



Kennlinienfeld 31

$$U_{osz} = f(\lambda); R_{g_{osz}} = opt.$$

$$U_a = 250 \text{ bzw. } 200 \text{ Volt, } R_d = 150 \Omega$$



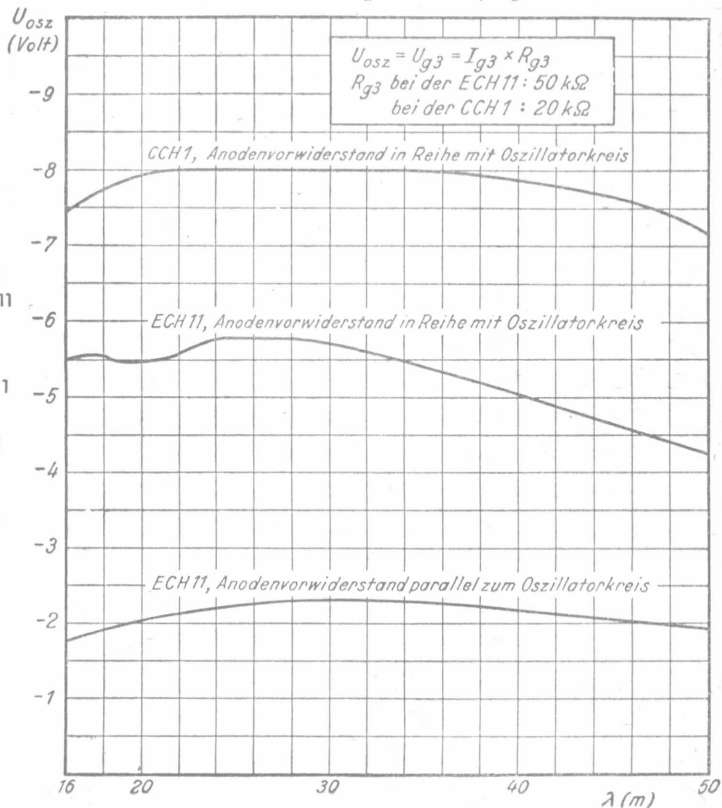
Vergleiche an Mischröhren

Die Größe der Oszillatorspannung

Kennlinienfeld 32

$$U_{osz} = f(\lambda)$$

$$U_a = 100 \text{ Volt, } R_d = 100 \Omega$$

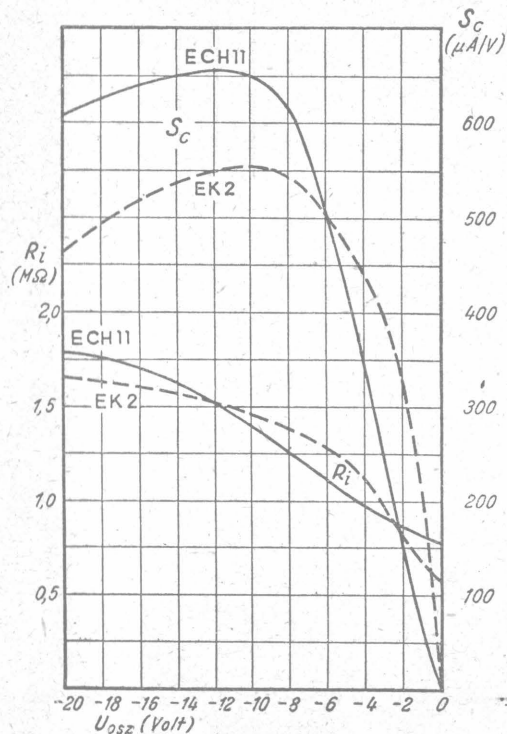


Vergleiche an Mischröhren

Kennlinienfeld 33

$$S_c = f(U_{osz}); R_i = f(U_{osz})$$

$$U_a = 250 \text{ bzw. } 200 \text{ Volt}; R_d = 150 \Omega$$

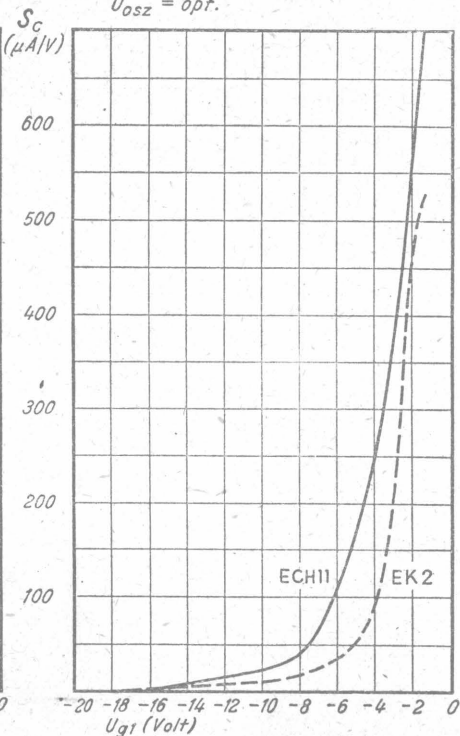


Kennlinienfeld 34

$$S_c = f(U_{g1})$$

$$U_a = 250 \text{ bzw. } 200 \text{ Volt}; R_d = 150 \Omega$$

$$U_{osz} = \text{opt.}$$



Kennlinienfeld 35

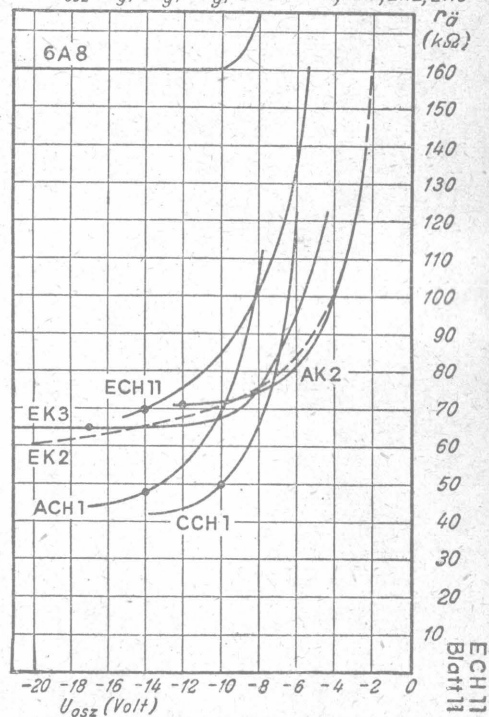
Der Rauschwiderstand

$$r_{\ddot{a}} = f(U_{osz})$$

$$U_a = 250 \text{ bzw. } 200 \text{ Volt}; R_d = 150 \Omega$$

$$U_{osz} = U_{g3} = I_{g3} \times R_{g3} \text{ bei der ECH11, ACH1, CCH1}$$

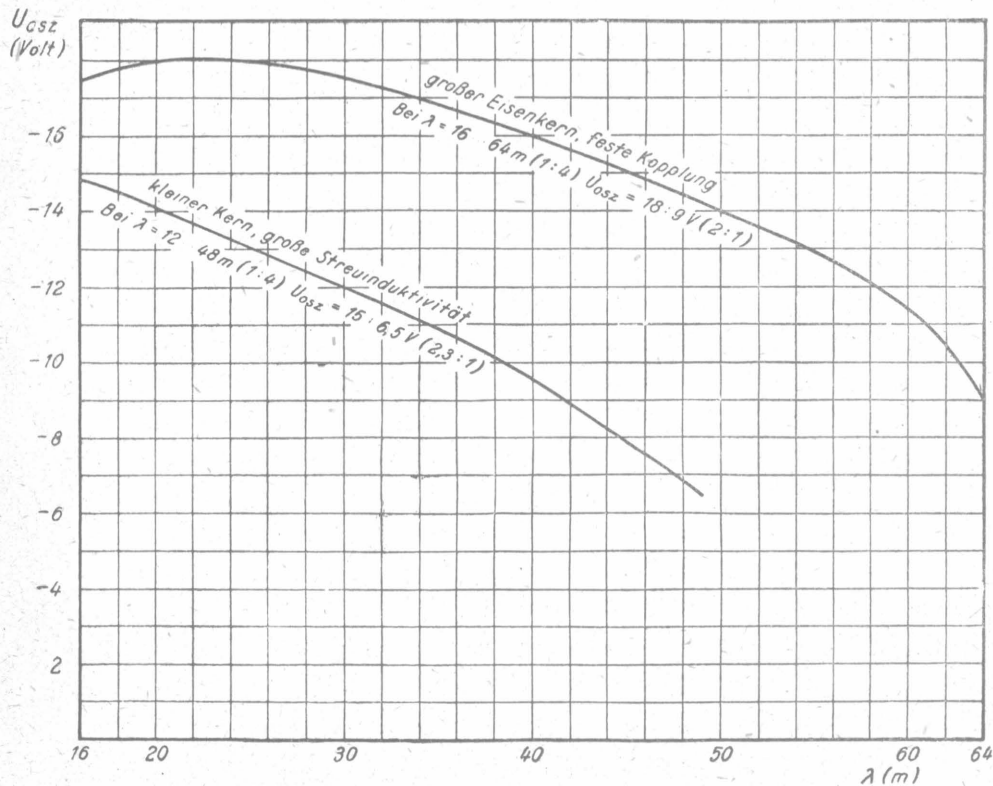
$$U_{osz} = U_{g1} = I_{g1} \times R_{g1} \text{ bei der 6A8, AK2, EK2, EK3}$$



Der Einfluß der Güte des Oszillatorkreises

Kennlinienfeld 36

$$U_{\text{osz}} = f(\lambda)$$



Bei $\lambda = 16$ 50 m sinkt die Oszillatoramplitude bei Spulen mit großem Eisenkern und fester Kopplung von 17,4 auf 14 Volt, bei Spulen mit kleinem Eisenkern mit größerer Streuinduktivität von 15 auf 6 Volt ab.

ECH 11 und EBF 11 mit gemeinsamem Schirmgitter-Vorwiderstand

Kennlinienfeld 37

$\Sigma I_{g2(+4)} = f(U_{g2(+4)})$
 $U_a = 100 \dots 250 \text{ Volt}; R_{g2(+4)} = 30 \text{ k}\Omega$
 $U_{g1} = \text{Parameter}$

Siehe auch die Kennlinienfelder
17 und 18 der EBF 11.



5 Röhren-6 Kreis - Standardsuper für Wechselstrom

Die ECH 11 und die EBF 11 erhalten ihre Schirmgitterspannung über einen gemeinsamen Vorwiderstand von 30 k Ω .

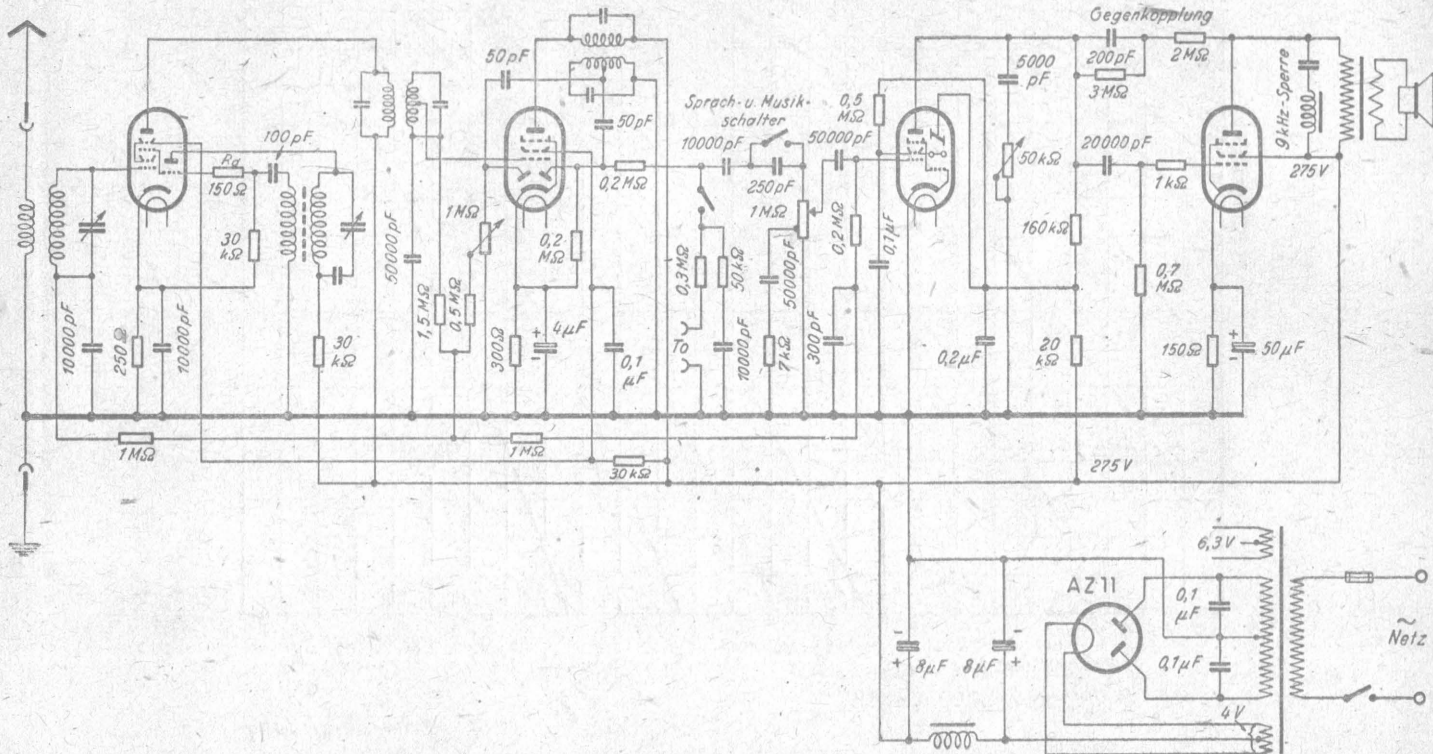
ECH 11

ECH 11

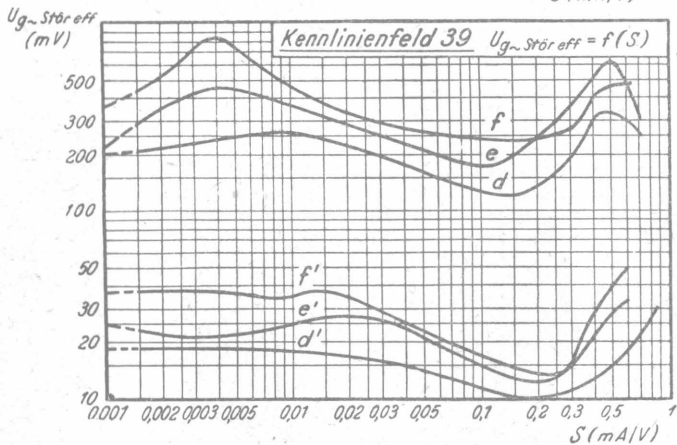
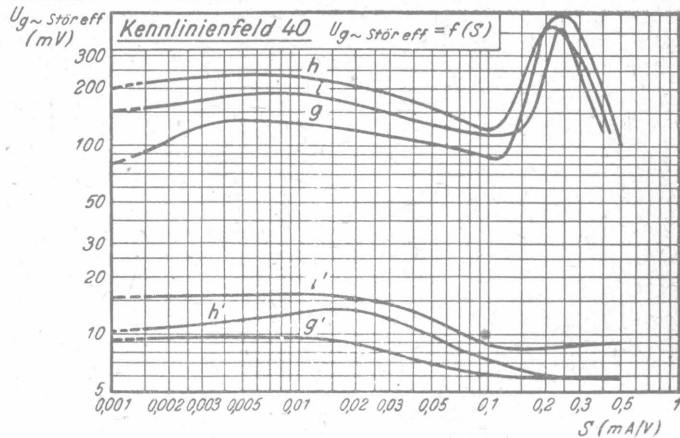
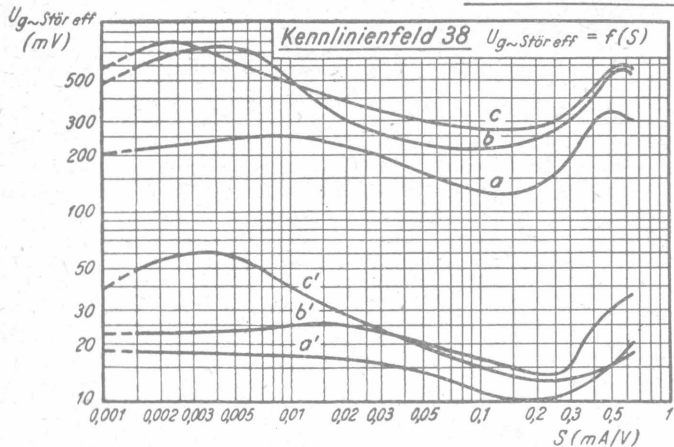
EBF 11

EFM 11

EL 11



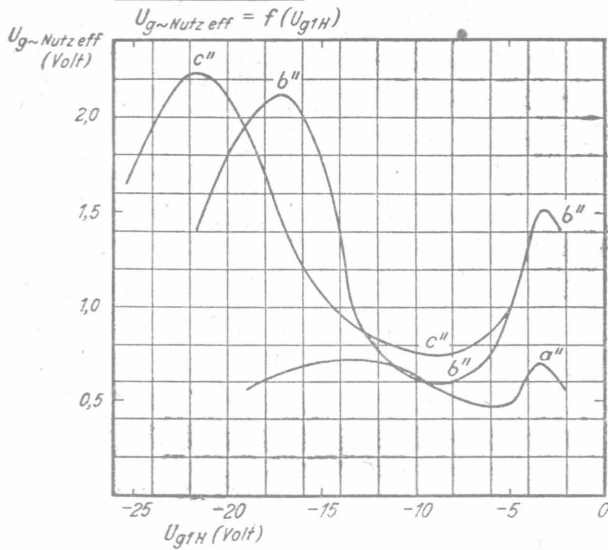
Brumm- und Kreuzmodulationskurven



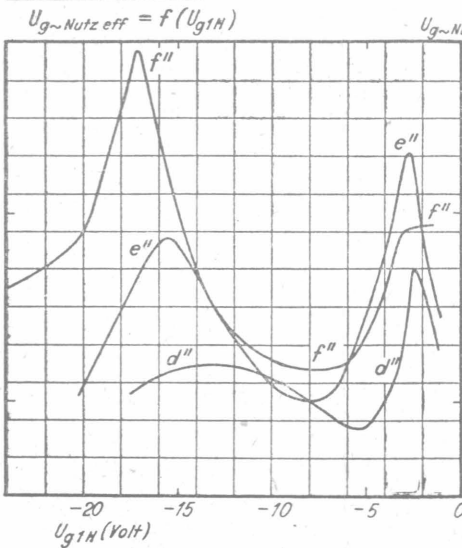
Kurven bei 1% Kreuzmodulation ($m_{\text{Stör}} = m_{\text{Nutz}}$)
bzw. bei 7% Brummmodulation ($m_{\text{Stör}} = 1$)

	Kreuz- modulation Kurve	Brumm- modulation Kurve	Zulässige Gitter- wechselspannung Kurve	
$U_b = 250 \text{ Volt}, U_{g2+4} = 100 \text{ Volt}$	$R_{g2/+} = 35 \text{ k}\Omega, R_{g2/-} = 60 \text{ k}\Omega$	a	a'	a''
	$R_{g2+4} = 50 \text{ k}\Omega$	b	b'	b''
		c	c'	c''
$U_b = 200 \text{ Volt}, U_{g2+4} = 100 \text{ Volt}$	$R_{g2/+} = 35 \text{ k}\Omega, R_{g2/-} = 100 \text{ k}\Omega$	d	d'	d''
	$R_{g2+4} = 50 \text{ k}\Omega$	e	e'	e''
		f	f'	f''
$U_b = 100 \text{ Volt}, U_{g2+4} = 50 \text{ Volt}$	$R_{g2/+} = 35 \text{ k}\Omega, R_{g2/-} = 100 \text{ k}\Omega$	g	g'	g''
	$R_{g2+4} = 50 \text{ k}\Omega$	h	h'	h''
		i	i'	i''

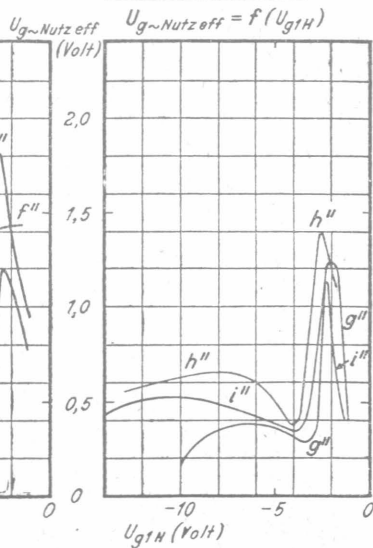
Kennlinienfeld 41



Kennlinienfeld 42



Kennlinienfeld 43





Röhren-Dokumente

Nf-Triode + Endtetrode (Verbundröhre)

ECL 11

6 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Allgemeines:

Röhre mit Stahlröhrensockel und Glaskolben (innen geschwärzt).
Innere Abschirmungen mit Kathode verbunden. Sockelblech zur Abschirmung unbedingt erforderlich!

Triodensystem mit kleinem Durchgriff. Endtetrodensystem mit „kritischem Anodenabstand“, um das Auftreten von Sekundärelektronen zu verhüten. Zur Vermeidung von UKW-Schwingungen ist im Röhrensockel vielfach ein Urdoxwiderstand dem Steuergitter des Tetrodentells vorgeschaltet.

Heizung:

Övalkatode (Bariumoxyd) mit bifilar gewickelten Heizfäden

Heizspannung	U_f	6,3	Volt ~	
Heizstrom	I_f	1	A ind	

Meßwerte:

1. des Triodenteils

Anodenspannung	U_{aT}	250	200	100	Volt
Gitterverspannung	U_{g1T}	-2,5	-1,8	-1	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	2	2	1,2	mA
Steilheit	S	2	1,8	1,2	mA/V
Durchgriff	D	1,5	1,5	1,5	%
Innenwiderstand	R_i	33	37	55	k Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 1 und 2

2. des Tetrodentells

Anodenspannung	U_{aQ}	250	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2Q}	250	215	Volt
Gittervorspannung	U_{g1Q}	-6	-5	Volt
Anodenstrom	I_{aQ}	36	28	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2Q}	4	3	mA
Steilheit	S	9	8	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	4	4	%
Innenwiderstand	R_i	25		k Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 10 und 11

Betriebswerte:

1. des Triodenteils

a) als Audion in RC-Kopplung

Betriebsspannung	U_b	250	250	250	250	Volt
Außenwiderstand	R_{aT}	50	100	200	300	k Ω
Siebwiderstand	$R_{aT\text{sieb}}$	10	20	20	30	k Ω
Anodenstrom	I_{aT}	2,8	1,8	1	0,75	mA
Detektorverstärkung	V	2...3	5...6,5	4...6	3...5,5	fach

Das Endsystem wird hierbei nicht ausgesteuert

Siehe auch die Kennlinienfelder 3 und 4

b) als Audion in Drosselkopplung

Betriebsspannung	U_b	250	250	250	Volt
Siebwiderstand	$R_{aT\text{sieb}}$	10	25	50	k Ω
Anodenstrom	I_{aT}	7	4,8	3,3	mA
Detektorverstärkung	V	5...7	4...6	3...5	fach

Der Siebwiderstand muß mindestens 20 k Ω groß sein, da sonst die Anodenbelastung des Triodensystems zu groß wird.

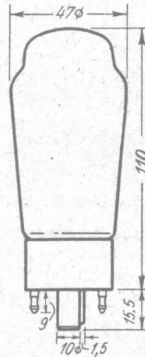
Siehe auch die Kennlinienfelder 2...4

c) als NF-Verstärker in RC-Kopplung

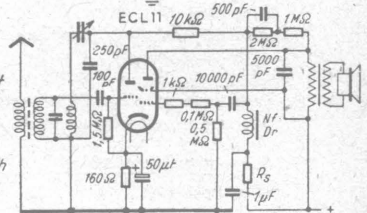
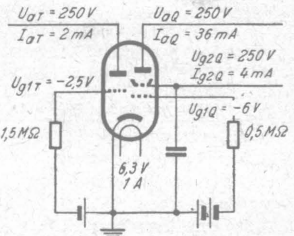
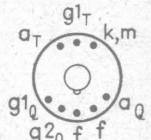
Betriebsspannung	U_b	250	250	250	Volt
Außenwiderstand	R_{aT}	300	200	100	k Ω
Siebwiderstand	$R_{aT\text{sieb}}$	50	20	20	k Ω
(Anodenspannung)	U_{aT}	100	140	140	Volt
Gittervorspannung	U_{g1T}	-1,4	-2	-2,5	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	0,43	0,43	0,55	mA
Spannungsverstärkung	V	42,5	43	34	fach

Kurve ... in Kennlinienfeld 6 und 7

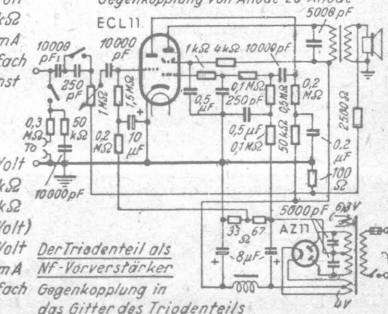
Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



Der Triodenteil als Audion geschaltet Gegenkopplung von Anode zu Anode 5000pF



Der Triodenteil als NF-Verstärker Gegenkopplung in das Gitter des Triodenteils

Betriebswerte (Fortsetzung):

2. des Endtetrodentails

a) Eintakt - A - Betrieb

Der Arbeitspunkt entspricht dem Arbeitspunkt bei der ECL 11. Da die ECL 11 aber einen Endtetrodentail besitzt, ist der Verlauf der Klirrfaktorkurve etwas anders.

Anodenspannung	U_{G0}	250	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{G2}	250	215	Volt
Gittervorspannung	U_{G1}	-6	-5	Volt
Anodenstrom	I_{G0}	36	28	mA
Schirmgitterstrom	I_{G2}	4	3	mA
Außenwiderstand	R_a	7	7	k Ω
max. Sprechleistung	$N_{a\sim}$	4	2,9	Watt
hierbei Klirrfaktor	K	10	10	%
Gitterwechselspannung	$U_{G\sim eff}$	4,2	3,8	Volt
Empfindlichkeit				
(Gitterwechselspannung bei einer Sprechleistung von 50 mW)	$U_{G\sim eff}$	0,3	0,31	Volt

Siehe auch die Kennlinienfelder 10...14

Die Gittervorspannung darf nur halbautomatisch durch Spannungsabfall an einem Widerstand erzeugt werden, der in der gemeinsamen Minusleitung des Gerätes liegt und somit von den Anoden- und Schirmgitterströmen aller Röhren durchflossen wird, da sonst die Gefahr einer unerwünschten Kopplung zwischen Trioden- und Tetrodensystem besteht. Seine Größe errechnet sich nach dem Ohmschen Gesetz:

$$R = \frac{U_{G0}}{\Sigma I_{G0} + \Sigma I_{G2}}$$

Die Gittervorspannung des Triodensystems wird durch entsprechende Unterteilung des Widerstandes gewonnen (1/3 des Gesamtwiderstandes).

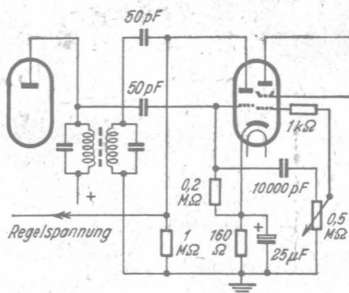
Nur wenn das Triodensystem als Audion geschaltet ist, darf die Gittervorspannung vollautomatisch durch Spannungsabfall an einem Katodenwiderstand erzeugt werden, da dieser dann nur von den Strömen des Endtetrodensystems durchflossen wird. Hierbei ist $R_k = 150 \dots 165 \Omega$

b) 2 Röhren im Gegentakt - A - Betrieb

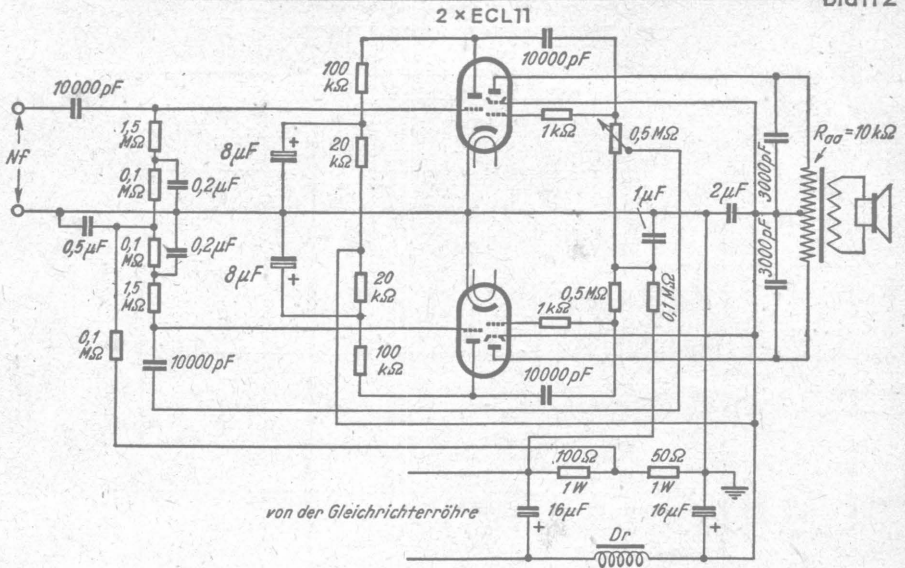
Anodenspannung	U_{G0}	250	Volt
Schirmgitterspannung	U_{G2}	250	Volt
Gittervorspannung	U_{G1}	je -6	Volt
Anodenstrom	I_{G0}	2×36	mA
Schirmgitterstrom	I_{G2}	2×5	mA
bei voller Aussteuerung	I_{G2d}	2×14	mA
Außenwiderstand von Anode zu Anode	R_{aa}	11	k Ω
opt. Sprechleistung	$N_{a\sim}$	8	Watt
hierbei Klirrfaktor	K	5	%
(Aussteuerung bis zum Einsatzpunkt des Gitterstromes)			
Gitterwechselspannung von Gitter zu Gitter	$U_{Gg\sim eff}$	7,2	Volt

c) 2 Röhren im Gegentakt - AB - Betrieb

Anodenspannung	U_{G0}	250	Volt
Schirmgitterspannung	U_{G2}	250	Volt
Gittervorspannung	U_{G1}	je -7,5	Volt
Anodenstrom	I_{G0}	2×24	mA
Schirmgitterstrom	I_{G2}	$2 \times 2,8$	mA
bei voller Aussteuerung	I_{G2d}	2×8	mA
Außenwiderstand von Anode zu Anode	R_{aa}	10	k Ω
opt. Sprechleistung	$N_{a\sim}$	8,2	Watt
hierbei Klirrfaktor	K	3	%
(Aussteuerung bis zum Einsatzpunkt des Gitterstromes)			
Gitterwechselspannung von Gitter zu Gitter	$U_{Gg\sim eff}$	10,6	Volt



Verwendung der ECL 11 als Duodiode + Endtetrode (grundsätzlich dargestellt)



Grenzwerte:

	Triodenteil	Endtrodenteil	
Anodenspannung	U_g 300	250	Volt
Anodenkaltspannung	U_{gL} 550	550	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2} —	275	Volt
Schirmgitterkaltspannung	U_{g2L} —	550	Volt
Anodenverlustleistung	Q_a 0,6	9	Watt
Schirmgitterbelastung bei $U_{g\sim} = 0$ Volt bei voller Aussteuerung	Q_{g2} —	1,3	Watt
Gitterableitwiderstand	Q_{g2d} —	3,5	Watt
hiervon zweckmäßig Kopplungswiderstand	R_{g1} 1,7	0,7	MΩ
Siebwiderstand	R_{g1} 1,5	0,5	MΩ
Katodenstrom	$R_{g1\text{sieb}}$ 0,2	0,2	MΩ
Gitterstrom-Einsatzpunkt	I_k —	60	mA
Spannung zwischen Faden und Schicht	Bei $I_{g1} = 0,3 \mu A$ ist U_{g1} nie negativer als -1,3 Volt		
Außenwiderstand zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k}$ 50	50	Volt
	$R_{f/k}$ 5	5	kΩ

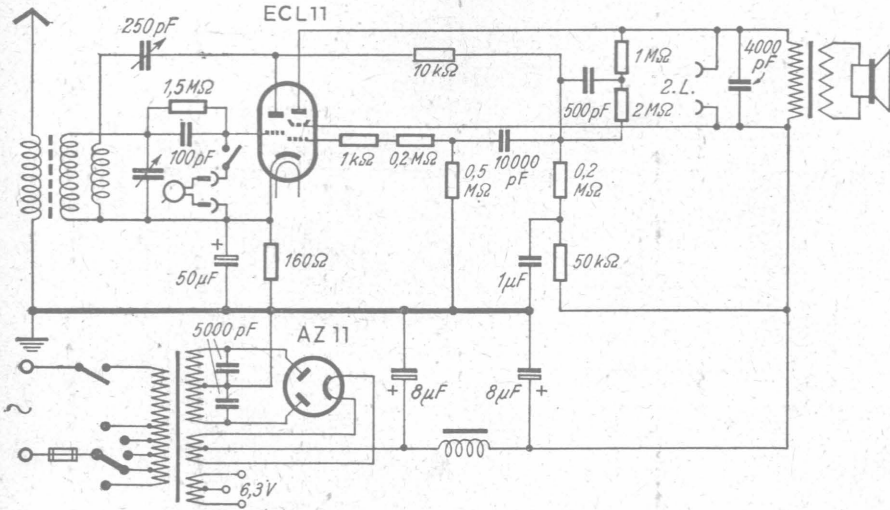
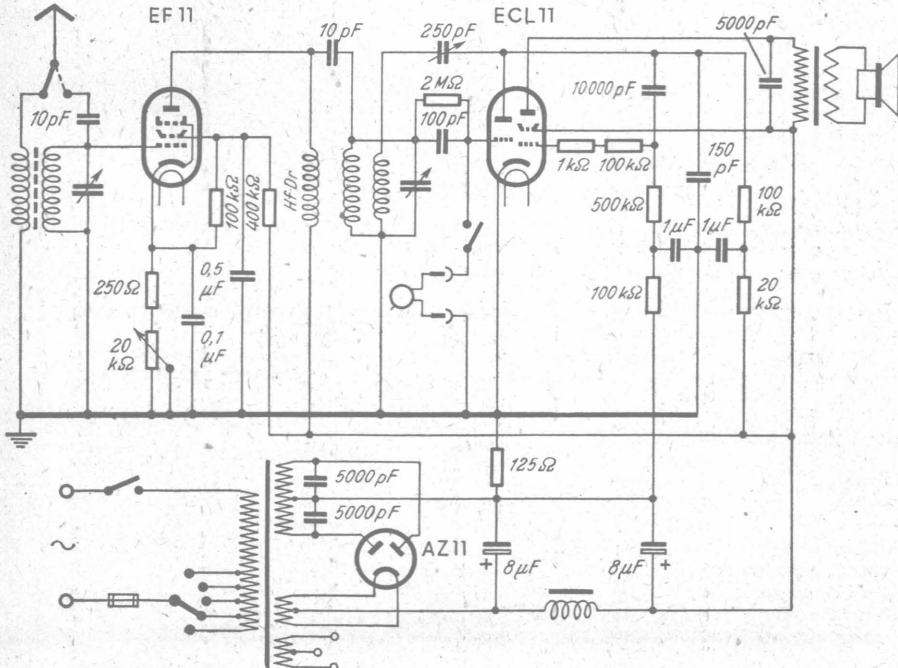
Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die die Gittervorspannung erzeugen.

Zur Vermeidung von UKW-Störschwingungen ist es notwendig, unmittelbar vor das Steuergitter einen Schutzwiderstand von mindestens 1000 Ω oder (und) vor das Schirmgitter einen Widerstand von mindestens 100 Ω zu legen.

Innere Röhrenkapazitäten:

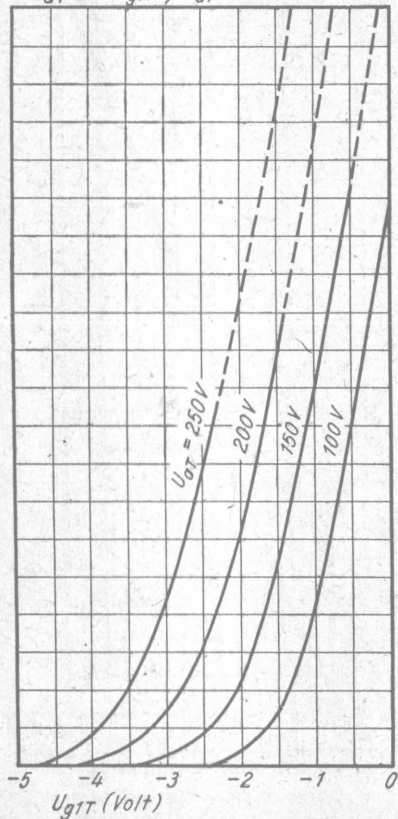
	Triodenteil	Endtrodenteil	
Eingang	$C_e (c_{g1/k})$ 4,9	9,2	pF
Ausgang	$C_a (c_{a1/k})$ 3,8	16,6	pF
Gitter - Anode	$c_{g1/a}$ < 1,5	< 0,9	pF
Gitter - Heizfaden	$c_{g1/f}$ < 0,016	< 0,1	pF
Gitter I II - Gitter I I	$c_{g1e/g1f}$ < 0,1		pF
Gitter I I - Anode I	$c_{g1f/a1}$ < 0,02		pF
Gitter I II - Anode I	$c_{g1e/a1}$ < 0,2		pF
Anode II - Anode I	$c_{a2/a1}$ < 0,15		pF

Fritz Künze

Einkreis für WechselstromZweikreis-Dreiröhren-Empfänger für Wechselstrom

Kennlinienfeld 1

$$I_{aT} = f(U_{g1T}); U_{aT} = \text{Parameter}$$

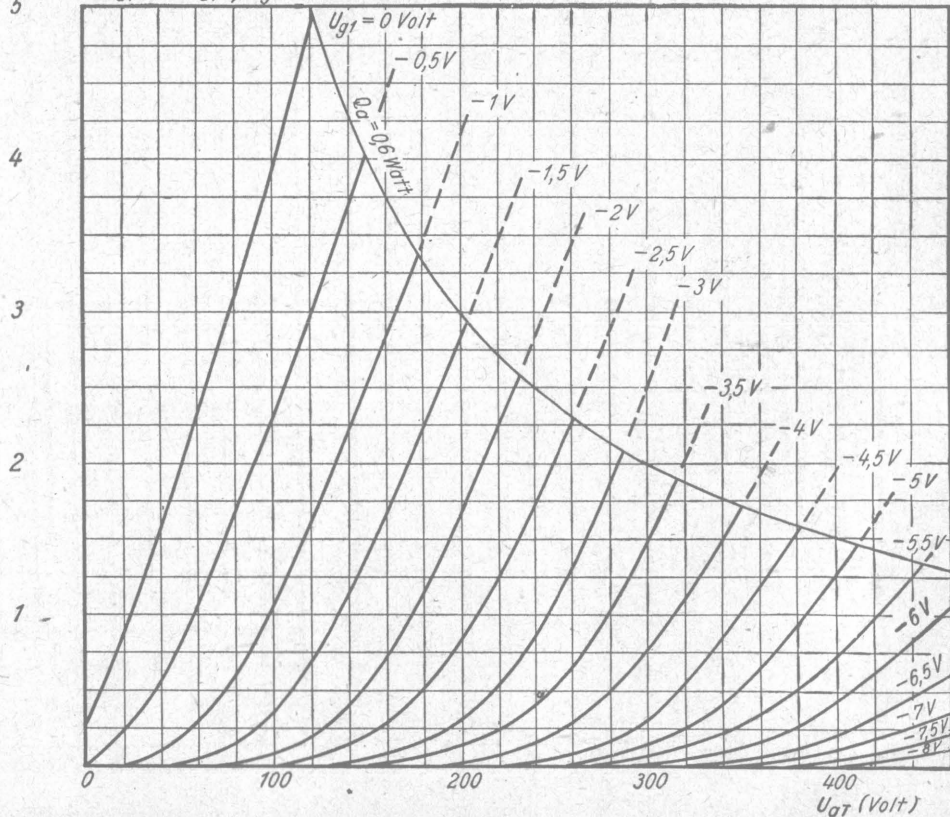


Triodenteil

Kennlinienfeld 2

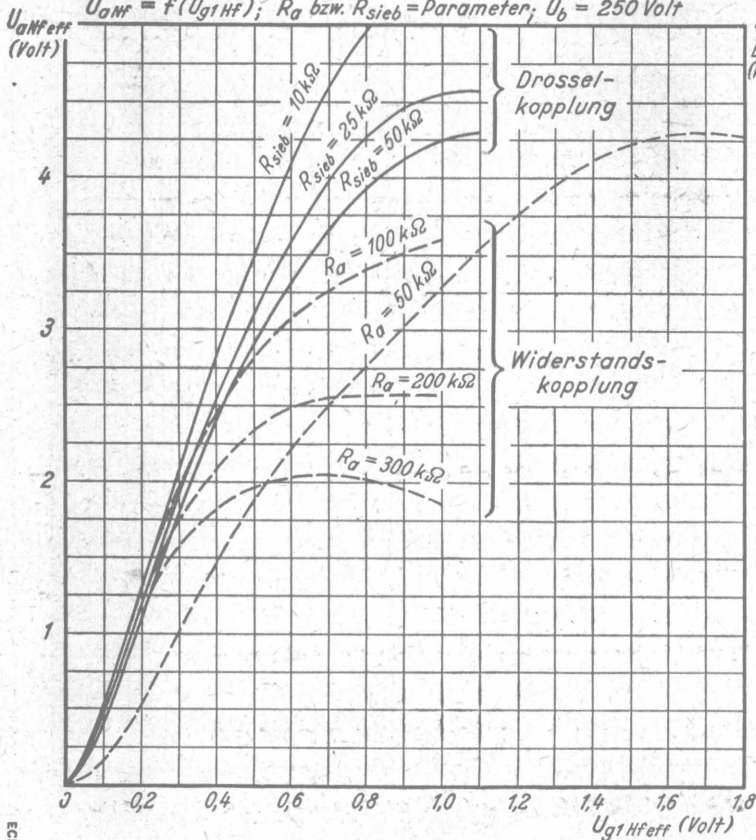
$$I_{aT} = f(U_{aT}); U_{g1T} = \text{Parameter}$$

I_{aT}
(mA)
5



Kennlinienfeld 3
Detektorverstärkung

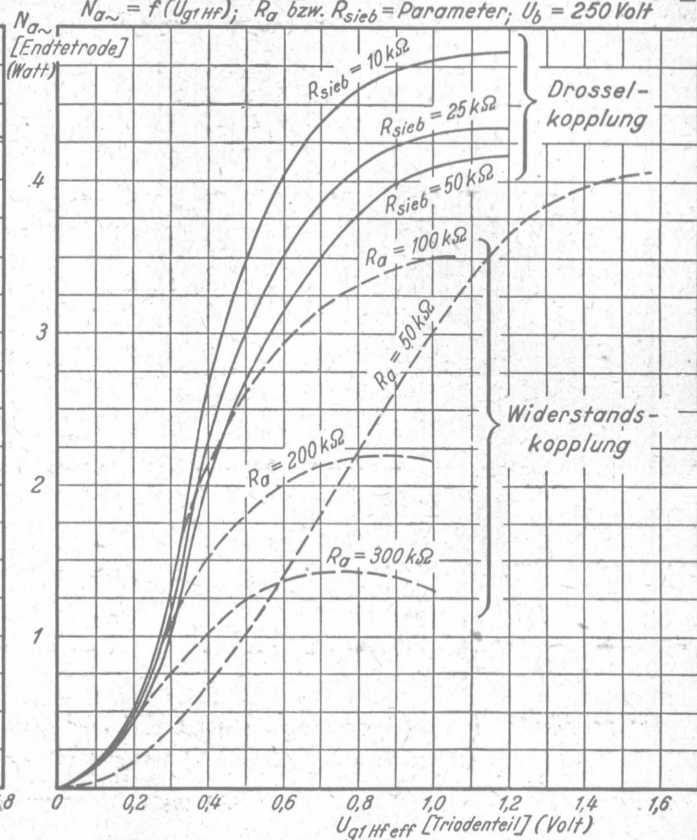
$U_{aHF} = f(U_{g1HF}); R_a \text{ bzw. } R_{sieb} = \text{Parameter}; U_b = 250 \text{ Volt}$



Audiogleichrichtung

Kennlinienfeld 4
Aussteuerfähigkeit

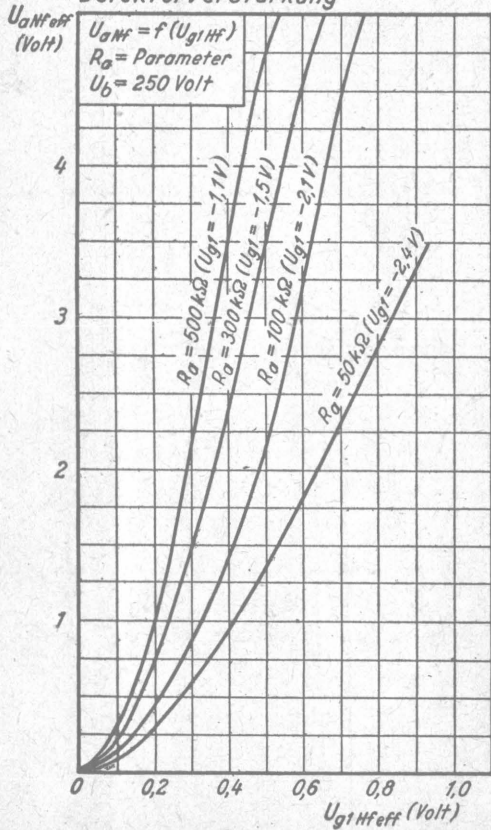
$N_{a\sim} = f(U_{g1HF}); R_a \text{ bzw. } R_{sieb} = \text{Parameter}; U_b = 250 \text{ Volt}$



Anodengleichrichtung

Kennlinienfeld 5

Detektorverstärkung

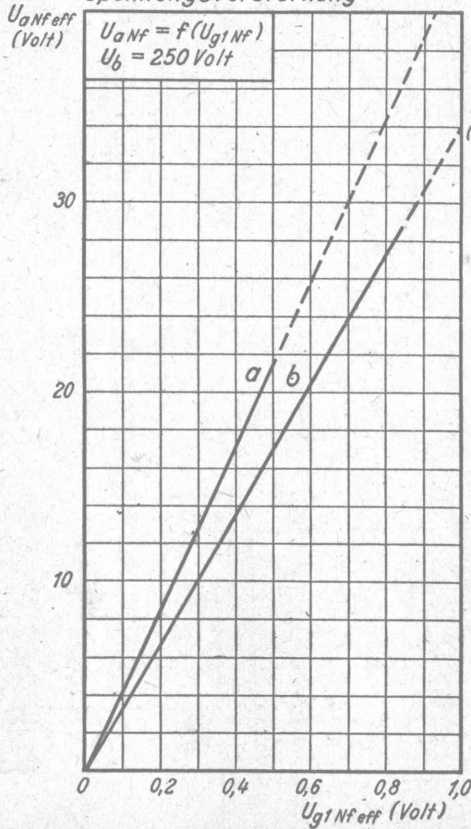


Niederfrequenzverstärkung des Triodenteils mit RC-Kopplung

Kennlinienfeld 6

Bedeutung von a und b siehe Text

Spannungsverstärkung

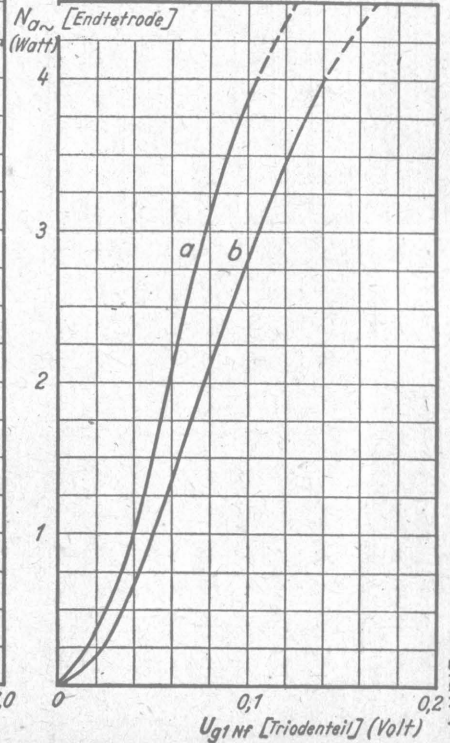


Kennlinienfeld 7

Aussteuerfähigkeit

$$N_{a\sim} = f(U_{g1NF})$$

$$U_b = 250 \text{ Volt}$$



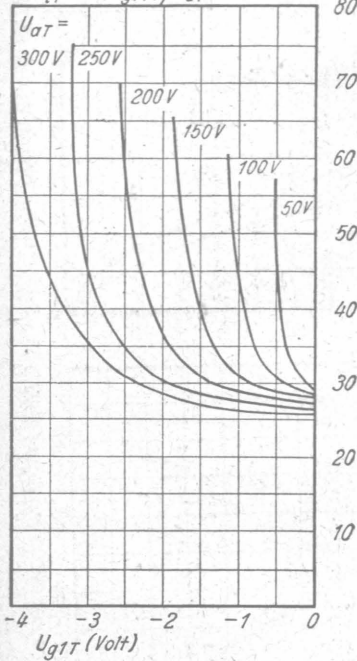
ECL 11

Kennlinienfeld 8

Innenwiderstandskurve
des Triodenteils

$R_i = f(U_{g1T}); U_{aT} = \text{Parameter}$

R_i
(k Ω)

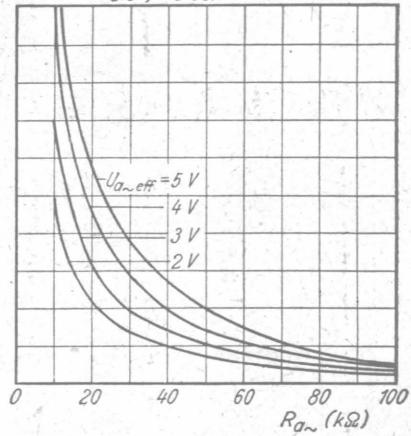


Kennlinienfeld 9

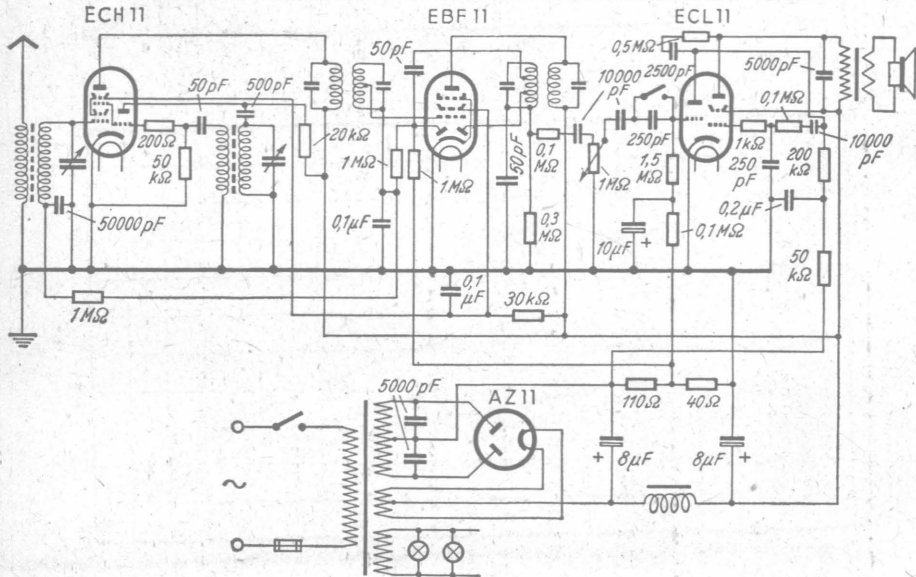
Klirrfaktorkurve
des Triodenteils

$K = f(R_{a\sim}); U_{a\sim\text{eff}} = \text{Parameter}$

K
(%)



4 Röhren-6 Kreis- Standardsuper für Wechselstrom

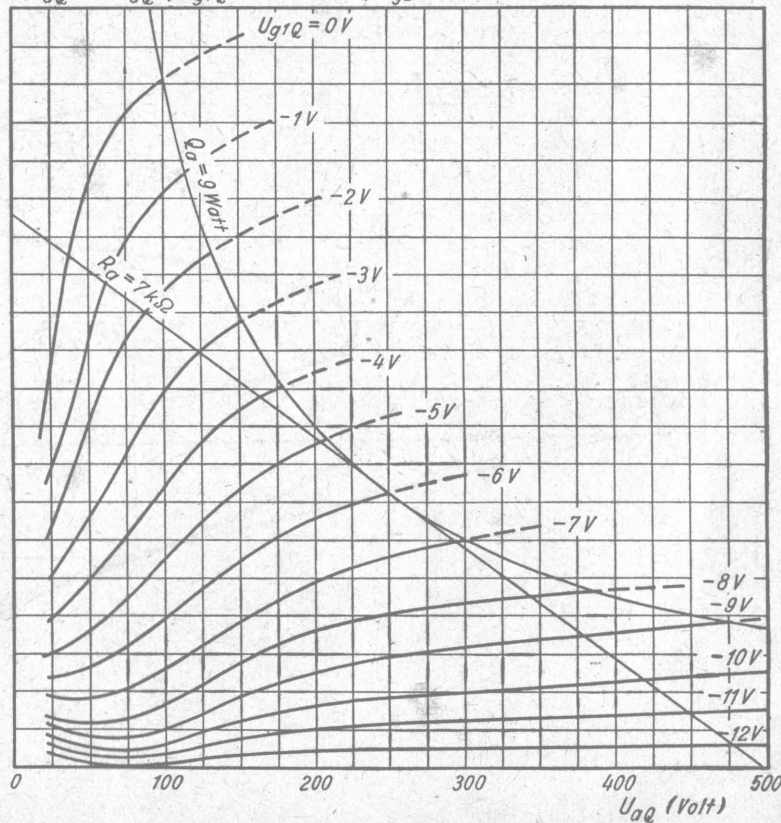


Tetrodentteil

Kennlinienfeld 11

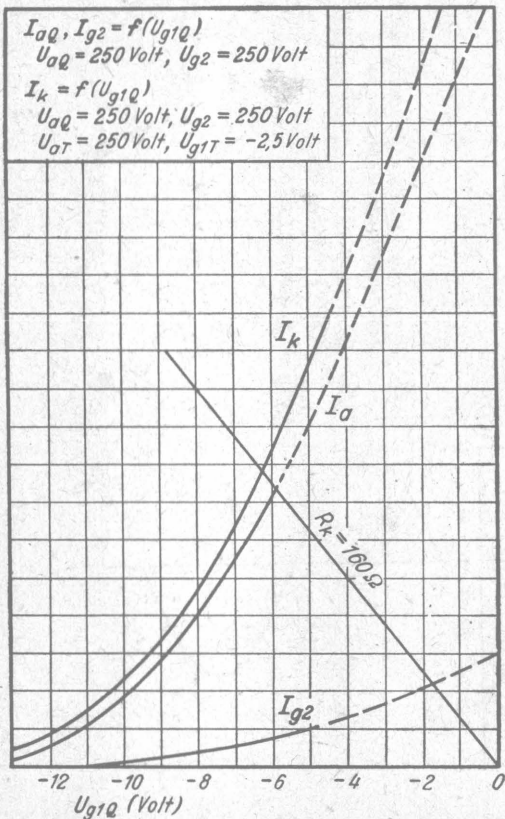
$I_{aQ}, I_{g2} = f(U_{aQ}), U_{g1Q} = \text{Parameter}, U_{g2} = 250 \text{ Volt}$

I_{aQ}, I_{g2}
(mA)



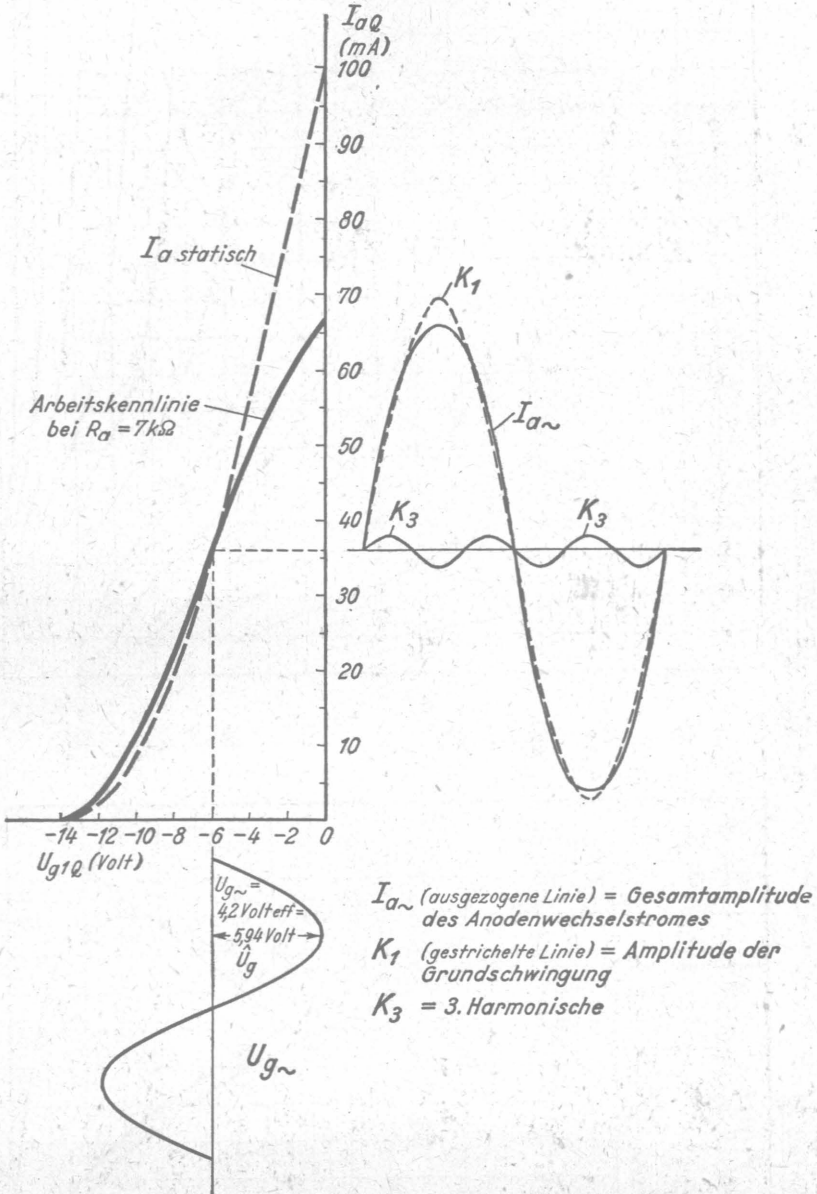
Kennlinienfeld 10

$I_{aQ}, I_{g2} = f(U_{g1Q})$
 $U_{aQ} = 250 \text{ Volt}, U_{g2} = 250 \text{ Volt}$
 $I_k = f(U_{g1Q})$
 $U_{aQ} = 250 \text{ Volt}, U_{g2} = 250 \text{ Volt}$
 $U_{aT} = 250 \text{ Volt}, U_{g1T} = -2,5 \text{ Volt}$



Kennlinienfeld 12

Die Aussteuerung des Endtetrodententeils



Kennlinienfeld 13

K
(%)

$K, U_{g\sim}, I_{g2} = f(N_{a\sim})$

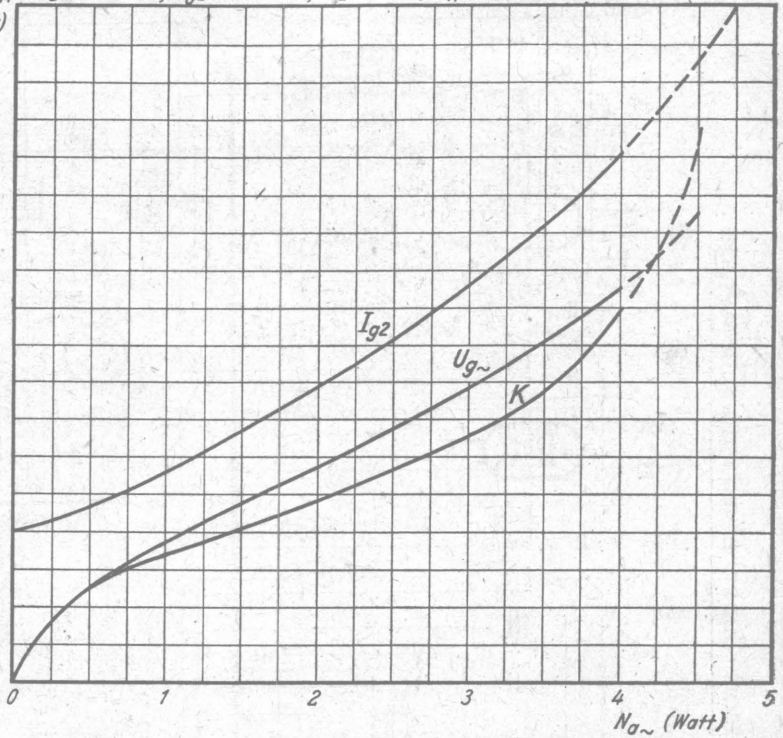
I_{g2} (mA)
 $U_{g\sim\text{eff}}$ (Volt)

$U_a = 250 \text{ Volt}, U_{g2} = 250 \text{ Volt}, R_a = 7 \text{ k}\Omega, R_k = 160 \Omega$

15 6

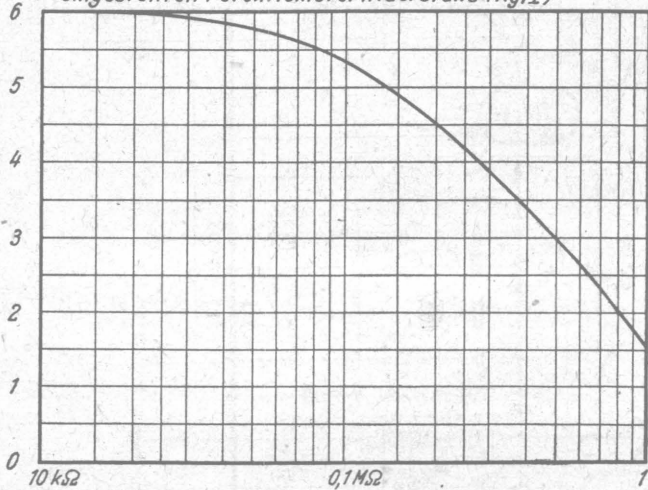
10 4

5 2



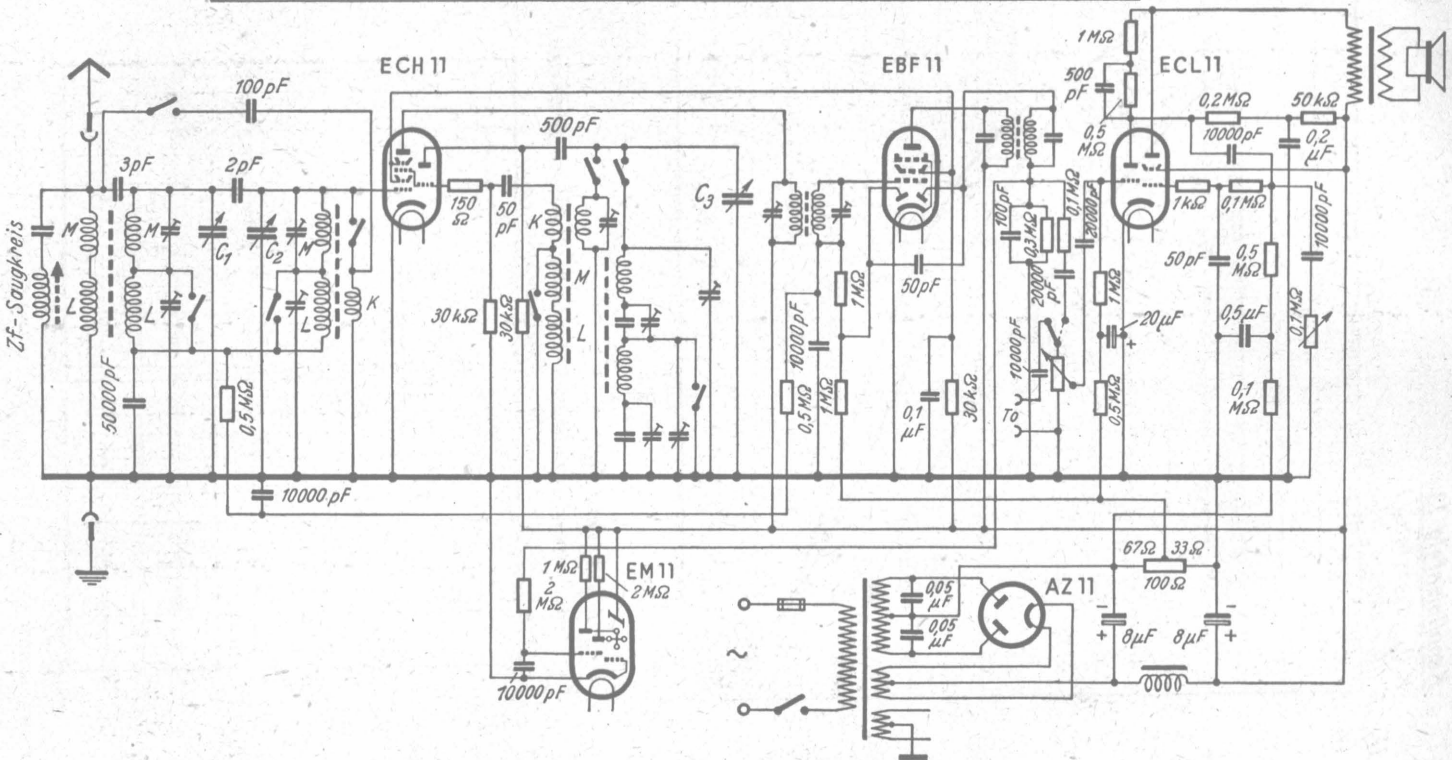
Kennlinienfeld 14

$\frac{V}{V'}$ Änderung des Gegenkopplungsgrades in Abhängigkeit vom eingestellten Potentiometerwiderstand (R_{gtI})



Abgegriffene Werte am $1 \text{ M}\Omega$ -Potentiometer (Siehe Schaltung des Standardsupers auf Blatt ECL 11/4a)

7 Kreis - 4 Röhren - Wechselstrom - Superhet mit magischem Auge





Röhren - Dokumente

Regelpentode

EF 11

5 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Allgemeines:

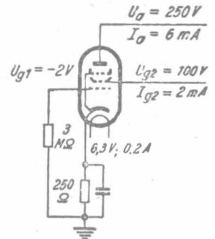
Stahlröhre: Stahlmantel, Abschirmung und g₃ im Innern der Röhre mit k verbunden. Guts Regeleigenschaften und gute Steilheit bei geringem Anodenstrombedarf.

Heizung:

Heizspannung	U_f	6,3	Volt \sim A
Heizstrom	I_f	200	mA ind.

Meßwerte:

Anodenspannung	U_a	250	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	100	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-2	-2	Volt
Anodenstrom	I_a	6	6	6	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	2	2	2	mA
Steilheit	S	2,2	2,2	2,2	mA/V
Innenwiderstand	R_i	3	2	0,4	M Ω



Betriebswerte:

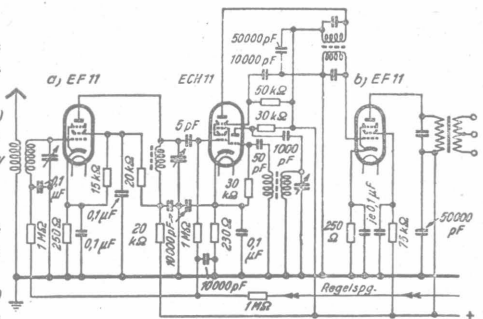
a) als Hf- und ZF-Regelröhre

α_1 Schirmgitterspannung fest

Anodenspannung	U_a	250...100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	Volt
Katodenwiderstand	R_k	250	Ω
Regelbereich 1 : 100 : 300 (opt)			
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -17 -21	Volt
Steilheit	S	2,2 0,022 0,0075	mA/V
Innenwiderstand	R_i	3--0,4 >10 >10	M Ω

β_1 Schirmgitterspannung gleitend

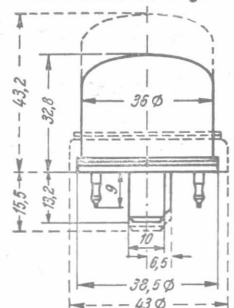
Betriebsspannung	U_b	250	Volt
Schirmgittervorw. d. st.	R_{g2}	75	k Ω
Katodenwiderstand	R_k	250	Ω
Regelbereich 1 : 100 : 500 (opt)			
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100 250 250	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -45 -53	Volt
Steilheit	S	2,2 0,022 0,0044	mA/V
Innenwiderstand	R_i	3 >10 >10	M Ω



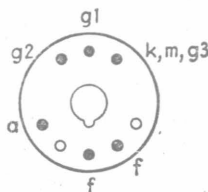
Schaltung der EF 11 a) als Hf-Regelröhre (Feste Schirmgitterspannung) b) als ZF-Regelröhre (Gleitende Schirmgitterspannung)

Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt
Schirmgittervorw. d. st.	R_{g2}	50	50	k Ω
Katodenwiderstand	R_k	300	300	Ω
Regelbereich 1 : 100 : 400 (c:st) 1 : 100 : 300 (opt)				
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100 200 200	55 100 100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -36 -42	-1 -19 -22	Volt
Steilheit	S	2,2 0,022 0,0035	1,3 0,013 0,0044	mA/V
Innenwiderstand	R_i	2 >10 >10	0,4 >10 >10	M Ω

Kolbenabmessungen



Sockel
von unten gesehen



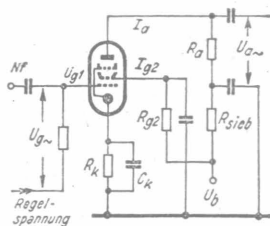
Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

Betriebswerte (Fortsetzung)

b. als Nf-Regelröhre (in RC-Kopplung):

Da bei Mehrpolröhren Durchgriff unwichtig und μ keine Röhrenkonstante, lautet die Verstärkungsformel: $V = \frac{S \cdot R_a}{1 + \frac{R_a}{R_i}}$. Da meist $R_i \gg R_a$,

vereinfacht sie sich zu: $V \approx S \cdot R_a$. Die Verstärkung wird also sehr stark von R_a beeinflusst.



Betriebsspannung	U_b	250	250	250	250	Volt				
Anodenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	M Ω				
Siebwiderstand	R_{sieb}	0,02	0,02	0,02	0,02	M Ω				
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	1	0,6	0,4	0,2	M Ω				
Katodenwiderstand	R_k	2,4	1,5	1	0,6	k Ω				
Gittervorwiderstand	U_{g1}	-2 -20	-2 -20	-2 -20	-2 -20	Volt				
Anodenstrom	I_a	0,64	1,0	1,45	2,6	mA				
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,2	0,35	0,5	0,9	mA				
Spannungsverstärkung	V	100	15	95	15	75	10	60	5	
Klirrfaktor ($U_{a_{eff}} = 3 V_{eff}$)	K	0,3	0,9	0,3	0,9	0,3	1,5	0,3	1,5	%
($U_{a_{eff}} = 5 V_{eff}$)	K	0,7	1,7	0,7	1,7	0,7	2	0,3	2	%

Schaltung der EF11 als Nf-Regelröhre

Betriebsspannung	U_b	200	200	200	200	100	100	100	100	Volt								
Anodenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	0,3	0,2	0,1	0,05	M Ω								
Siebwiderstand	R_{sieb}	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	M Ω								
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	1	0,6	0,4	0,2	1	0,6	0,4	0,2	M Ω								
Katodenwiderstand	R_k	3	2	1,4	0,75	3	2	1,4	0,75	k Ω								
Gittervorwiderstand	U_{g1}	-2 -20	-2 -20	-2 -20	-2 -20	-1 -10	-1 -10	-1 -10	-1 -10	Volt								
Anodenstrom	I_a	0,48	0,75	1,12	2,0	0,26	0,37	0,55	1	mA								
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,16	0,25	0,36	0,7	0,1	0,13	0,2	0,35	mA								
Spannungsverstärkung	V	80	10	80	10	65	5	50	5	70	7	70	7	60	5	45	3	
Klirrfaktor ($U_{a_{eff}} = 3 V_{eff}$)	K	0,8	2,5	0,8	2,5	0,8	3	0,6	3	1	4,5	1	4,5	1	5	0,5	5	%
($U_{a_{eff}} = 5 V_{eff}$)	K	1,3	4	1,3	4	1,3	4	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	%

c. als Regeltriode (g_2 an a):

Anodenspannung	U_a	200	250	100	Volt		
Anodenwiderstand	R_a	-	200	-	k Ω		
Gittervorspannung	U_{g1}	-6,5	-2 -40	-2 -15	Volt		
Katodenwiderstand	R_k	0,68	1,8	0,25	k Ω		
Anodenstrom	I_a	10	1,1	0,1	8	0,05	mA
Stellheit	S	1,5	0,5	-	1,5	-	mA/V
Durchgriff	D	2,6	2,6	-	2,6	-	%

Grenzwerte:

		als Pentode	als Triode	
Anodenspannung	U_a max	300 V)	200	Volt
Anodenkaltspannung	U_{aL} max	550	550	Volt
Schirmgitterspannung ($I_a = 6$ mA)	U_{g2} max	125	-	Volt
($I_a \leq 3$ mA)	U_{g2} max	300	-	Volt
Schirmgitterkaltspannung	U_{g2L} max	550	-	Volt
Anodenverlustleistung	Q_a max	2	2	Watt
Schirmgitterverlustleistung	Q_{g2} max	0,3	-	Watt
Innenwiderstand				
bei $I_a = 6$ mA, $U_{g2} = 100$ V, $U_b = 250$ V:	R_i min	1,5	-	M Ω
	R_i min	1,5	-	M Ω
$U_a = 200$ V:	R_i min	0,3	-	M Ω
$U_a = 100$ V:	R_i min	10	10	mA
Katodenstrom	I_k max	10	3	mA
Gitterableitwiderstand	R_{g1} max	3	3	M Ω
Gitterstrom - Einsatzpunkt				
bei $I_{g1} \leq 0,3$ μ A ist U_{g1} nie negativer als -1,3 Volt				
Spannung zwischen Fäden und Schicht	$U_{f/k}$ max	100	100	Volt
Außenwiderstand zwischen Fäden u. Schicht	$R_{f/k}$ max 2)	20	20	k Ω

1) Bei hohem ohmschen Außenwiderstand kann U_a bis 550 Volt genommen werden, da zwischen $U_a = 550 \dots 300$ Volt der Anodenstrom sehr klein, nur wenig mehr als 0 mA, ist.

2) Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Fäden und Schicht gelegt werden, die die Gittervorspannung erzeugen.

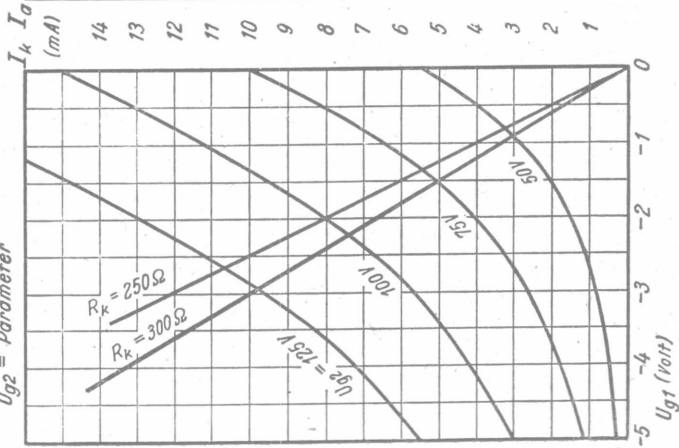
Innere Röhrenkapazitäten:

Eingang	C_e	6,1	pF
Ausgang	C_a	6,5	pF
Gitter1/Anode	$C_{g1/a}$	<0,002	pF
Heizfaden/Gitter 1	$C_{f/g1}$	<0,03	pF

Fröbe Künze

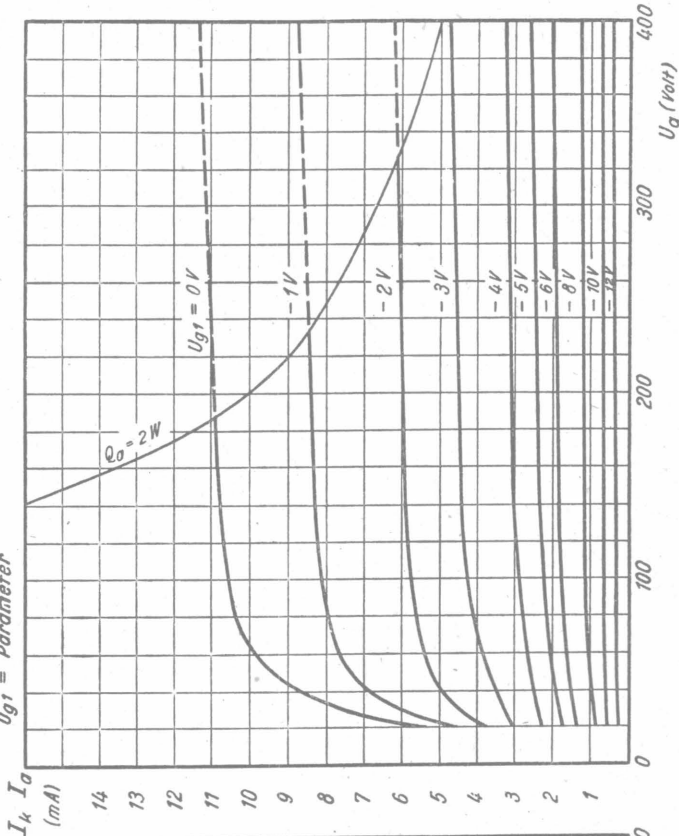
Kennlinienfeld 1

$I_k = f(U_{g1})$
 $U_a = 100 \dots 250 \text{ Volt}$
 $U_{g2} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 2

$I_a = f(U_a)$
 $U_{g2} = 100 \text{ Volt}$
 $U_{g1} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 3

Arbeitskennlinienverlauf:

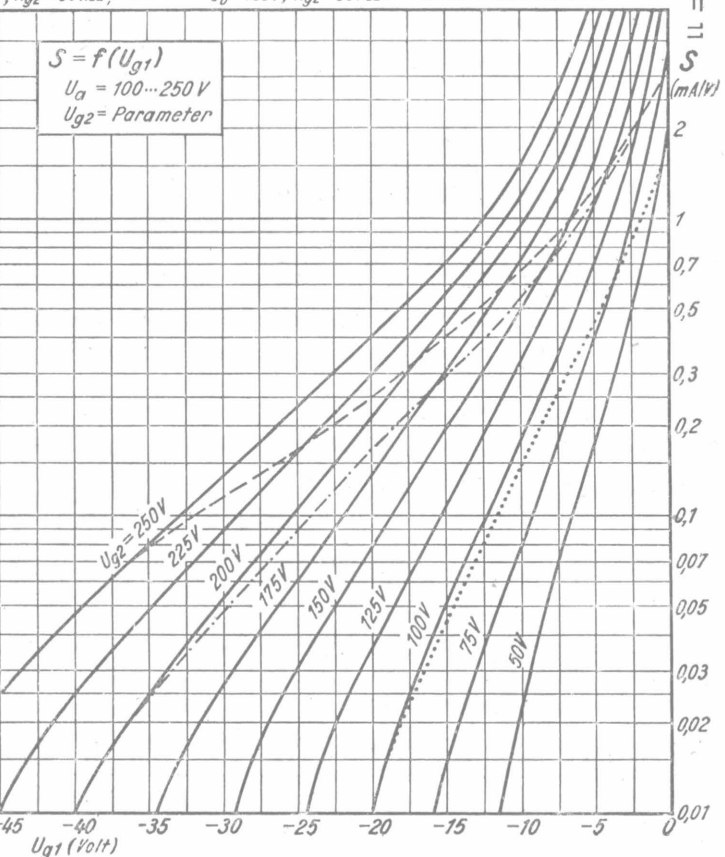
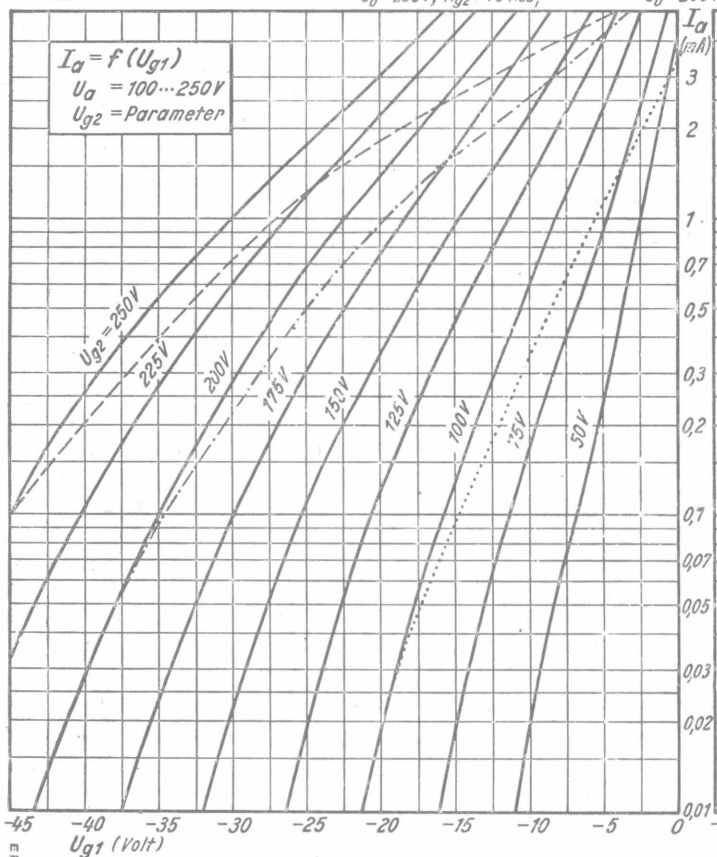
----- $U_b = 250V, R_{g2} = 75 k\Omega;$

----- $U_b = 200V, R_{g2} = 50 k\Omega;$

..... $U_b = 100V, R_{g2} = 50 k\Omega.$

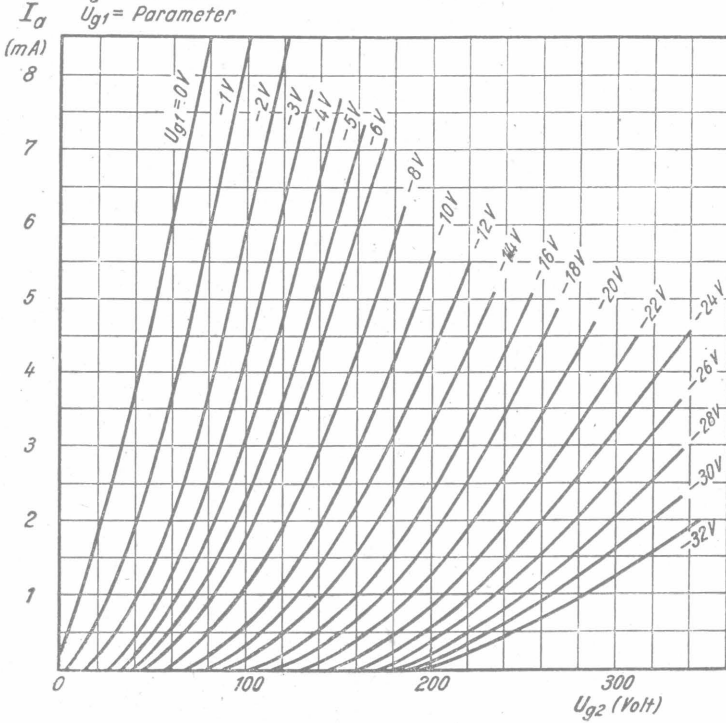
Kennlinienfeld 4

EFF 11 S



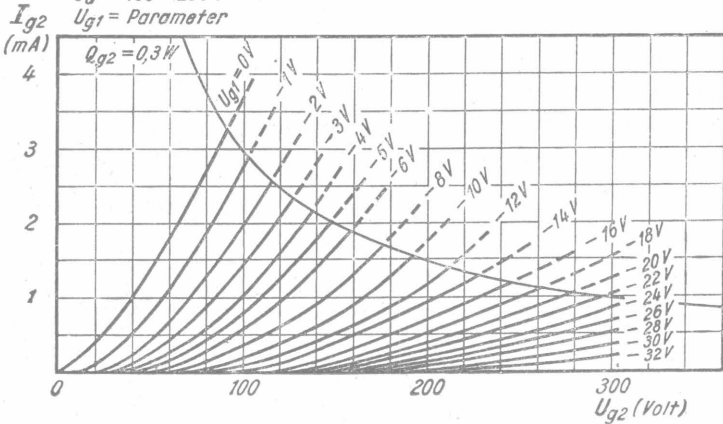
Kennlinienfeld 5

$I_a = f(U_{g2})$
 $U_a = 100 \dots 250 \text{ V}$
 $U_{g1} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 6

$I_{g2} = f(U_{g2})$
 $U_a = 100 \dots 250 \text{ V}$
 $U_{g1} = \text{Parameter}$



Steilheitskennlinien

$I_a(d), S, S_{II}, S_{III} = f(U_{g1})$

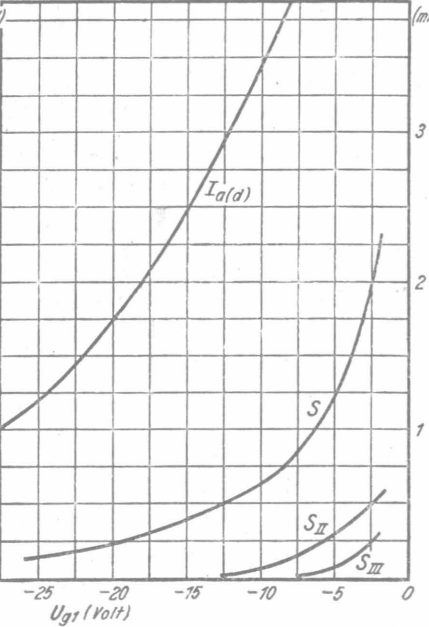
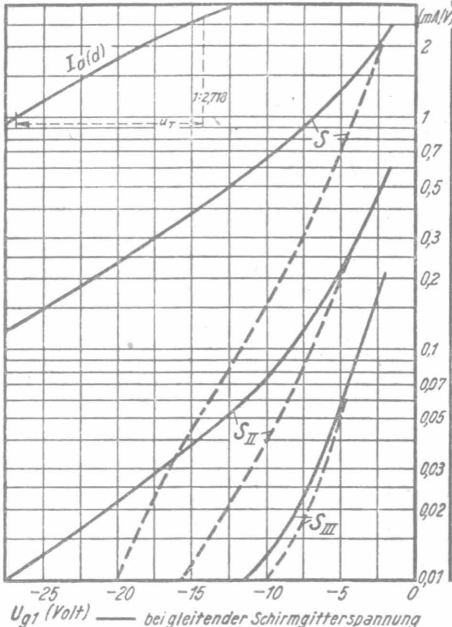
I_a (mA) Kennlinienfeld 8

S, S_{II}, S_{III} in linearem Maßstab

I_a (mA)
 S, S_{II}, S_{III} (mA/V)

Kennlinienfeld 7

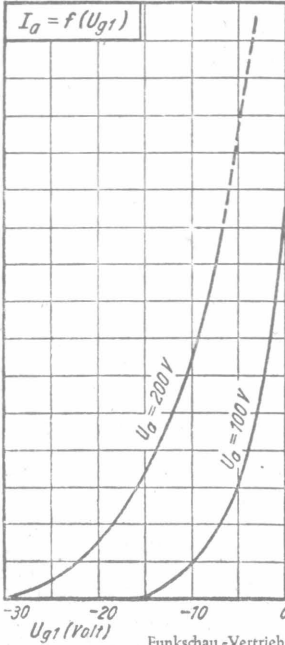
in halblogarithmischem Maßstab



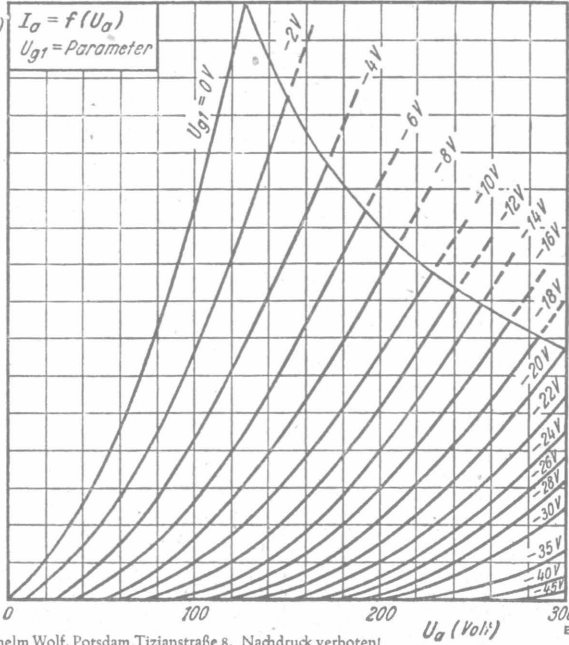
U_{g1} (Volt) — bei gleitender Schirmgitterspannung
--- bei $U_{g2} = 100$ Volt

EF 11 in Triodenschaltung

Kennlinienfeld 9

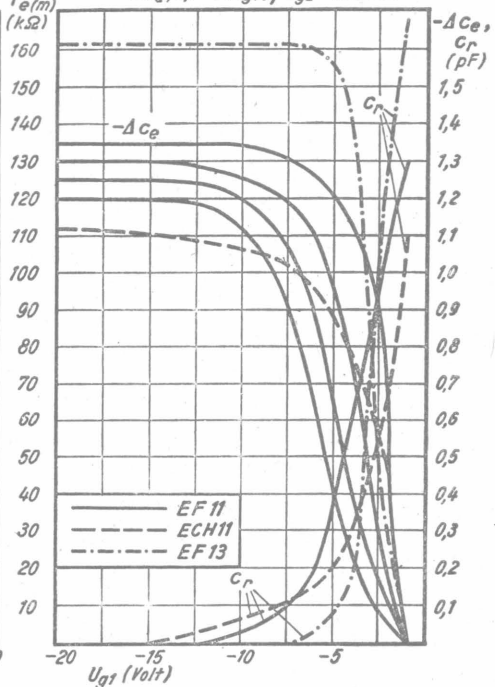
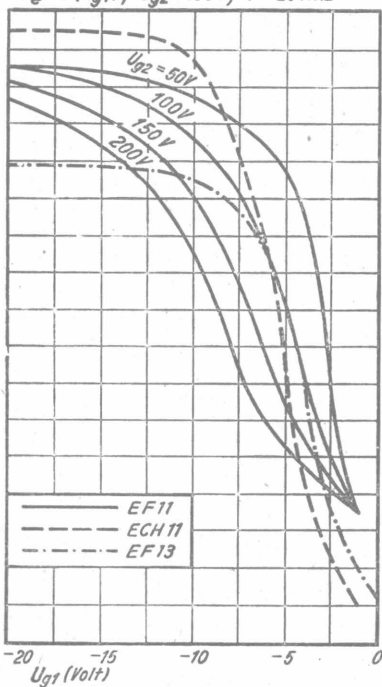


Kennlinienfeld 10



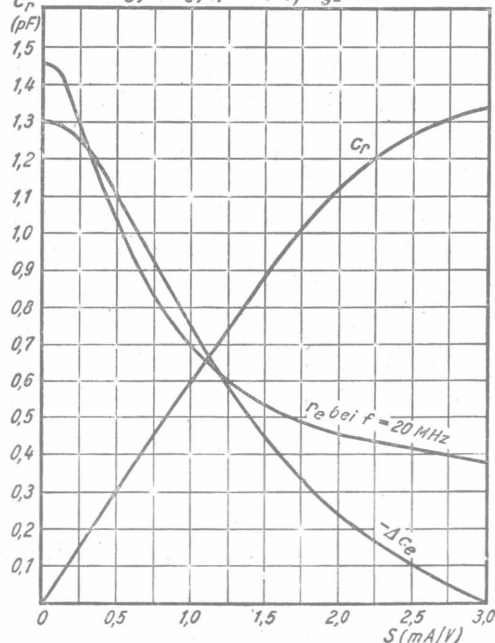
$r_e = f(U_{g1}); U_{g2} = 100V; f = 20\text{ MHz}$

$-\Delta c_e, c_r = f(U_{g1}); U_{g2} = 100\text{ Volt}$



Kennlinienfeld 13

$-\Delta c_e, c_r = f(S); U_{g2} = 100\text{ V}$



Eingangswiderstand r_e ,

Es ist bei gegebener Wellenlänge λ_x (meter):

$$r_e(x) = r_e(m) \cdot \frac{\lambda_x}{165}$$

r_e liegt parallel dem Kreiswiderstand R_{Rr} .

Wirksame Eingangskapazität Σc_e

liegt parallel dem Abstimmkreis und verstimmt ihn.

Es ist $\Sigma c_e = c_{g1/k} + c_{g1/m} + c_{g1/f} + c_{g1/g3} + c_{g1/g2} + c_r$. Die Raumladungskapazität c_r ändert sich beim Regeln; bei negativer werdender Gitterspannung wird c_r kleiner. Die wirksame Eingangskapazität Σc_e wird durch c_r um den Betrag Δc_e verkleinert. Es ist $c_r =$ der Differenz von $-\Delta c_e$ bei voller Regelung und $-\Delta c_e$ im jeweiligen Arbeitspunkt. Durch Ankopplung des Abstimmkreises über einen Kondensator $C_{\bar{u}}$ kann man die Verstimmung verringern. Es ist der Kopplungsgrad

$$K = \frac{C_{\bar{u}}}{C_{\bar{u}} + \Delta c_e}$$

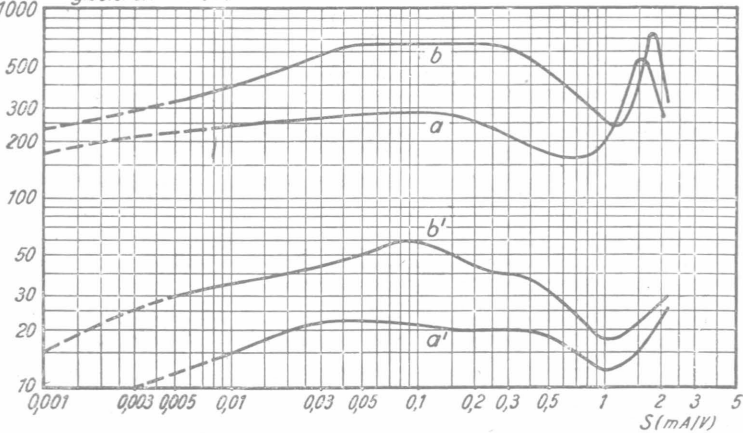
die Kapazitätsänderung wird bei loser Ankopplung quadratisch mit dem Kopplungsgrad abgeschwächt. Bei $K = 1:2$ wird Δc_e auf den 4. Teil, bei $K = 1:3$ auf den 9. Teil verkleinert usw.

Brumm- und Kreuzmodulationskurven

Erklärung siehe bei der EBF 11

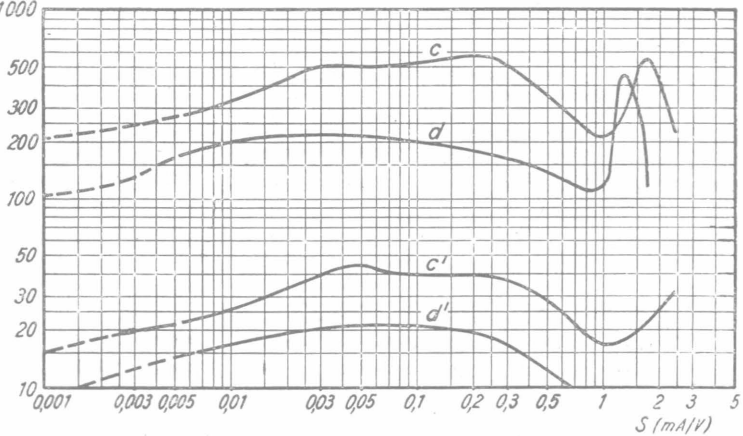
Kennlinienfeld 14

$U_{g\sim\text{Stör eff}}$
(mV) 1000
 $U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$



Kennlinienfeld 15

$U_{g\sim\text{Stör eff}}$
(mV) 1000
 $U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$



Kurven bei 1% Kreuzmodulation ($m_{\text{Stör}} = m_{\text{Nutz}}$)
bzw. bei 1% Brummmodulation ($m_{\text{Stör}} = 1$)

	Kreuz- modu- lation	Brumm- modu- lation	Zulässige Gitterwechsel- spannung
$U_0 = 100 \dots 250 \text{ V}, U_{g2} = 100 \text{ V} \dots$	a	a'	a''
$U_0 = 250 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 15 \text{ k}\Omega \dots$	b	b'	b''
$U_0 = 200 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 50 \text{ k}\Omega \dots$	c	c'	c''
$U_0 = 100 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 50 \text{ k}\Omega \dots$	d	d'	d''

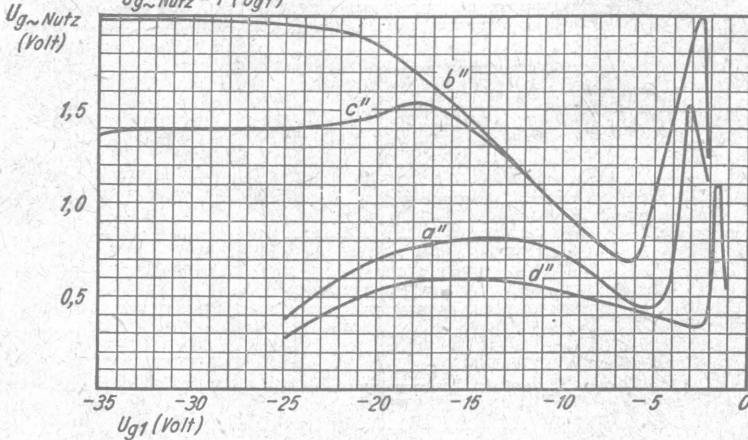
Zulässige Gitterwechselspannung

Erklärung siehe auf Blatt 4, Rückseite

EF 11
Blatt 5

Kennlinienfeld 16

$$U_{g\sim\text{Nutz}} = f(U_{g1})$$

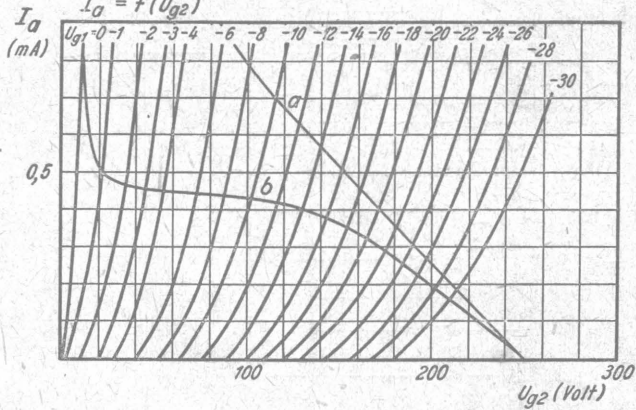


Doppelt gleitende Schirmgitterspannung

(als Betriebsspannung dient die bereits gleitende Schirmgitterspannung der Vorröhren, siehe auch umseitige Schaltskizze)

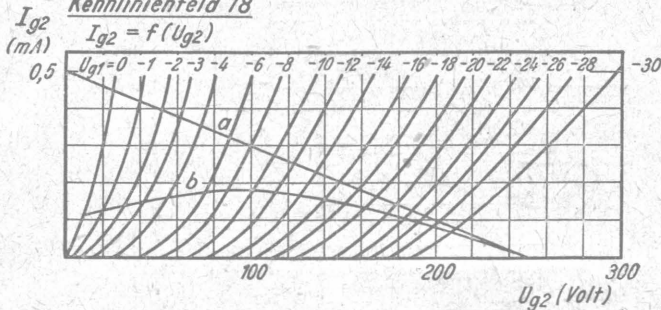
Kennlinienfeld 17

$$I_a = f(U_{g2})$$



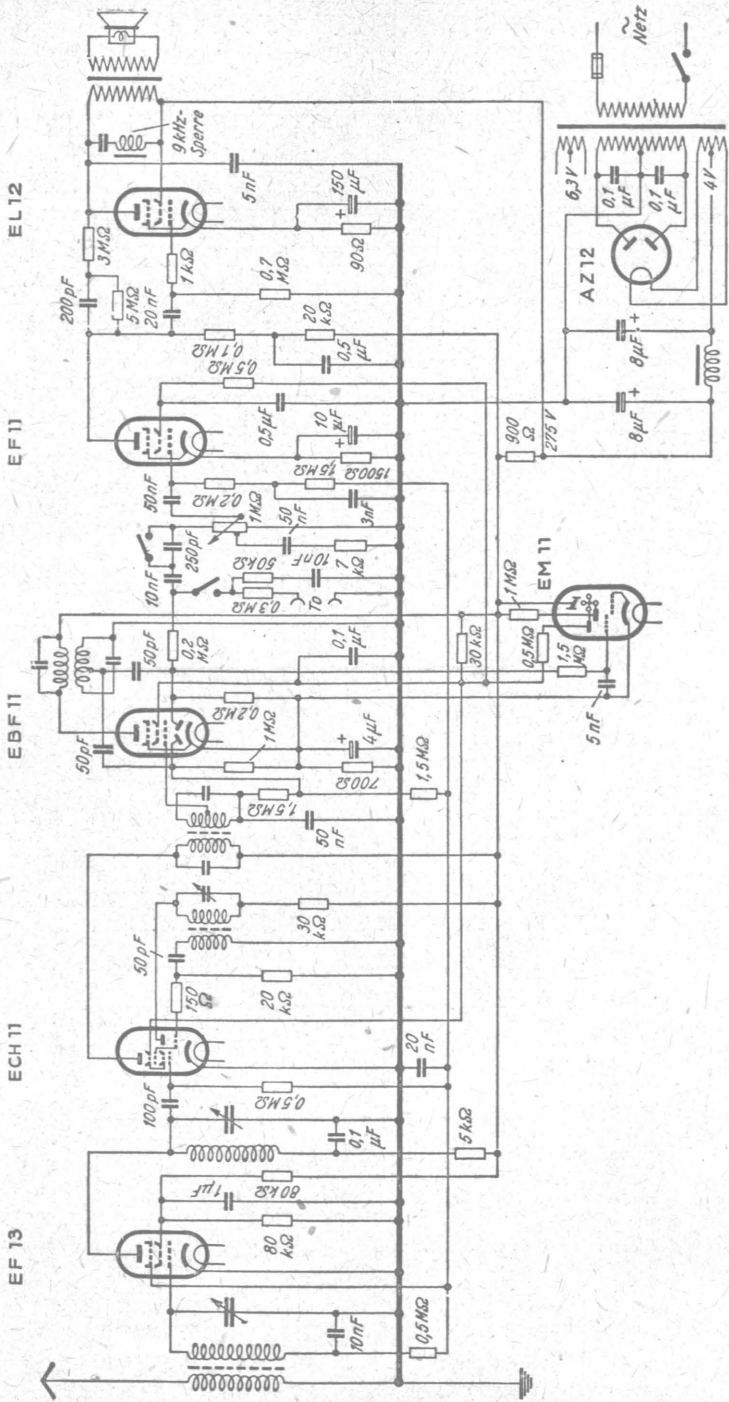
Kennlinienfeld 18

$$I_{g2} = f(U_{g2})$$



a = Schirmgitter der EF11 direkt an gemeinsame Schirmgitterleitung der ECH 11 + EB F 11 ($R_{g2} = 30 \text{ k}\Omega$)
 b = Schirmgitter der EF11 über $500 \text{ k}\Omega$ an gemeinsame Schirmgitterleitung der ECH 11 + EB F 11 ($R_{g2} = 30 \text{ k}\Omega$)

Spitzensuper mit der EF 11 als NF-Regelröhre und der EF 13 als Vorröhre
 (das Bremsgitter wirkt als 3. Diodenstrecke)





Röhren-Dokumente

Stahlröhre, Universalpentode

EF12

7 Blätter

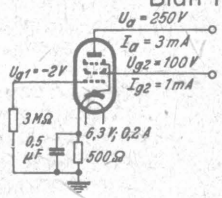
FUNKWERK-Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Heizung:

Indirekt geheizte Katode

Heizspannung	U_f	6,3	Volt \sim
Heizstrom	I_f	0,2	A ind.

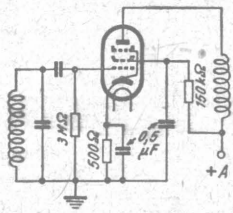


Betriebswerte:

1. als HF- oder ZF-Verstärker (auch für statische Messungen)

Anodenspannung	U_a	250	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	100	100	Volt
(Schirmgittervorwiderstand)	R_{g2}	150	100	—	kΩ
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-2	-2	Volt
Katodenwiderstand	R_k	500	500	500	Ω
Anodenstrom	I_a	3	3	3	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	1	1	1	mA
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	4	4	4	%
Steilheit	S	2,1	2,1	2,1	mA/V
Innenwiderstand	R_i	>1,5	1,5	0,4	MΩ

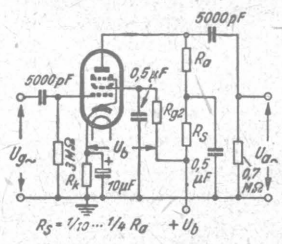
Siehe die Kennlinienfelder 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.



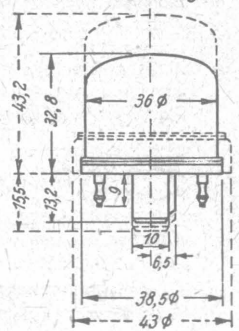
2. als NF-Verstärker mit RC-Kopplung

Betriebspannung	U_b	250	250	250	250	Volt
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	MΩ
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	0,8	0,5	0,3	0,2	MΩ
Katodenwiderstand	R_k	4000	3000	1600	1000	Ω
Anodenstrom	I_a	0,5	0,9	1,5	2,0	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,2	0,3	0,5	0,7	mA
Spannungsverstärkung	V	180	135	100	70	
Betriebspannung	U_b	200	200	200	200	Volt
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	MΩ
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	0,8	0,5	0,3	0,2	MΩ
Katodenwiderstand	R_k	6000	4000	2500	2000	Ω
Anodenstrom	I_a	0,4	0,6	1,0	1,25	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,13	0,2	0,3	0,4	mA
Spannungsverstärkung	V	140	110	80	50	
Betriebspannung	U_b	100	100	100	100	Volt
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	MΩ
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	0,8	0,5	0,3	0,2	MΩ
Katodenwiderstand	R_k	6000	4000	2500	2000	Ω
Anodenstrom	I_a	0,2	0,3	0,5	0,65	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,07	0,1	0,17	0,22	mA
Spannungsverstärkung	V	110	90	60	40	

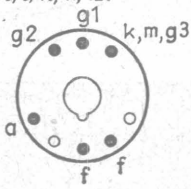
Siehe die Kennlinienfelder 8, 9, 10, 11, 12.



Kolbenabmessungen



Sockel
von unten gesehen



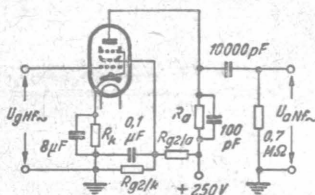
Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

Betriebswerte (Fortsetzung):

3. als Anodengleichrichter

Betriebsspannung	U_b	250	250	Volt
Außenwiderstand	R_a	100	300	k Ω
Anodenspannung	U_a	(195)	(175)	Volt
Anodenstrom	I_a	0,4	0,25	mA
Schirmgitterwiderstand	$R_{g2/k}$	25	20	k Ω
Schirmgitterwiderstand	$R_{g2/a}$	80	80	k Ω
Schirmgitterspannung	U_{g2}	(55)	(48)	Volt
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,15	0,1	mA
Katodenwiderstand	R_k	4	6	k Ω
Gittervorspannung	U_{g1}	-2,1	-2,1	Volt
Gleichrichterverstärkung	V_{gl}	9	20	

Siehe Kennlinienfeld 13

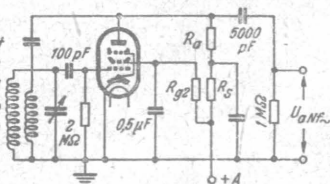


Bei Anodengleichrichtung nie gleitende Schirmgitterspannung, sondern feste Schirmgitterspannung!

4. als Audion

Betriebsspannung	U_b	250	250	250	Volt
Außenwiderstand	R_a	200	200	200	k Ω
Anodenstrom	I_a	1,0	0,85	0,7	mA
Schirmgitterwiderstand	R_{g2}	0,5	0,0	1,0	M Ω
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,45	0,3	0,25	mA
Audionverstärkung	V_{gl}	17	19	18,5	

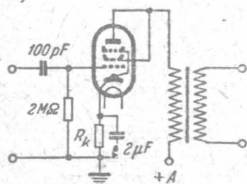
Siehe die Kennlinienfelder 14, 15.



5. in Triodenschaltung (Schirmgitter mit Anode direkt verbunden)

a. als HF- oder ZF-Verstärker oder bei Transformatorkopplung

Anodenspannung	U_a	200	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-5	-2	Volt
Katodenwiderstand	R_k	800	600	Ω
Anodenstrom	$I_a + I_{g2}$	6	3,5	mA
Steilheit	S	3	2,5	mAl/V
Durchgriff	D	4	4	%
Innenwiderstand	R_i	8,5	10	k Ω

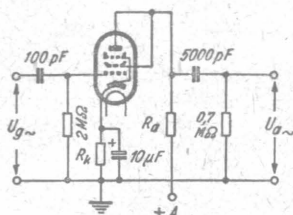


b. als NF-Verstärker mit RC-Kopplung

Betriebsspannung	U_b	200	200	200	Volt
Außenwiderstand	R_a	200	100	50	k Ω
Anodenstrom	I_a	0,6	1,25	2,0	mA
Katodenwiderstand	R_k	5	2,5	1,5	k Ω
Gittervorspannung	U_{g1}	-3	-3	-3	Volt
Spannungsverstärkung	V	17,5	17,5	17,5	

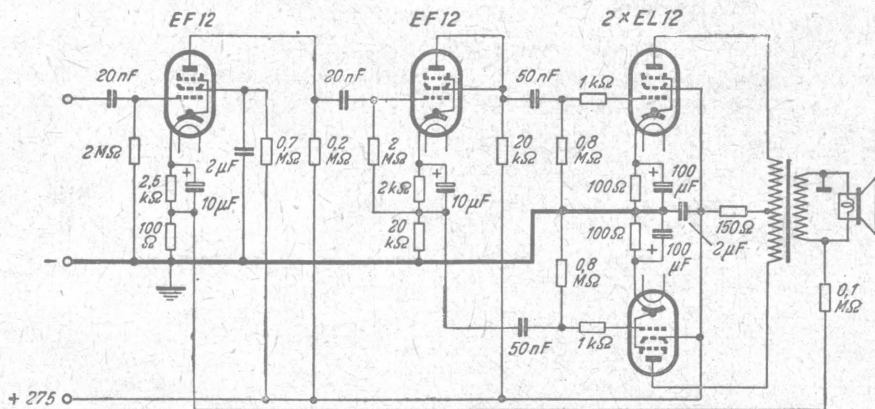
Betriebsspannung	U_b	150	150	150	Volt
Außenwiderstand	R_a	200	100	50	k Ω
Anodenstrom	I_a	0,4	0,83	1,3	mA
Katodenwiderstand	R_k	6	3	2	k Ω
Gittervorspannung	U_{g1}	-2,5	-2,5	-2,5	Volt
Spannungsverstärkung	V	16,8	16,8	16,8	

Betriebsspannung	U_b	100	100	100	Volt
Außenwiderstand	R_a	200	100	50	k Ω
Anodenstrom	I_a	0,26	0,44	0,75	mA
Katodenwiderstand	R_k	8	5	3	k Ω
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-2	-2,3	Volt
Spannungsverstärkung	V	16	16	16	



Siehe die Kennlinienfelder 16, 17, 18, 19 und die Schaltung als Kraftverstärker 35 Watt
Siehe auch die Schaltung auf Blatt 2

Phasenumkehrschaltung mit der EF 12 (transformatorlose Gegentaktschaltung)



Grenzwerte:

		als Pentode	als Triode	
Anodenspannung	$U_a \text{ max}$	300	200	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \text{ max}$	550	550	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2} \text{ max}$	200		Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L} \text{ max}$	550		Volt
Anodenverlustleistung	$Q_a \text{ max}$	1,5	1,5	Watt
Schirmgitterverlustleistung	$Q_{g2} \text{ max}$	0,4		Watt
Katodenstrom	$I_k \text{ max}$		10	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} \text{ max}$		3	MΩ
Spannung Faden - Schicht	$U_{f/k} \text{ max}$		100	Volt
Außenwiderstand Faden - Schicht ¹⁾	$R_{f/k} \text{ max}$		20,	kΩ

Innere Röhrenkapazitäten:

		als Pentode	als Triode	
Eingang	$C_e (C_{g1k})$	6,5	3,8	pF
Ausgang	$C_a (C_{a/k})$	6,5	9,8	pF
Gitter - Anode	$C_{g1/a}$	< 0,002	< 2,8	pF

Streuwerte:

Bei U_f	6,3	Volt	betragen	U_{g1}	1,4... 2,7	Volt
U_a	270	Volt		S	1,7... 2,5	mA/V
U_{g2}	100	Volt		$R_{i \text{ min}}$	1,3	MΩ
I_a	3	mA				
Bei I_g	= 0,3	μA	ist	U_{g1}	nie negativer als -1,3 Volt	

¹⁾ Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche in NF- und HF-Verstärkern sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die Gittervorspannungen erzeugen. Für Gegentaktschaltungen sind NF-Spannungen an Teilwiderständen des Katodenwiderstandes zulässig.

Die EF 12 als Impedanz (Strecke g-a)

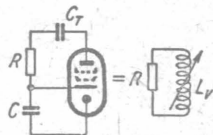
U_{g2} fest (z.B. $R_{k1/g2} = 15 \text{ k}\Omega$, $R_{a1/g2} = 30 \text{ k}\Omega$);

C_T = Trennkondensatoren zur gleichstrom-mäßigen Trennung ($\mathcal{R}_C \gg \mathcal{R}_L$ bzw. R).

a) als veränderliche Induktivität

$\Delta L = f(\Delta S)$. Wirkt als Serienschaltung von R u. L .

Fall 1



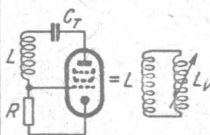
$$\mathcal{R}_i = \frac{1}{S} + j\omega \frac{CR}{S}$$

$$G_a^+ = \frac{1}{R} + \frac{S}{j\omega CR}$$

$$L_V = \frac{CR}{S} \text{ (großes } L)$$

$$\text{Frequenzhub } \Delta f = \frac{\omega_0}{2} \cdot \frac{S_{\text{max}} \cdot L_0}{C \cdot R}$$

Fall 2



$$\frac{1}{S} + j\omega \frac{L}{RS}$$

$$\frac{1}{j\omega L} + \frac{RS}{j\omega L}$$

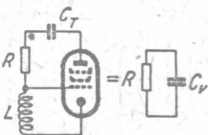
$$L_V = \frac{L}{RS} \text{ (kleines } L)$$

$$\frac{\omega_0}{2} \cdot \frac{L_0}{2} (1 + S_{\text{max}} R)$$

b) als veränderliche Kapazität

$\Delta C = f(\Delta S)$ Wirkt als Serienschaltung von R u. C .

Fall 3



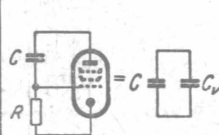
$$\frac{1}{S} + \frac{R}{j\omega LS}$$

$$\frac{1}{R} + \frac{j\omega LS}{k}$$

$$C_V = \frac{LS}{R} \text{ (kleines } C)$$

$$-\frac{\omega_0^3}{2} \cdot \frac{L_0 LS_{\text{max}}}{R}$$

Fall 4



$$\frac{1}{S} + \frac{1}{j\omega CR}$$

$$j\omega C + j\omega CRS$$

$$C_V = CRS \text{ (großes } C)$$

$$-\frac{\omega_0^3}{2} L_0 C (1 + RS_{\text{max}})$$

Kleinsten Verlustwinkel: Fall 4

Praktische Anwendungen:

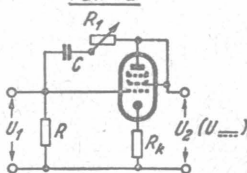
Fall 3 für selbsttätige Scharfabstimmung.

Die EF 12 dient als Nachstimmröhre; die EB 11 liefert die Nachstimmspannung (Schaltung siehe EB 11). Durch C u. L wird $\Delta f = -\frac{\omega_0^3}{2} \cdot \frac{L_0 \cdot S_{\text{max}}}{RC(\omega_0^2 - \omega_1^2)}$.

Fall 4 als Siebkondensator im Netzteil.

Besser-Schaltung 4a. R_1 so einstellen, daß $R_1 = \frac{1}{S}$. Dann ist $C_V = CRS$. Mit $S = 2 \text{ mA/V}$, $R = 1 \cdot 10^6 \Omega$, $C = 0,2 \mu\text{F}$ erhält man $C_V = CRS = 400 \mu\text{F}$! Nur für kleine Ströme; da I_{max} nie $> I_a$ der Röhre, und U_{max} $= U_{a \text{ max}}$ der Röhre. Bei der EF 12 (Triode) also I_{max} $= 7,5 \text{ mA}$, U_{max} $= 200 \text{ Volt}$. Für größere Ströme und höhere Spannungen nehme man große Endtrioden.

Fall 4a



$$+ G_a = \text{Leitwert von der Anode aus, für } \frac{1}{R_1} = 0 \text{ und } j\omega C_{a1/k} = 0. G_a = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{S \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

Ist $R_1 \ll R_2$, dann ist $G_a = \frac{1}{R_2} + \frac{S \cdot R_1}{R_2}$. $R_1 = R_{k1/g1}$, $R_2 = R_{a1/g1}$.

* $\Delta f = f(S_{\text{max}} \cdot S_0)$; ω_0 = ursprüngliche Kreisfrequenz (z.B. des Oszillators), L_0 = deren ursprüngliches L .

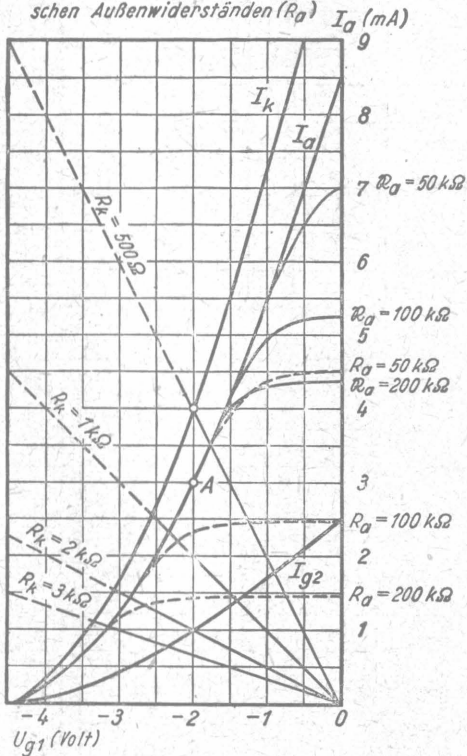
Die angegebenen Anwendungen und Formeln gelten nicht nur für die EF 12, sondern für alle Pentoden. Im Fall 4 ist es besser, eine Triode zu nehmen, da $U_2 = U_1 - (R_1 \cdot I_a)$. Bei einer Pentode wäre infolge hohen R_1 der Spannungsabfall zu hoch.

Frh. Kürze

Kennlinienfeld 1

$$I_k, I_a, I_{g2} = f(U_{g1}), U_a = 100 \dots 250 V$$

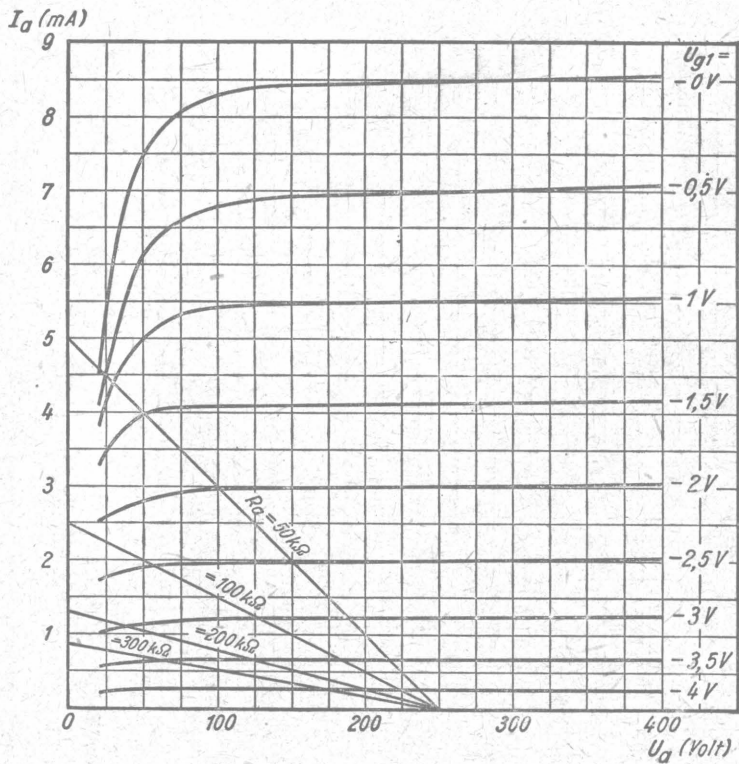
Arbeitskennlinien bei abgestimmten Kreislagen (R_a) und bei ohmschen Außenwiderständen (R_k)



Kennlinienfeld 2

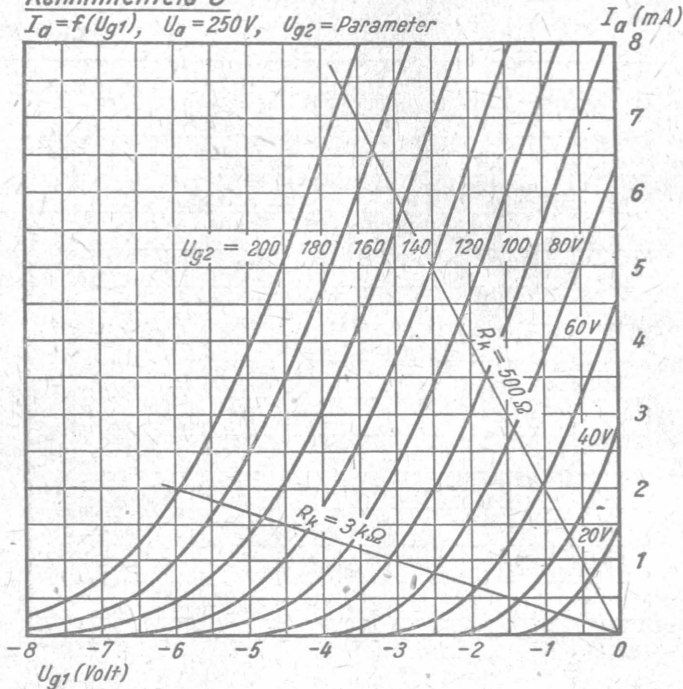
$$I_a = f(U_a)$$

$$U_{g2} = 100 V$$



Kennlinienfeld 3

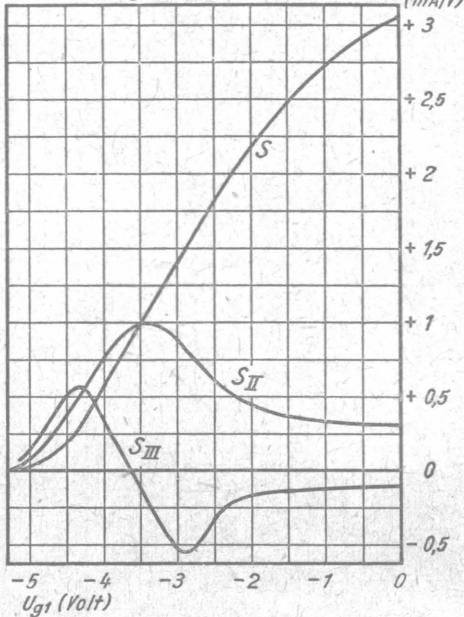
$I_a = f(U_{g1}), U_a = 250V, U_{g2} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 4

$S, S_{II}, S_{III} = f(U_{g1})$ (als Pentode)

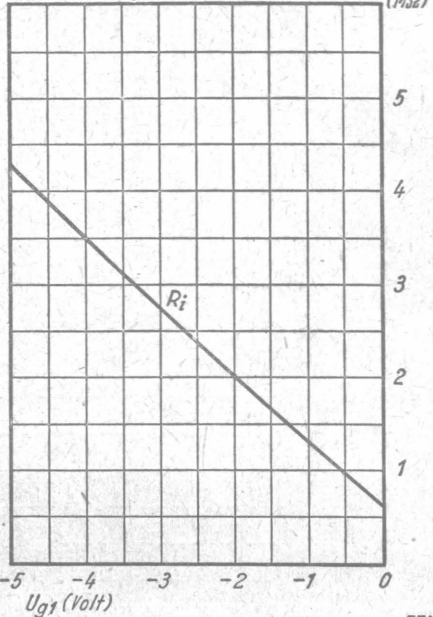
$U_a = 250V, U_{g2} = 100V$



Kennlinienfeld 5

$R_i = f(U_{g1})$

$U_a = 250V, U_{g2} = 100V$

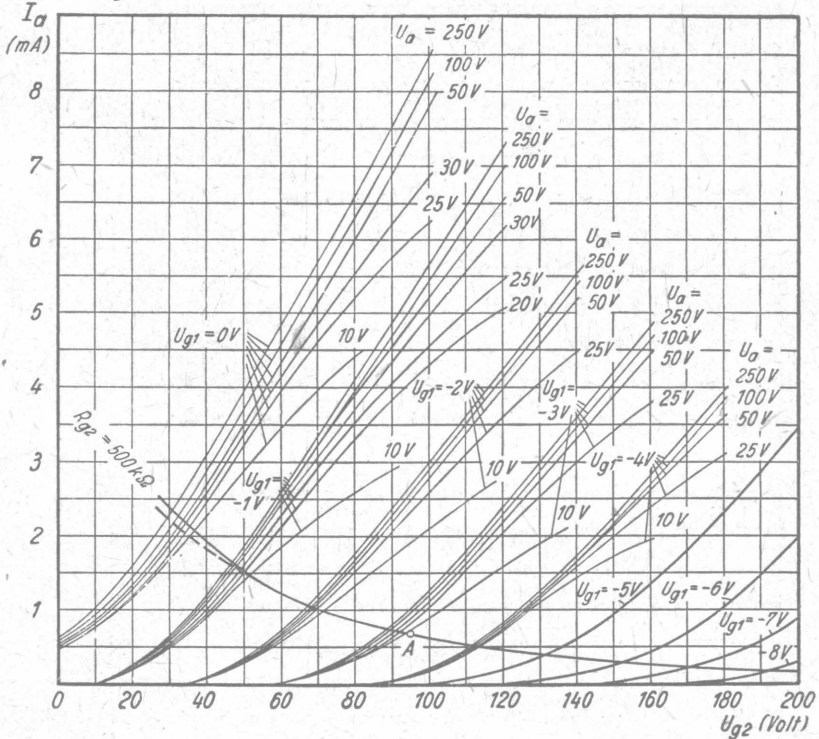


Die Ströme bei kleineren Schirmgitterspannungen

Kennlinienfeld 6

$$I_a = f(U_{g2})$$

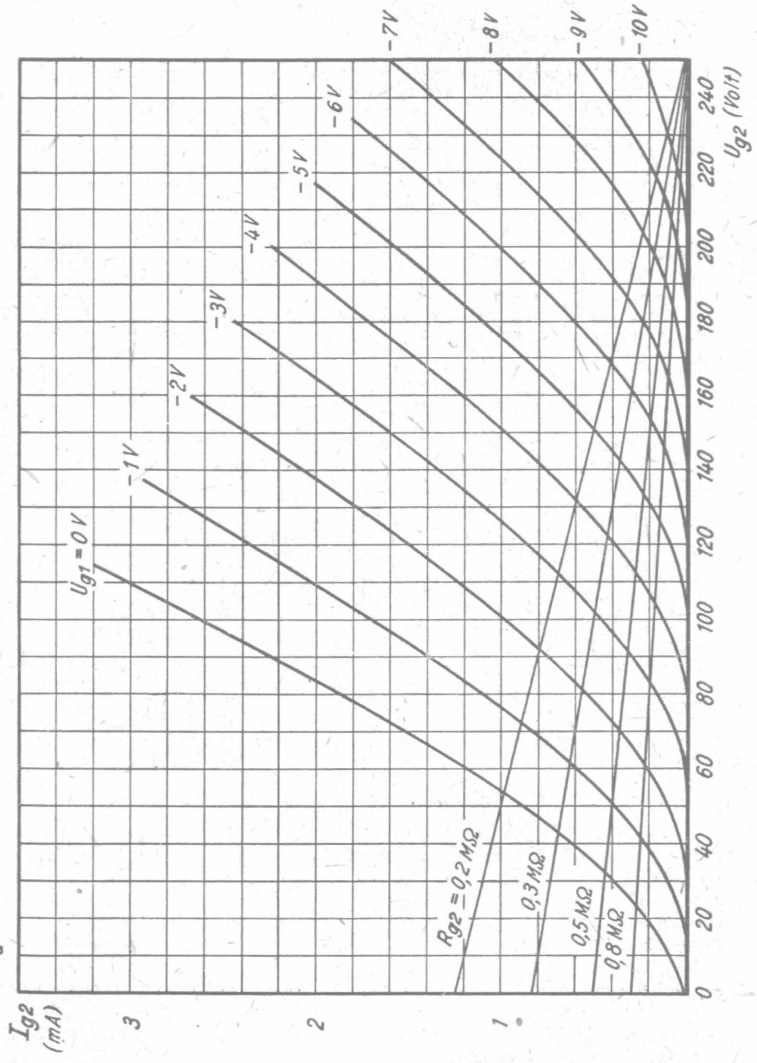
$$U_a = 100 \dots 250 \text{ V}$$



Aus dem I_{g2} - U_{g2} - und dem I_a - U_{g2} - Kennlinienfeld (6 und 7) kann man den Arbeitspunkt bei kleineren oder größeren Schirmgitterspannungen als 100 V entnehmen, da der Anodenstrom sich zwischen $U_a = 100 \text{ V}$ bis 250 V nur unwesentlich ändert. Bei gleitender Schirmgitterspannung trage man in das I_{g2} - U_{g2} -Kennlinienfeld die Schirmgitterwiderstandsgerade ein und übertrage dann die sich hierbei ergebenden U_{g1} - U_{g2} -Kreuzungspunkte in das I_a - U_{g2} -Kennlinienfeld. Nur in der Nähe von $U_{g1} = 0 \text{ Volt}$ liegt der wirkliche Anodenstrom etwas tiefer, da hier $U_a < 100 \text{ V}$. Der Strom wird in diesem Gebiet vom Schirmgitter übernommen. Höher als $U_a : R_a$ kann I_a niemals werden. Als Beispiel wurde in den Kennlinienfeldern die Widerstandsgerade für einen Schirmgittervorwiderstand $R_{g2} = 500 \text{ k}\Omega$ eingetragen.

Kennlinienfeld 7

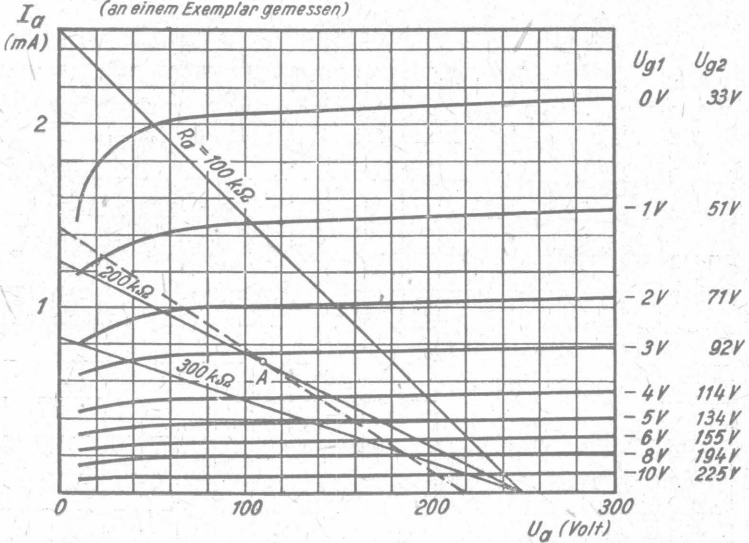
$I_{g2} = f(U_{g2})$
 $U_{g1} = 100 \dots 250V$



Schirmgitterspannung über Vorwiderstand

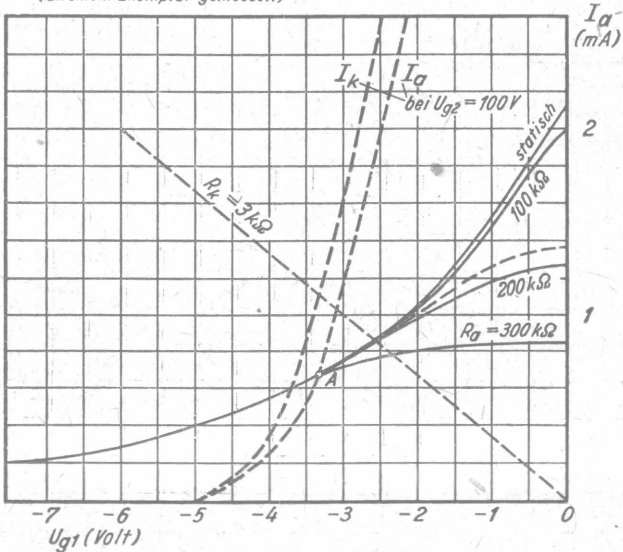
Kennlinienfeld 8

$I_a = f(U_a)$
 $U_{g2} = 250V$ über $R_{g2} = 500 k\Omega$
 (an einem Exemplar gemessen)



Kennlinienfeld 9

$I_a = f(U_{g1})$
 $U_a = 100 \dots 250V$
 $U_{g2} = 250V$ über $R_{g2} = 500 k\Omega$
 (an einem Exemplar gemessen)

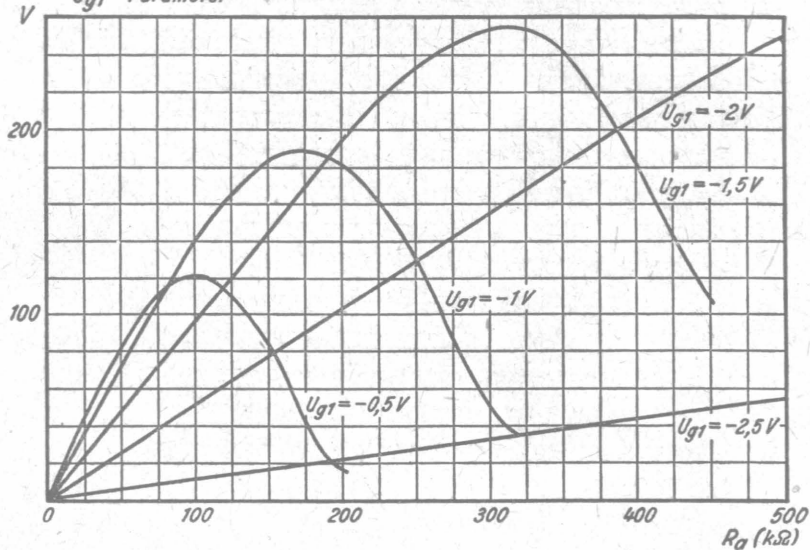


Die EF12 bei Nf-Verstärkung (RC-Kopplung)

Kennlinienfeld 10

$$V = f(R_a)$$

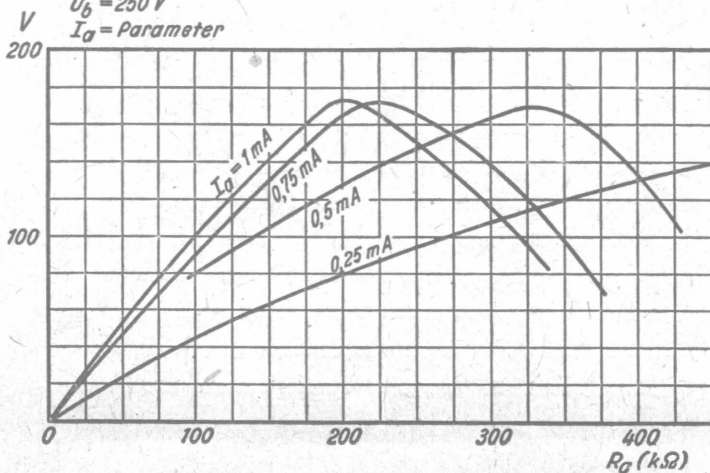
$$U_b = 250\text{ V}$$

$$U_{g1} = \text{Parameter}$$


Kennlinienfeld 11

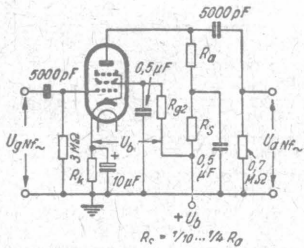
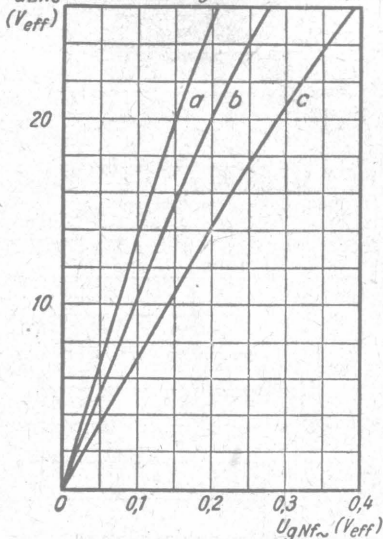
$$V = f(R_a)$$

$$U_b = 250\text{ V}$$

$$I_a = \text{Parameter}$$


Kennlinienfeld 12

$U_{aNF\sim} = f(U_{gNF\sim})$ bei RC-Kopplung, $U_b = 250\text{ V}$

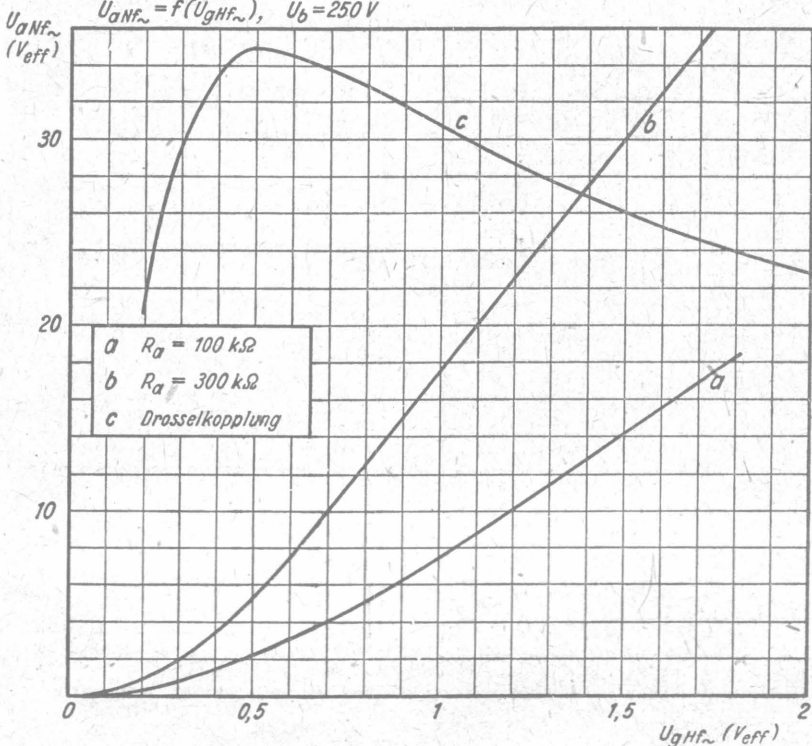


	a	b	c
R_a	0,2	0,7	0,05 M Ω
R_{g2}	0,5	0,3	0,2 M Ω
R_k	3,0	1,6	1,0 M Ω
V	135	100	70

Die EF12 bei Anodengleichrichtung

Kennlinienfeld 13

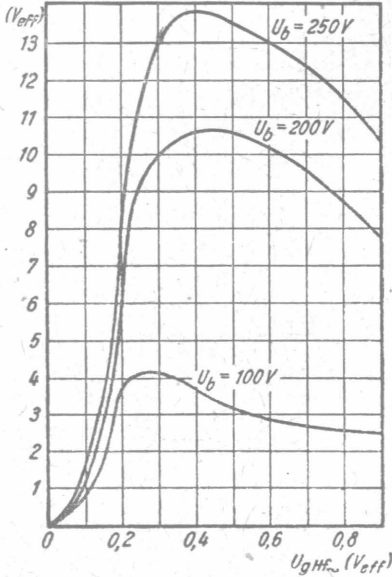
$U_{aNF\sim} = f(U_{gHF\sim})$, $U_b = 250\text{ V}$



Die EF12 bei Audiungleichrichtung

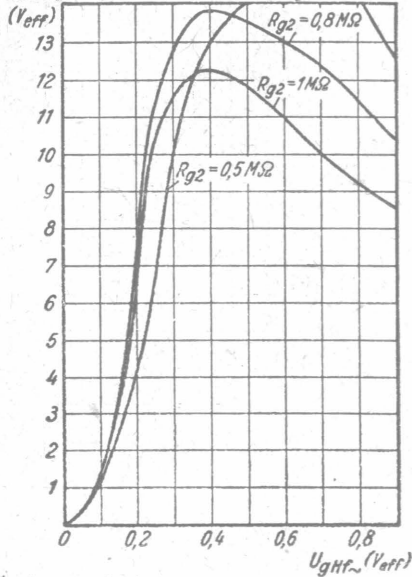
Kennlinienfeld 14

$U_{aNF_{\sim}} = f(U_{gHF_{\sim}})$
 $R_a = 0,2 M\Omega, R_{g2} = 0,8 M\Omega, U_b = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 15

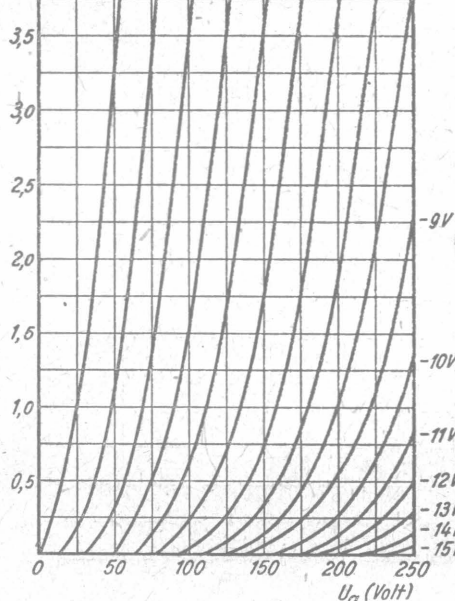
$U_{aNF_{\sim}} = f(U_{gHF_{\sim}})$
 $U_b = 250V, R_a = 0,2 M\Omega, R_{g2} = \text{Parameter}$



Die EF12 als Triode geschaltet

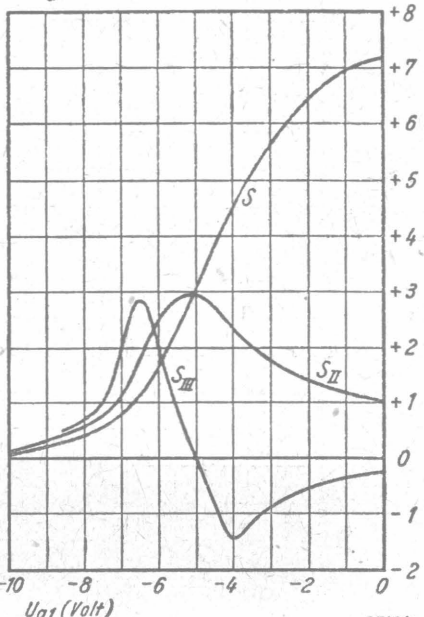
Kennlinienfeld 16

$I_a = f(U_a)$
 $U_{g1} = 0V, -1V, -2V, -3V, -4V, -5V, -6V, -7V, -8V$



Kennlinienfeld 17

$S, S_{II}, S_{III} = f(U_{g1}) \text{ (als Triode)}$
 $U_a = 250V$

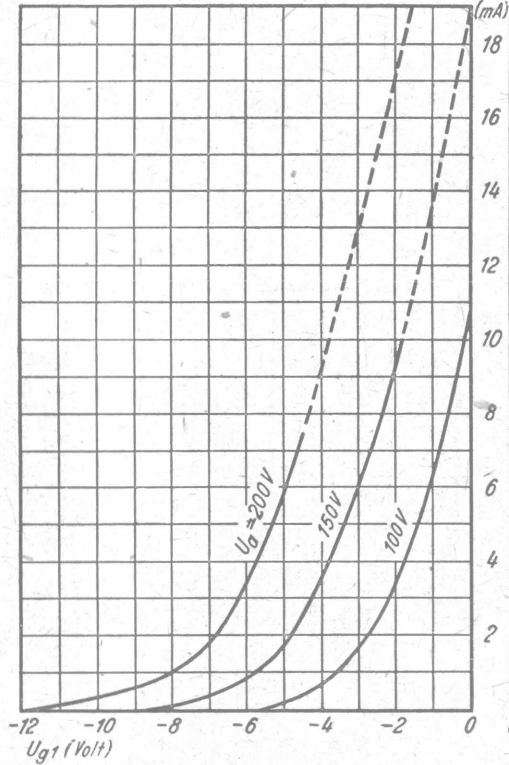


Die EF12 als Triode geschaltet (Gitter mit Anode verbunden)

Kennlinienfeld 18

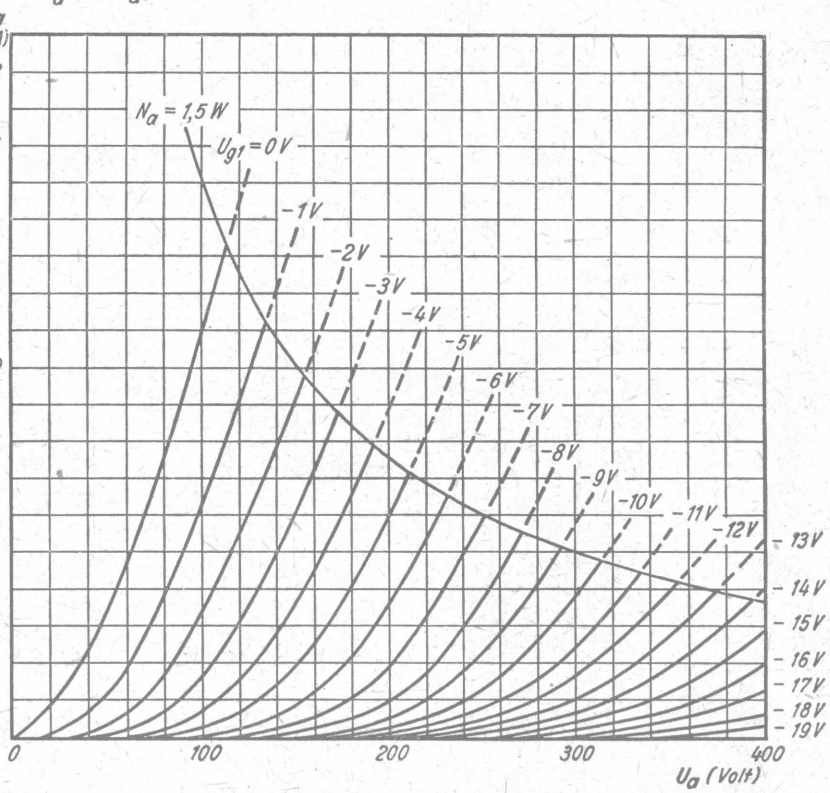
$$I_a = f(U_{g1})$$

I $U_a = 200V$, II $U_a = 150V$, III $U_a = 100V$

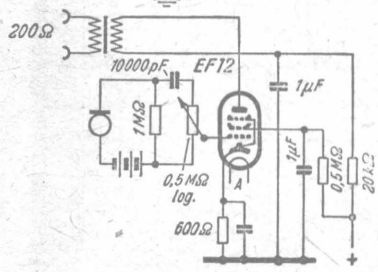
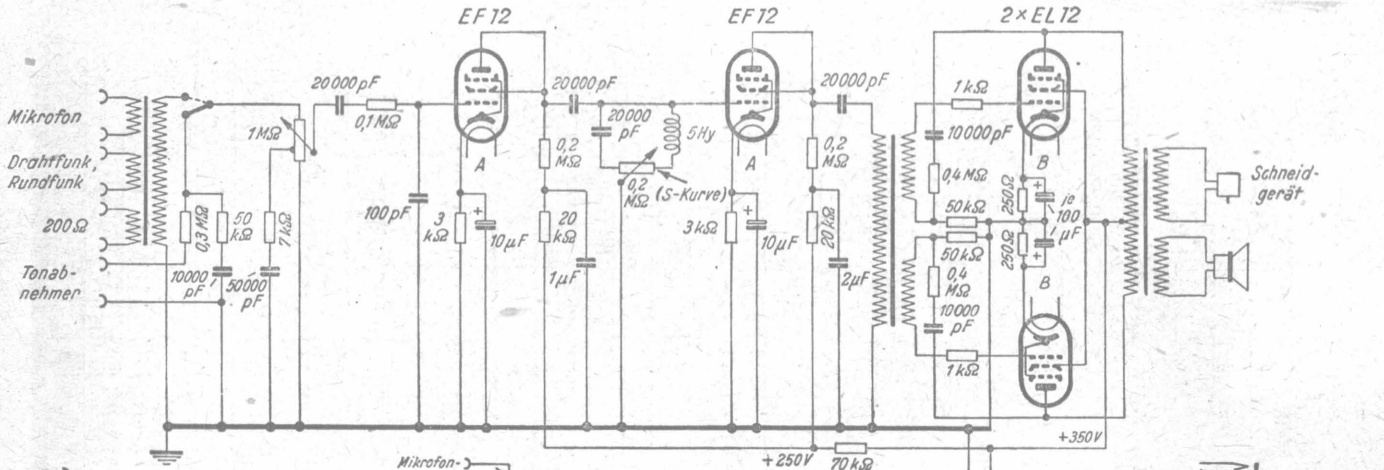


Kennlinienfeld 19

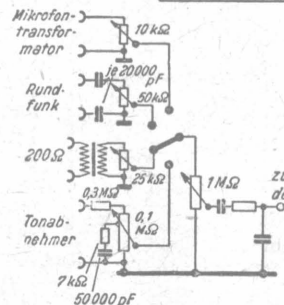
$$I_a = f(U_a)$$



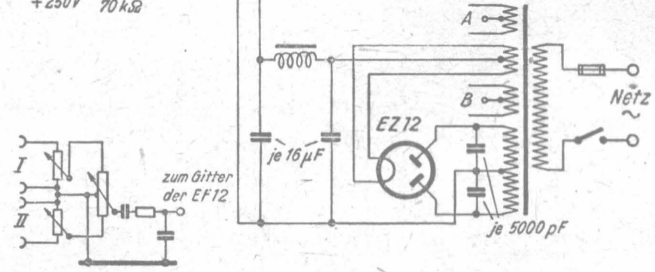
Kraftverstärker 35 Watt mit EF12 in Triodenschaltung als Vorröhren



Die EF12 als Mikrofonverstärker



Mischeinrichtung



Kontinuierliche Mischung

Funkschau - Vertrieb Wilhelm Wolf, Potsdam, Tizianstraße 8, Nachdruck verboten!

EF12/7a



Röhren-Dokumente

Doppelbereich-Abstimmanzeigeröhre

EM 11

4 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Allgemeines:

Blatt 1

Abstimmanzeigeröhre mit zwei Anzeigebereichen in Glaskalben mit Stahlröhrensockel. Enthält außer dem vierwinkligen Anzeigesystem noch zwei Triodensysteme mit gemeinsamem Steuergitter, die zur Verstärkung der Steuerspannung dienen, zur gesonderten NF-Verstärkung aber nicht verwendbar sind. Die Anodenhaltfestge, die bei den beiden Systemen um 90° versetzt sind, ragen in das Anzeigesystem hinein und steuern die Anzeige. Das untere Triodensystem hat einen kleinen Durchgriff und infolgedessen einen großen Verstärkungsfaktor, und dient zur Anzeige schwacher Sender (Anzeigebereich I). Das obere Triodensystem hat einen größeren Durchgriff und einen kleineren Verstärkungsfaktor, und dient zur Anzeige stärkerer Sender und des Ortssenders (Anzeigebereich II). Das Leuchtsystem enthält ein Anzeigegitter, das im Innern der Röhre an Kathode liegt. Hierdurch wird ein zu starkes Ansteigen des Leuchtschirmstromes und damit ein zu schneller Verschleiß der Leuchtschirmpaste verhütet. Eine Steuerung des Anzeigesystems durch das Anzeigegitter ist bei der EM 11 also nicht möglich. Die Steuerspannung nimmt man am besten von der (unverzögerten) Empfangsgerichterdioden ab, damit auch schwache Sender gut angezeigt werden. Die Anodenspannung kann man über hohe Außenwiderstände ($R_{aI} = 1 \dots 3 \text{ M}\Omega$, $R_{aII} = 0,5 \dots 2 \text{ M}\Omega$) direkt an die Betriebsspannung anschließen (siehe Betriebsfall a), und Schaltung des 7 Kreis - 4 Röhren - Super bei der ECL 11). Man kann aber auch aI über einen Außenwiderstand an die Betriebsspannung und aII über einen Vorwiderstand an die gleitende Schirmgitterspannung der HF-Röhren (ECH 11 + EBF 11) anschließen (siehe Betriebsfall b) und Schaltung des Spitzensuper bei der EF 11). Da diese Röhren verzögert geregelt werden, und somit die Schirmgitterspannung erst nach Überschreiten der Verzögerungsspannung beginnt hochzuleiten, tritt auch in der Anzeige des Bereiches II eine Verzögerung ein, und man erreicht, daß bei schwachen Sendern nur die Leuchtsektoren des Bereiches I schließen, und die Leuchtsektoren des Bereiches II bei schwachen Sendern unbeeinflusst bleiben.

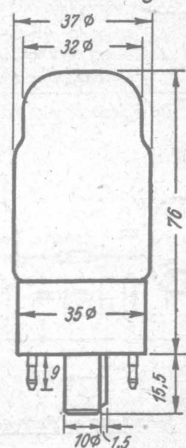
Die Kathode der EM 11 verbindet man zweckmäßig direkt mit der Kathode der EBF 11 bzw. der Diode (siehe Schaltung des Spitzensuper bei der EF 11). Sind die Anfangs-Schattenwinkel verhältnismäßig klein, so kann man ein Breiterwerden derselben dadurch erreichen, daß man die Kathode der EM 11 direkt an Erde bzw. Masse legt (siehe Schaltung des 7 Kreis - 4 Röhren - Super bei der ECL 11). Dadurch liegt die Verzögerungsspannung der Diode mit der Anlaufspannung der EM 11 in Reihe - aber mit entgegengesetztem Potential - und bewirkt eine wesentliche Herabsetzung der negativen Vorspannung und damit eine Vergrößerung der Anfangs-Schattenwinkel. Verwendet man auch bei der EM 11 einen Kathodenwiderstand, so erzielt man ein rascheres Schließen der Leuchtwinkel.

Um eine scharfe, nicht flackernde Anzeige zu erhalten, muß die EM 11 durch eine Gleichspannung gesteuert werden. Die starken Pulsationen der Regelspannung müssen deshalb durch ein Siebglied mit richtig bemessener Zeitkonstante geglättet werden. Bei flackernder Anzeige ist die Zeitkonstante zu klein, bei ziehender, gummiartiger Anzeige zu groß.

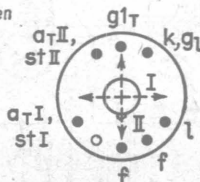
Verbindet man beide Anoden der Triodensysteme miteinander und legt sie dann über einen gemeinsamen Vorwiderstand ($R_{aI+II} = 1 \dots 3 \text{ M}\Omega$) an die Betriebsspannung, so erhält man eine Einbereichsanzeige. Die beiden Triodensysteme sind damit parallel geschaltet und wirken wie ein System mit veränderlichem Durchgriff (siehe Kennlinienfeld 3).

Die EM 11 kann nicht nur als Anzeigeröhre in Rundfunkgeräten verwendet werden, sondern dient auch in steigendem Maße zur Anzeige in Brückenschal-

Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



Lage der Schattenwinkel:

- I. Mitte des Schattenwinkels β_I für den Bereich I
- II. Mitte des Schattenwinkels β_{II} für den Bereich II

EM 11 tungen und sonstigen Meßschaltungen an Stelle von Meßinstrumenten. Man kann sie sogar als Spannungsmesser verwenden.

Will man, daß die Schattenwinkel des Bereiches I zur Anzeige schwacher Sender waagrecht liegen, so ordnet man den Sockel so an, daß der Führungsstutzen nach unten zeigt.

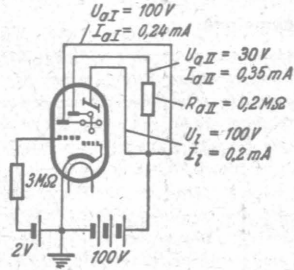
Heizung:

Heizspannung	U_f	6,3	Volt $\sim \sim$
Heizstrom	I_f	200	mA ind

Meßwerte im Arbeitsbereich (Zirka-Werte):

	Triodensystem I		Triodensystem II	
Anodenspannung	U_a	100	U_b	100 Volt
Anodenvorwiderstand	R_{aII}	-	0,2	M Ω
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-2	Volt
Anodenstrom	I_a	0,24	0,35	mA
Steilheit (statisch)	S	0,8	0,55	mA/V
Durchgriff	D	2	10	%
Innenwiderstand	R_i	63	18	k Ω
Leuchtschirmspannung	U_l	100	100	Volt
Leuchtschirmstrom	I_l		0,2	mA

Siehe Kennlinienfelder 1, 2 und 4



Betriebswerte:

a. R_{aII} an U_b angeschlossen

	$U_b^{1)}$		200		100		100		
Betriebsspannung	250		200		100		100		Volt
Leuchtschirmspannung	250		200		100		100		Volt
Leuchtschirmstrom	I_l		0,3...0,8		0,1...0,35				mA
	System		I		II		I		II
Anodenvorwiderstand (Außenwiderstand)	R_a	2	1	2	1	2	1		M Ω
Gittervorspannung	U_{g1}	0 -12	0 -20	0 -3	0 -20	0 -2	0 -10		Volt
Anodenstrom	I_a	0,12 0,07	0,25 0,08	0,1 0,06	0,2 0,06	0,05 0,03	0,1 0,03		mA
Schattenwinkel	β	75° 15°	83° 5°	75° 18°	82° 3°	75° 15°	80° 3°		

[Schattenwinkel $\beta = 180^\circ$ - Leuchtwinkel α]

b. R_{aII} an die gleitende Schirmgitterspannung von ECH11 + EBF11 ($R_{g2+4} = 30k\Omega$) angeschlossen.

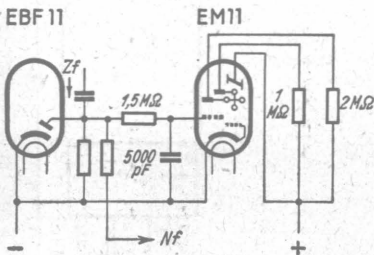
	$U_b^{1)}$		250		250		250		250		
Betriebsspannung	250		250		250		250		250		Volt
Leuchtschirmspannung	250		250		250		250		250		Volt
Anodenvorwiderstand	R_{aII}		0,5		0,5		0,5		1		M Ω
Verzögerungsspannung	U_v		0		-2		-4		-4		Volt
Gittervorspannung	U_{g1}		0 -4 -20		0 -4 -20		0 -4 -20		0 -4 -20		Volt
Anodenspannung	U_a		18 48 171		18 47 170		18 42 169		12 37 158		Volt
Anodenstrom	I_a		0,17 0,195 0,11		0,17 0,17 0,11		0,17 0,11 0,10		0,09 0,06 0,06		mA
Schattenwinkel	β_{II}		80° 60° 6°		80° 61° 6,5°		80° 65° 7°		83° 68° 9°		

Die Werte für den Bereich I sind die gleichen wie im Betriebsfall a.

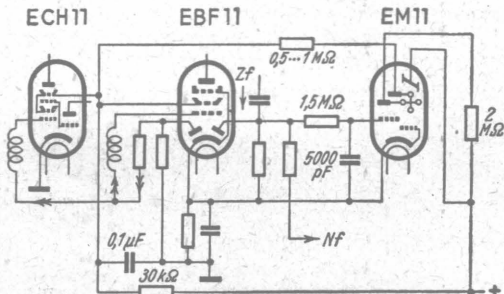
Durch den Mitzieheffekt ist der Schattenwinkel bei $U_{g1} = 0$ Volt in der Praxis etwa 10% kleiner als angegeben.

Siehe Kennlinienfelder 1, 2, 4 und 5.

¹⁾ U_b = Spannung an Röhre + Spannungsabfall am Anodenvorwiderstand.



Schaltung zu Betriebsfall a.



Schaltung zu Betriebsfall b.

EM11/1a

Betriebswerte (Fortsetzung):

EM11
Blatt 2

c. Einbereichsanzeige (Zirka-Werte)

Betriebsspannung	$U_b^{1)}$	250	200	100	Volt
Leuchtschirmspannung	U_l	250	200	100	Volt
Anodenvorwiderstand	R_a	2	2	2	M Ω
Gittervorspannung	U_{g1}	-1 -20	-1 -20	-1 -10	Volt
(Anodenspannung	U_a	20 142	17 138	12 80	Volt)
Anodenstrom	I_a	0,12 0,055	0,09 0,04	0,044 0,012	mA
Schattenwinkel	β_0	86° 10°	84° 5°	77° 5°	

Siehe Kennlinienfelder 3 und 6

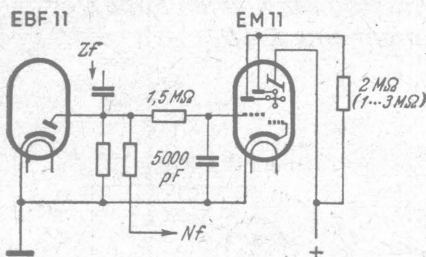
d. als Spannungsmesser (Gleichspannungsvoltmeter)

Betriebsspannung	$U_b^{1)}$	250	200	100	Volt
Leuchtschirmspannung	U_l	250	200	100	Volt
Anodenvorwiderstand	R_{aI}	2	2	2	M Ω
	R_{aII}	1	1	1	M Ω

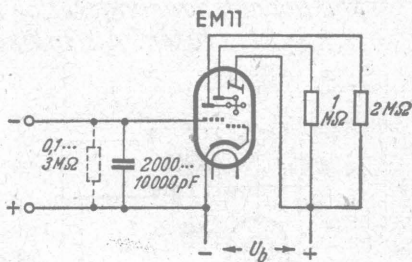
Meßbereich (Ausnutzbarer Steuerbereich) $U_{g1} = 0 \dots -3,5 \quad -2,5 \dots -20 \quad 0 \dots -3 \quad -2 \dots -18 \quad 0 \dots -2 \quad -1 \dots -10$ Volt

Empfindlichkeit (erforderliche Steuerspannung U_{g1} pro Grad Winkeländerung) 60 200 35 125 25 80 mV

¹⁾ U_b = Spannung an Röhre + Spannungsabfall am Anodenvorwiderstand



Schaltung zu Betriebsfall c.



Schaltung zu Betriebsfall d.

Grenzwerte:

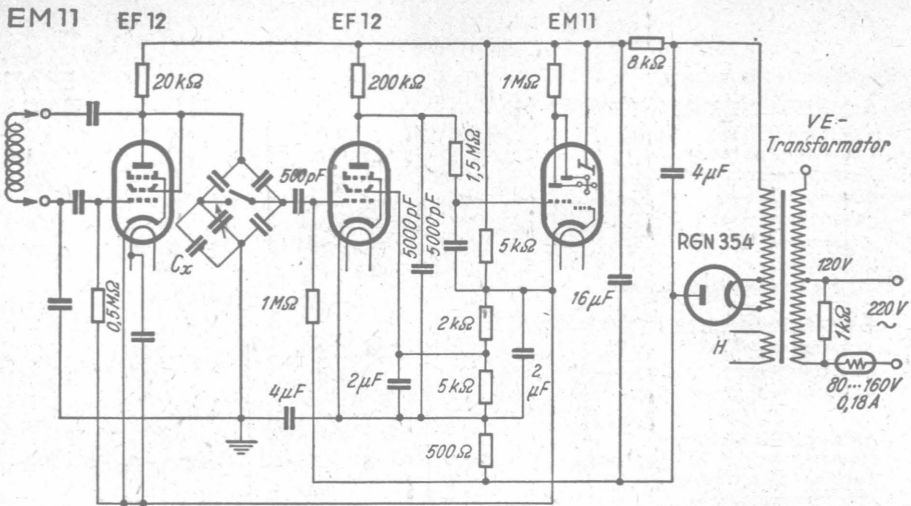
		Triodensystem I	Triodensystem II	
Anodenspannung	$U_a \max$	300	300	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \max$	550	550	Volt
Anodenbelastung	$Q_a \max$	0,5	0,5	Watt
Leuchtschirmspannung	$U_l \min \text{ u. } \max$	90...250		Volt
Leuchtschirmkaltspannung	$U_{lL} \max$	550		Volt
Katodenstrom	$I_k \max$	5		mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} \max$	3		M Ω
Spannung zwischen Faden und Schicht (Katode)	$U_{fk} \max$	100		Volt

Gitterstrom - Einsatzpunkt: bei $I_{g1} = 0,3 \mu A$ ist U_{g1} nie negativer als -1,3 Volt

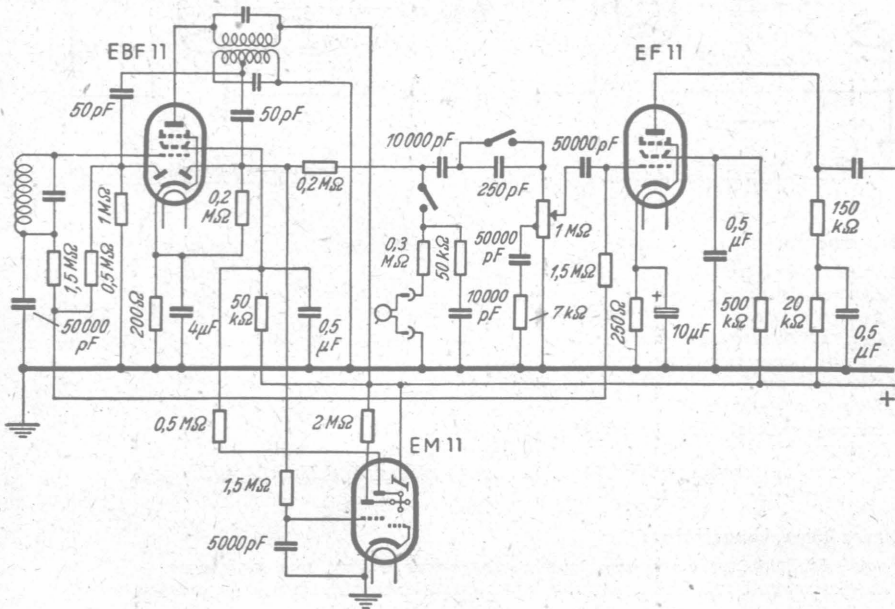
Innere Röhrenkapazitäten:

Da die EM11 nicht zur Verstärkung, sondern nur zur Anzeige dient, sind die inneren Röhrenkapazitäten uninteressant und werden von den Röhrenfabriken nicht angegeben.

Fritz Künze



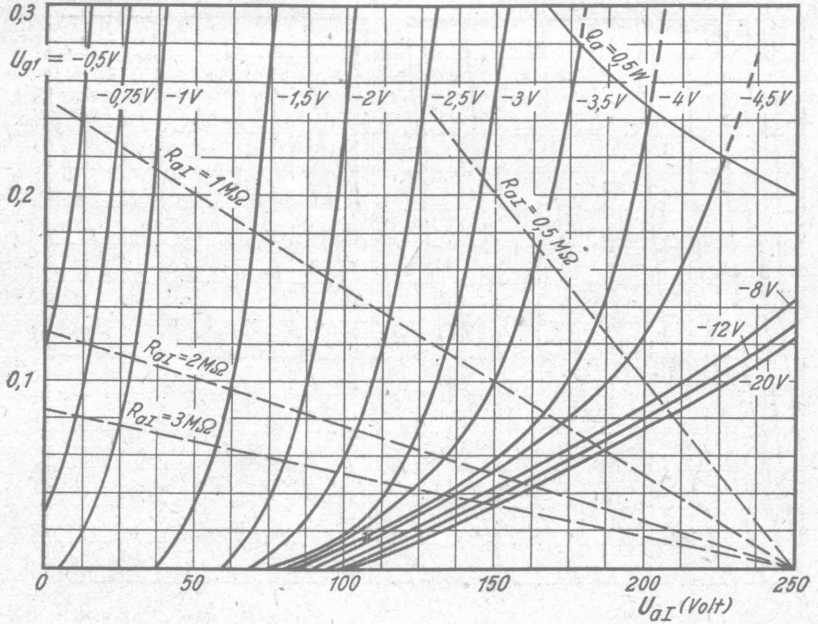
Zweistufiges Röhrevoltmeter mit Gleichstromrückkopplung und Doppelspannungsteiler zur Messung von kleinen Kapazitäten. Als Indikator dient eine EM11.



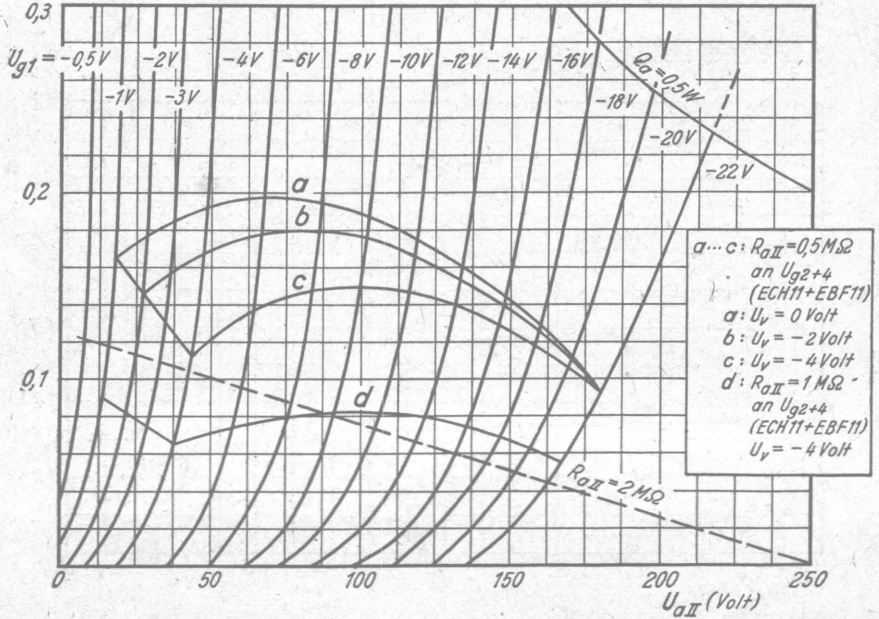
Schaltung EBF11 - EM11 - EF11

Anodenströme

Kennlinienfeld 1
 I_{aI} (mA) $I_{aI} = f(U_{aI}), U_{g1} = \text{Parameter}$



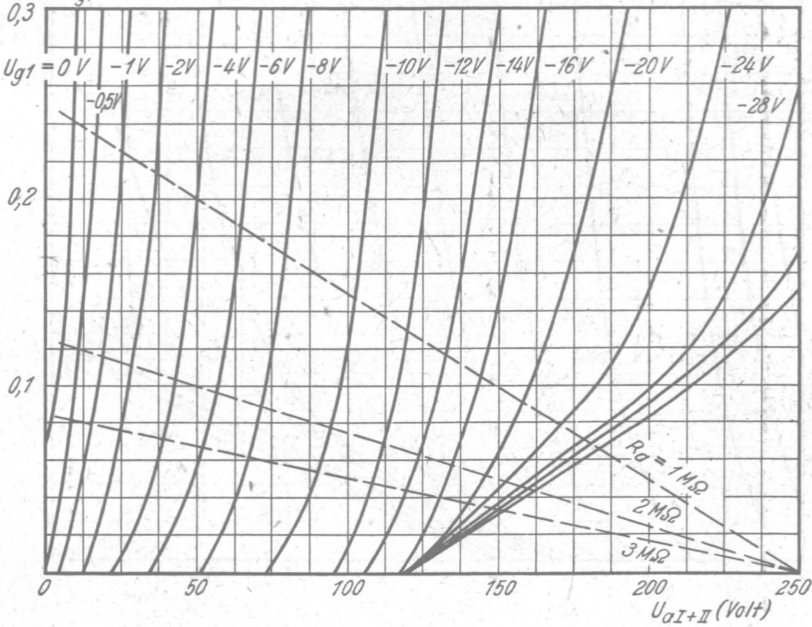
Kennlinienfeld 2
 I_{aII} (mA) $I_{aII} = f(U_{aII}), U_{g1} = \text{Parameter}$



EM11 **Kennlinienfeld 3**

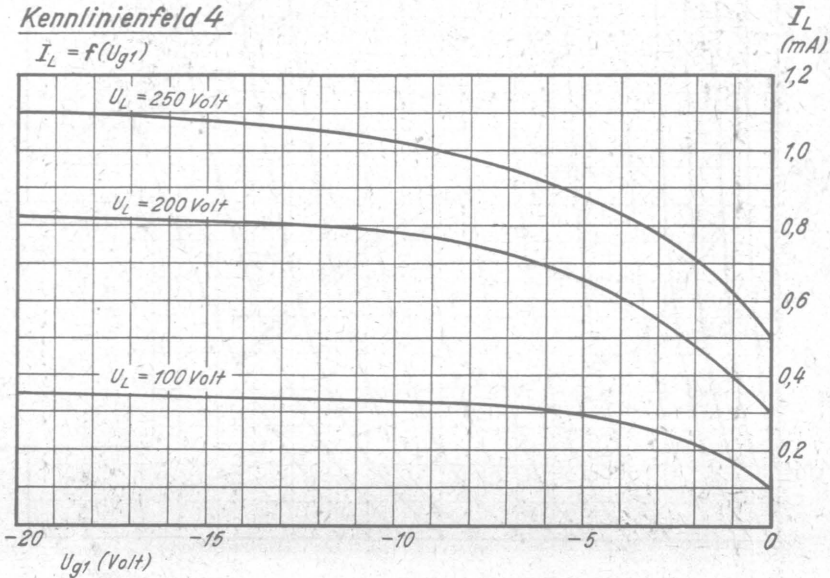
Einbereichsanzeige. Beide Anoden verbunden

$I_{aI+II} = f(U_{aI+II})$
 (mA) $U_{g1} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 4

$I_L = f(U_{g1})$



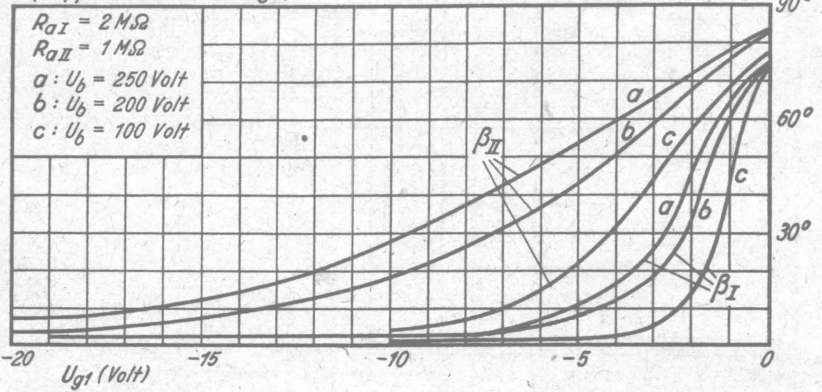
Schattenwinkel - Diagramme

EM 11
Blatt 4

Kennlinienfeld 5

Schattenwinkel β_I und β_{II} = $f(U_{g1})$
(Doppelbereichsanzeige)

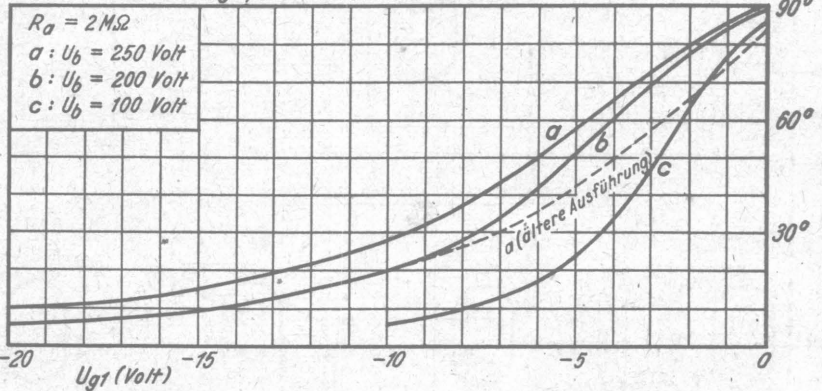
β_I, β_{II}
90°



Kennlinienfeld 6

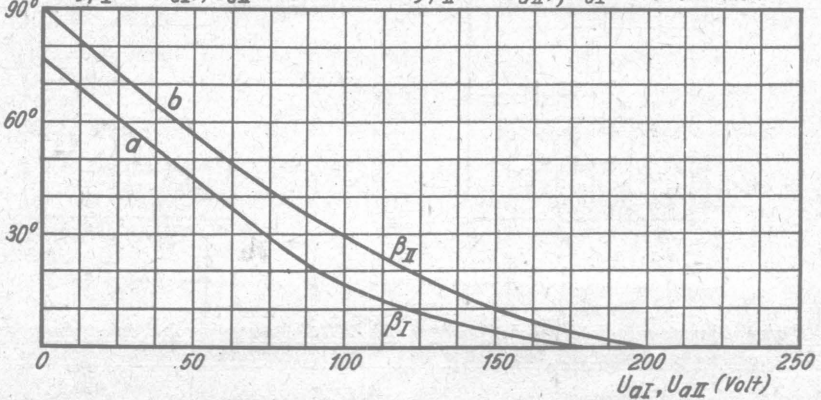
Schattenwinkel β_0 = $f(U_{g1})$
(Einbereichsanzeige; beide Anoden verbunden)

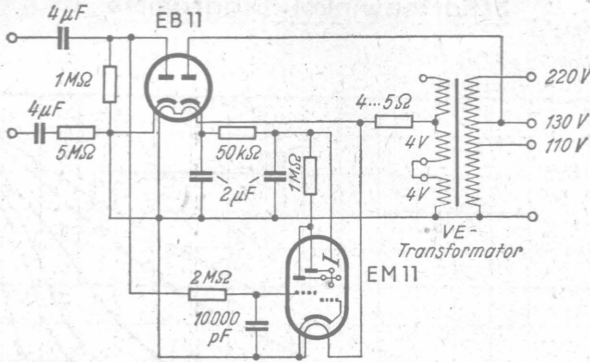
β_0
90°



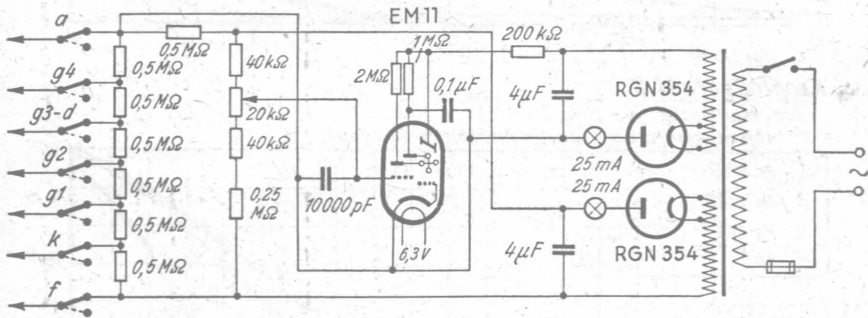
Kennlinienfeld 7

Schattenwinkel β = $f(U_a)$; $U_b = 250 \text{ Volt}$
 a) $\beta_I = f(U_{aI})$; $U_{aII} = 20 \text{ Volt konst.}$ b) $\beta_{II} = f(U_{aII})$; $U_{aI} = 170 \text{ Volt konst.}$

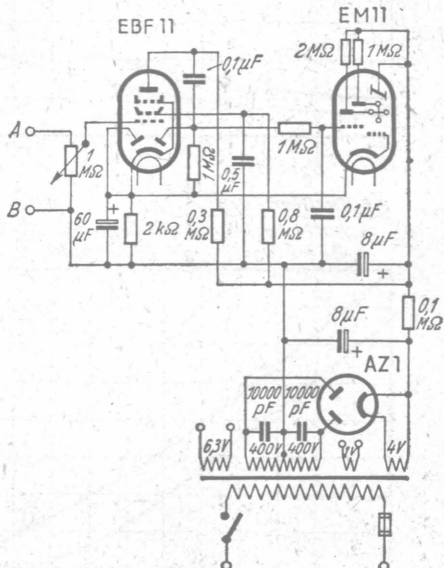
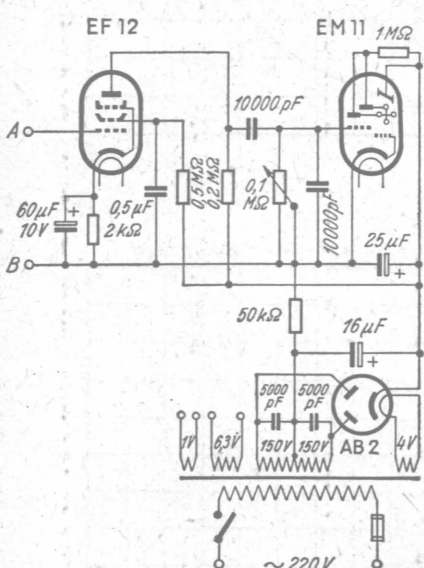




Übersteuerungs - Kontrollgerät mit der EM11



Isolations - Prüfgerät mit der EM11



Die EM11 als Nullanzeiger in Brückenschaltungen mit Vorverstärkung, einfachere Ausführung

Die EM11 als Nullanzeiger in Brückenschaltungen mit Vorverstärkung und Gleichrichtung



Röhren-Dokumente

Indirekt geheizte Zweiweg-Hochvakuum-Gleichrichterröhre für Autoempfänger

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

1 Blatt

EZ11

EZ1
EZ1 Cu-Bi
FZ1

Allgemeines:

Röhre in Stahlkolben, Abschirmkolben an besonderen Sockelkontakt geführt. Speziell für Gleichrichtung im Autoempfänger.

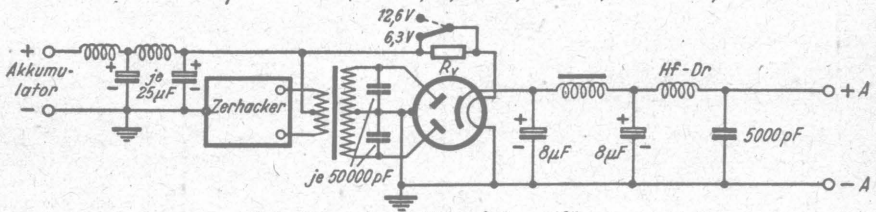
Vorläufer: EZ1 ($U_f = 6,3V$)

FZ1 ($U_f = 13V$)

Heizung:

Gemeinsame (indirekt geheizte) Katode für beide Gleichrichtersysteme,

	U_f	EZ11	EZ1	EZ1 Cu-Bi	FZ1	
Heizspannung		6,3	6,3	6,3	13	Volt
Heizstrom	I_f	0,29	0,4 (0,5)	0,28	0,25	Amp



Schaltung der EZ11 im Autoempfänger

Betriebswerte: Siehe Kennlinienfelder.

Betriebshinweise: Der Stahlmantel der EZ11 und der Mittelpunkt der Sekundärwicklung des Netztransformators sind gemeinsam zu erden. In Autoempfängern ist besonders gute Siebung notwendig. Falls der Ersatzwiderstand des Netztransformators ($R_E = R_S + \dot{u}^2 \cdot R_p$) kleiner als 600Ω pro Gleichrichterstrecke ist, muß noch ein entsprechender zusätzlicher Widerstand R_Z eingebaut werden. Bei Anschluß an eine 12,6V-Autobatterie ist bei der EZ11 ein Vorwiderstand R_V von 22Ω (2Watt) und bei der EZ1 ein solcher von 16Ω (3Watt) in den Heizkreis einzufügen.

Grenzwerte: pro System

Transformatorspannung, Effektivwert entnehmbaren Gleichstrom bei der EZ11 und EZ1 bei der FZ1

Gleichrichterbelastung ($U_{tr} \times I_{\dots}$)

Spannung zwischen Faden und Schicht (Heizfaden und Katode)

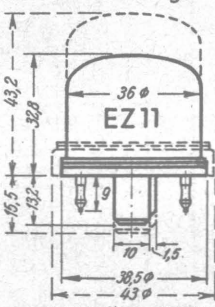
Kleinsten Ersatzwiderstand des Netztransformators und

zusätzlicher Schutzwiderstand ($R_E = R_S + \dot{u}^2 R_p$) + R_Z)

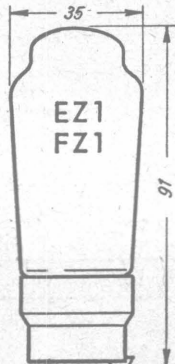
Ladekondensator

$U_{tr \text{ eff max}}$	250(300)	Volt
$I_{\dots \text{ max}}$	60(50)	mA
$I_{\dots \text{ max}}$	50	mA
$N_{gl \text{ max}}$	15	Watt
$U_{f/k \text{ max}}$	350	Volt
$R_E + R_Z \text{ min}$	600	Ω
$C_L \text{ max}$	32	μF

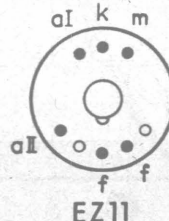
Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung



Socket
von unten gesehen



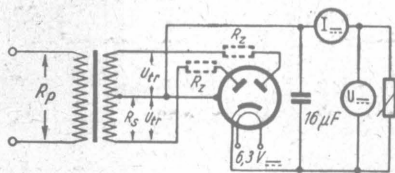
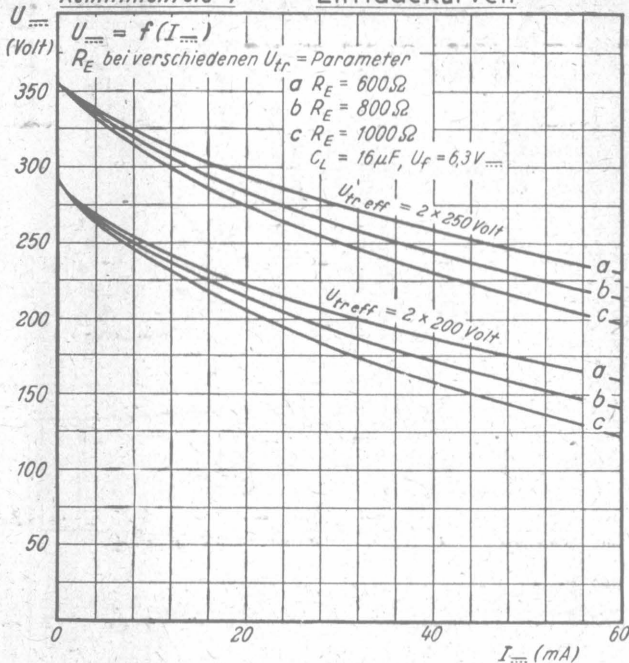
EZ11



EZ1, FZ1

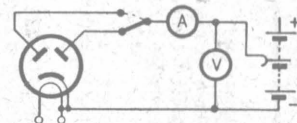
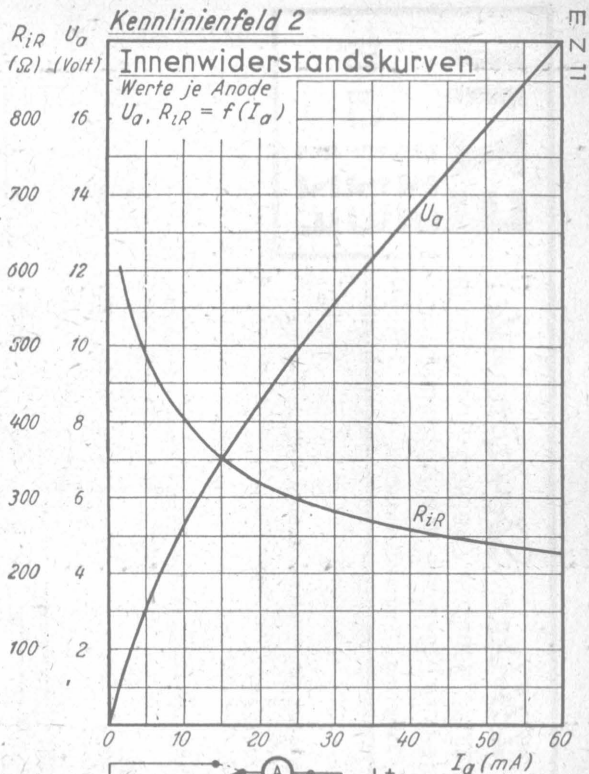
Frühe Künzle

Kennlinienfeld 1 Entladekurven



Meßschaltbild für Entladekurven

Bei den Entladekurven ist U_{tr} die effektive Leerlaufspannung der Anodenspannungswicklung des Netztransformators, R_E den Ersatzwiderstand des Netztransformators. Es ist $R_E = R_s + \dot{u}^2 R_p (+ R_z)$. (R_s = ohmscher Widerstand der halben Sekundärwicklung, R_p = ohmscher Widerstand der Primärwicklung, \dot{u} = Verhältnis der halben Sekundärwicklung zur Primärwicklung, R_z = eventueller Zusatzwiderstand.)



Meßschaltbild für Innenwiderstandskurven



Röhren-Dokumente

Indirekt geheizte Zweiweg-Hochvakuum-Netzgleichrichterröhre

EZ 12

1 Blatt

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Allgemeines:

Röhre in Glaskolben mit Stahlröhrensockel

Heizung:

Gemeinsame (indirekt geheizte) Katode für beide Gleichrichtersysteme

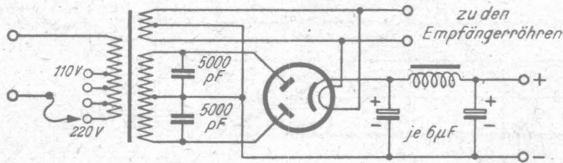
Heizspannung

Heizstrom

U_f 6,3 Volt ind.

I_f 0,85 Amp

zu den Empfängerröhren



Schaltung der EZ 12 bei Anodenspannungen < 390 V (effektiv)

Betriebswerte: Siehe Kennlinienfelder.

Betriebsweise: Die EZ 12 verwendet man vorzugsweise in größeren Empfängern mit indirekt geheizten Endröhren, da bei direkt geheizten Röhren die Kondensatoren zu stark beansprucht werden. Die maximal zulässige Spannung zwischen Heizfaden und Katode beträgt 550 Volt. Man kann deshalb bei Sekundärspannungen $2 \times 390 \text{ Volt}$ ($\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 550 \text{ Volt}</math>) für die Empfängerröhren und die EZ 12 eine gemeinsame Heizwicklung benutzen. Bei einer Sekundärspannung $\geq 400 \text{ Volt}$ dagegen muß für die EZ 12 eine besondere Heizwicklung vorhanden sein. Ein direkter Anschluß der EZ 12 an das Netz ohne Netztransformator ist unzweckmäßig. In solchem Falle verwendet man besser die UY 11 oder UY 1.$

Grenzwerte pro System:

Spannung zwischen Faden und Schicht (Heizfaden - Katode)

$U_f/k \text{ max}$ 550 Volt

Kleinster Ersatzwiderstand des Netztransformators und zusätzlicher Schutzwiderstand ($R_E = R_S + \dot{u}^2 R_P [+R_Z]$)

$R_E + R_Z \text{ min}$ 300 Ω

Ladekondensator

$C_L \text{ max}$ 32 μF

Transformatorspannung, Effektivwert entnehmbarer Gleichstrom

$U_{Tr \text{ eff max}}$ 500 Volt

Gleichrichterbelastung ¹⁾

$I_{\text{--- max}}$ 125 mA

$N_{gl \text{ max}}$ 50 Watt

Hieraus ergeben sich für beide Systeme in Zweiweggleichrichtung bei den einzelnen Transformatorspannungen folgende Werte:

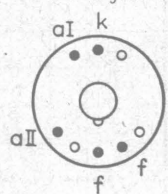
Bei einer Transformatorspannung ($U_{Tr \text{ eff}}$) von Volt	beträgt der maximal entnehmbare Gleichstrom ($I_{\text{---}}$) mA
2 x 500	100
2 x 400	125
< 2 x 400	125

¹⁾ Unter Gleichrichterbelastung N_{gl} ist das Produkt $U_{Tr \text{ eff}} \times I_{\text{---}}$ zu verstehen. N_{gl} ist keine Gleichstrombelastung (U_{Tr} ist ja eine Wechselspannung), entspricht aber auch nicht der Anodenverlustleistung. Die Anodenverlustleistung Q_a ist bei Gleichrichterröhren $Q_a \text{ ca } 0,8 (U_{Tr} - U_{\text{---}}) \times I_{\text{---}}$. Die Sperrspannung beträgt bei Zweiweggleichrichtung $U_{\text{sperr}} = U_{Tr} + U_{\text{---}}$.

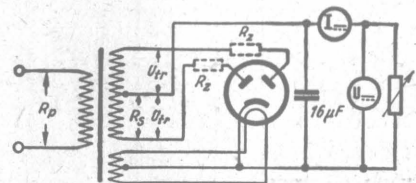
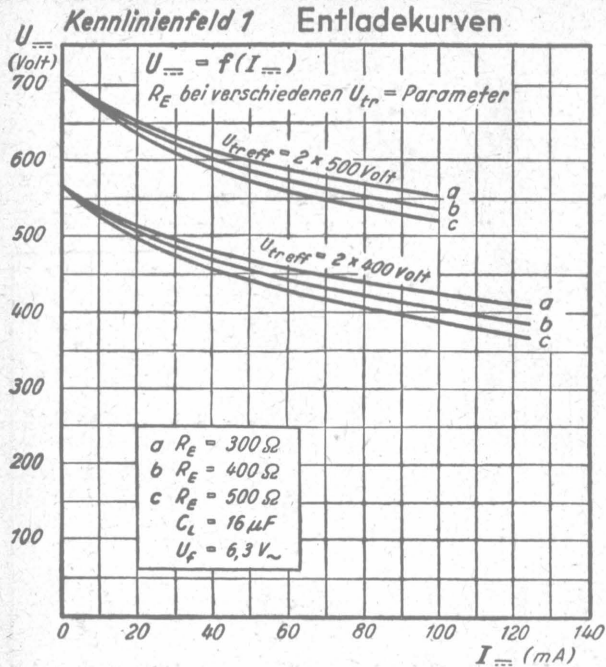
Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



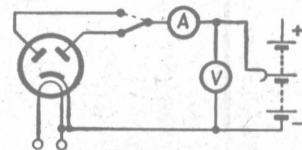
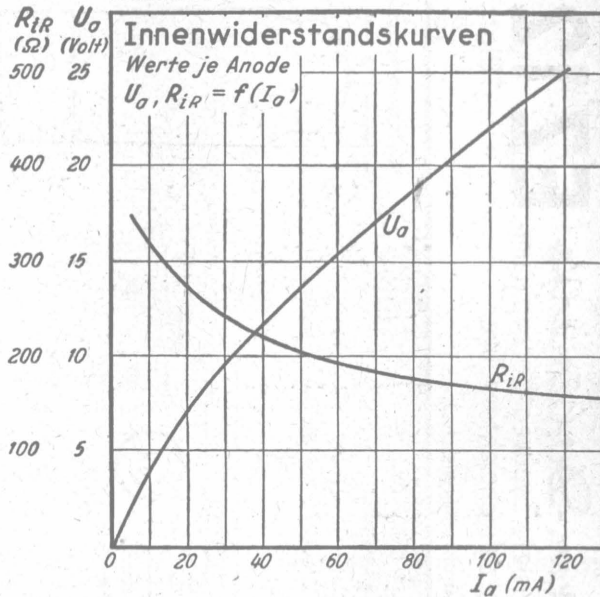
Fritz Künzel



Meßschaltbild für Entladekurven

Bei den Entladekurven ist
 U_{tr} die effektive Leerlaufspannung der Anodenspannungswicklung des Netztransformators,
 R_E der Ersatzwiderstand des Netztransformators.
 Es ist $R_E = R_s + \ddot{u}^2 R_p (+R_z)$.
 (R_s = ohmscher Widerstand der halben Sekundärwicklg.,
 R_p = ohmscher Widerstand der Primärwicklung
 \ddot{u} = Verhältnis der halben Sekundärwicklung zur Primärwicklung,
 R_z = eventueller Zusatzwiderstand.)

Kennlinienfeld 2



Meßschaltbild für Innenwiderstandskurven



Röhren-Dokumente

Duodiode + Regelpentode (Verbundröhre)

UBF 11

4 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Allgemeines:

Stahlröhre. Stahlmantel, Abschirmung und g3 im Innern der Röhre mit k verbunden. Diodenteil gegen Pentodenteil abgeschirmt. Pentodensystem hat gute Regeleigenschaften trotz geringem Anodenstrombedarf.

Heizung:

Heizspannung	U_f	20	Volt \approx
Heizstrom	I_f	100	mA ind.

Meßwerte:

1. der Diodenstrecken

Werte und Kennlinien siehe Kennlinienfelder 2, 5 und 6

2. des Pentodenteils (Regelröhre)

Anodenspannung	U_a	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	80	40	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-1	Volt
Anodenstrom	I_a	5	2,6	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	1,7	0,8	mA
Stellheit	S	1,8	1,4	mA/V
Innenwiderstand	R_i	> 1,5	0,9	M Ω

Betriebswerte:

1. der Diodenstrecken

*Es ist dII = Diode für Empfangsgerichtung
dI = Diode für Regelspannungserzeugung und andere Zwecke
dII liegt bei der Fünferreihe des Röhrensockels am weitesten außen
dI liegt zwischen dII und Heizfaden.*

Werte und Kennlinien siehe Kennlinienfelder 3...6
Ausführliche Erklärung und Berechnungsbeispiele für den Diodenteil siehe bei der EBF 11.

2. des Pentodenteils

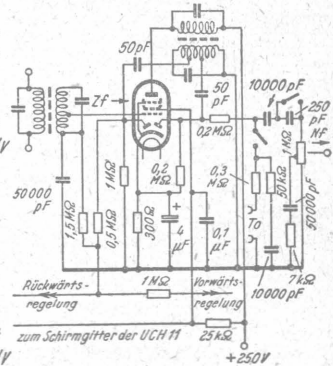
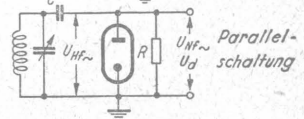
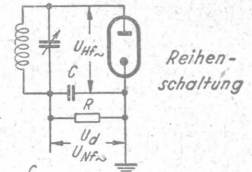
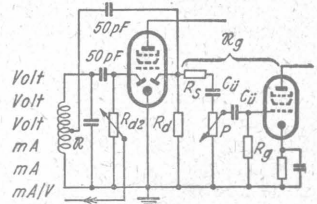
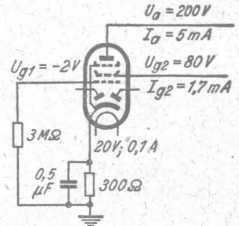
a. als HF- und ZF-Verstärker

		α) Schirmgitterspannung fest		
Anodenspannung	U_a	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	80	40	Volt
Katodenwiderstand	R_k	300	300	Ω
		Regelbereich 1 : 100		
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -15	-1 -8	Volt
Stellheit	S	1,8 0,018	1,4 0,014	mA/V
Innenwiderstand	R_i	1,5 >10	0,8 >10	M Ω

		β) Schirmgitterspannung gleitend		
Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt
Schirmgitter-Vorwiderstand	R_{g2}	80	80	k Ω
Katodenwiderstand	R_k	300	300	Ω
		Regelbereich 1 : 100		
Schirmgitterspannung	U_{g2}	76 200	40 100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -37	-1 -20	Volt
Stellheit	S	1,8 0,018	1,4 0,014	mA/V
Innenwiderstand	R_i	1,5 >10	0,8 >10	M Ω

Siehe die Kennlinienfelder 7...11

$- \Sigma I_{g2}(UBF11) + I_{g2+4}(UCH11) = f(U_{g2[7-11]})$ siehe UCH 11, Kennlinienfeld 16.



Schaltbild der UBF 11 als ZF-Verstärker

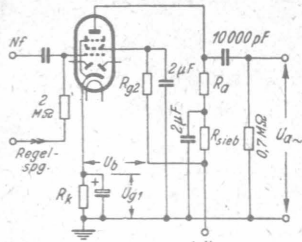
Betriebswerte:

2. des Pentodenteils (Fortsetzung)

b. als NF-Verstärker (in RC-Kopplung)

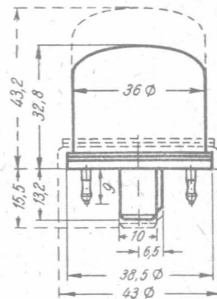
Betriebsspannung	U_b	200	200	200	200	Volt				
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	M Ω				
Siebwiderstand	R_{sieb}	20	20	20	20	k Ω				
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	1	0,6	0,4	0,2	M Ω				
Katodenwiderstand	R_k	3000	2000	1600	800	Ω				
Gittervorspannung	U_{g1}	-2 -20	-2 -20	-2 -20	-2 -20	Volt				
Anodenstrom	I_a	0,53	0,78	1,0	2,0	mA				
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,16	0,26	0,38	0,7	mA				
Spannungsverstärkung	V	95	9	75	10	70	8	4,6	6	fach
Klinnfaktor ($U_{a\sim} = 5 V_{eff}$)	K	1,5	3	1,8	3	2	3	2	4	%

Betriebsspannung	U_b	100	100	100	100	Volt				
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	M Ω				
Siebwiderstand	R_{sieb}	20	20	20	20	k Ω				
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	1	0,6	0,4	0,2	M Ω				
Katodenwiderstand	R_k	3000	2000	1600	800	Ω				
Gittervorwiderstand	U_{g1}	-1 -10	-1 -10	-1 -10	-1 -10	Volt				
Anodenstrom	I_a	0,26	0,39	0,5	1,0	mA				
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,08	0,13	0,19	0,35	mA				
Spannungsverstärkung	V	90	9	75	10	60	6,5	40	5,5	
Klinnfaktor ($U_{a\sim} = 3 V_{eff}$)	K	0,2	4	0,2	3	0,8	4	0,5	3	%



Schaltbild der UBF 11 als NF-Verstärker.

Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

Grenzwerte:

1. der Diodenstrecken

Diodenspannung	$U_d max$	200	Volt (Spitze)
Diodenstrom	$I_d max$	0,8	mA je Diode

Der Widerstand einer Diodenstrecke kann bei der Berechnung der Gitterableitwiderstände mit einem Wert von mindestens 100 k Ω angesetzt werden, sofern an der betreffenden Diodenstrecke keine negative Vorspannung (Verzögerungsspannung) liegt.

Diodenstrom - Einsatzpunkt:

max ($I_d \geq 0,3 \mu A$)	U_{de}	-0,1	Volt
min ($I_d \leq 0,3 \mu A$)	U_{de}	-1,3	Volt

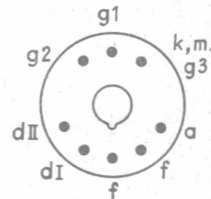
2. des Pentodenteils

Anodenspannung	$U_a max$	250	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} max$	550	Volt
Schirmgitterspannung ($I_a = 5 mA$)	$U_{g2} max$	125	Volt
($I_a \leq 2 mA$)	$U_{g2} max$	250	Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L} max$	550	Volt
Anodenverlustleistung	$Q_a max$	1,5	Watt
Schirmgitterverlustleistung	$Q_{g2} max$	0,3	Watt
Innenwiderstand bei			
$U_a = 200V, U_{g2} = 80V, I_a = 5 mA$:	$R_i min$	0,7	M Ω
$U_a = 100V, U_{g2} = 40V, I_a = 2,6 mA$:	$R_i min$	0,4	M Ω
Katodenstrom	$I_k max$	10	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} max$	3	M Ω

Gitterstrom - Einsatzpunkt:

Bei $I_{g1} = 0,3 \mu A$ ist U_{g1} nie negativer als -1,3 Volt

Sockel von unten gesehen



3. allgemein

Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} max$	125	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht ¹⁾	$R_{f/k} max$	20	k Ω

¹⁾ Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gefügt werden, die Gittervorspannung bzw. Verzögerungsspannung erzeugen.

1. des Diodenteils

Diode I - Katode	$C_{dI/k}$	2,8	pF
Diode II - Katode	$C_{dII/k}$	3,1	pF
Diode I - Diode II	$C_{dI/dII}$	< 0,5	pF

2. des Pentodenteils

Eingang	$C_e (C_g/k)$	6	pF
Ausgang	$C_a (C_d/k)$	6,5	pF
Gitter 1 - Anode	$C_{g1/a}$	< 0,002	pF
Heizfaden - Gitter 1	$C_{f/g1}$	< 0,001	pF

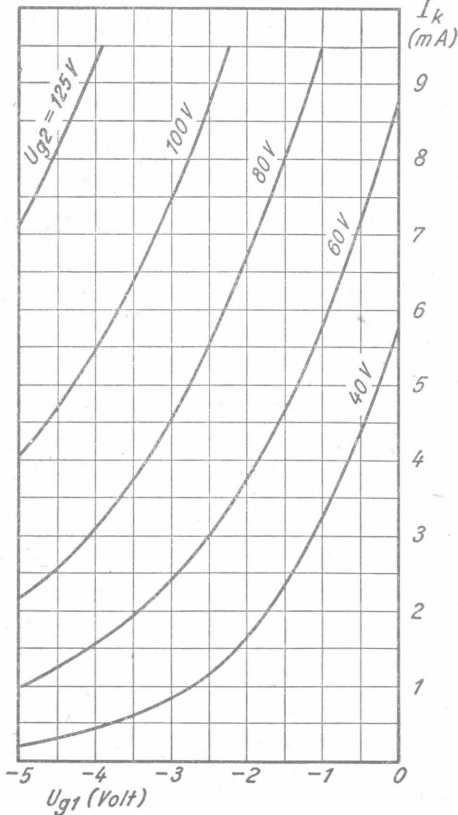
3. allgemein

Diode I - Gitter 1	$C_{dI/g1}$	< 0,001	pF
Diode II - Gitter 2	$C_{dII/g2}$	< 0,001	pF
Diode (I+II) - Gitter 1	$C_{dI dII/g1}$	< 0,002	pF
Diode I - Anode	$C_{dI/a}$	< 0,012	pF
Diode II - Anode	$C_{dII/a}$	< 0,008	pF
Diode (I+II) - Anode	$C_{dI dII/a}$	< 0,015	pF

Fritz Künzel

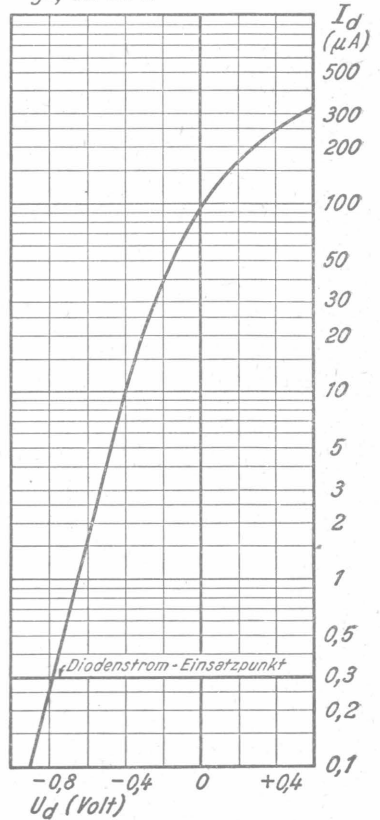
Kennlinienfeld 1

$I_k = f(U_{g1})$
 $U_{g2} = \text{Parameter}$



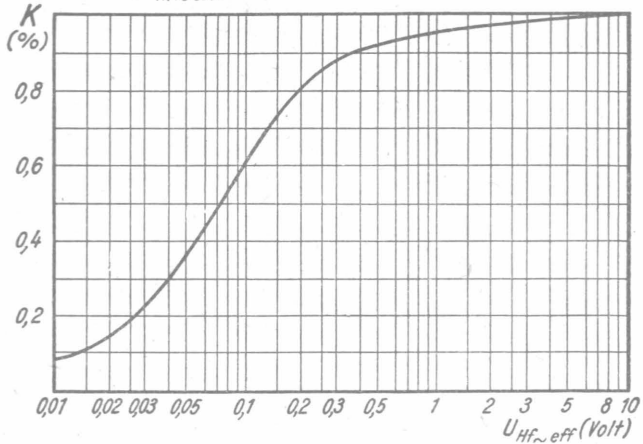
Kennlinienfeld 2

$I_{dI} = f(U_d)$
an einem Exemplar gemessen
 $U_a = 250 \text{ Volt}$
 $U_{g2} = 100 \text{ Volt}$
 $g1, dII \text{ an } k$



Kennlinienfeld 3

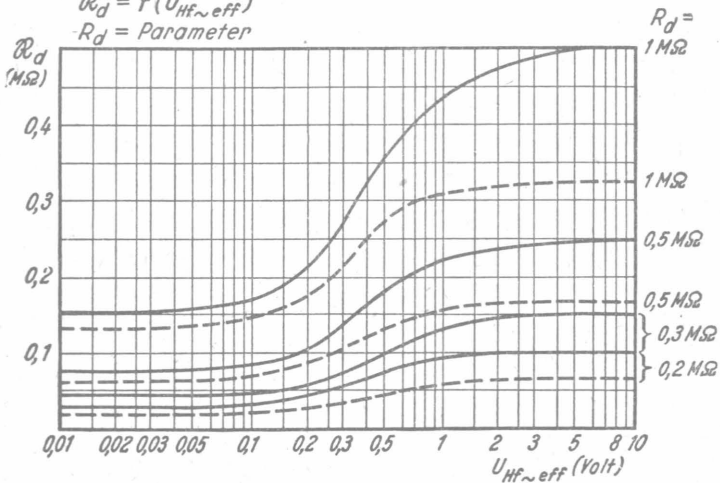
$K = f(U_{Hf\sim eff})$



Kennlinienfeld 4

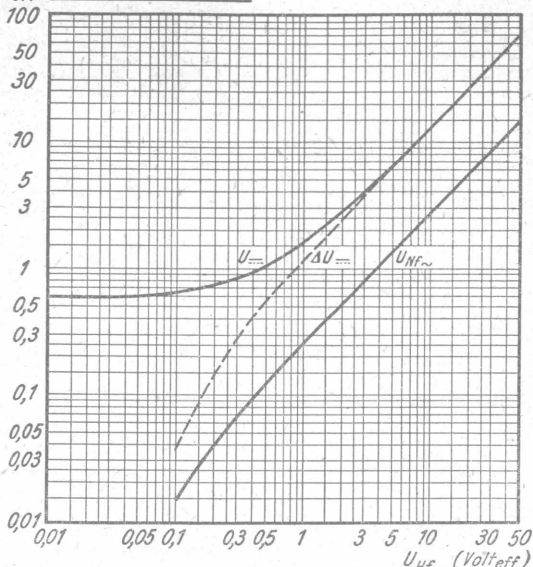
$R_d = f(U_{Hf\sim eff})$

$R_d = \text{Parameter}$

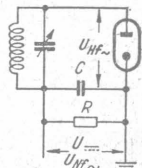


— in Reihe geschaltet
 - - - parallel geschaltet

$U_{\sim}, \Delta U_{\sim}$ (Volt)
 $U_{HF\sim}$ (Volteff) **Kennlinienfeld 5**



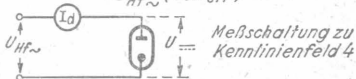
$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} = f(U_{HF\sim, eff})$
 $R_d = 0,1 \dots 1 M\Omega$
 $C = 100 pF$
 $U_{HF\sim} = f(U_{HF\sim, eff})$
 $m = 0,3$
 $R_d = 0,5 M\Omega$
 $C = 100 pF$



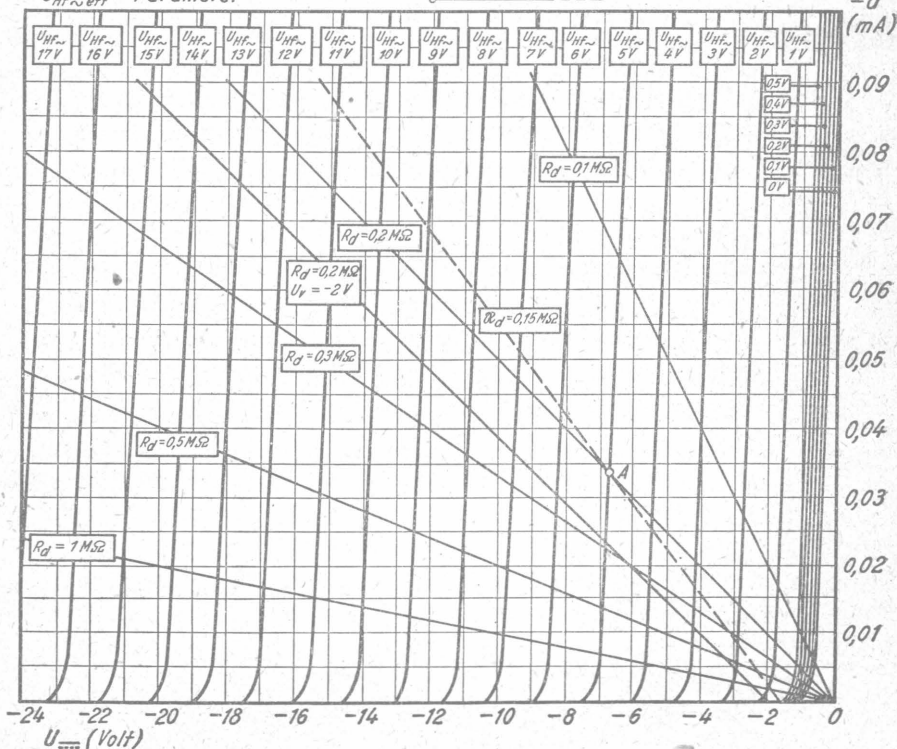
Meßschaltung zu Kennlinienfeld 3

Kennlinienfeld 6

$I_d = f(U_{\sim})$
 $U_{HF\sim, eff} = \text{Parameter}$



Meßschaltung zu Kennlinienfeld 4



I_d
(mA)

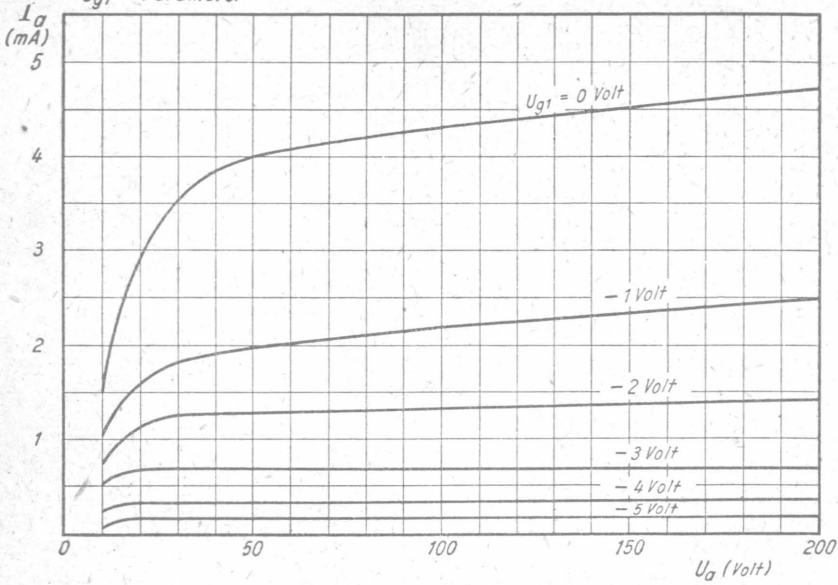
U_{\sim} (Volt)

Kennlinienfeld 7

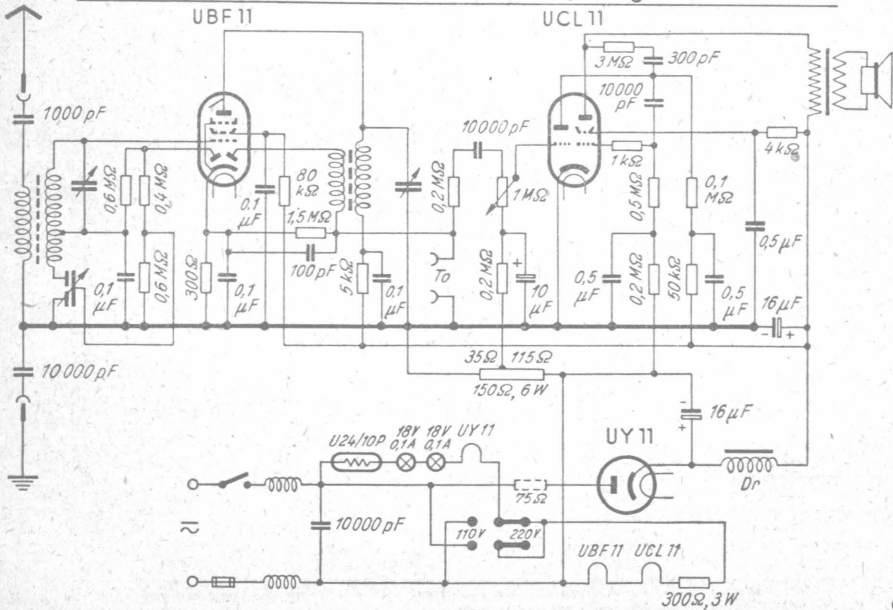
$I_G = f(U_G)$

$U_{G2} = 40 \text{ Volt}$

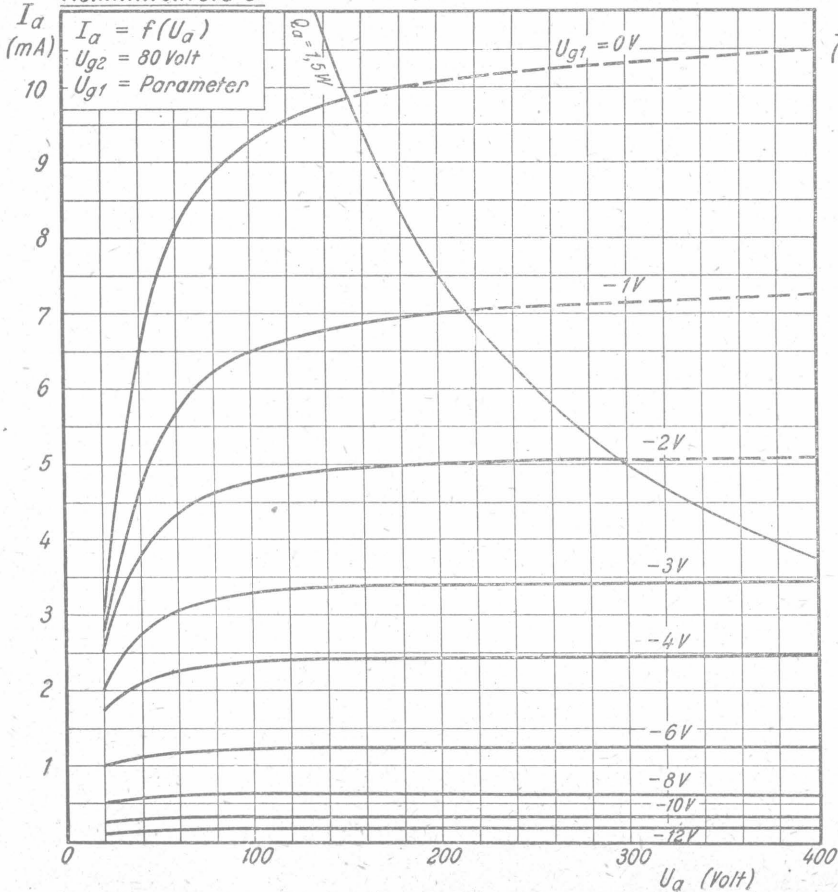
$U_{G1} = \text{Parameter}$



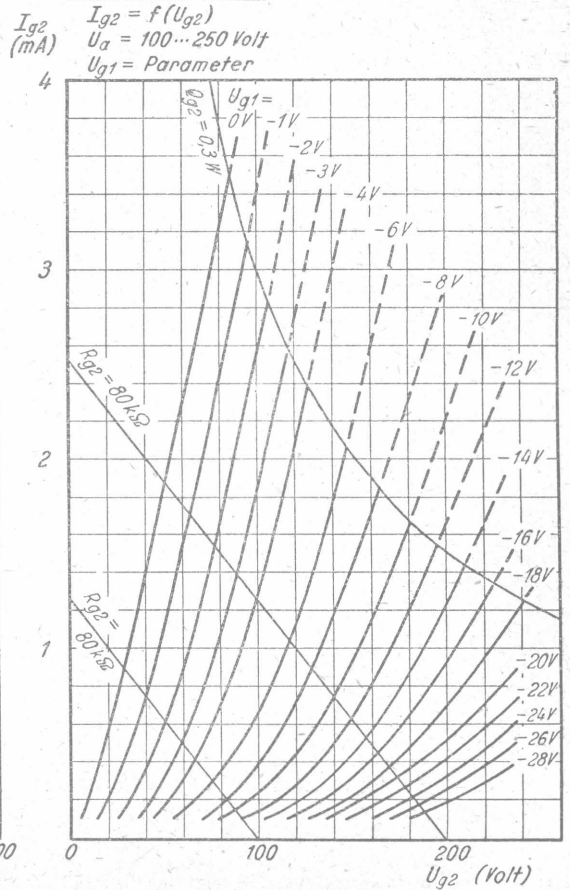
Zweikreis - Dreiröhren - Geradeausempfänger für Allstrom



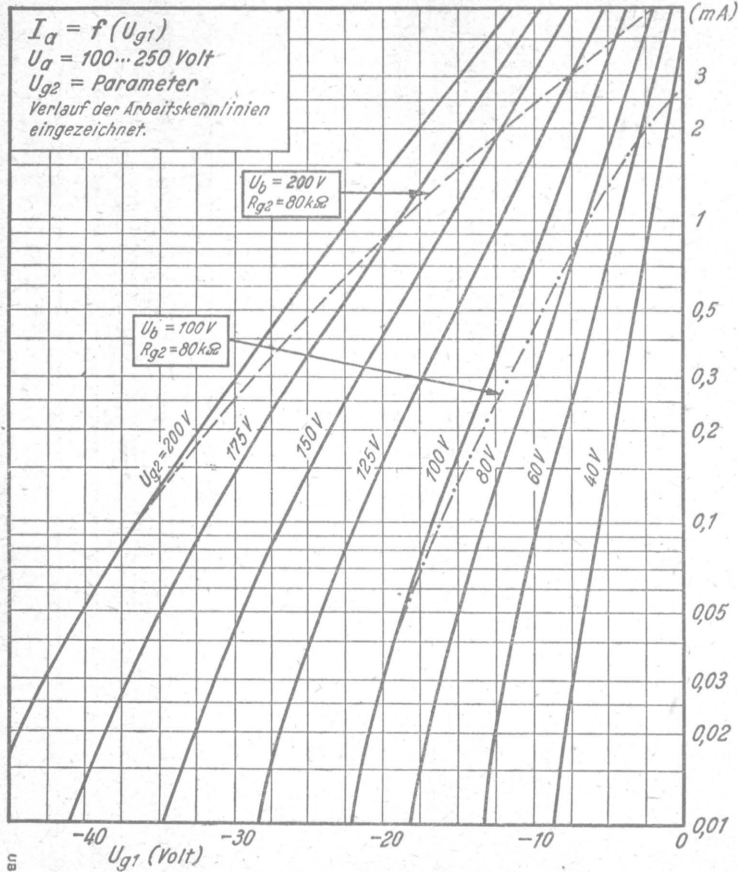
Kennlinienfeld 8



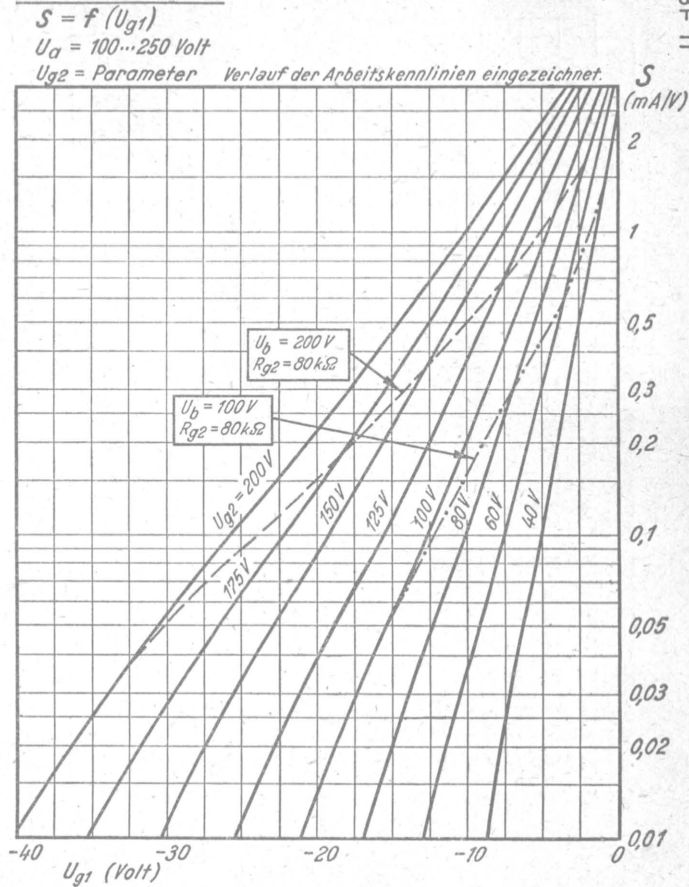
Kennlinienfeld 9



Kennlinienfeld 10



Kennlinienfeld 11





Röhren-Dokumente UCH 11

Stahlröhre, Triode – Hexode

für regelbare Mischstufen

6 Blätter

FUNKWERK – Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Heizung:

Indirekt geheizte Katode für Allstrom

Heizspannung	U_f	20	Volt \approx
Heizstrom	I_f	0,1	A ind.

Meßwerte (statisch):

1. Triodenteil

Anodenspannung	U_{aT}	150	115	100	60	Volt
Gittervorspannung	U_{g1T}	0	-8	0	-5	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	21	0,5	12	0,2	mA
Steilheit	S	3,2	0,2	3	0,2	mA/V
Durchgriff	D	5,8	6,2	5,8	6,2	%
Innenwiderstand	R_i	5,4	81	5,8	81	k Ω

Siehe auch das Kennlinienfeld 5.

2. Hexodenteil

Anodenspannung	U_{aH}	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	80	40	Volt
Gitterspannung	U_{g3}	-8	-5	Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-1	Volt
Anodenstrom	I_{aH}	2,0	0,6	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2+4}	3,0	1,4	mA
Steilheit	S	0,68	0,5	mA/V
Innenwiderstand	R_i	1	1	k Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 1...4, 6, 7.

Betriebswerte:

1. Triodenteil (in schwingendem Zustande, bei mittlerer Kreisgüte)

Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt
Anodenvorwiderstand	R_{aT}	30	30	k Ω
Anodenspannung	U_{aT}	115	60	Volt
Oszillatorspannung ¹⁾	U_{os}	-8	-5	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	2,85	1,3	mA
Gitterableitwiderstand	R_{g1T}	50	50	k Ω
Durchgriff	D	6	6	%

Siehe auch die Kennlinienfelder 14 und 15

2. Hexodenteil

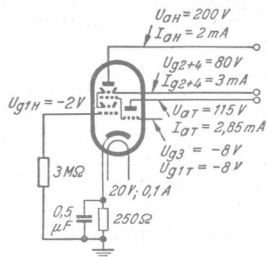
a) Schirmgitterspannung fest

Anodenspannung	U_{aH}	200	100	Volt				
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	80	40	Volt				
Oszillatorspannung ¹⁾	U_{g3}	-8	-5	Volt				
Katodenwiderstand	R_k	250	250	Ω				
Regelbereich		1 : 100 : 400 (opt)	1 : 100 : 300 (opt)					
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-12	-12	-1	-6,5	-8,5	Volt
Mischsteilheit	S_c	6,8	6,8	1,7	500	5	1,6	μ A/V
Innenwiderstand	R_i	>1	>10	>10	>1	>10	>10	M Ω

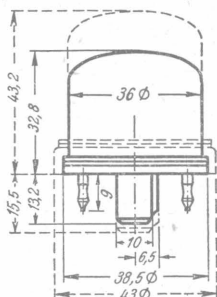
b) Schirmgitterspannung über Vorwiderstand $R_{g2+4} = 40$ k Ω (voll gleitend)

Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt				
Oszillatorspannung ¹⁾	U_{g3}	-8	-5	Volt				
Katodenwiderstand	R_k	250	250	Ω				
Regelbereich		1 : 100 : 400 (opt)	1 : 100 : 300 (opt)					
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	80	194	199	41	96	98	Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-20	-26	-1	-11	-13,5	Volt
Mischsteilheit	S_c	6,80	6,8	1,7	510	5,1	1,7	μ A/V
Innenwiderstand	R_i	>1	>0,5	>0,8	>1	>0,9	>1	M Ω

Blatt 1

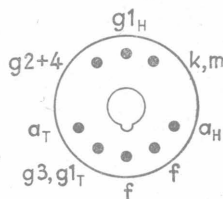


Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

Sockel von unten gesehen



c) Schirmgitterspannung über Spannungsteiler ($R_{g2/+} = 30 \text{ k}\Omega$, $R_{g2/-} = 80 \text{ k}\Omega$) (schwach leitend)

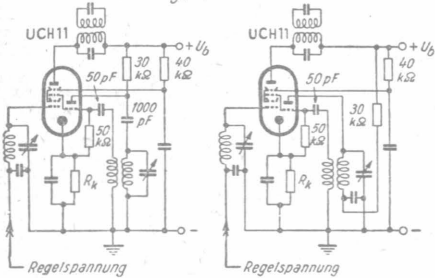
Betriebsspannung	U_b	200			100			Volt
Oszillatorspannung ¹⁾	U_{g3}	-8			-5			Volt
Katodenwiderstand	R_k	250			250			Ω
Regelbereich		1	: 100	: 400 (opt)	1	: 100	: 300 (opt)	
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	80	14,3	74,5	47	72	72,5	Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-17	-22,5	-1	-9,5	-12	Volt
Mischsteilheit	S_C	680	6,8	1,7	510	5,1	1,7	$\mu\text{A/V}$
Innenwiderstand	R_i	>1	>7	>10	>1	>5	>10	$\text{M}\Omega$

¹⁾ Im schwingenden Zustande ist $U_{osz} = -U_{g1T} = -U_{g3} = -I_{g1T} \times R_{g1T}$ ($50 \text{ k}\Omega$).

Zur Konstanthaltung der Schwingamplitude im Kurzwellengebiet ist ein zusätzlicher Dämpfungs-widerstand R_d zweckmäßig. (Siehe Kennlinienfeld 9 und die dazugehörige Meßschaltung.)

Siehe auch die Kennlinienfelder 10-13

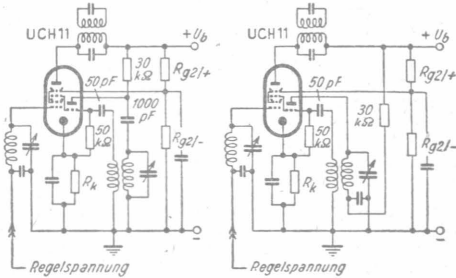
Schirmgitterspannung über Vorwiderstand
 $R_{g2+4} = 40 \text{ k}\Omega$



Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis

Anodenvorwiderstand des Triodenteils in Reihe mit dem Oszillatorkreis

Schirmgitterspannung über Spannungsteiler



Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis

Anodenvorwiderstand des Triodenteils in Reihe mit dem Oszillatorkreis

Grenzwerte:

		des Triodenteils	des Hexodenteils	
Anodenspannung	$U_a \text{ max}$	150	250	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \text{ max}$	550	550	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2+4} \text{ max}$	$I_{aH} = 2,0 \text{ mA}$ $I_{aH} \leq 1,0 \text{ mA}$	- 250	Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2+4L} \text{ max}$	-	550	Volt
Anodenbelastung	$Q_a \text{ max}$	1,0	1,5	Watt
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2+4} \text{ max}$	-	0,5	Watt
Innenwiderstand	$R_i \text{ min}$	$\begin{cases} \text{bei } U_{aH} & U_{g2+4} & I_{aH} \\ 200\text{V} & 80\text{V} & 2 \text{ mA} \\ 100\text{V} & 40\text{V} & 0,6 \text{ mA} \end{cases}$	- 0,7 1 3	$\text{M}\Omega$
Gitterableitwiderstand	R_{g1}	0,05		$\text{M}\Omega$
Katodenstrom	$I_k \text{ max}$		15	mA
Gitterstrom-Einsatzpunkt bei $U_{ge} = -1,3 \text{ Volt}$	$\begin{cases} I_{g1H} \\ I_{g3} = I_{g1T} \end{cases}$		$\leq 0,3$ $\leq 0,3$	μA
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} \text{ max}$		200	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht ¹⁾	$R_{f/k} \text{ max}$		20	$\text{k}\Omega$

¹⁾ Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die Gittervorspannung erzeugen

Innere Röhrenkapazitäten:

		des Triodenteils	des Hexodenteils	
Eingang	C_e ($C_{g/k}$)	4,7	6,2	pF
Ausgang	C_a ($C_{a/k}$)	2,7	9,1	pF
Gitter 1 - Anode	$C_{g1/a}$	< 1,5	< 0,002	pF
Gitter 1 - Gitter 3	$C_{g1/g3}$	-	< 0,2	pF
Gitter 1 - Heizfaden	$C_{g1/f}$	-	< 0,001	pF

Frühling



Röhren-Dokumente

Nf-Triode + Endtetrode UCL 11

(Verbundröhre)

5 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Allgemeines:

Röhre mit Stahlröhrensackel und Glaskolben (innen geschwärzt). Innere Abschirmungen mit Kathode verbunden. Sockelblech zur Abschirmung unbedingt erforderlich. Übergang zur Ganzstahlröhre war geplant, es wurden aber nur verhältnismäßig wenige Röhren mit Stahlkolben hergestellt.

Triodensystem mit kleinem Durchgriff. Endtetrodensystem mit „kritischem Anodenabstand“, um das Auftreten von Sekundärelektronen zu verhüten.

Heizung:

Ovalkathode (Bariumoxyd) mit bifilar gewickelten Heizfäden.

Heizspannung	U_f	60	Volt	~
Heizstrom	I_f	100	mA	ind.

Meßwerte:

1. des Triodenteils

Anodenspannung	U_{aT}	200	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1T}	-2	-1	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	2	1	mA
Steilheit	S	2	1,6	mA/V
Durchgriff	D	1,5	1,5	%
Innenwiderstand	R_i	33	47	k Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 16 und 17.

2. des Tetrodenteils

Anodenspannung	U_{aQ}	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2Q}	200	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1Q}	-8,5	-4	Volt
Anodenstrom	I_{aQ}	45	21	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2Q}	6	2,8	mA
Steilheit	S	9	7	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	7,5	7,5	%
Innenwiderstand	R_i	18	18	k Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 1... 4.

Betriebswerte:

1. des Triodenteils

a) als Audion in RC-Kopplung

Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt
Außenwiderstand	R_{aT}	700	50	k Ω
Siebwiderstand	R_{aTsieb}	20	10	k Ω
Anodenstrom	I_{aT}	1,3	1,1	mA
Detektorverstärkung	V	4...5	ca. 3	fach

b) als Audion in Drosselkopplung

Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt
Siebwiderstand	R_{aTsieb}	20	10	k Ω
Anodenstrom	I_{aT}	4	2,5	mA
Detektorverstärkung	V	6...7	5...6	fach

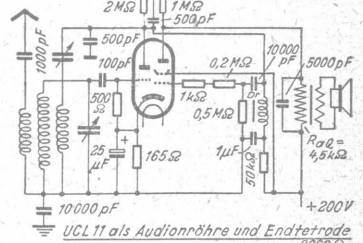
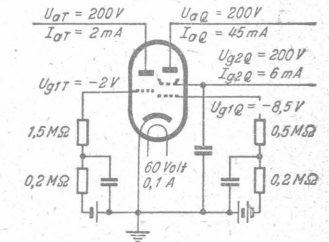
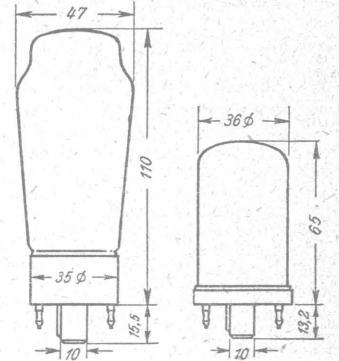
c) als Nf-Verstärker in RC-Kopplung

Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt
Außenwiderstand	R_{aT}	300 200 100	300 200 100	k Ω
Siebwiderstand	R_{aTsieb}	50 50 20	50 50 20	k Ω
(Anodenspannung)	U_{aT}	110 120 130	50 55 65	Volt
Gittervorspannung	U_{g1T}	-2 -2 -2	-1 -1 -1	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	0,25 0,3 0,55	0,15 0,2 0,3	mA
Spannungsverstärkung	V	42 41 34	41 39 30	fach

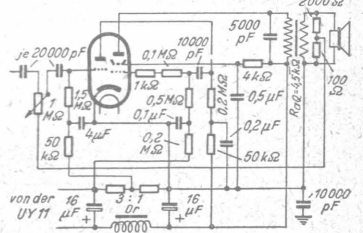
Siehe auch das Kennlinienfeld 12.

Kolbenabmessungen

a) mit Glaskolben b) mit Metallkolben



UCL 11 als Audionröhre und Endtetrode



UCL 11 zur Nf-Verstärkung Gegenkopplung in die Vorstufe

UCL 11

Betriebswerte (Fortsetzung) 2. des Endtetrodentteils

a) Eintakt-A-Betrieb

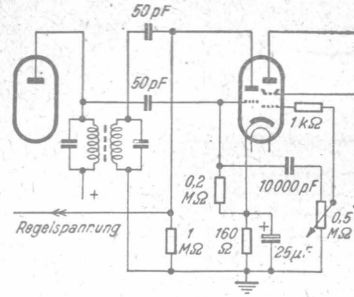
Anodenspannung	U_{aQ}	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2Q}	200	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1Q}	-8,5	-4	Volt
Anodenstrom	I_{aQ}	45	21	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2Q}	6	2,8	mA
Außenwiderstand	R_{aQ}	4,5	4,5	k Ω
max. Sprechleistung	$N_{a\sim}$	4	0,9	Watt
hierbei Klirrfaktor	K	10	10	%
Gitterwechselspannung	$U_{g\sim eff}$	5	2,8	Volt
Empfindlichkeit (Gitterwechselspannung bei einer Sprechleistung von 50 mW)	$U_{g\sim eff}$ (50 mW)	0,4	0,5	Volt

Siehe auch die Kennlinienfelder 6...11 und 13

Die Gittervorspannung darf nur halbautomatisch durch Spannungsabfall an einem Widerstand erzeugt werden, der in der gemeinsamen Minusleitung des Gerätes liegt und somit von den Anoden- und Schirmgitterströmen aller Röhren durchflossen wird, da sonst die Gefahr einer unerwünschten Kopplung zwischen Trioden- und Tetrodensystem besteht. Seine Größe errechnet sich nach dem Ohmschen Gesetz:

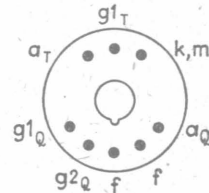
$R = \frac{U_{g1Q}}{\Sigma I_{a1} + \Sigma I_{g2}}$. Die Gittervorspannung des Triodensystems wird durch entsprechende Unterteilung des Widerstandes gewonnen (1/4 des Gesamt-widerstandes; bei $\Sigma I = 53$ mA z. B. ist $R = 160 \Omega = 40 + 120 \Omega$).

Nur wenn das Triodensystem als Audion geschaltet ist, darf die Gittervorspannung vollautomatisch durch Spannungsabfall an einem Kathodenwiderstand erzeugt werden, da dieser dann nur von den Strömen des Endtetrodentensystems durchflossen wird. Hierbei ist $R_k = 165 \Omega$.



Verwendung der UCL 11
als Duodiode + Endtetrode

Socket
von unten gesehen



b) 2 Röhren im Gegentakt-A-Betrieb

Anodenspannung	U_{aQ}		200	Volt	
Schirmgitterspannung	U_{g2Q}		200	Volt	
Gittervorspannung	U_{g1Q}	je	-8,5	Volt	
Anodenstrom	I_{aQ}		2 x 45	mA	
Schirmgitterstrom	I_{g2Q}		2 x 6	mA	
bei voller Aussteuerung	I_{g2Qd}		2 x 12	mA	
Außenwiderstand von Anode zu Anode	R_{aa}		6	k Ω	
opt. Sprechleistung	$N_{a\sim}$		9	8,8	Watt
hierbei Klirrfaktor	K		8,6 ¹⁾	5	%
Gitterwechselspannung von Gitter zu Gitter	$U_{gg\sim eff}$		12	7,5	Volt

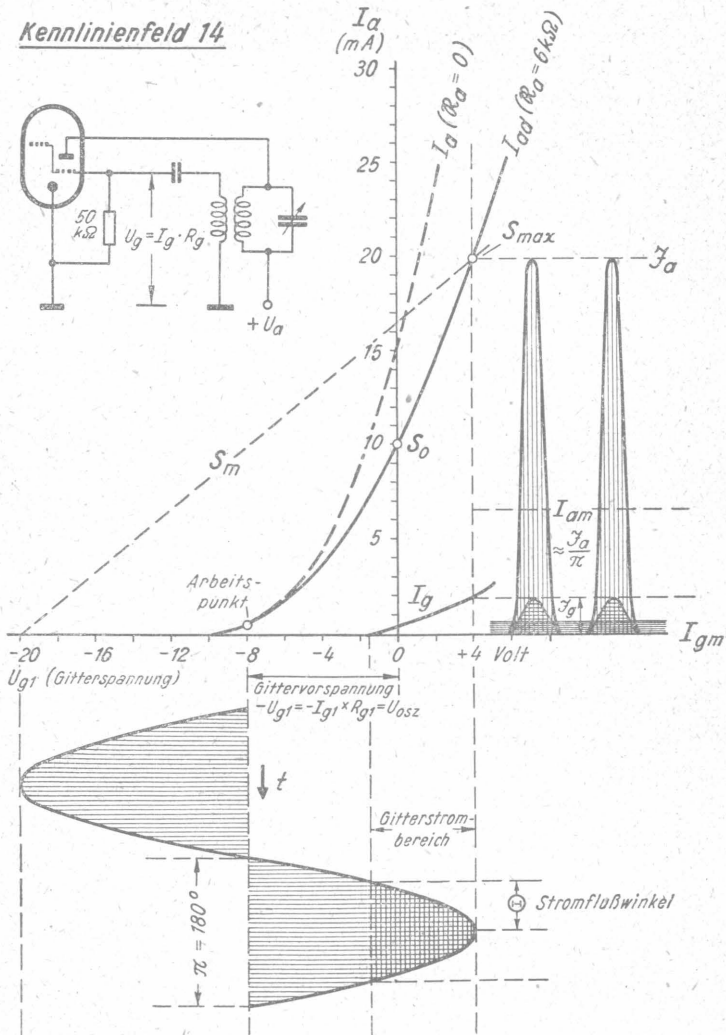
c) 2 Röhren im Gegentakt-AB-Betrieb

Anodenspannung	U_{aQ}		200	Volt			
Schirmgitterspannung	U_{g2Q}		200	Volt			
Gittervorspannung	U_{g1Q}	je	-9,5	-10,5	-11	-13	Volt
Anodenstrom	I_{aQ}		2 x 35	2 x 30	2 x 25	2 x 15	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2Q}		2 x 4,5	2 x 4,0	2 x 3,5	2 x 2,5	mA
bei voller Aussteuerung	I_{g2Qd}		2 x 13	2 x 13	2 x 12	2 x 12	mA
Außenwiderstand von Anode zu Anode	R_{aa}	6,5 5	6,5 5	6,5 5	4,5		k Ω
opt. Sprechleistung	$N_{a\sim}$	9 8,8	8,8 8,4	9,2 8,7	8		Watt
hierbei Klirrfaktor	K	8 ¹⁾ 5	8 ¹⁾ 5	9 ¹⁾ 4,8	1,8		%
Gitterwechselspannung von Gitter zu Gitter	$U_{gg\sim eff}$	14 14	14,5 14,5	15,5 15,5	12		Volt

¹⁾ Aussteuerung bis zum Einsatzzpunkt des Gitterstromes

Der Aussteuervorgang beim Triodenteil der UCH 11

Kennlinienfeld 14



S_o = Anschlagsteilheit (Steilheit bei $U_{g1} = 0$ Volt)
 S_m = mittlere Steilheit
 S_{max} = maximale Steilheit
 I_a = Anodenspitzenstrom
 I_{am} = mittlerer Anodenstrom

I_a = statische Anodenstromkennlinie
 I_{Ad} = Anodenstrom - Arbeitskennlinie
 I_g = Gitterspitzenstrom
 I_{gm} = mittlerer Gitterstrom
 I_g = statische Gitterstromkennlinie

Kennlinienfeld 15

$U_{osz} = f(R_{aT})$

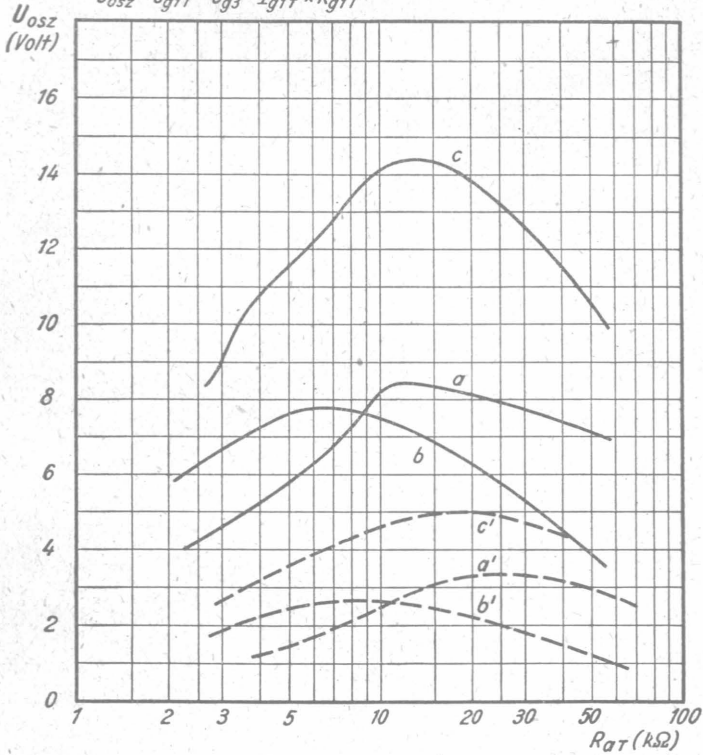
$U_a = \quad \quad \quad 200 \quad 100 \text{ Volt}$

$\lambda = 200 \dots 2000 \text{ m}; R_g = 30 \text{ k}\Omega: \quad a \quad a'$

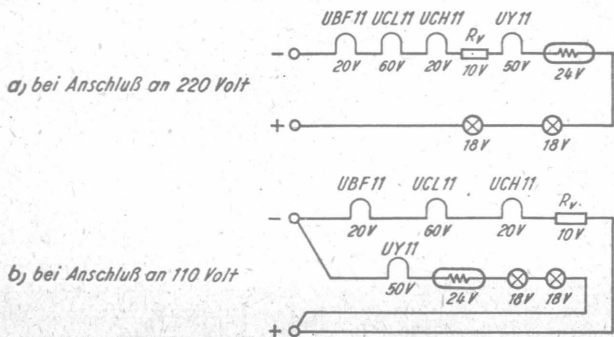
$\lambda = 50 \text{ m}; R_g = 5 \text{ k}\Omega: \quad b \quad b'$

$\lambda = 15 \text{ m}; R_g = 15 \text{ k}\Omega: \quad c \quad c'$

$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times R_{g1T}$



Die Schaltung der Heizfäden beim 4 Röhren-Allstromsuper

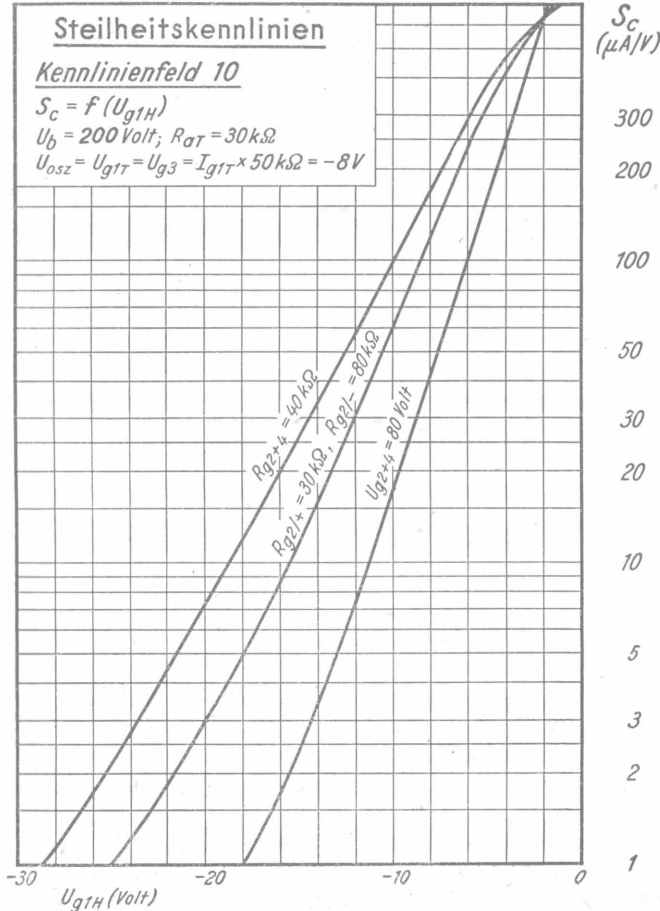
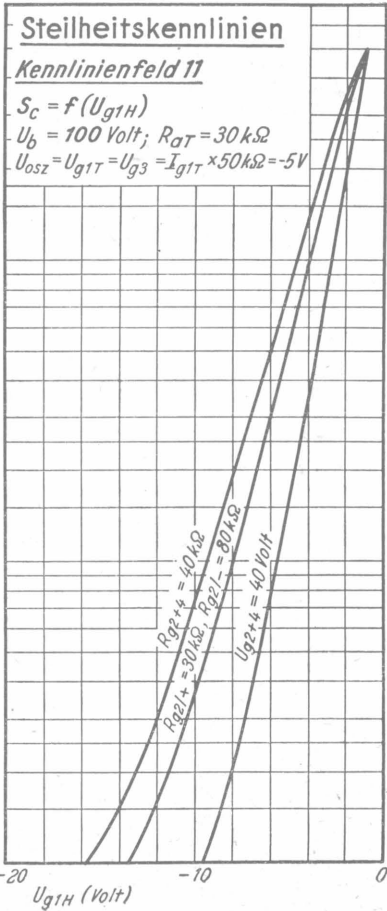
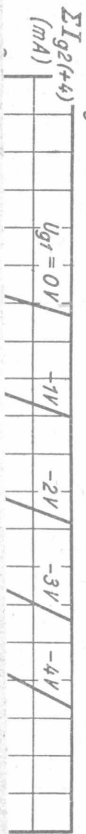


Kennlinienfeld 16

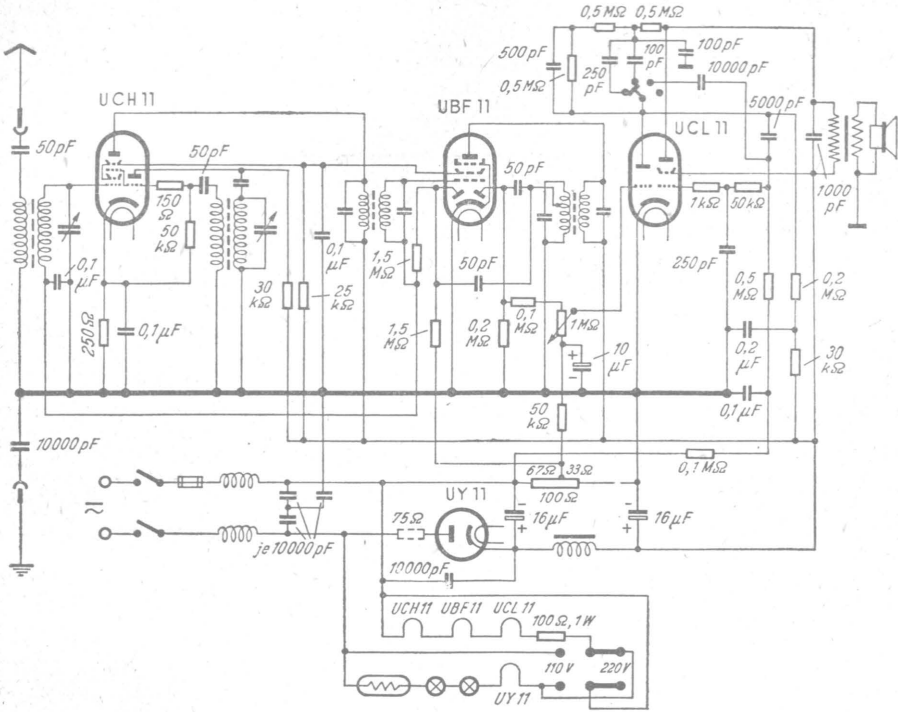
$\Sigma I_{g2(+4)} = f(U_{g2(+4)})$

$U_b = 100 \dots 200 \text{ Volt}; R_{aT} = 25 \text{ k}\Omega$

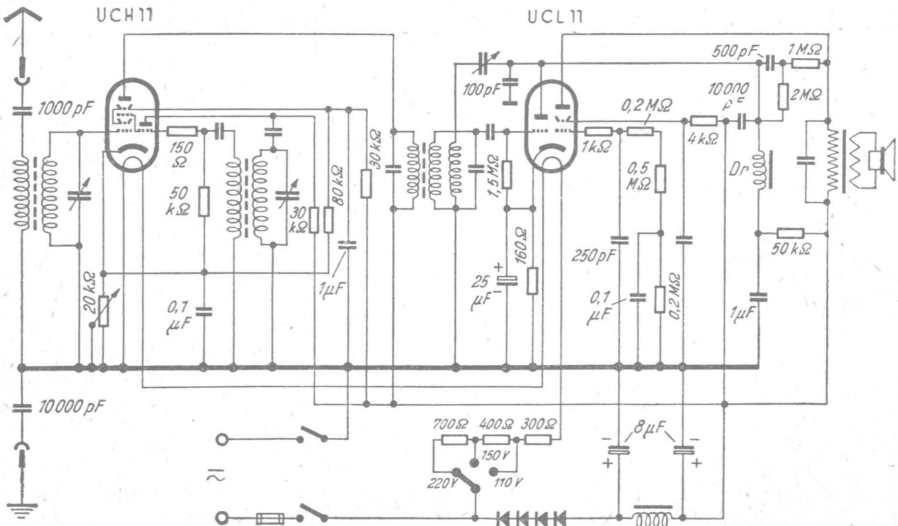
I_{g1} = Parameter



Vierröhren - Kleinsuper für Allstrom



Zweiröhren - Zwergsuper für Allstrom



UCH11/6a

Funkwerk-Vertrieb Wilhelm Wolf, Potsdam, Seestraße 43. Nachdruck verboten!

UosZ

Betriebswerte:

2. des Endtetrodentails (Fortsetzung)

UCL II
Blatt 2

d) 2 Röhren im Gegentakt - AB - Betrieb, Messung mit Zweitonmethode

Anodenspannung	U_{aQ}	200	250	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2Q}	200	250	Volt
Gittervorspannung	U_{g1Q} je	-10,5	-13,5	Volt
Anodenstrom	I_{aQ}	2×30	2×30	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2Q}	2×4	2×4	mA
bei voller Aussteuerung	I_{g2Qd}	2×9	2×9	mA
Außenwiderstand von Anode zu Anode	R_{aa}	5	6	k Ω
opt. Vergleichsleistung	$N_{v\sim}$	9	13,5	Watt
hierbei Verzerrungsmaß	K_v	1,5	5,7	%
Gitterwechselspannung von Gitter zu Gitter	$U_{g\sim eff}$	15	25	Volt

Siehe auch das Kennlinienfeld 15

3. des als Triode geschalteten Endtetrodentails im Eintakt - A - Betrieb
(Schirmgitter direkt mit Anode verbunden)

Anodenspannung	U_{aII}	200	Volt
Gittervorspannung	U_{g1II}	-8,5	Volt
Anodenstrom	I_{aII}	50	mA
Außenwiderstand	R_a	4,5	k Ω
max. Sprechleistung	$N_{a\sim}$	0,85	Watt
hierbei Klirrfaktor	K	5	%
Gitterwechselspannung	$U_{g\sim eff}$	6	Volt

Grenzwerte:

		Triodenteil	Endtetrodentail	
Anodenspannung	U_a	250	250	Volt
Anodenkaltspannung	U_{aL}	550	550	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	—	250	Volt
Schirmgitterkaltspannung	U_{g2L}	—	550	Volt
Anodenverlustleistung	Q_a	0,6	9	Watt
Schirmgitterbelastung bei $U_{g\sim} = 0$ Volt	Q_{g2}	—	1,5	Watt
bei voller Aussteuerung	Q_{g2d}	—	3	Watt
Gitterableitwiderstand	R_{g1}	1,7	0,7	M Ω
hiervon zweckmäßig Kopplungswiderstand	R_{g1}	1,5	0,5	M Ω
Siebwiderstand	R_{g1sieb}	0,2	0,2	M Ω
Katodenstrom	I_k		75	mA
Gitterstrom - Einsatzpunkt	Bei $I_{g1} = 0,3$ mA ist U_{g1} nie negativer als		-1,3	Volt
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k}$		125	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden und Schicht	$R_{f/k}$		5	k Ω

Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die die Gittervorspannung erzeugen.

Zur Vermeidung von UKW-Störschwingungen ist es notwendig, unmittelbar vor das Steuergitter einen Schutzwiderstand von mindestens 1000 Ω oder (und) vor das Schirmgitter einen Widerstand von mindestens 100 Ω zu legen.

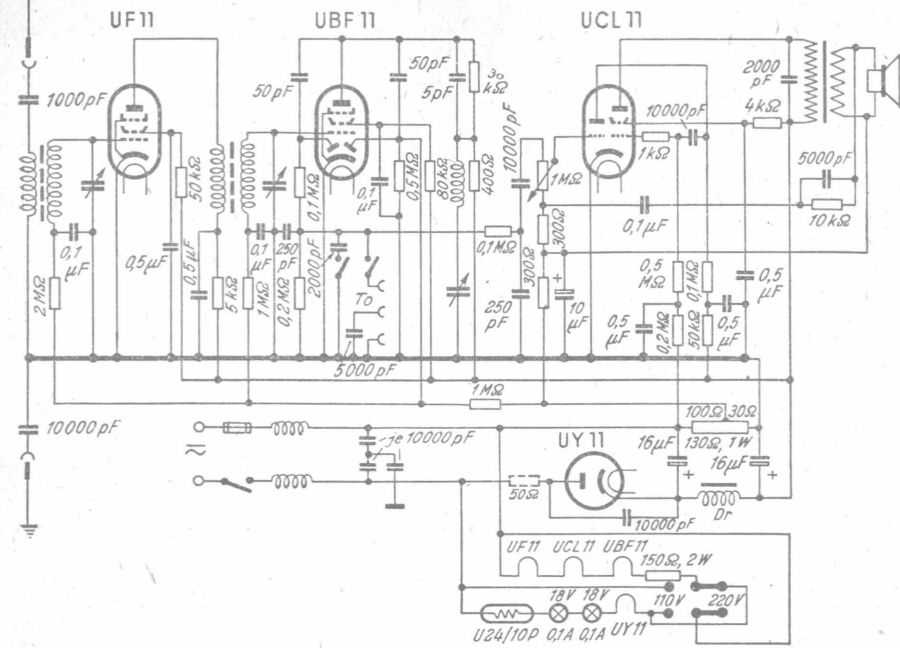
Innere Röhrenkapazitäten:

Eingang (Triode)	c_{eT} (cg/kT)	5,3	pF
Gitter - Anode (Triode)	$c_{gT/aT}$	1,5	pF
Gitter (Triode) - Heizfaden	$c_{gT/f}$	< 0,016	pF
Gitter (Triode) - Anode (Tetrode)	$c_{gT/aQ}$	< 0,02	pF

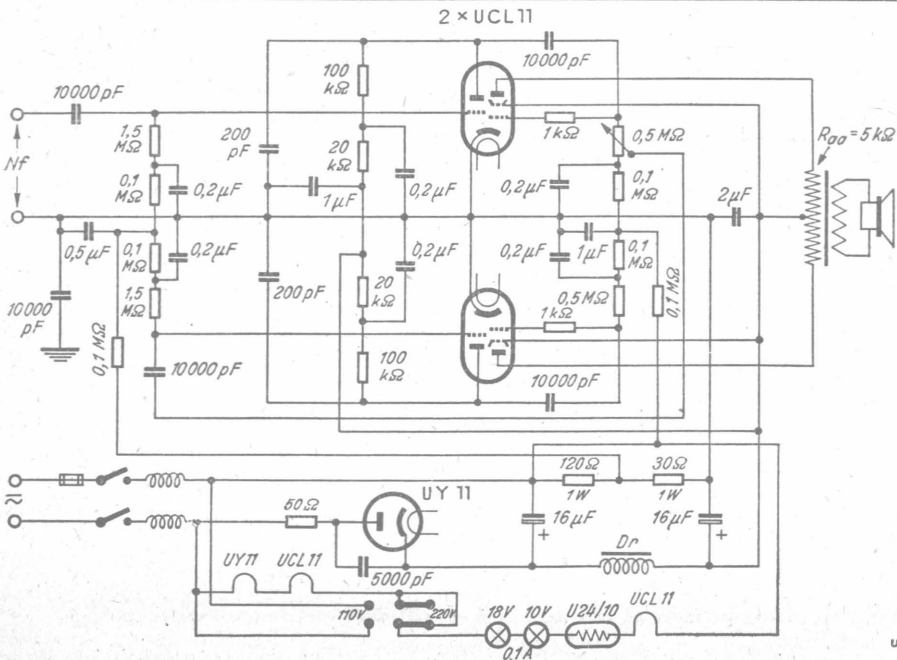
Fritz Künze

UCL 11

Zweikreis-Vierröhren-Geradeempfänger für Allstrom



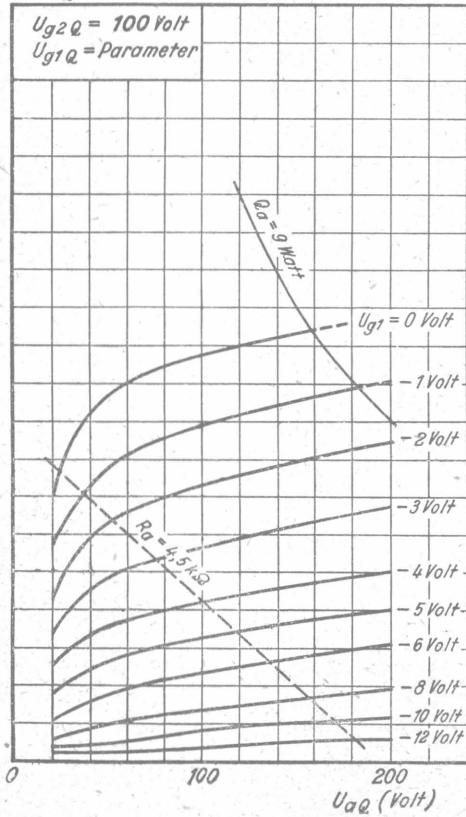
Allstrom-9-Watt-Kraftverstärker mit Phasenumkehr-Eingangsschaltung



UCL 11/2a

Kennlinienfeld 1

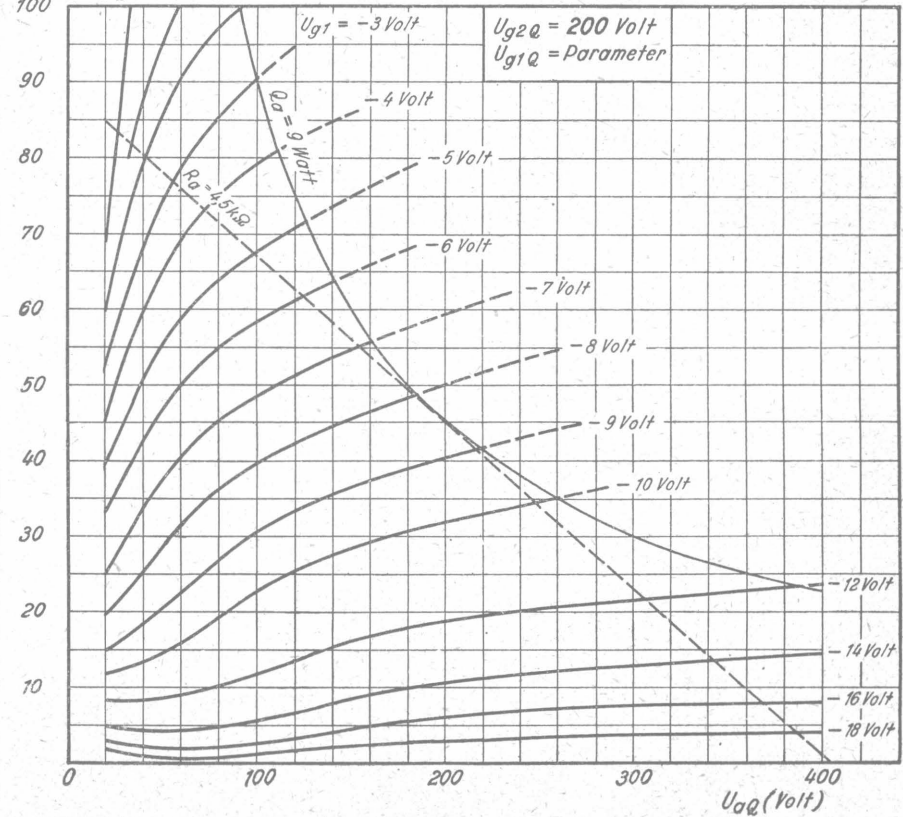
$$I_{aQ} = f(U_{aQ})$$



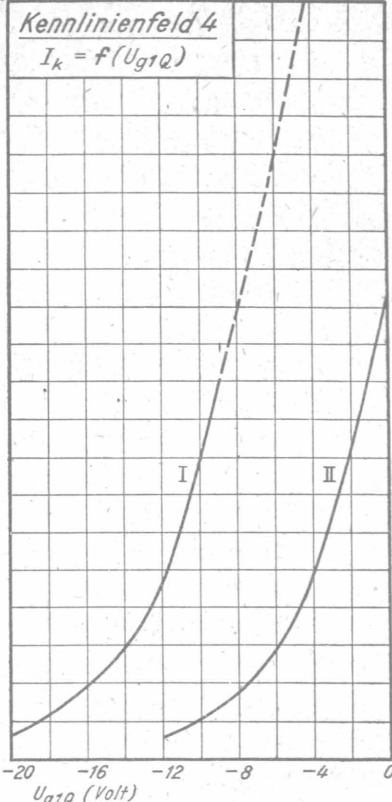
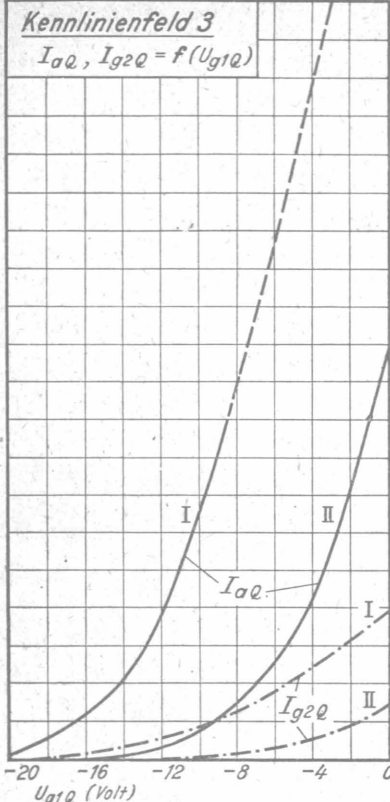
Endtetrodentteil

Kennlinienfeld 2

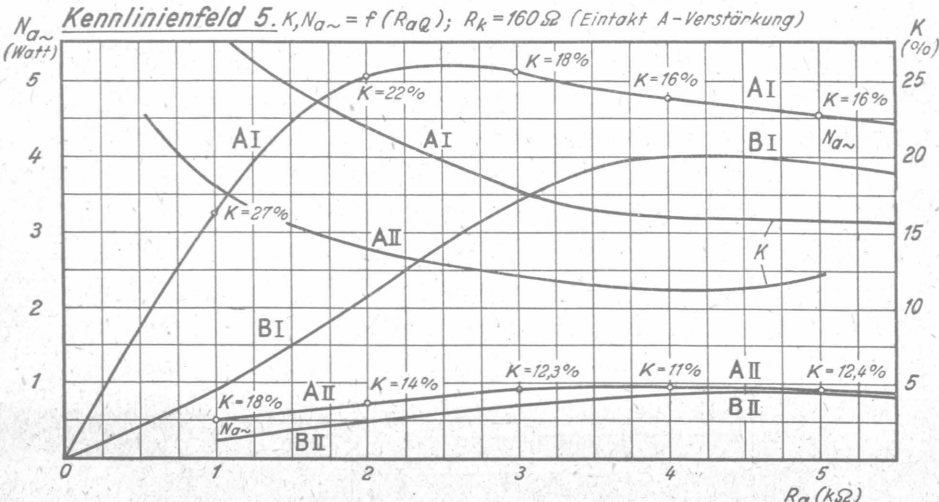
$$I_{aQ} = f(U_{aQ})$$



I_k, I_{aQ}, I_{g2Q}
(mA)



I. U_{aQ} und $U_{g2Q} = 200$ Volt, $U_{g1T} = -2$ Volt, $I_{aT} = 2$ mA
 II. U_{aQ} und $U_{g2Q} = 100$ Volt, $U_{g1T} = -1$ Volt, $I_{aT} = 1$ mA

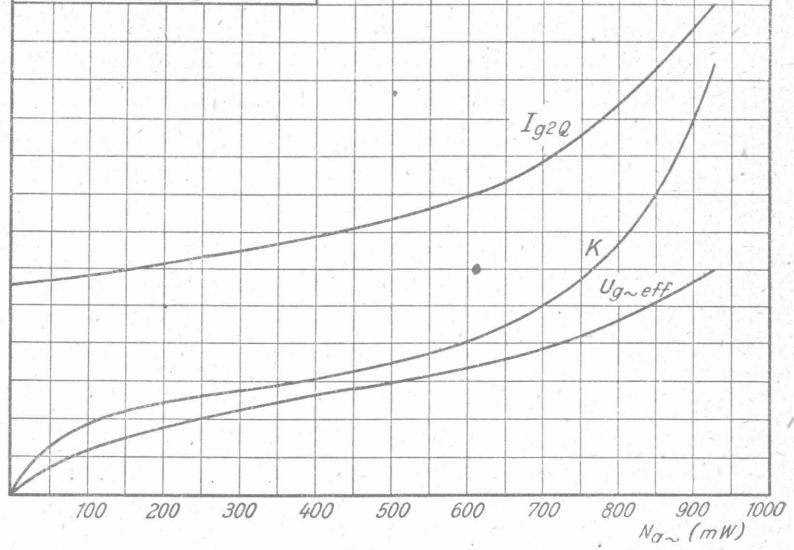


A. Aussteuerung bis zum Einsatz des Gitterstromes I. U_a u. $U_{g2} = 200$ Volt; II. U_a u. $U_{g2} = 100$ Volt.
 B. Aussteuerung bis $K = 10\%$. I. U_a und $U_{g2} = 200$ Volt; II. U_a und $U_{g2} = 100$ Volt.

$U_{g\sim eff}$
(Volt) K
 I_{g2Q}
(mA) 7

Kennlinienfeld 6
 $K, U_{g\sim eff}, I_{g2Q} = f(N_{a\sim})$
 $R_k = 160 \Omega$
 $R_a = 4,5 k\Omega$
 U_{aQ} und $U_{g2Q} = 100$ Volt

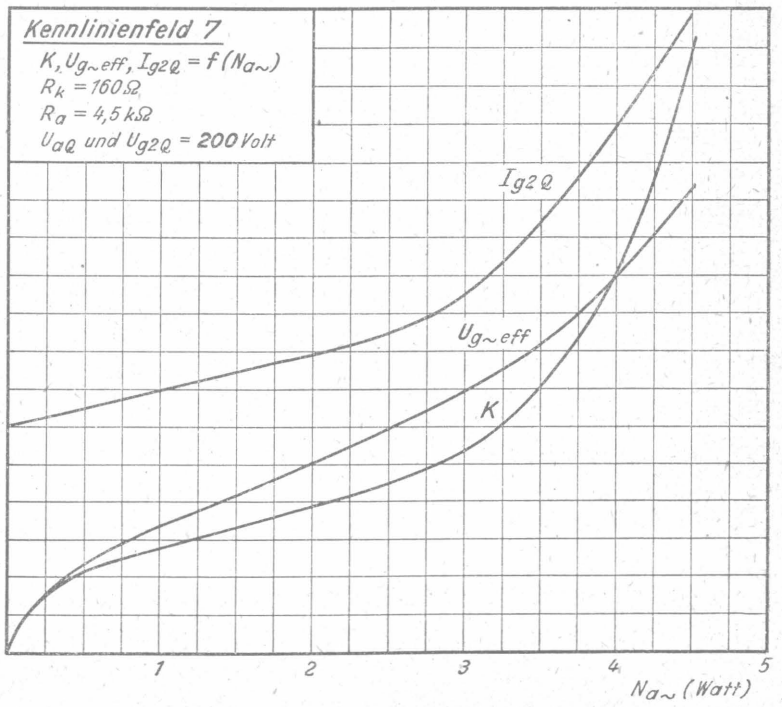
6 12
5 10
4 8
3 6
2 4
1 2
0



$U_{g\sim eff}$
(Volt) K
 I_{g2Q}
(mA) 7

Kennlinienfeld 7
 $K, U_{g\sim eff}, I_{g2Q} = f(N_{a\sim})$
 $R_k = 160 \Omega$
 $R_a = 4,5 k\Omega$
 U_{aQ} und $U_{g2Q} = 200$ Volt

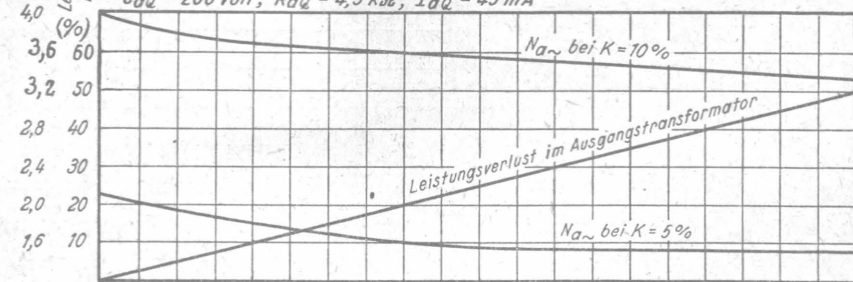
6 12
5 10
4 8
3 6
2 4
1 2
0



UCL 11

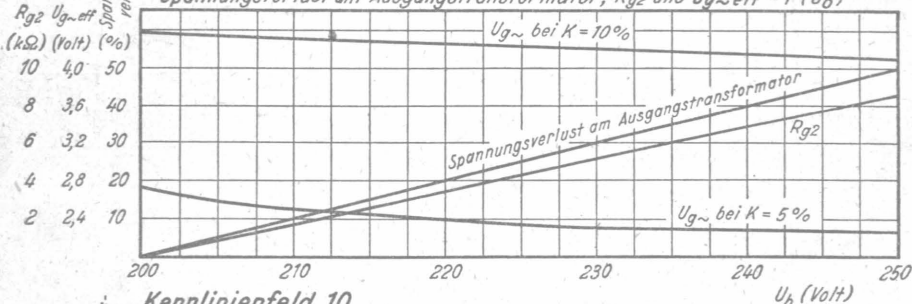
Kennlinienfeld 8

Leistungsverlust im Ausgangstransformator und $N_{a\sim} = f(U_b)$
 $U_{a0} = 200 \text{ Volt}, R_{a0} = 4,5 \text{ k}\Omega, I_{a0} = 45 \text{ mA}$



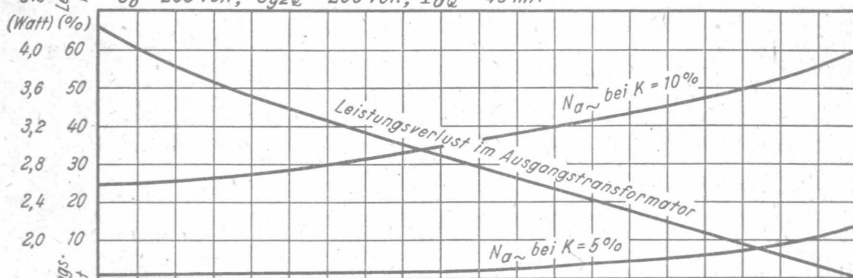
Kennlinienfeld 9

Spannungsverlust am Ausgangstransformator, R_{g2} und $U_{g\sim \text{eff}} = f(U_b)$



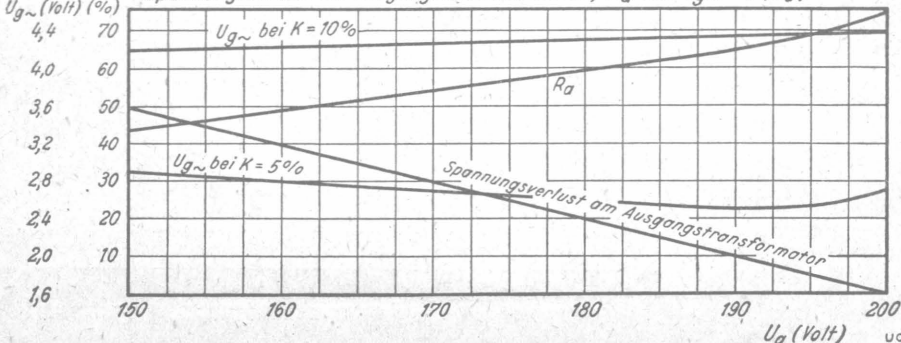
Kennlinienfeld 10

Leistungsverlust im Ausgangstransformator und $N_{a\sim} = f(U_a)$
 $U_b = 200 \text{ Volt}, U_{g20} = 200 \text{ Volt}, I_{a0} = 45 \text{ mA}$



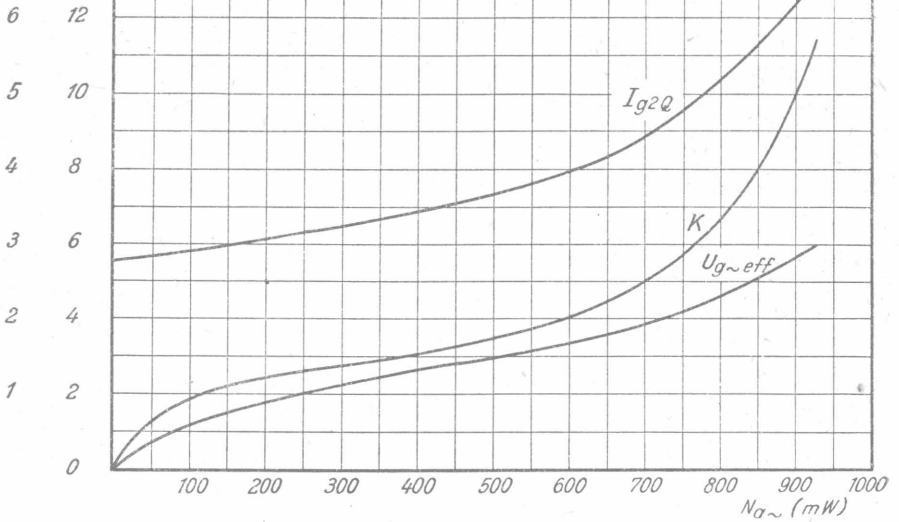
Kennlinienfeld 11

Spannungsverlust am Ausgangstransformator, R_a und $U_{g\sim} = f(U_a)$



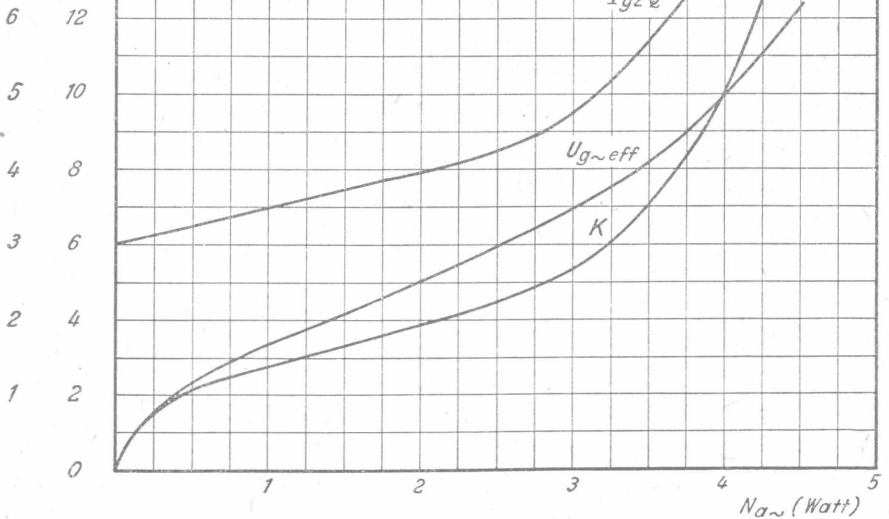
$U_{g\sim eff}$
(Volt) K
 I_{g2Q}
(mA) $(\%)$
7 14

Kennlinienfeld 6
 $K, U_{g\sim eff}, I_{g2Q} = f(N_{a\sim})$
 $R_k = 160 \Omega$
 $R_a = 4,5 k\Omega$
 U_{aQ} und $U_{g2Q} = 100$ Volt



K
 $U_{g\sim eff}$
(Volt) $(\%)$
 I_{g2Q}
(mA) $(\%)$
7 14

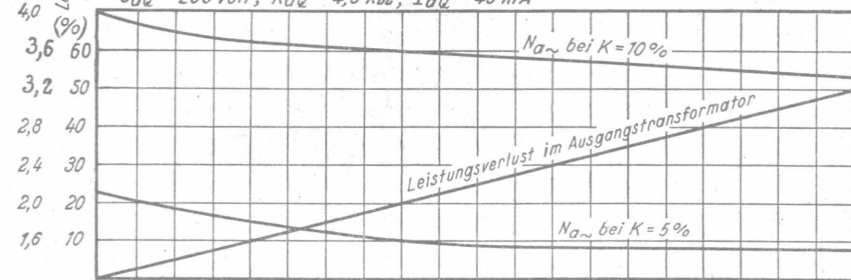
Kennlinienfeld 7
 $K, U_{g\sim eff}, I_{g2Q} = f(N_{a\sim})$
 $R_k = 160 \Omega$
 $R_a = 4,5 k\Omega$
 U_{aQ} und $U_{g2Q} = 200$ Volt



UCL 11

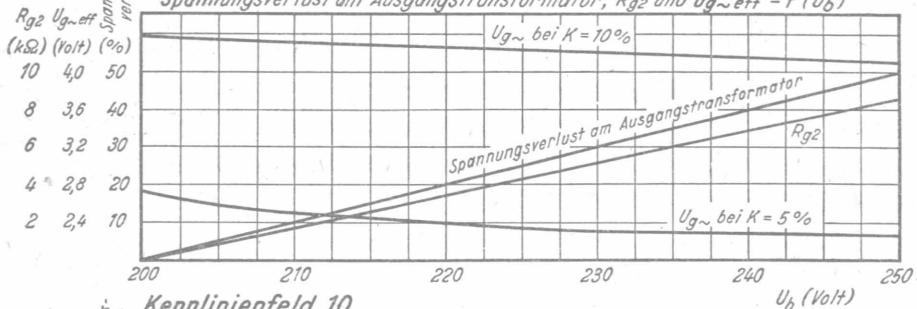
Kennlinienfeld 8

Leistungsverlust im Ausgangstransformator und $N_{a\sim} = f(U_b)$
 $U_{a0} = 200 \text{ Volt}$, $R_{a0} = 4,5 \text{ k}\Omega$, $I_{a0} = 45 \text{ mA}$



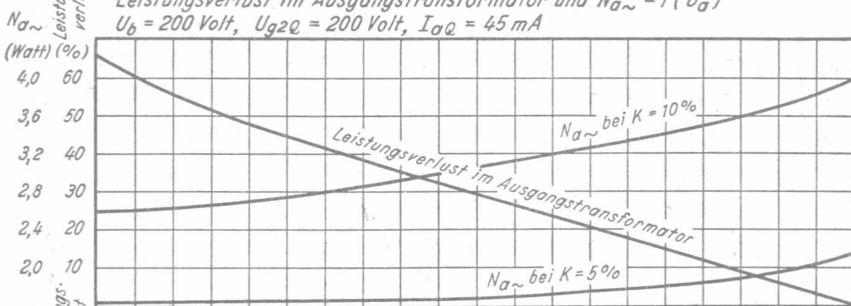
Kennlinienfeld 9

Spannungsverlust am Ausgangstransformator, R_{g2} und $U_{g\sim \text{eff}} = f(U_b)$



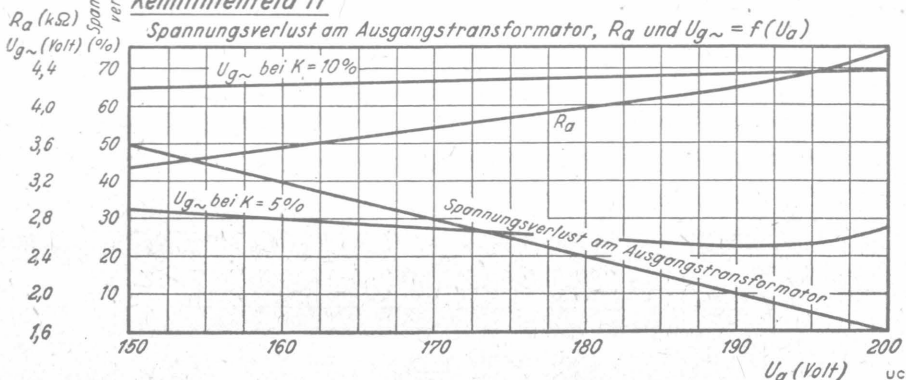
Kennlinienfeld 10

Leistungsverlust im Ausgangstransformator und $N_{a\sim} = f(U_a)$
 $U_b = 200 \text{ Volt}$, $U_{g20} = 200 \text{ Volt}$, $I_{a0} = 45 \text{ mA}$



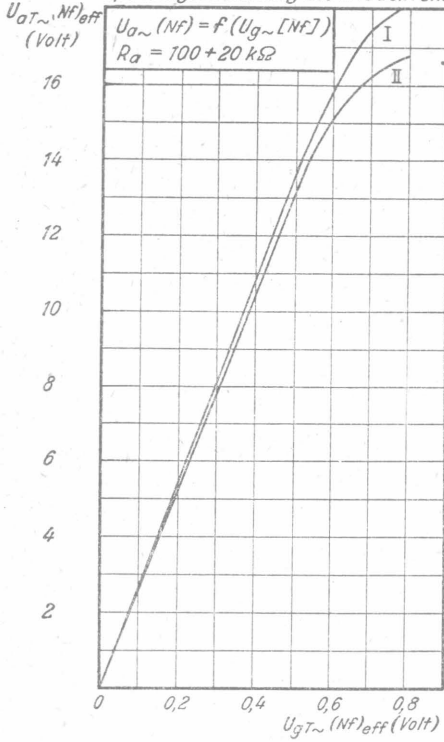
Kennlinienfeld 11

Spannungsverlust am Ausgangstransformator, R_a und $U_{g\sim} = f(U_a)$



Kennlinienfeld 12

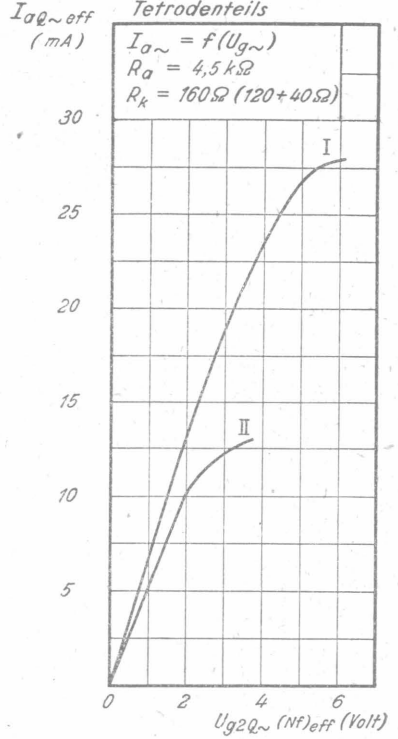
Spannungsverstärkung des Triodenteils



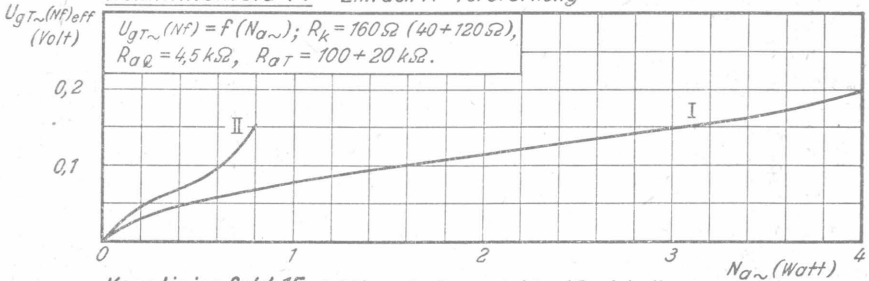
I. $U_b = 200$ Volt, II. $U_b = 100$ Volt

Kennlinienfeld 13

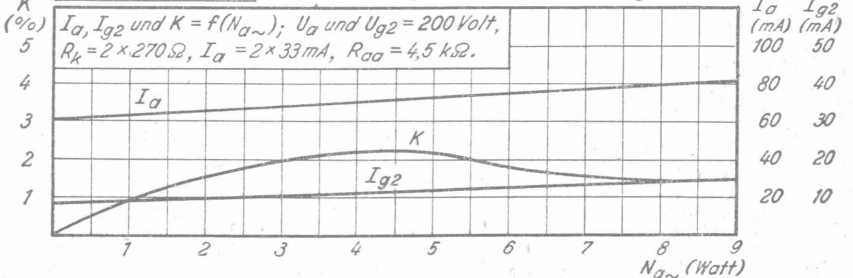
Verstärkung des Tetrodenteils



Kennlinienfeld 14 Einfach A-Verstärkung

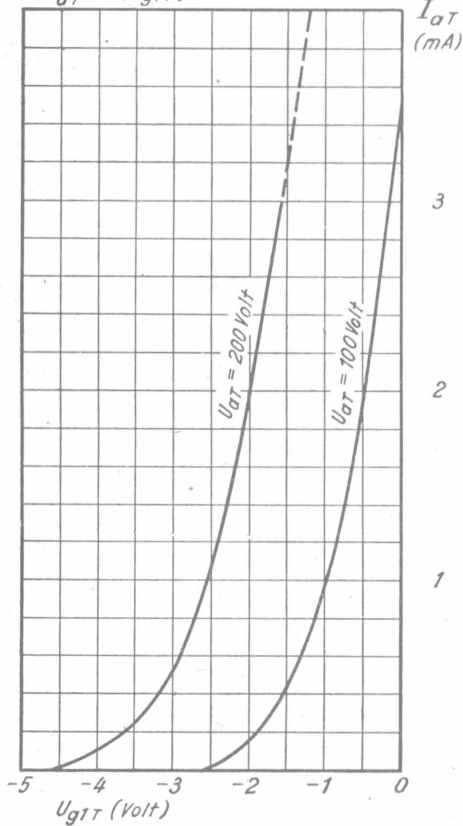


Kennlinienfeld 15 2 Röhren in Gegentakt - AB - Schaltung



Kennlinienfeld 16

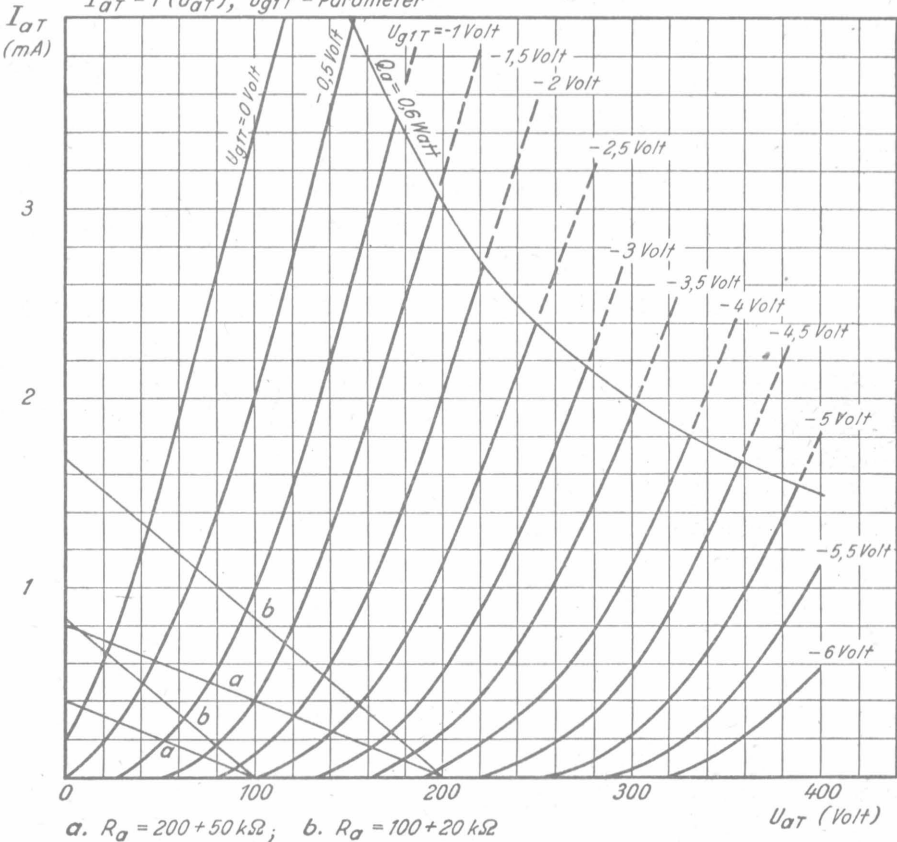
$$I_{aT} = f(U_{g1T})$$



Triodenteil

Kennlinienfeld 17

$$I_{aT} = f(U_{aT}), U_{g1T} = \text{Parameter}$$





Röhren-Dokumente

Regelpentode

UF 11

3 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Allgemeines:

Stahlröhre. Stahlmantel, Abschirmung und g_3 im Innern der Röhre mit k verbunden. Gute Regeleigenschaften und gute Steilheit bei geringem Anodenstrombedarf.

Blatt 1

Heizung:

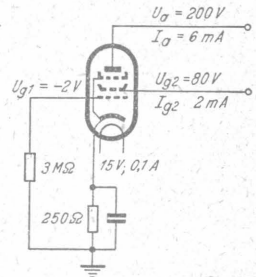
Indirekt geheizte Katode für Allstrombetrieb

Heizspannung: U_f 15 Volt \approx
 Heizstrom: I_f 100 mA ind.

Meßwerte:

Anodenspannung	U_a	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	80	40	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-1	Volt
Anodenstrom	I_a	6,0	2,7	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	2,0	0,9	mA
Steilheit	S	2,2	1,7	mA/V
Innenwiderstand	R_i	1,5	0,8	M Ω

Siehe Kennlinienfelder 1...6



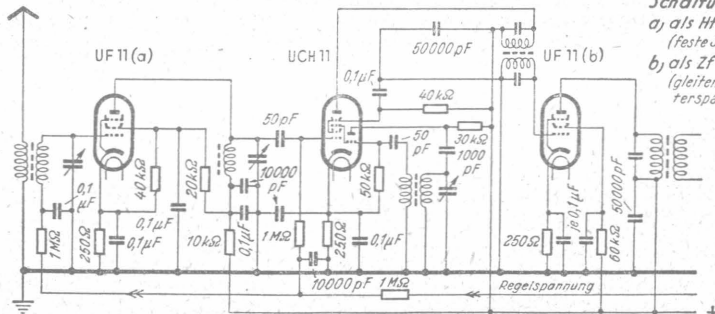
Betriebswerte:

a. als HF- und Zf-Regelröhre

		α) Feste Schirmgitterspannung				
Anodenspannung	U_a	200		100		Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	80		40		Volt
Katodenwiderstand	R_k	250		250		Ω
Regelbereich		1 : 100		1 : 100		
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-16	-1	-8	Volt
Steilheit	S	2,2	0,022	1,7	0,017	mA/V
Innenwiderstand	R_i	1,5	>10	0,8	>10	M Ω
Äquivalenter Rauschwiderstand	$r_{\text{ä}}$	10		8,5		k Ω

		β) Gleitende Schirmgitterspannung				
Betriebsspannung	U_b	200		100		Volt
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	60		60		k Ω
Katodenwiderstand	R_k	250		250		Ω
Regelbereich		1 : 100		1 : 100		
Schirmgitterspannung	U_{g2}	80	200	41	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	-40	-1	-20	Volt
Steilheit	S	2,2	0,022	1,7	0,017	mA/V
Innenwiderstand	R_i	1,5	>10	0,8	>10	M Ω

Siehe Kennlinienfelder 3 und 4



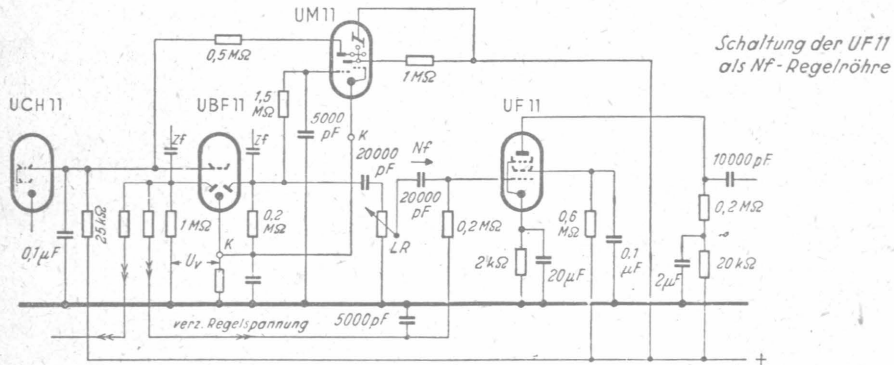
Schaltung der UF 11
 a) als HF-Regelröhre
 (feste Schirmgitterspg.)
 b) als Zf-Regelröhre
 (gleitende Schirmgitterspannung)

UF 11

Betriebswerte (Fortsetzung):

b. als NF-Regelröhre (in RC-Kopplung)

Betriebsspannung	U_b	200	200	200	100	100	100	100	V
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	0,3	0,2	0,1	$M\Omega$
Siebwiderstand	R_{sieb}	20	20	20	20	20	20	20	$k\Omega$
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	1	0,6	0,4	0,2	1	0,6	0,4	$M\Omega$
Katodenwiderstand	R_k	3000	2000	1600	800	3000	2000	1600	Ω
Gittervorwiderstand	U_{g1}	-2 -20	-2 -20	-2 -20	-2 -20	-1 -10	-1 -10	-1 -10	V
Anodenstrom	I_a	0,5	0,78	1,15	2,1	0,27	0,38	0,54	1
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,17	0,27	0,38	0,74	0,1	0,13	0,18	0,35
Spannungsverstärkung	V	80	10	80	10	65	5	70	7
Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 5 V_{eff}$)	K	1,3	4	1,3	4	1,3	4	-	-
($U_{a\sim} = 3 V_{eff}$)	K	-	-	-	-	-	-	1	4,5
								1	5
								1	5



Schaltung der UF 11 als NF-Regelröhre

Grenzwerte:

Anodenspannung	$U_a \max$	300	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \max$	550	Volt
Schirmgitterspannung ($I_a = 6 \text{ mA}$)	$U_{g2} \max$	125	Volt
($I_a \approx 3 \text{ mA}$)	$U_{g2L} \max$	300	Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L} \max$	550	Volt
Anodenverlustleistung	$Q_a \max$	2	Watt
Schirmgitterverlustleistung	$Q_{g2} \max$	0,3	Watt
Innenwiderstand bei			
$U_b = 200 \text{ V}, U_{g2} = 80 \text{ V}, I_a = 6 \text{ mA}$	$R_i \min$	0,7	$M\Omega$
$U_a = 100 \text{ V}, U_{g2} = 40 \text{ V}, I_a = 2,6 \text{ mA}$	$R_i \min$	0,4	$M\Omega$
Katodenstrom	$I_k \max$	10	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} \max$	3	$M\Omega$
Gitterstrom-Einsatzpunkt			
Bei $I_{g1} = 0,3 \text{ mA}$ ist U_{g1} nie negativer als $-1,3 \text{ Volt}$.			
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} \max$	200	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht	$R_{f/k} \max$	20	$k\Omega$

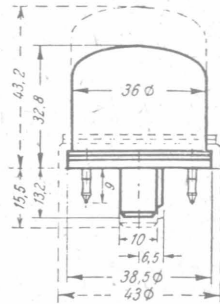
Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die die Gittervorspannung erzeugen.

Innere Röhrenkapazitäten

Eingang	$C_e (C_{g1/k})$	7,5	pF
Ausgang	$C_a (C_{a/k})$	6,7	pF
Gitter 1 - Anode	$C_{g1/a}$	< 0,003	pF
Heizfaden - Gitter 1	$C_{f/g1}$	< 0,008	pF

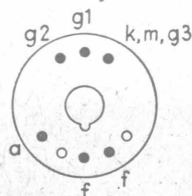
Fritz Künze

Kolbenabmessungen



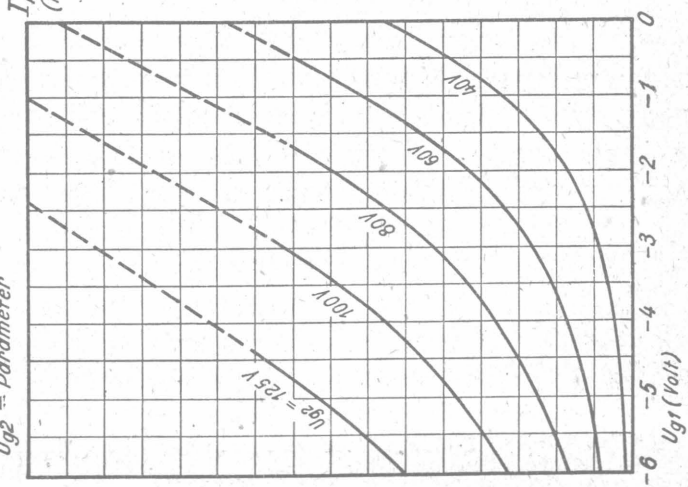
Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

Socket von unten gesehen



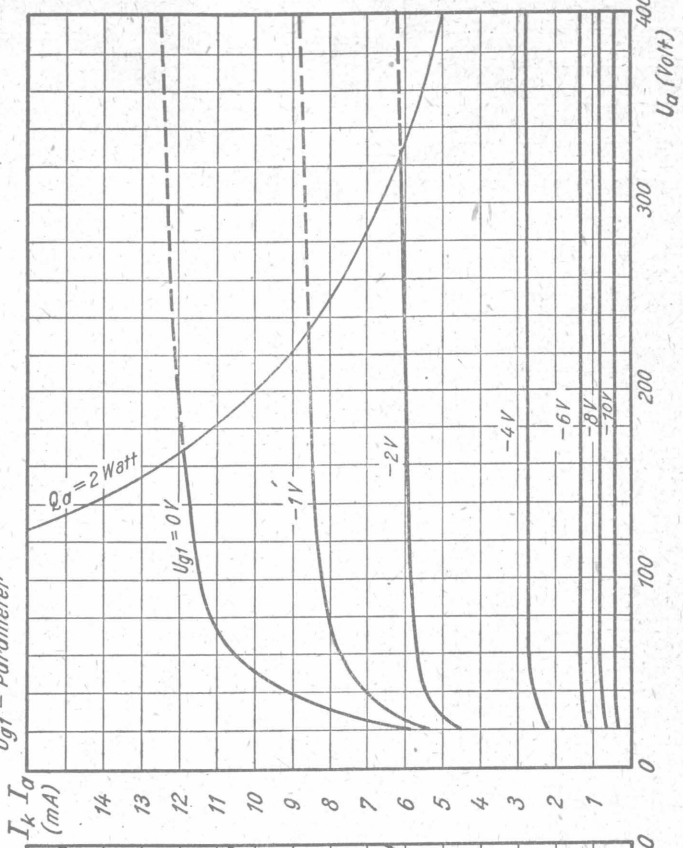
Kennlinienfeld 1

$I_k = f(U_{g1})$
 $U_a = 100 \dots 200 \text{ Volt}$
 $U_{g2} = \text{Parameter}$

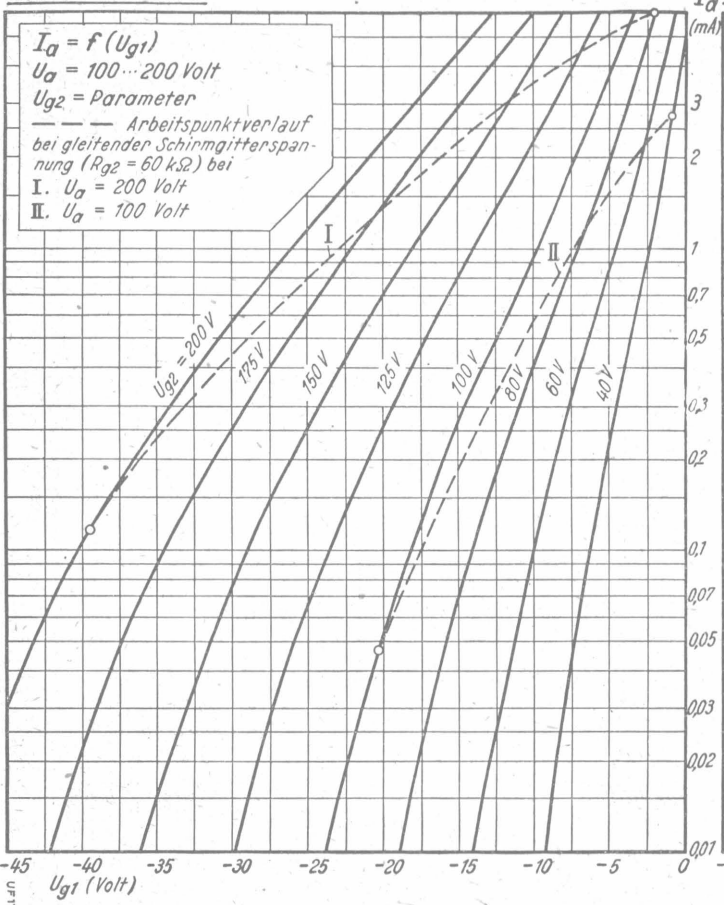


Kennlinienfeld 2

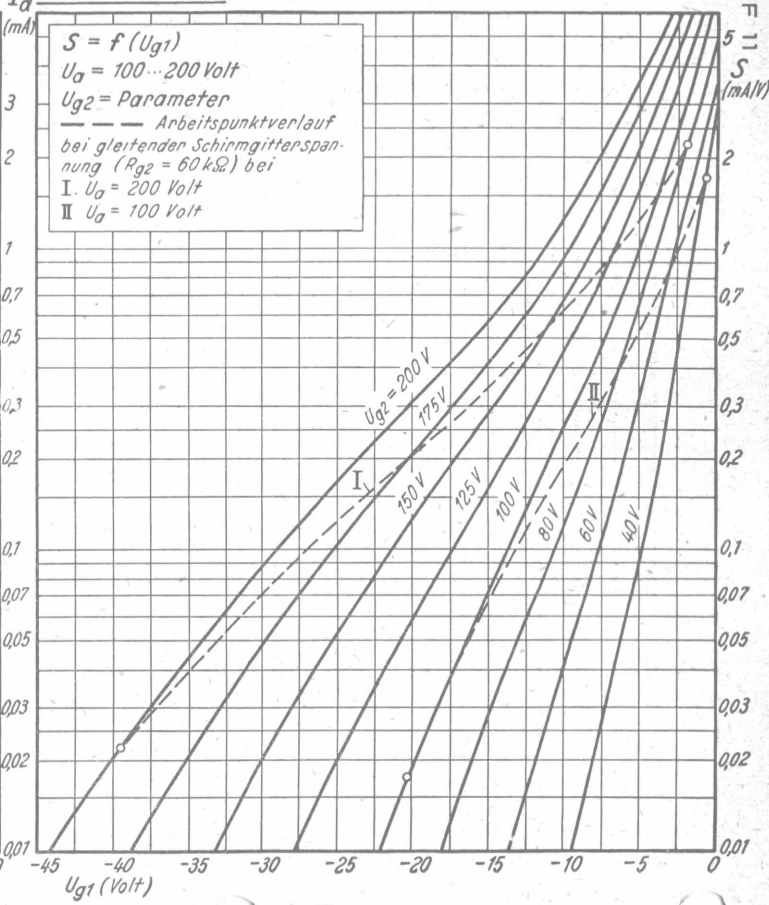
$I_a = f(U_a)$
 $U_{g2} = 80 \text{ Volt}$
 $U_{g1} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 3

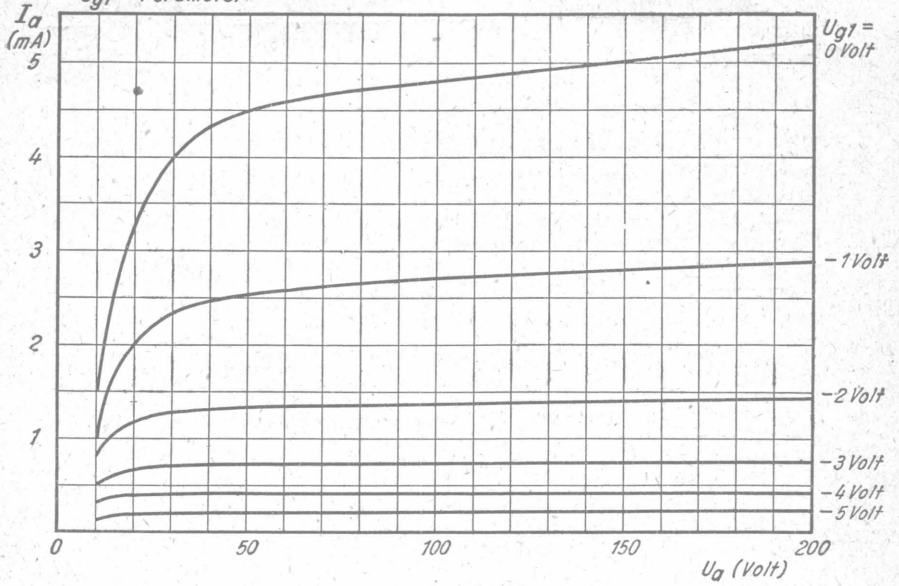


Kennlinienfeld 4



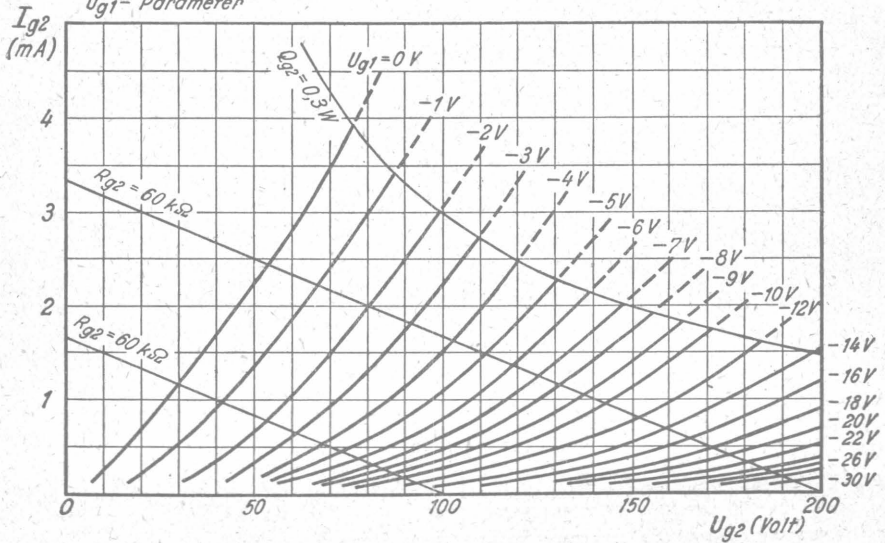
Kennlinienfeld 5

$I_a = f(U_a)$
 $U_{g2} = 40 \text{ Volt}$
 $U_{g1} = \text{Parameter}$

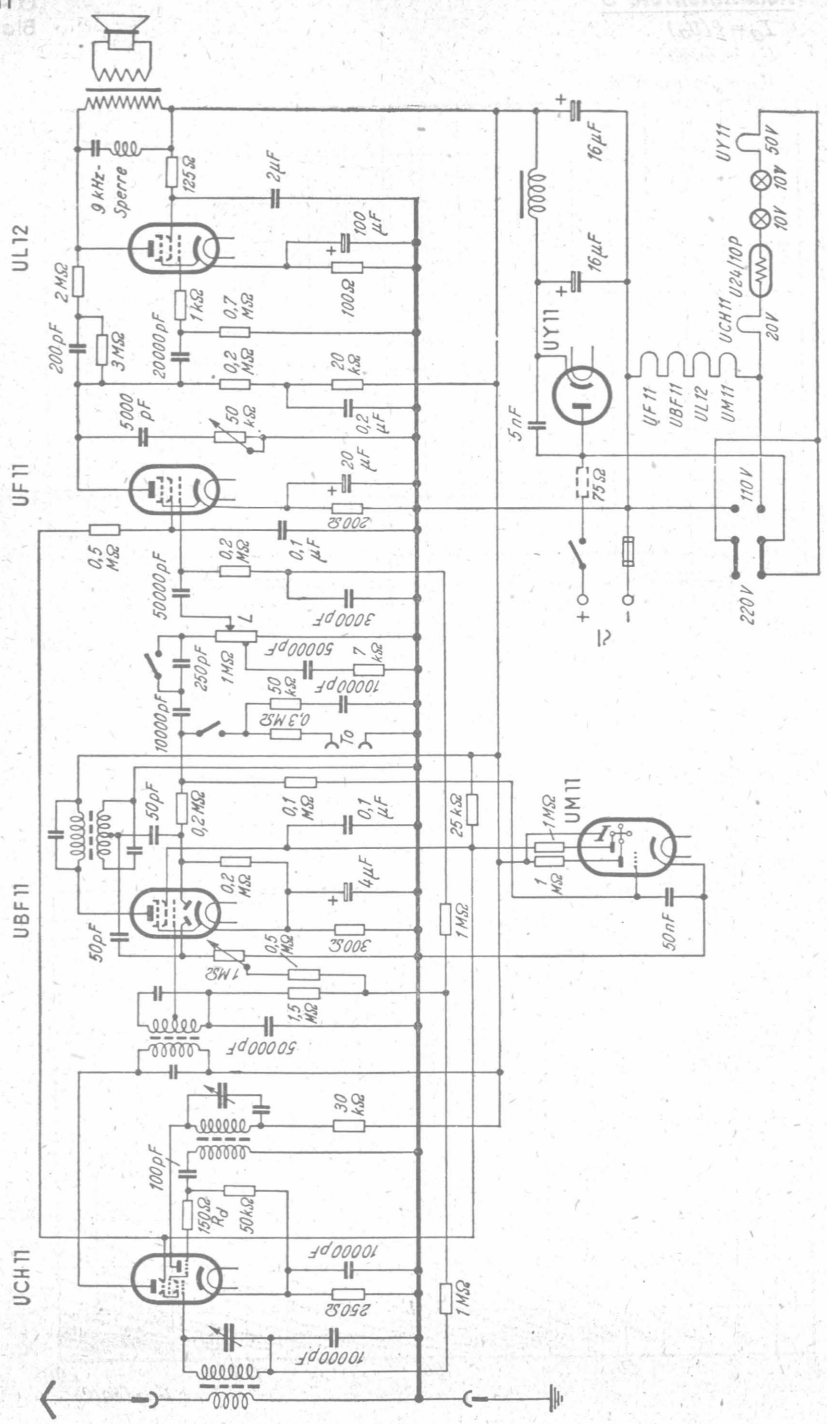


Kennlinienfeld 6

$I_{g2} = f(U_{g2})$
 $U_a = 100 \dots 200 \text{ Volt}$
 $U_{g1} = \text{Parameter}$



Allstrom - Spitzensuper





Röhren-Dokumente

Stahlröhre, Triode - Hexode

VCH 11

4 Blätter

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Heizung:

Indirekt geheizte Katode für Allstrom

Heizspannung	U_f	4C	Volt
Heizstrom	I_f	5C	mA ind.

Meßwerte (statisch):

1. Triodenteil

Anodenspannung	U_{aT}	150	115	100	60	Volt
Gittervorspannung	U_{g1T}	0	-8	0	-5	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	2,1	0,5	1,2	0,2	mA
Steilheit	S	3,2	0,2	3	0,2	mA/V
Durchgriff	D	5,8	6	5,8	6	%
Innenwiderstand	R_i	5,4	81	5,8	81	k Ω

Siehe auch das Kennlinienfeld 5.

2. Hexodenteil

Anodenspannung	U_{aH}	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	80	40	Volt
Gitterspannung	U_{g3}	-8	-5	Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-1	Volt
Anodenstrom	I_{aH}	2,0	0,6	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2+4}	3,0	1,4	mA
Mischsteilheit	S_c	0,68	0,5	mA/V
Innenwiderstand	R_i	1	1	M Ω

Siehe auch die Kennlinienfelder 1...4, 6, 7.

Betriebswerte:

1. Triodenteil (in schwingendem Zustande, bei mittlerer Kreisgüte)

Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt
Anodenvorwiderstand	R_{aT}	30	30	k Ω
Anodenspannung	U_{aT}	115	60	Volt
Oszillatortension ¹⁾	U_{osz}	-8	-5	Volt
Anodenstrom	I_{aT}	2,85	1,3	mA
Gitterableitwiderstand	R_{g1T}	50	50	k Ω
Durchgriff	D	6	6	%

2. Hexodenteil

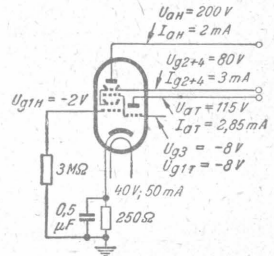
a) Schirmgitterspannung fest

Anodenspannung	U_{aH}	200	100	Volt				
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	80	40	Volt				
Oszillatortension ¹⁾	U_{g3}	-8	-5	Volt				
Katodenwiderstand	R_k	250	250	Ω				
Regelbereich	ϕ	:100	:400 (opt)	1	:100	300 (opt)	Volt	
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-12	-16	-1	-6,5	-8,5	Volt
Mischsteilheit	S_c	680	6,8	1,7	500	5	1,6	μ A/V
Innenwiderstand	R_i	>1	>10	>10	>1	>10	>10	M Ω

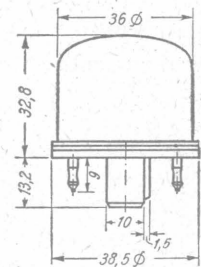
b) Schirmgitterspannung über Vorwiderstand $R_{g2+4} = 40$ k Ω (voll gleitend)

Betriebsspannung	U_b	200	100	Volt				
Oszillatortension ¹⁾	U_{g3}	-8	-5	Volt				
Katodenwiderstand	R_k	250	250	Ω				
Regelbereich	ϕ	1	:100	:400 (opt)	1	:100	300 (opt)	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	80	194	199	41	96	98	Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-20	-26	-1	-11	-13,5	Volt
Mischsteilheit	S_c	680	6,8	1,7	510	5,1	1,7	μ A/V
Innenwiderstand	R_i	>1	>0,5	>0,8	>1	>0,9	>1	M Ω

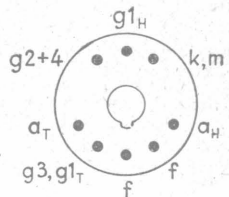
Blatt 7



Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



c) Schirmgitterspannung über Spannungsteiler ($R_{g2+} = 30 \text{ k}\Omega$, $R_{g2-} = 80 \text{ k}\Omega$) (Schwachleitend)

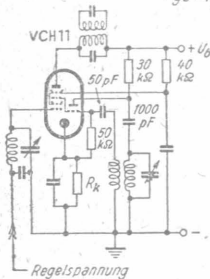
Betriebsspannung	U_b	200		100			Volt
Oszillatortension ¹⁾	U_{g3}	-8		-5			Volt
Katodenwiderstand	R_k	250		250			Ω
Regelbereich		1	: 100	: 400 (opt)	1	: 100	: 300 (opt)
Schirmgitterspannung	U_{g2+4}	80	143	145	47	72	72,5 Volt
Gittervorspannung	U_{g1H}	-2	-17	-22,5	-1	-9,5	-12 Volt
Mischsteilheit	S_c	680	6,8	1,7	510	5,1	1,7 $\mu A/V$
Innenwiderstand	R_i	>1	>7	>10	>1	>5	>10 $M\Omega$

¹⁾ Im schwingenden Zustande ist $U_{osz} = -U_{g1T} = -U_{g3} = -I_{g1T} \times R_{g1T}$ (50 k Ω).

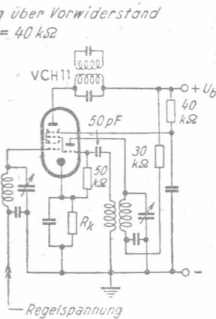
Zur Konstanzhaltung der Schwingamplitude im Kurzwellengebiet ist ein zusätzlicher Dämpfungswiderstand R_d zweckmäßig.

Weitere Kennlinienfelder siehe bei der UCH 11, die denselben Systemaufbau wie die VCH 11 hat.

Schirmgitterspannung über Vorwiderstand
 $R_{g2+4} = 40 \text{ k}\Omega$

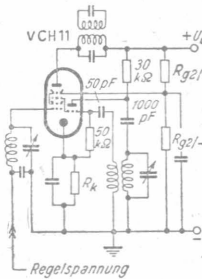


Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis

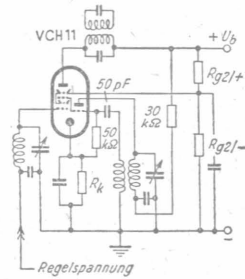


Anodenvorwiderstand des Triodenteils in Reihe mit dem Oszillatorkreis

Schirmgitterspannung über Spannungsteiler



Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis



Anodenvorwiderstand des Triodenteils in Reihe mit dem Oszillatorkreis

Grenzwerte:

		des Triodenteils	des Hexodenteils	
Anodenspannung	$U_a \text{ max}$	150	250	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \text{ max}$	550	550	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2+4} \text{ max}$	$I_{aH} = 2,0 \text{ mA}$	—	125 Volt
		$I_{aH} \leq 1,0 \text{ mA}$	—	250 Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2+4L} \text{ max}$	—	550	Volt
Anodenbelastung	$Q_a \text{ max}$	1,0	1,5	Watt
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2+4} \text{ max}$	—	0,5	Watt
Innenwiderstand	$R_i \text{ min}$	bei U_{g1H} U_{g2+4} I_{aH}		
		200V 80V 2 mA	—	0,7 $M\Omega$
		100V 40V 0,6 mA	—	1 $M\Omega$
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} \text{ max}$	0,05	—	3 $M\Omega$
Katodenstrom	$I_k \text{ max}$	—	15	mA
Gitterstrom-Einsatzpunkt bei $U_{ge} = -1,3 \text{ Volt}$	$I_{g3} = I_{g1T}$	I_{g1H}	$\leq 0,3$	μA
		I_{g3}	$\leq 0,3$	μA
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} \text{ max}$	—	200	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht ²⁾	$R_{f/k} \text{ max}$	—	20	k Ω

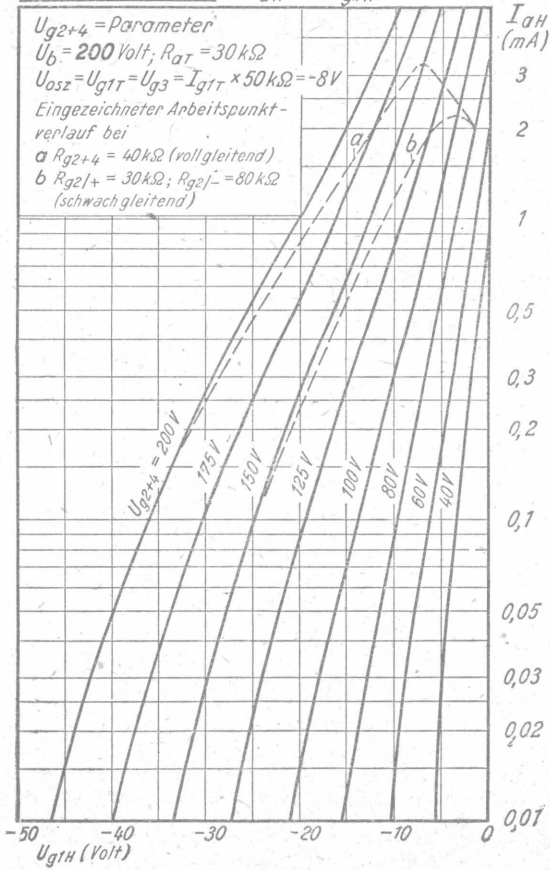
²⁾ Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die Gittervorspannung erzeugen.

Innere Röhrenkapazitäten:

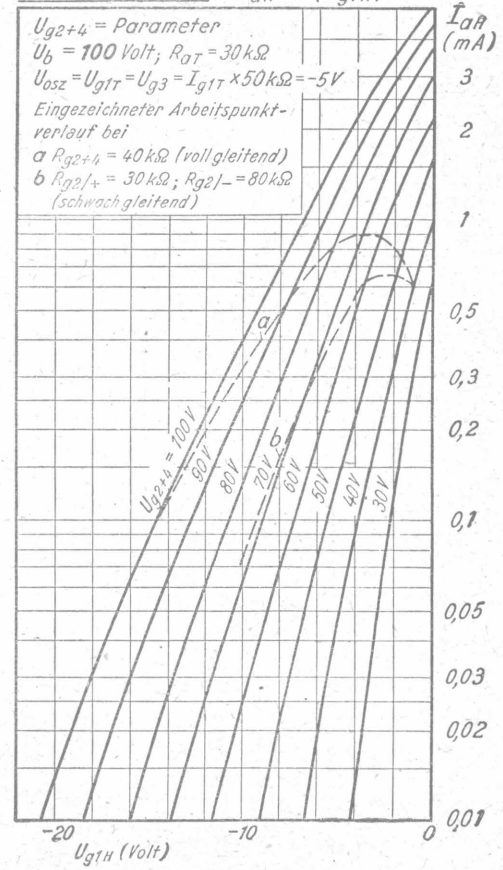
		des Triodenteils	des Hexodenteils	
Eingang	C_e (c $_g/k$)	4,7	6,2	pF
Ausgang	C_a (c $_a/k$)	2,7	9,1	pF
Gitter 1 - Anode	$C_{g1/a}$	<1,5	<0,002	pF
Gitter 1 - Gitter 3	$C_{g1/g3}$	—	<0,2	pF
Gitter 1 - Heizfaden	$C_{g1/f}$	—	<0,001	pF

Fr. K. Lönner

Kennlinienfeld 1 $I_{aH} = f(U_{g1H})$ Anodenströme



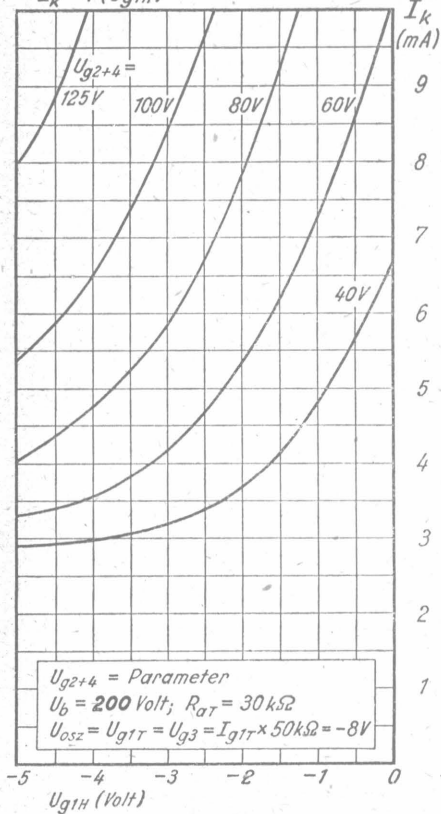
Kennlinienfeld 2 $I_{aH} = f(U_{g1H})$



Katodenströme

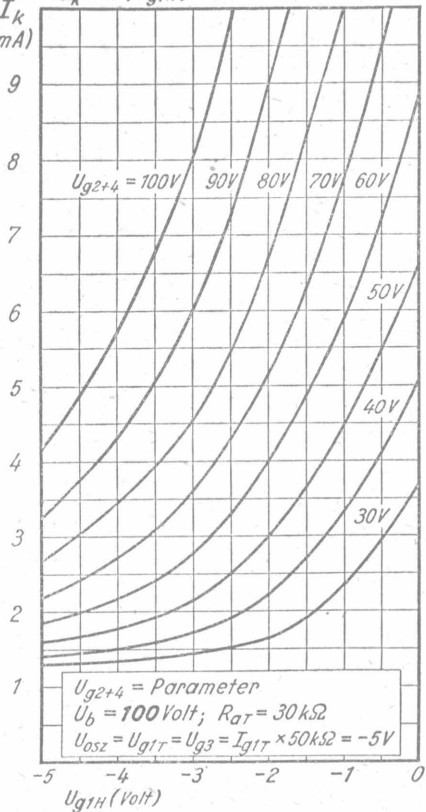
Kennlinienfeld 3

$$I_k = f(U_{g1H})$$



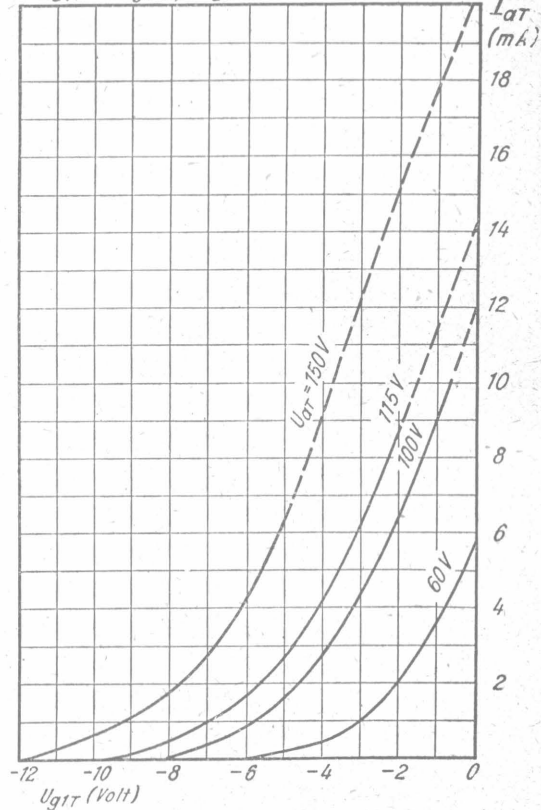
Kennlinienfeld 4

$$I_k = f(U_{g1H})$$



Kennlinienfeld 5

$$I_{aT} = f(U_{g1T}); U_{aT} = \text{Parameter}$$



Schirmgitterströme

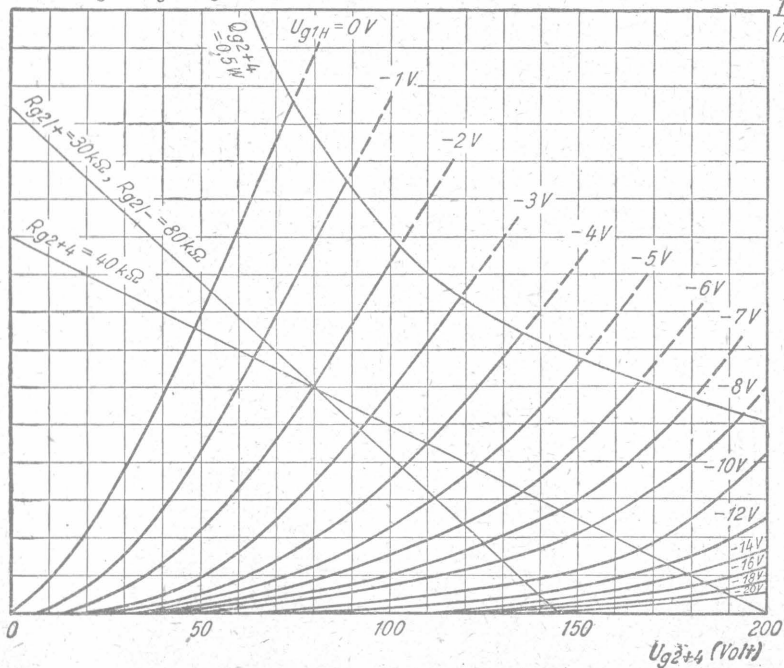
Kennlinienfeld 6

$$I_{g2+4} = f(U_{g2+4})$$

$U_{g1H} = \text{Parameter}$

$U_b = 200 \text{ Volt}$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -8 \text{ Volt}$$



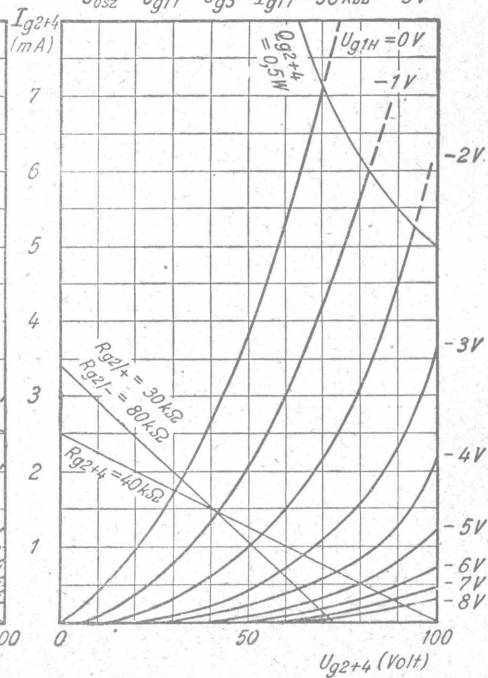
Kennlinienfeld 7

$$I_{g2+4} = f(U_{g2+4})$$

$U_{g1H} = \text{Parameter}$

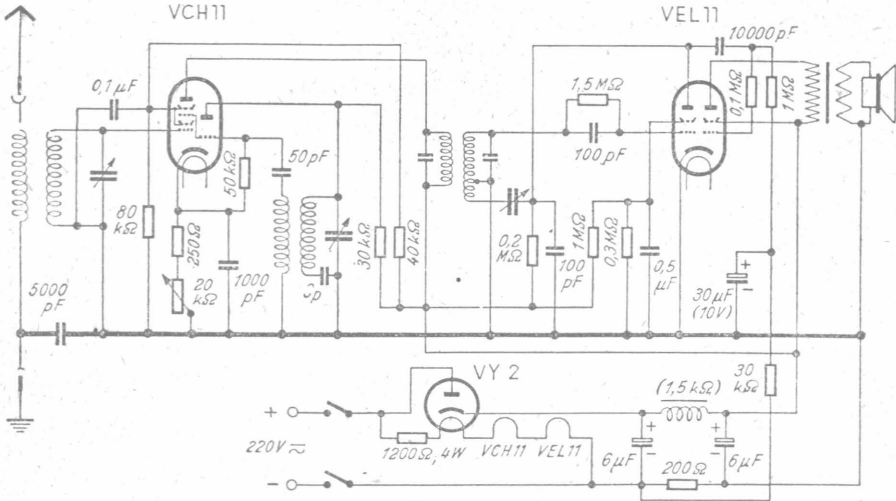
$U_b = 100 \text{ Volt}$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -5 \text{ Volt}$$

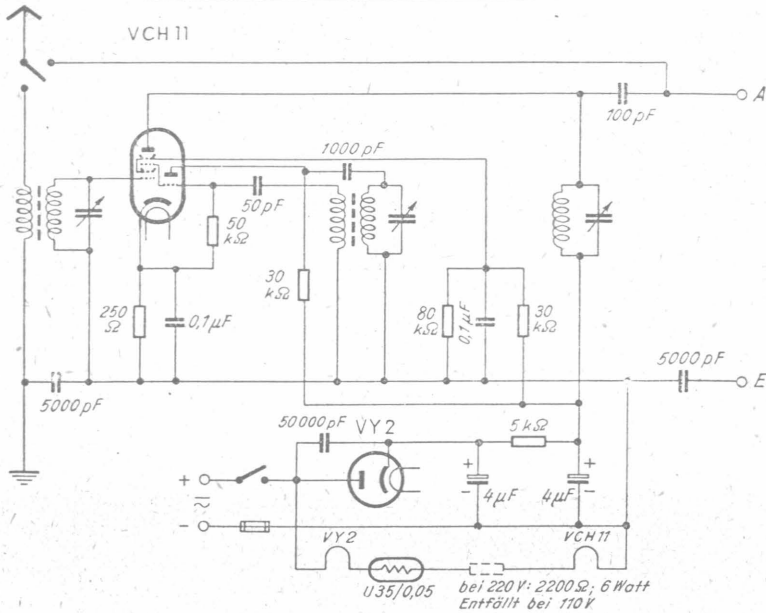


4 Kreis Kleinstsuper für Allstrom

Stromverbrauch nur 19 Watt!



Supervorsatzgerät mit der vCH 11



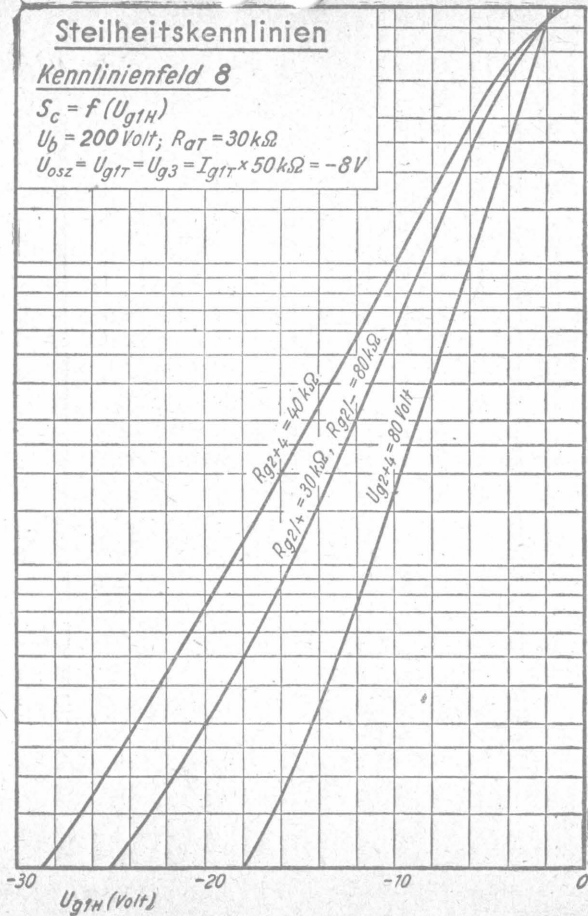
Steilheitskennlinien

Kennlinienfeld 8

$$S_c = f(U_{g1H})$$

$$U_b = 200 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -8 \text{ V}$$



S_c
($\mu\text{A/V}$)

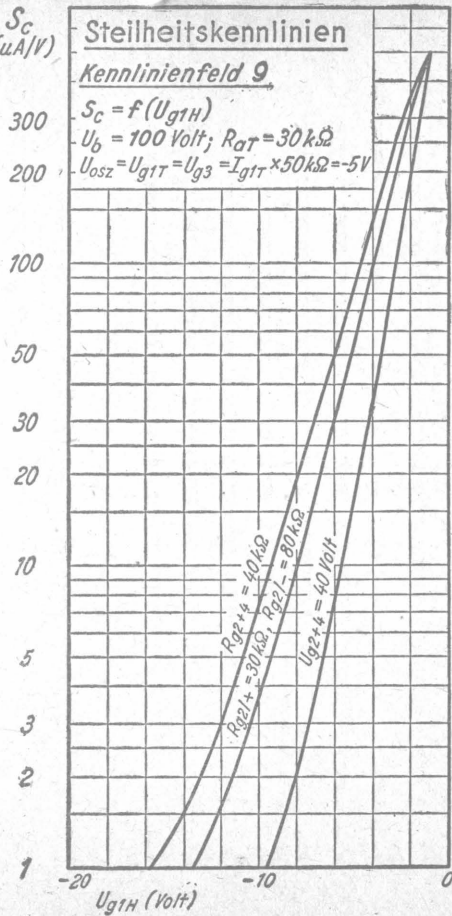
Steilheitskennlinien

Kennlinienfeld 9

$$S_c = f(U_{g1H})$$

$$U_b = 100 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$$

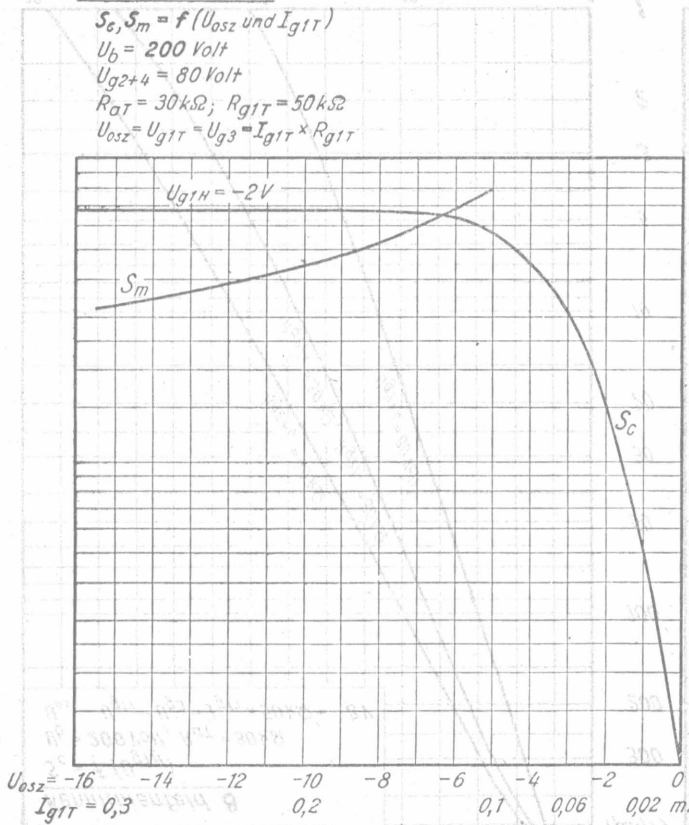
$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -5 \text{ V}$$



Steilheitskennlinien

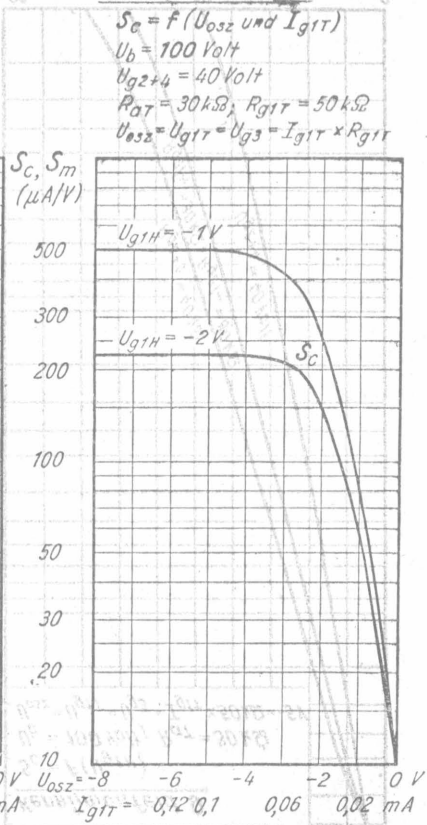
Kennlinienfeld 10

$S_c, S_m = f(U_{osz} \text{ und } I_{g1T})$
 $U_b = 200 \text{ Volt}$
 $U_{g2+4} = 80 \text{ Volt}$
 $R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega; R_{g1T} = 50 \text{ k}\Omega$
 $U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times R_{g1T}$



Kennlinienfeld 11

$S_c = f(U_{osz} \text{ und } I_{g1T})$
 $U_b = 100 \text{ Volt}$
 $U_{g2+4} = 40 \text{ Volt}$
 $R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega; R_{g1T} = 50 \text{ k}\Omega$
 $U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times R_{g1T}$





Röhren-Dokumente

Verbundröhre mit Hf-Tetrode u. Endtetrode,
für Allstrombetrieb mit 50mA Heizstrom

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

VEL 11

2 Blätter

Blatt 1

Heizung:

Indirekt geheizte Katode

Heizspannung	U_f	90	Volt \approx
Heizstrom	I_f	50	mA ind.

Betriebswerte:

1. Eingangssystem (Hf-Tetrode)

Betriebsspannung	U_b	200	Volt
Außenwiderstand	R_a	200	k Ω
(Anodenspannung)	U_a	ca 40	Volt)
Schirmgitterspannung	U_{g2}	ca 30	Volt
[Betriebsspannung über Spannungsteiler $R_{g2/-} = 0,3 M\Omega$, $R_{g2/+} = 1 M\Omega$ ans Schirmgitter]			
Gittervorspannung	U_{g1}	0	Volt
Gitterableitwiderstand	R_{g1}	1	M Ω
Anodenstrom	I_a	0,8	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	ca 0,43	mA
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	4	%
Innenwiderstand	R_i	280	k Ω
Detektorverstärkung	V	17...20	fach

Siehe die Kennlinienfelder 1...3.

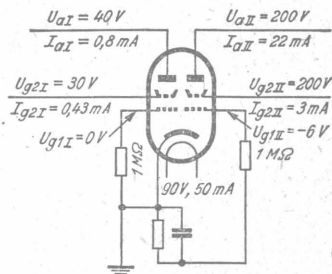
2. Endsystem (Endtetrode)

Anodenspannung	U_a	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	200	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-6	Volt
Katodenwiderstand	R_k	250	Ω
Anodenstrom	I_a	22	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	3	mA
Gitterableitwiderstand	R_{g1}	1	M Ω
Schutzwiderstand	R_{g1}	0,1	M Ω
Gittersieb-widerstand	R_{g1}	30	k Ω
Steilheit	S	5,2	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	5,6	%
Innenwiderstand	R_i	30	k Ω
Außenwiderstand	R_a	9	k Ω
Sprechleistung bei einem Klinnfaktor von 10 %	N_{\sim}	ca 2	Watt

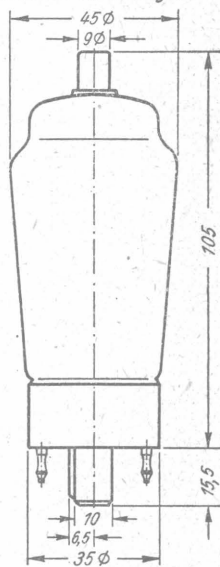
Siehe die Kennlinienfelder 4...5

Grenzwerte:

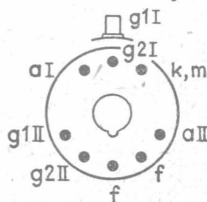
		Hf-Tetrode	Endtetrode	
Anodenspannung	$U_a \max$	250	250	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \max$	550	550	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2} \max$	100	250	Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L} \max$	250	550	Volt
Anodenverlustleistung	$Q_a \max$	1	5	Watt
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2} \max$	0,2	0,8	Watt
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} \max$	2	1,2	M Ω
Gitterstrom bei $U_{g1} = -1,3V$	I_{g1}	< 0,3	< 0,3	μA



Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



VEL 11

Grenzwerte* (Fortsetzung):

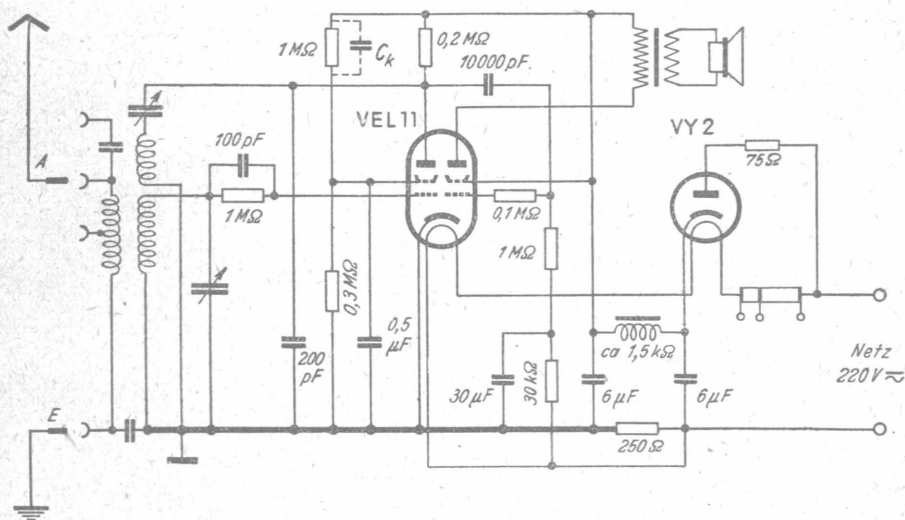
Katodenstrom	$I_k \text{ max}$	30	mA
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} \text{ max}$	150	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht ¹⁾	$R_{f/k} \text{ max}$	800	Ω

¹⁾ Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die Gittervorspannungen erzeugen.

Innere Röhrenkapazitäten:

Gitter 1 der Eingangstetrode gegen Anode der Endtetrode	$C_{g1/aZ}$	8×10^{-3}	pF
---	-------------	--------------------	----

Einkreiser mit der VEL 11

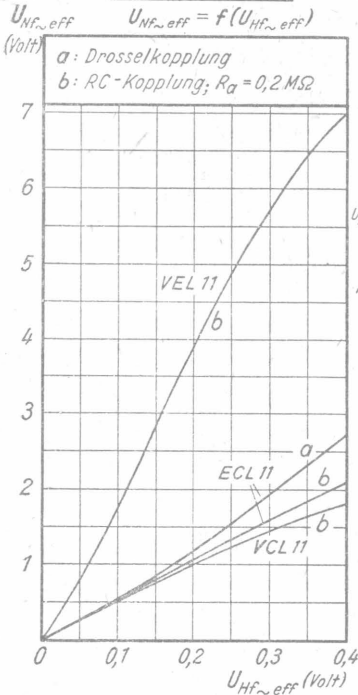


Ersatz der VCL 11 durch die VEL 11 im DKE.

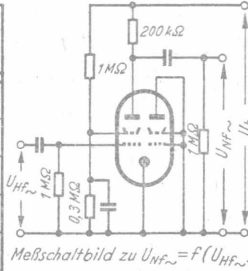
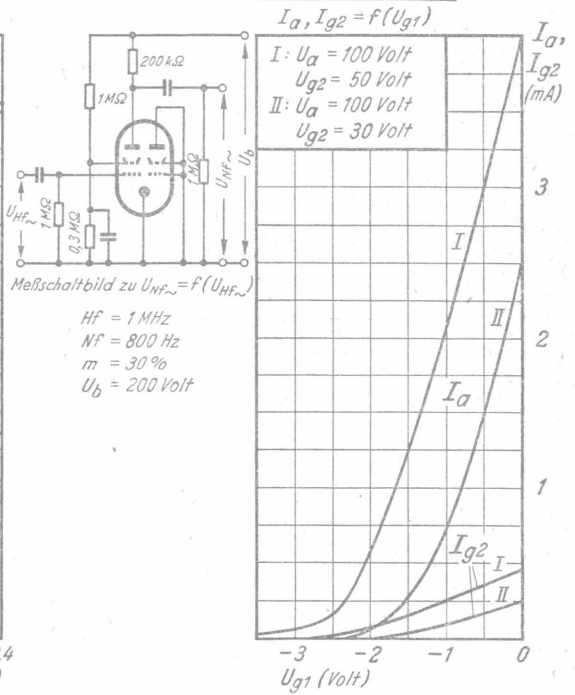
Bei einem Ersatz der VCL 11 durch die VEL 11 im DKE ist die Gitterleitung des Triodenteils (Mittelstift der Dreierreihe) vom Mittelstift zu entfernen und an die Kolbenkappe zu legen. An den Mittelstift kommt die Schirmgitterleitung über einen Spannungsteiler (0,3 M Ω nach Minus – mit 0,5 μ F überbrückt –, 1 M Ω nach Plus). Sollte die Rückkopplung zu stark schwingen, so ist der Rückkopplungspule ein Dämpfungswiderstand von 3000... 5000 Ω parallel zu schalten. Weitere Änderungen sind nicht notwendig. Durch den im DKE vorhandenen Katodenwiderstand von 300 Ω stellt sich ein Anodenstrom von etwa 18 mA ein.

Fritz Künze

Kennlinienfeld 1

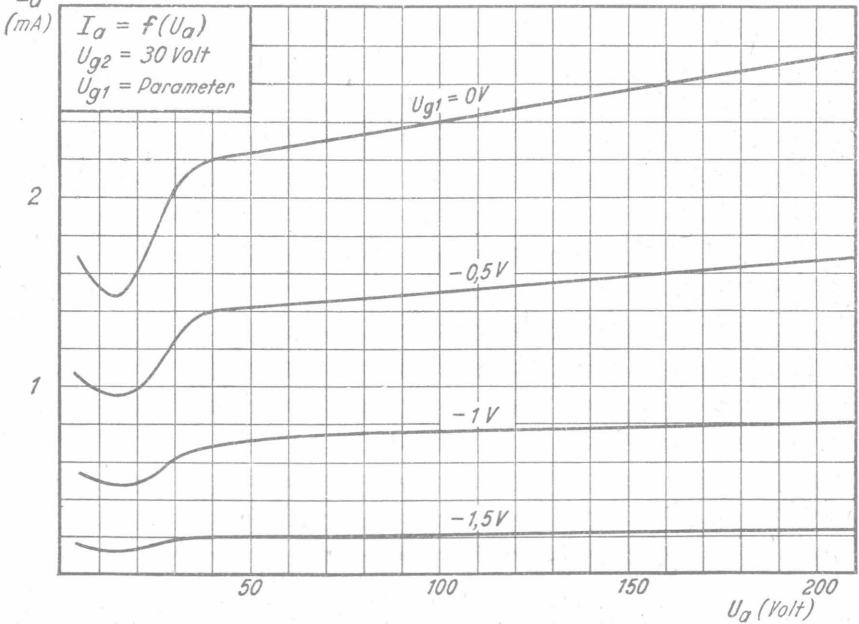


Kennlinienfeld 2



HF = 1 MHz
NF = 800 Hz
 $m = 30\%$
 $U_b = 200$ Volt

Kennlinienfeld 3

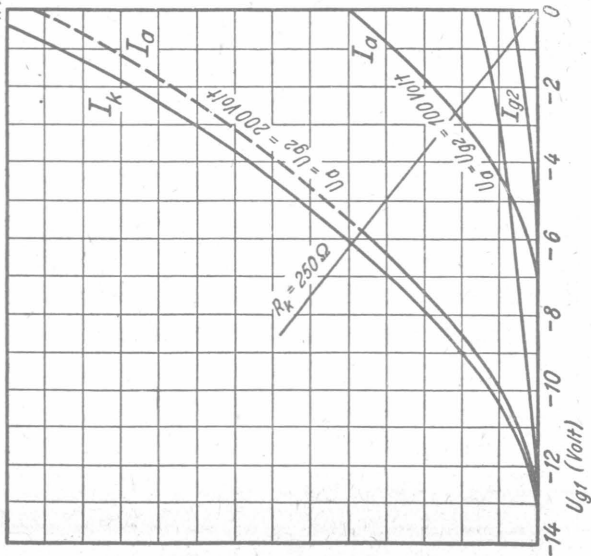


Das Endsystem der VEL 11

Kennlinienfeld 4

$I_k, I_a, I_{g2} = f(U_{gr})$

Bei I_k ist I_{a1} und I_{g21} noch nicht berücksichtigt!
Ihre Größe hängt ja vom Arbeitspunkt des Eingangssystems ab.



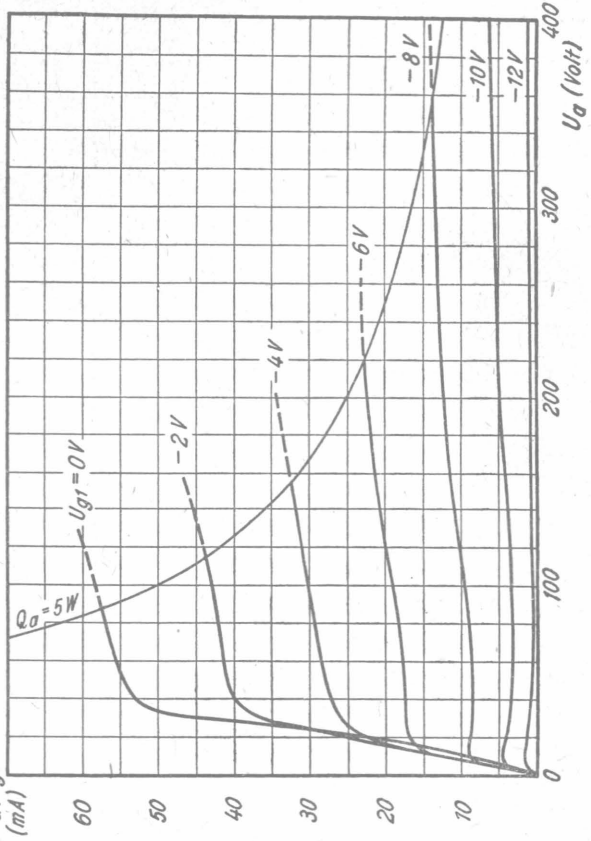
Kennlinienfeld 5

$I_a = f(U_a)$

$U_{g2} = 200 \text{ Volt}$

$U_{g1} = \text{Parameter}$

I_k, I_a, I_{g2}





Röhren-Dokumente

Steile, rauscharme Universalpentode für Allstrom mit 50mA Heizstrom

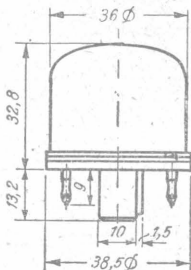
VF 14

7 Blätter

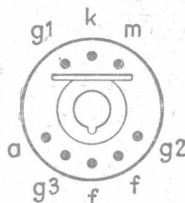
FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 7

Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



Allgemeines:

Stahlröhre mit kleinem Kolben. Stahlmantel und g3 an besondere Stifte geführt. Hierdurch Spezial-Kurzwellenschaltungen möglich.

Heizung:

Indirekt geheizte Katode für Allstrom

Heizspannung	U_f	60	Volt \approx
Heizstrom	I_f	50	mA ind

Betriebswerte (auch für statische Messungen):

als Hf - Pentode für Breitbandverstärkung

Bremsgitter an Katode

Anodenspannung	U_a	200	Volt
Bremsgitterspannung	U_{g3}	0	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	200	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-4,5	Volt
Katodenwiderstand	R_k	300	Ω
Anodenstrom	I_a	12	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	1,7	mA
Steilheit	S	7	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	3,5	%
Innenwiderstand	R_i	200	k Ω
Auswiderstand	$R_{\bar{a}}$	1000	Ω

Siehe die Kennlinienfelder 1, 2 und 10.

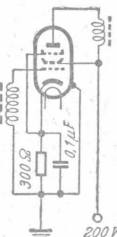
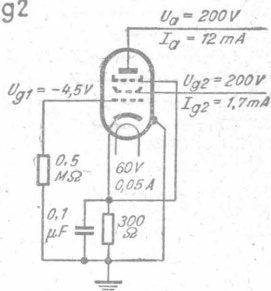
als Hf - Tetrode

als Antennenverstärker zur Kennlinienlinearisierung

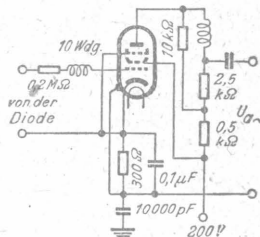
Bremsgitter an Anode

Anodenspannung	$U_a (+U_{g3})$	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	200	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-4,5	Volt
Katodenwiderstand	R_k	220	Ω
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3})$	18	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	1,6	mA
Steilheit	S	9,5	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	3,6	%
Innenwiderstand	R_i	30	k Ω
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	600	Ω
Klirrfaktor bei $U_{a,eff} = 5V$	K	< 0,01	%

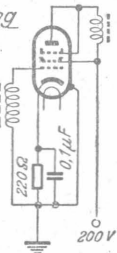
Siehe die Kennlinienfelder 3, 4 und 11.



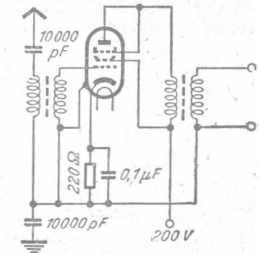
Meßschaltung



Betriebsschaltung



Meßschaltung



Betriebsschaltung

VF14

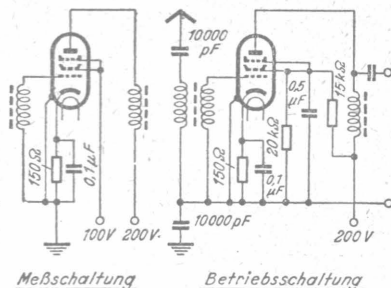
Betriebswerte (Fortsetzung):

c) als HF-Tetrode für Breitbandverstärkung

Bremsgitter an Schirmgitter

Anodenspannung	U_a	200	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2}(+U_{g3})$	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	Volt
Katodenwiderstand	R_k	150	Ω
Anodenstrom	I_a	12	mA
Schirmgitterstrom	$I_{g2}(+I_{g3})$	2	mA
Steilheit	S	10	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	4	%
Innenwiderstand	R_i	0,5	M Ω
Rauschwiderstand	$r_{\dot{a}}$	650	Ω

Siehe Kennlinienfeld 7.

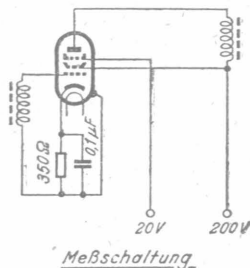


d) als HF-Pentode

Bremsgitter mit positiver Vorspannung (größte Aussteuerfähigkeit)

Anodenspannung	U_a	200	Volt
Bremsgitterspannung	U_{g3}	20	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	200	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-4,5	Volt
Katodenwiderstand	R_k	350	Ω
Anodenstrom	I_a	11,5	mA
Bremsgitterstrom	I_{g3}	±0,2	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	1,5	mA
Steilheit	S	6,5	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	3,4	%
Innenwiderstand	R_i	300	k Ω
Rauschwiderstand	$r_{\dot{a}}$	1200	Ω

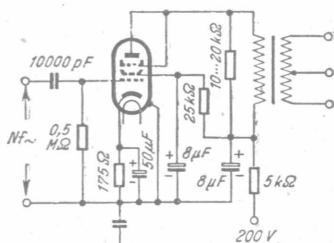
Siehe die Kennlinienfelder 5, 6 und 12



e) als Nf-Tetrode mit Transformatorkopplung

Bremsgitter an Anode

Betriebsspannung	U_b	200	Volt
Anodensiebwiderstand	R_g sieb	5	k Ω
Anodenparallelwiderstand	$R_{a,p}$	10...20	k Ω
(Anodenspannung	$U_a(+U_{g3})$	ca 150	Volt)
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	25	k Ω
(Schirmgitterspannung	U_{g2}	ca 150	Volt)
Gittervorspannung	U_{g1}	-3,5	Volt
Katodenwiderstand	R_k	175	Ω
Anodenstrom	$I_a(+I_{g3})$	18	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	ca 2	mA

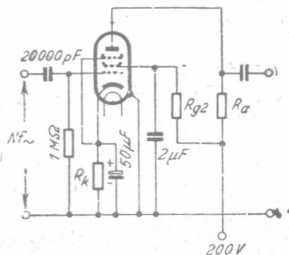


VF14 als Tetrode mit Transformatorkopplung vor einer Gegenakt-Endstufe

f) als Nf-Pentode mit RC-Kopplung

Bremsgitter an Katode

Betriebsspannung	U_b	200	Volt		
Anodenwiderstand	R_a	10	k Ω		
(Anodenspannung	U_a	125	100	100	Volt)
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	40	50	400	k Ω
(Schirmgitterspannung	U_{g2}	160	160	100	Volt)
Gittervorspannung	U_{g1}	-3,4	-3,4	-3	Volt
Katodenwiderstand	R_k	400	600	1250	Ω
Anodenstrom	I_a	7,5	4,8	2,1	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	1,0	0,8	0,25	mA
Maximale Anodenwechselspg.	$U_{g_{eff,max}}$	37	45	30	Volt
hierbei Klirrfaktor	K	5	5	5	%
Spannungsverstärkung	V	38	55	100	fach

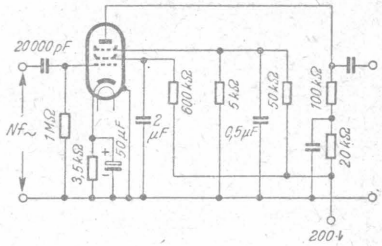


VF14 als Nf-Pentode mit RC-Kopplung

g) als Nf-Pentode mit RC-Kopplung

Bremsgitter mit positiver Vorspannung

Betriebsspannung	U_b	200	Volt
Anodenwiderstand	R_a	100	k Ω
Anodensiebwiderstand	$R_{a\ sieb}$	20	k Ω
(Anodenspannung	U_a	135	Volt)
Bremsgitterspannung	U_{g3}	20	Volt
Schirmgitterwiderstand	R_{g2}	600	k Ω
(Schirmgitterspannung	U_{g2}	85	Volt)
Gittervorspannung	U_{g1}	-3	Volt
Katodenwiderstand	R_k	3,5	k Ω
Anodenstrom	I_a	0,6	mA
Bremsgitterstrom	I_{g3}	$\pm 0,2$	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,25	mA
Maximale Anodenwechselspg	$U_{a\sim\text{eff max}}$	40	Volt
hierbei Klirrfaktor	K	5	%
Spannungsverstärkung	V	ca 200	fach

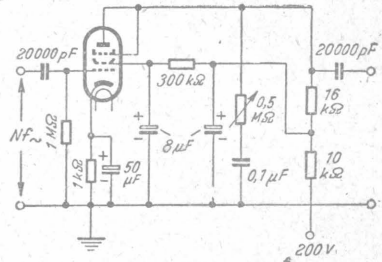


VF 14 als Nf-Pentode, Bremsgitter mit positiver Vorspannung, mit RC-Kopplung

h) als Nf-Tetrode mit RC-Kopplung

Bremsgitter an Anode

Betriebsspannung	U_b	200	Volt
Anodenwiderstand	R_a	76	k Ω
Anodensiebwiderstand	$R_{a\ sieb}$	70	k Ω
(Anodenspannung	$U_a (+U_{g3})$	100	Volt)
Schirmgitterwiderstand	R_{g2}	300	k Ω
(Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	Volt)
Gittervorspannung	U_{g1}	-3	Volt
Katodenwiderstand	R_k	1	k Ω
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3})$	3	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,25	mA
Spannungsverstärkung bei $U_{a\sim\text{eff}} = 25$ Volt	V	ca 65	fach

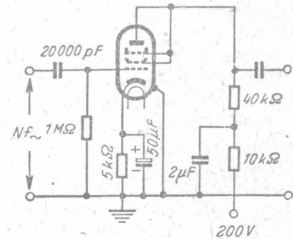


VF14 als Tetrode mit RC-Kopplung

i) als Nf-Triode mit RC-Kopplung

Schirmgitter und Bremsgitter mit Anode verbunden

Betriebsspannung	U_b	200	Volt
Anodenwiderstand	R_a	40	k Ω
Anodensiebwiderstand	$R_{a\ sieb}$	70	k Ω
(Anodenspannung	$U_a (+U_{g3}+U_{g2})$	ca 130	Volt)
Gittervorspannung	U_{g1}	-5	Volt
Katodenwiderstand	R_k	5	k Ω
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3}+I_{g2})$	1	mA
Durchgriff	D	4,7	%
Spannungsverstärkung bei $U_{a\sim\text{eff}} = 60$ Volt	V	ca 21	fach

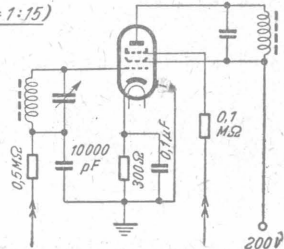


VF14 als Nf-Triode mit RC-Kopplung

k) als Regelpentode

(kombinierte Steuergitter-Bremsgitter-Regelung; $\Delta U_{g1} : \Delta U_{g3} = 1 : 15$)

Anodenspannung	U_a	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	200	Volt
Katodenwiderstand	R_k	300	Ω
Regelbereich		1 : 100	
Gittervorspannung	U_{g1}	-4,5 - 8	Volt
Bremsgitterspannung	U_{g3}	0 - 50	Volt
Anodenstrom	I_a	12	mA
Steilheit	S	7	0,07 mA/V
Innenwiderstand ¹⁾	R_i	200	> 500 k Ω
Klirrfaktor (3. Harmonische) bei $U_{a\sim\text{eff}} = 0,5$ Volt	K_3	1	< 3 %
Siehe Kennlinienfeld 14.			



Die VF 14 als Regelröhre

¹⁾ Der niedrigste Wert von R_i (bei $U_{g3} = -40$ Volt) ist $R_i > 40$ k Ω

Betriebswerte (Fortsetzung):

l) additive Mischverstärkung in Pentodenschaltung

Strahlt stark! Nur verwendbar, wenn Vorstufe vorhanden.

α) fremderregt, Hochfrequenz an g1, Oszillatorfrequenz in die Katode

Anodenspannung	U_a	200	Volt
Bremsgitterspannung	U_{g3}	0	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	200	Volt
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	3	k Ω

β) fremderregt, Hochfrequenz und Oszillatorfrequenz an g1

Anodenspannung	U_a	200	Volt
Bremsgitterspannung	U_{g3}	0	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	Volt
Oszillatortenspannung	U_{osz}	-4	Volt
Anodenstrom	I_a	7	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	1,1	mA
Mischsteilheit	S_c	2,6	mA/V
Innenwiderstand	R_i	0,3	M Ω
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	2,5	k Ω

γ) eigenerregt mit Katodenrückkopplung Heizeleitungen verdrösseln!

Anodenspannung	U_a	200	Volt
Bremsgitterspannung	U_{g3}	30	Volt
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	100	k Ω
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	Volt
Anodenstrom	I_a	25	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	2	mA
Mischsteilheit	S_c	3	mA/V
Innenwiderstand	R_i	600	k Ω
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	3	k Ω

m) multiplikative Mischverstärkung in Pentodenschaltung

fremderregt; Oszillatortenspannung an g3

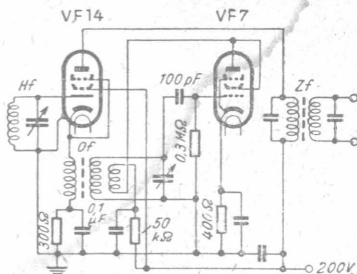
Anodenspannung	U_a	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-2,5	Volt
Oszillatortenspannung	U_{osz}	-18	Volt
Anodenstrom	I_a	2,8	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	2,4	mA
Mischsteilheit	S_c	2,2	mA/V
Innenwiderstand	R_i	150	k Ω
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	7	k Ω

Siehe Kennlinienfeld 15

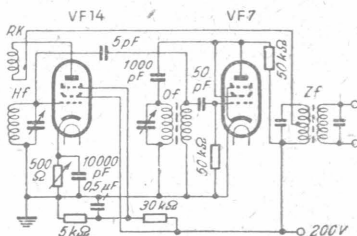
n) additive Mischverstärkung in Triodenschaltung

fremderregt; Oszillatortenspannung an g1

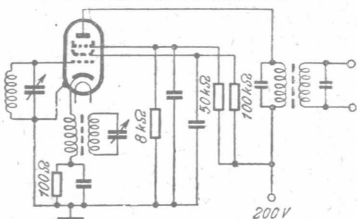
Anodenspannung	U_a ($+U_{g3}+U_{g2}$)	150	Volt
Oszillatortenspannung	U_{osz}	-7	Volt
Anodenstrom	I_a ($+I_{g3}+I_{g2}$)	8,8	mA
Mischsteilheit	S_c	2,8	mA/V
Innenwiderstand	R_i	50	k Ω
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	1000	Ω



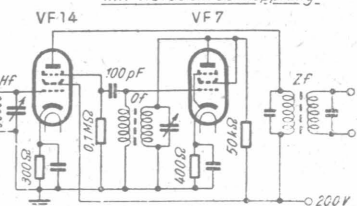
Additive Mischung, fremderregt, Oszillatortenspannung in die Katode



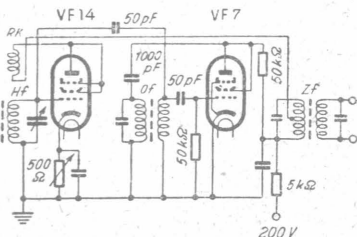
Additive Mischung, fremderregt, Oszillatortenspannung an g1



Additive Mischung, eigenerregt, mit Katodenrückkopplung



Multiplikative Mischung, fremderregt

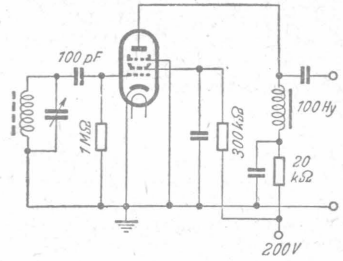


Additive Mischung in Triodenschaltung, fremderregt

o) als Audion mit Drosselkopplung

als Pentode geschaltet

Betriebsspannung	U_b	200	Volt
Selbstinduktion der Drossel	L	ca 100	Henry
Anodensieb	R_{sieb}	20	$k\Omega$
(Anodenspannung)	U_a	ca 150	Volt)
Bremsgitterspannung	U_{g3}	0	Volt
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	300	$k\Omega$
(Schirmgitterspannung)	U_{g2}	ca 100	Volt)
Anodenstrom	I_a	2,5	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,3	mA
Maximale Anodenwechselspg.	$U_{a\sim eff}$	ca 50	Volt
Detektorverstärkung	V	ca 160	fach



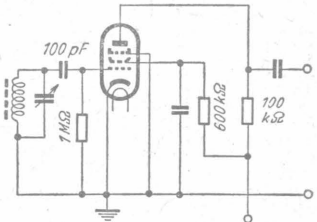
Audion mit Drosselkopplung

p) als Audion mit RC-Kopplung

als Pentode geschaltet

Betriebsspannung	U_b	200	200	Volt
Anodenwiderstand	R_a	100	30	$k\Omega$
(Anodenspannung)	U_a	60	-	Volt)
Bremsgitterspannung	U_{g3}	0	20	Volt
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	600	200	$k\Omega$
(Schirmgitterspannung)	U_{g2}	50	35	Volt)
Anodenstrom	I_a	1,4	5,2	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,5	0,8	mA
Maximale Anodenwechselspg.	$U_{a\sim eff}$	ca 11	17	Volt
Detektorverstärkung	V	ca 22	22	fach

Siehe Kennlinienfeld 13.

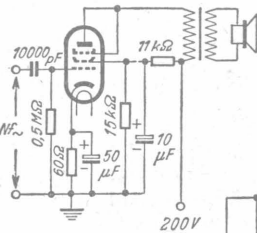


Audion mit RC-Kopplung

q) als Endtetrode

Bremsgitter an Anode

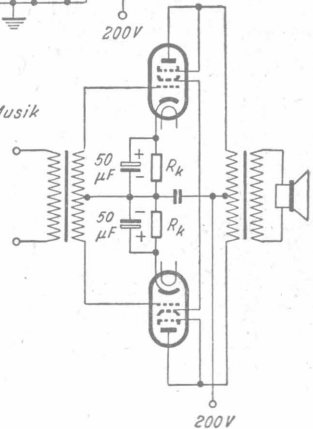
Anodenspannung	$U_a (+U_{g3})$	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-1,5	Volt
Katodenwiderstand	R_k	60	Ω
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3})$	22	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	2,5	mA
Außenwiderstand	R_a	10	$k\Omega$
Maximale Sprechleistung bei $K = 10\%$	$N_{a\sim}$	1,8	Watt



r) als Endtetrode in Gegentakt-AB-Schaltung

Messung mit Zweitmethode Für Aussteuerung mit Sprache und Musik

Anodenspannung	$U_a (+U_{g3})$	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	200	Volt
(Gittervorspannung)	U_{g1}	-5	Volt)
Katodenwiderstand	R_k	2×250	Ω
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3})$	2×17	mA
Anodenstrom bei voller Aussteuerung	I_{ad}	2×20	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	$2 \times 2,5$	mA
Schirmgitterstrom bei voller Aussteuerung	I_{g2d}	2×4	mA
Außenwiderstand von Anode zu Anode	R_{aa}	14	$k\Omega$
Gitterwechselspannung von Gitter zu Gitter	$U_{gg\sim eff}$	6	Volt
Maximale Vergleichsleistung bei Aussteuerung bis zum Gitterstrom-Einsatzpunkt hierbei Verzerrungsmaß	$N_{V\sim}$	5,1	Watt
	K_V	< 3	%



VF 14

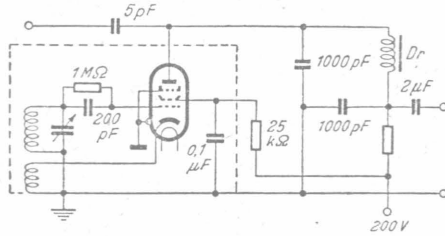
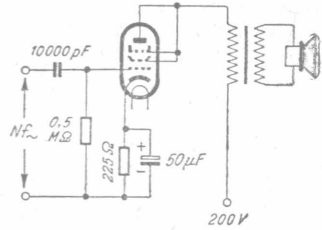
Betriebswerte (Fortsetzung):

Sj als Endtriode

Schirmgitter und Bremsgitter mit Anode verbunden

Anodenspannung	$U_a (+U_{g3} + U_{g2})$	200	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-4,5	Volt
Katodenwiderstand	R_k	225	Ω
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3} + I_{g2})$	20	mA
Außenwiderstand	R_a	5	k Ω
Maximale Sprechleistung bei $K = 5\%$	$N_{a\sim}$	1	Watt

Siehe Kennlinienfeld 8.



Die VF 14 in Eco-Schaltung

Grenzwerte:

Anodenspannung	$U_{a\max}$	300	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL\max}$	550	Volt
Bremsgitterspannung	$U_{g3\max}$	300	Volt
Bremsgitterkaltspannung	$U_{g3L\max}$	550	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2\max}$	200	Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L\max}$	550	Volt
Anodenverlustleistung	$Q_a\max$	5	Watt
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2\max}$	0,7	Watt
Katodenstrom	$I_k\max$	30	mA
Gitterableitwiderstand $Q_a \geq 2$ Watt	$R_{g1\max}$	0,5	M Ω
Gitterableitwiderstand $Q_a < 2$ Watt	$R_{g1\max}$	1	M Ω
Bremsgitterableitwiderstand	$R_{g3\max}$	0,1	M Ω
Gitterstrom bei $U_{g1} = -1,3$ Volt	I_{ge}	$\leq 0,3$	μ A
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k\max}$	100	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden und Schicht	$R_{f/k\max}$	20	k Ω

Die VF 14 darf nur mit automatischer Gittervorspannung betrieben werden.

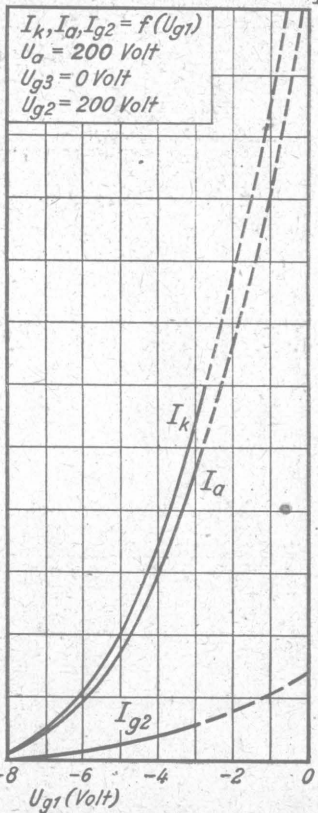
Innere Röhrenkapazitäten:

		als Pentode	als Tetrode (g3 ana)	als Triode (g3+g2 ana)	
Eingang	$c_e (c_{g/k})$	9,5	9,5	4,6	pF
Ausgang	$c_a (c_{g/a})$	8,2	10	0,85	pF
Gitter1 - Anode	$c_{g1/a}$	$< 0,01$	$< 0,15$	2,8	pF
Raumladungskapazität	c_R	$ca 3 \cdot \frac{S}{\sqrt{U_{g2}}}$	—	—	pF

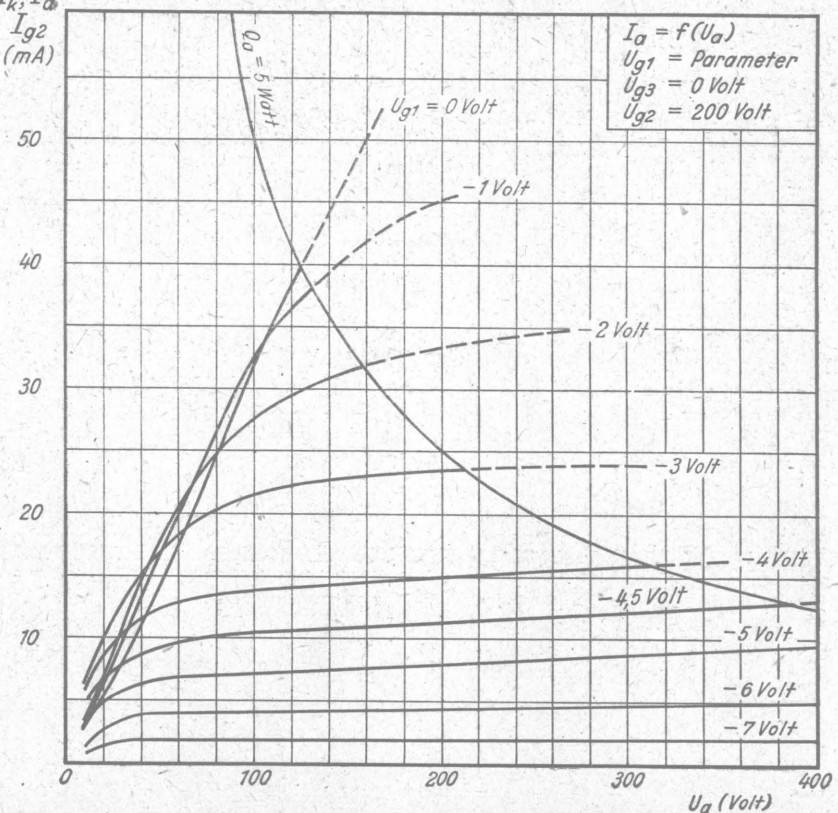
Fritz Künze

Pentodenschaltung (Bremsgitter an Katode)

Kennlinienfeld 1

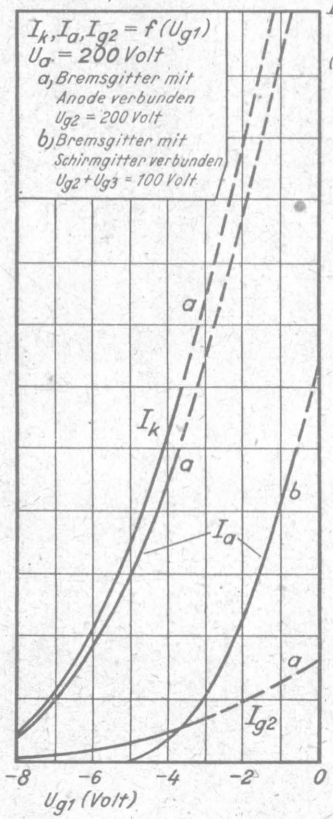


Kennlinienfeld 2

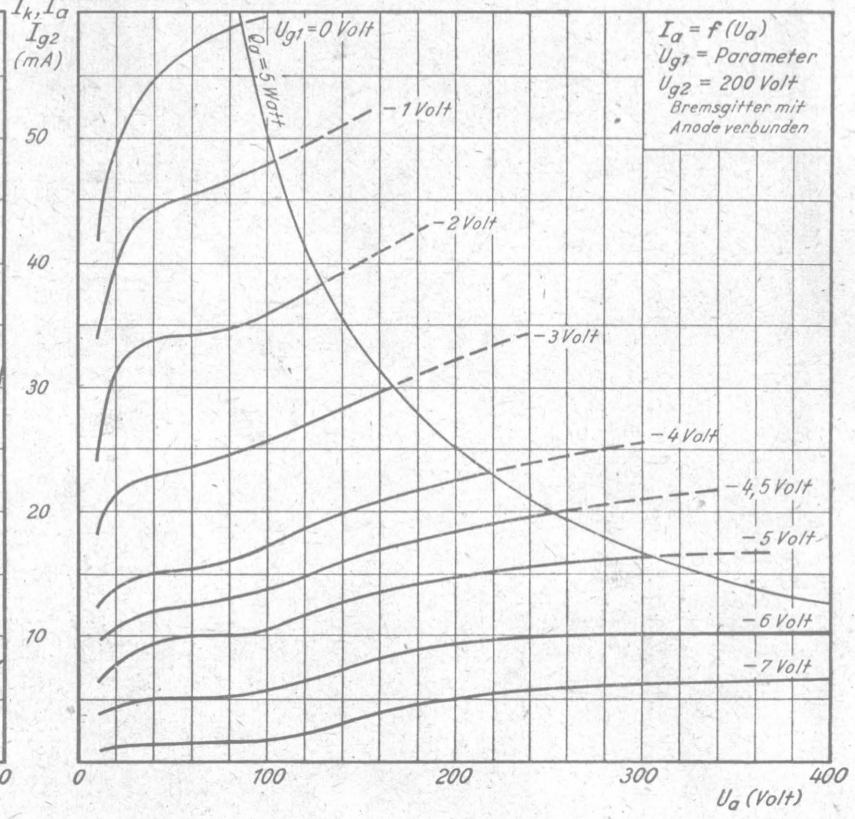


Tetrodenschaltung

Kennlinienfeld 3

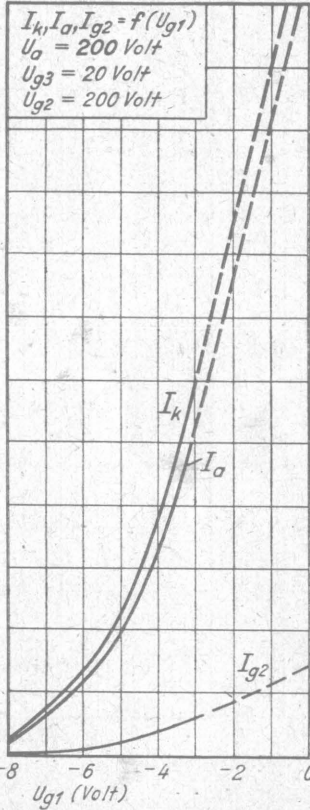


Kennlinienfeld 4

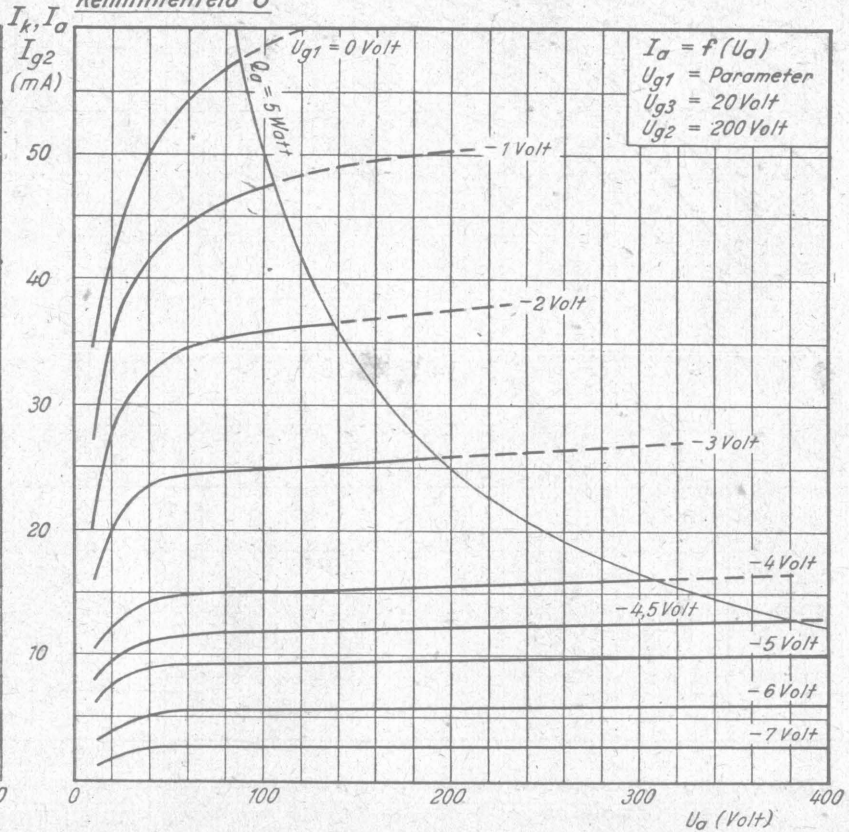


Pentodenschaltung ($U_{g3} = +20 \text{ Volt}$)

Kennlinienfeld 5



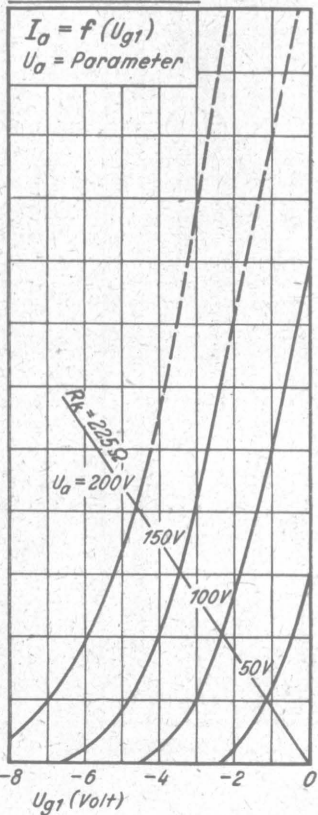
Kennlinienfeld 6



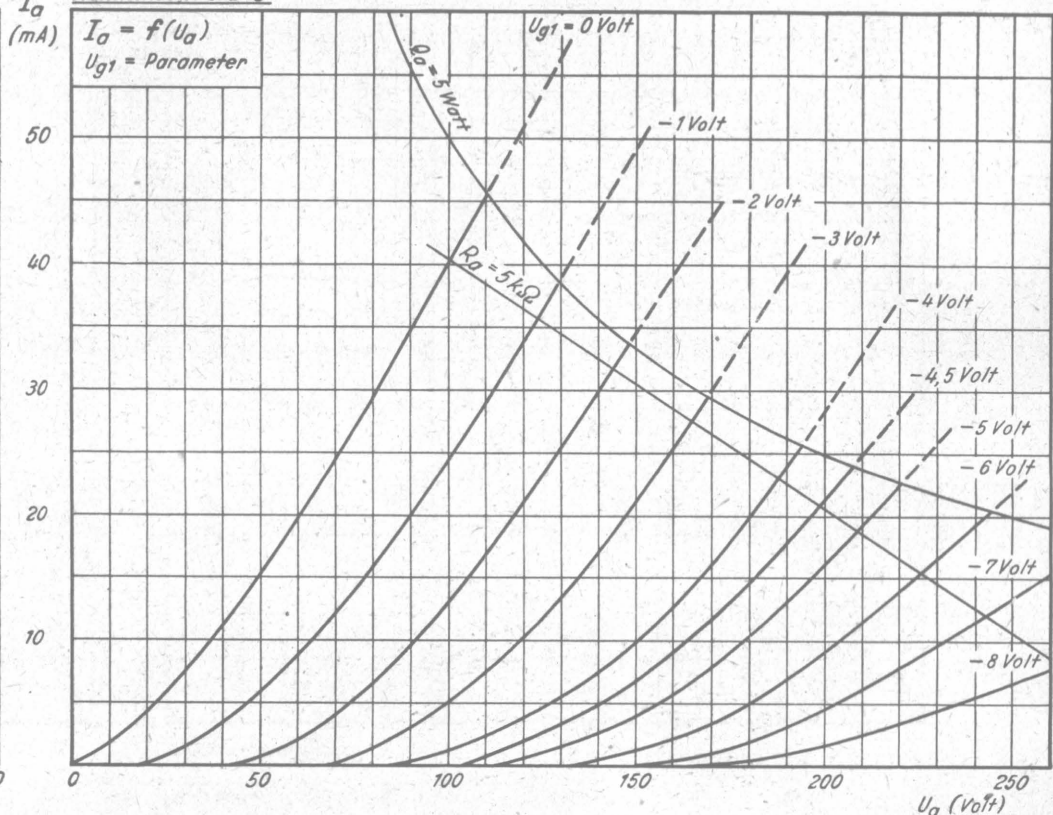
Triodenschaltung (Bremsgitter, Schirmgitter und Anode miteinander verbunden)

Kennlinien der Triodenschaltung: Bremsgitter mit Schirmgitter verbunden siehe Kennlinienfeld 3

Kennlinienfeld 7

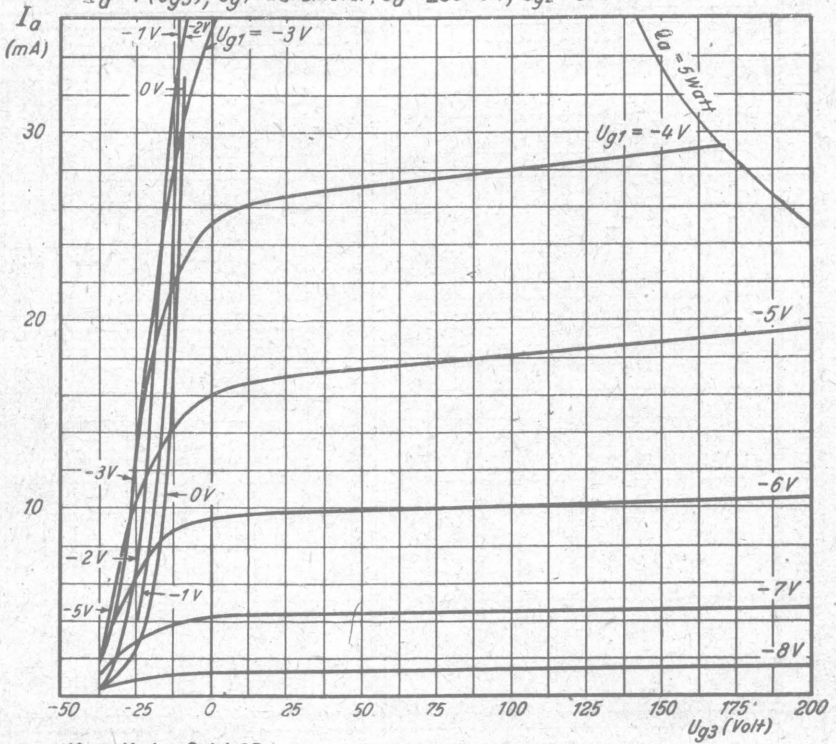


Kennlinienfeld 8



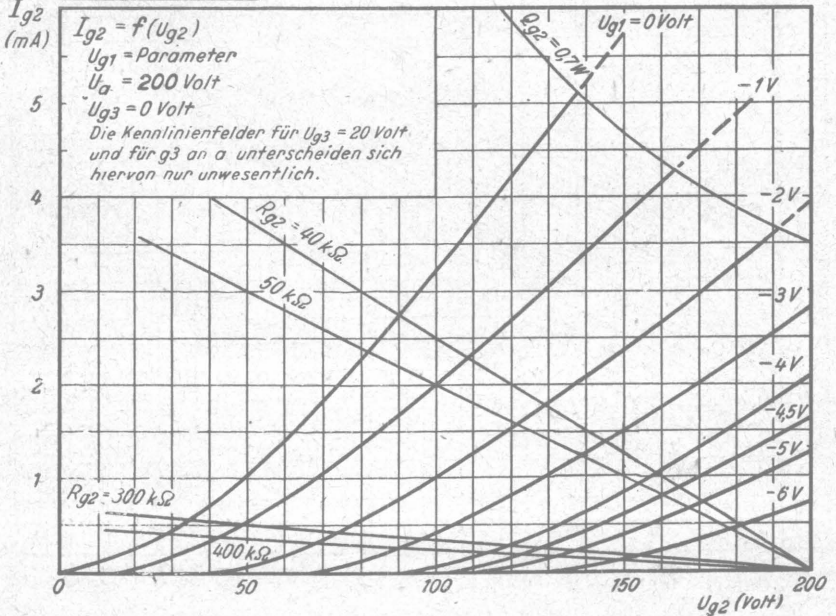
Kennlinienfeld 9

$I_a = f(U_{g3}); U_{g1} = \text{Parameter}, U_a = 200 \text{ Volt}, U_{g2} = 200 \text{ Volt}$

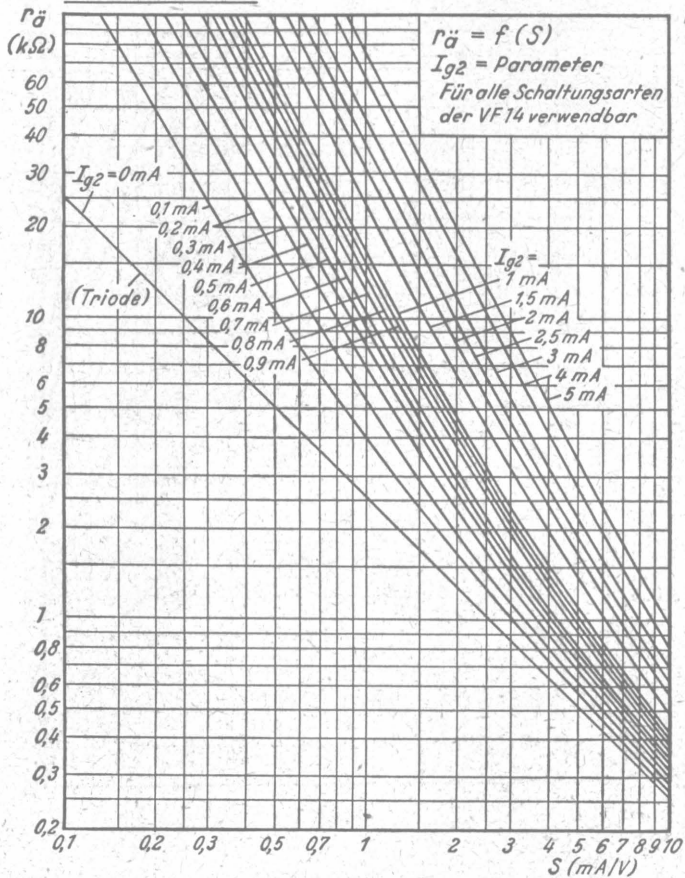


Kennlinienfeld 10

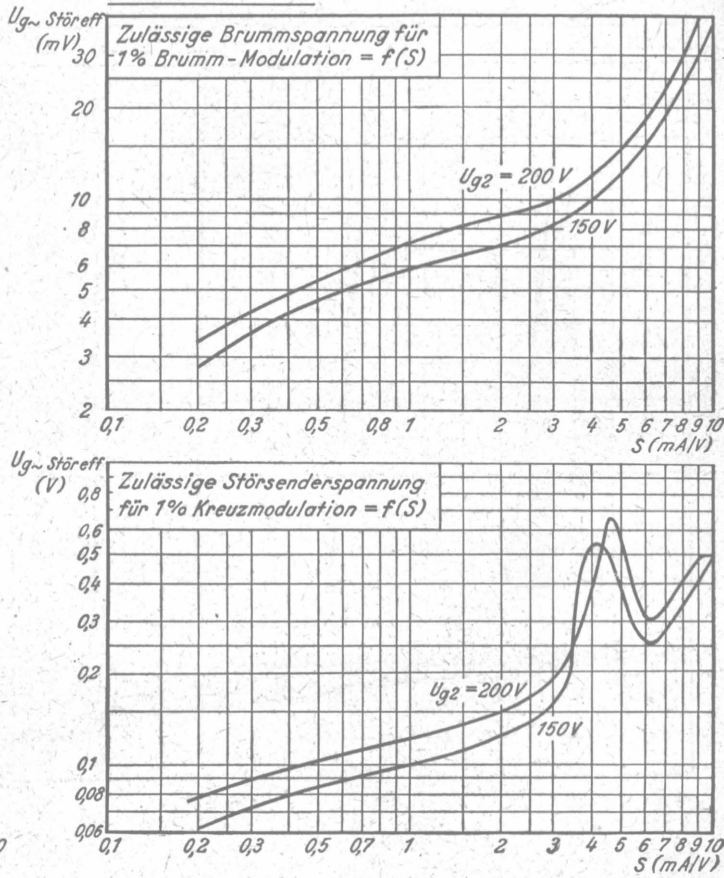
$I_{g2} = f(U_{g2})$
 $U_{g1} = \text{Parameter}$
 $U_a = 200 \text{ Volt}$
 $U_{g3} = 0 \text{ Volt}$
 Die Kennlinienfelder für $U_{g3} = 20 \text{ Volt}$
 und für $g3$ an a unterscheiden sich
 hiervon nur unwesentlich.



Kennlinienfeld 11



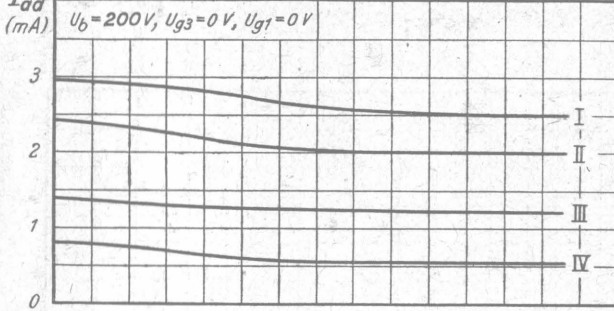
Kennlinienfeld 12



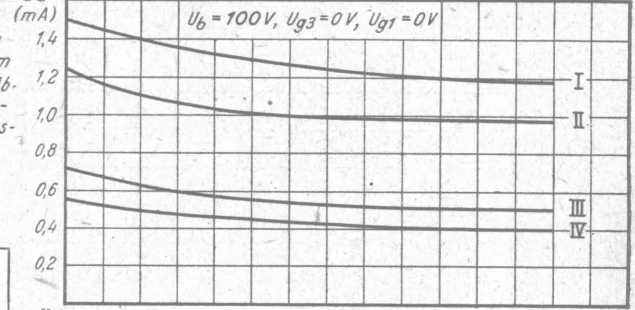
Die VF14 als Audion mit RC-Kopplung

$I_{ad}, U_{aNeff} = f(U_{g1Hfeff}), 30\% \text{ moduliert}, R_a \text{ mit opt. } R_{g2} = \text{Parameter}$

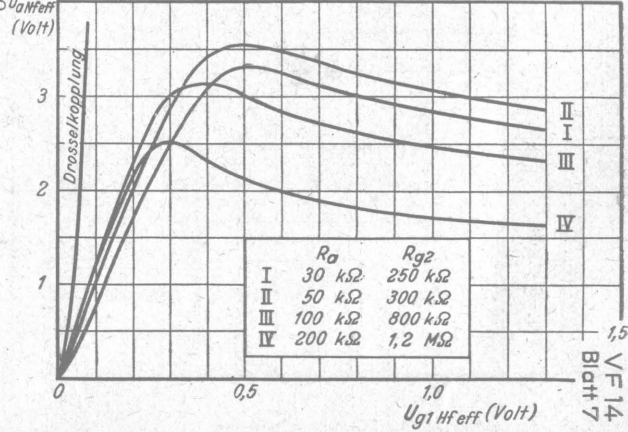
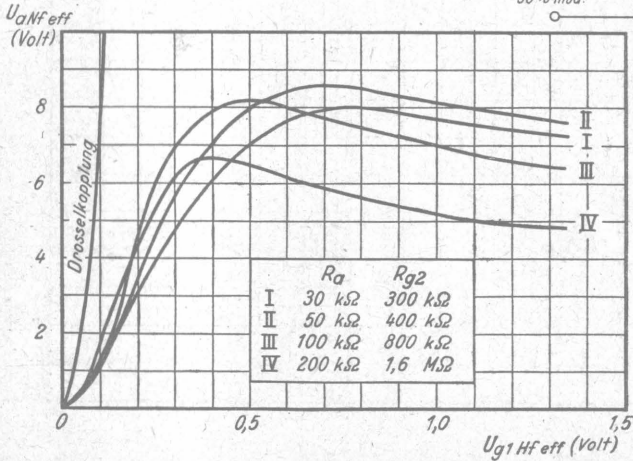
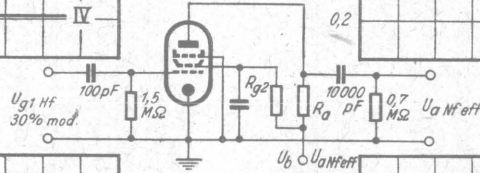
Kennlinienfeld 13



Kennlinienfeld 14



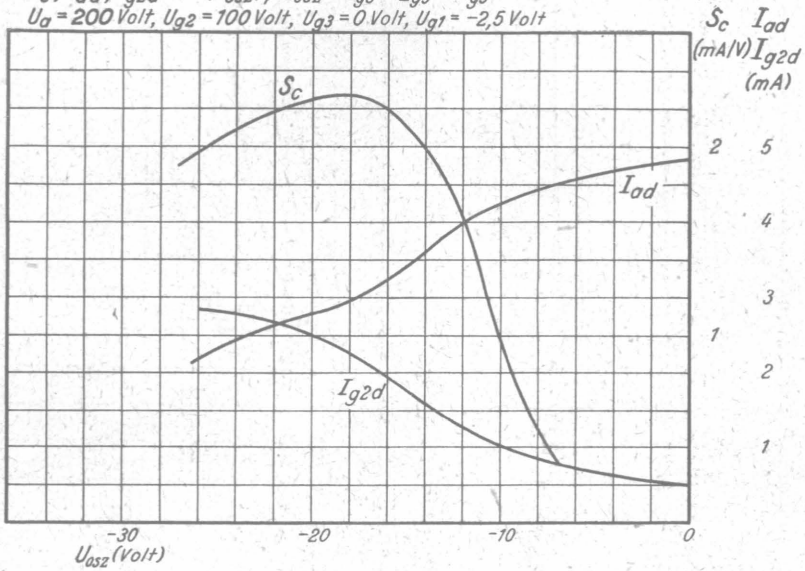
I_{ad} = dynamischer Anodenstrom (kennzeichnet das Absinken des Anodenstroms mit der Aussteuerung)



- Multiplikative MischungKennlinienfeld 15

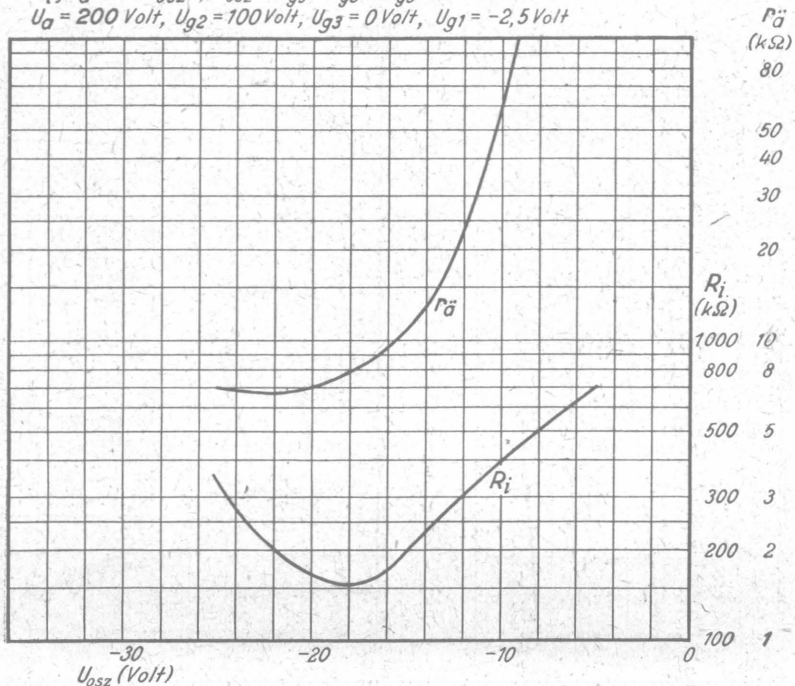
$$S_c, I_{ad}, I_{g2d} = f(U_{osz}); U_{osz} = U_{g3} = I_{g3} \times R_{g3}$$

$$U_a = 200 \text{ Volt}; U_{g2} = 100 \text{ Volt}; U_{g3} = 0 \text{ Volt}; U_{g1} = -2,5 \text{ Volt}$$

Kennlinienfeld 16

$$R_i, r_{\ddot{a}} = f(U_{osz}); U_{osz} = U_{g3} = I_{g3} \times R_{g3}$$

$$U_a = 200 \text{ Volt}; U_{g2} = 100 \text{ Volt}; U_{g3} = 0 \text{ Volt}; U_{g1} = -2,5 \text{ Volt}$$



Schirmgitterströme

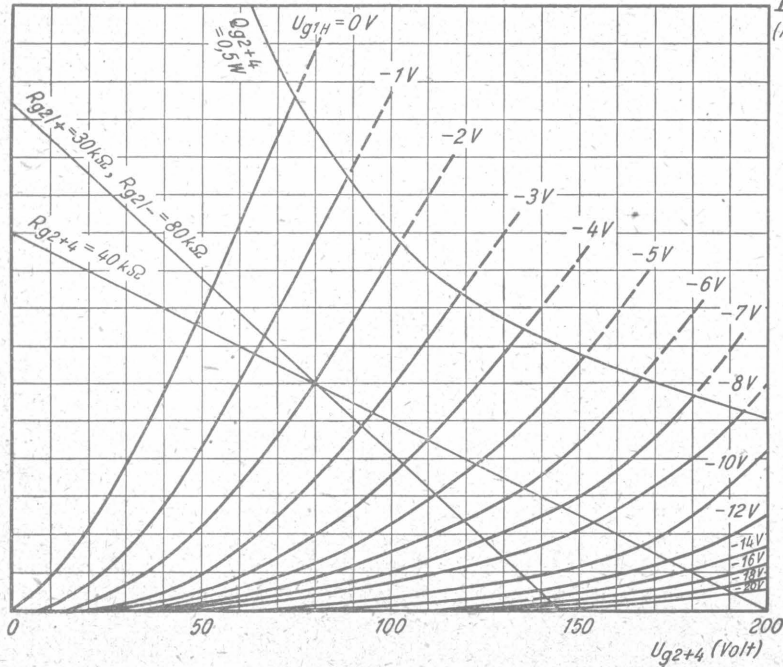
Kennlinienfeld 1

$$I_{g2+4} = f(U_{g2+4})$$

$U_{g1H} = \text{Parameter}$

$U_b = 200 \text{ Volt}$

$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -8 \text{ Volt}$$



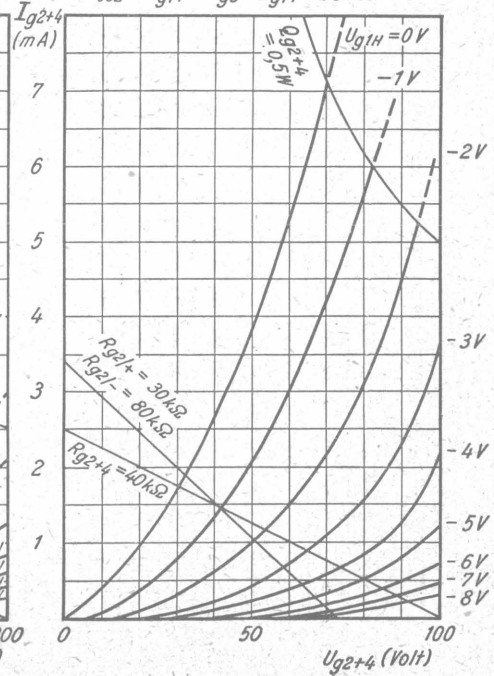
Kennlinienfeld 2

$$I_{g2+4} = f(U_{g2+4})$$

$U_{g1H} = \text{Parameter}$

$U_b = 100 \text{ Volt}$

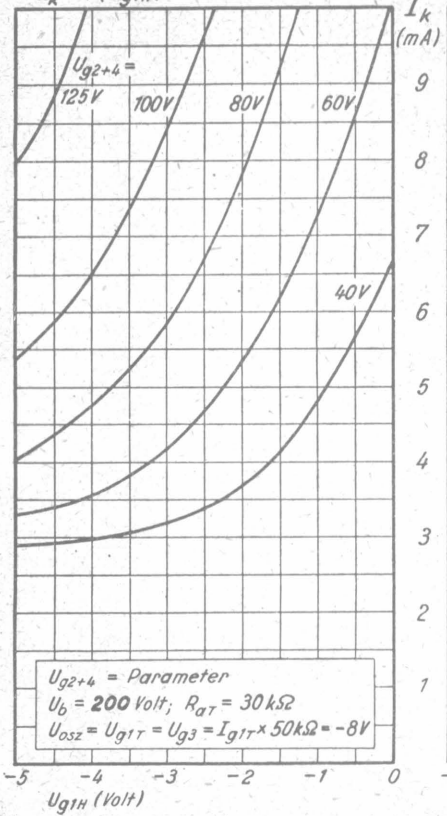
$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -5 \text{ Volt}$$



Katodenströme

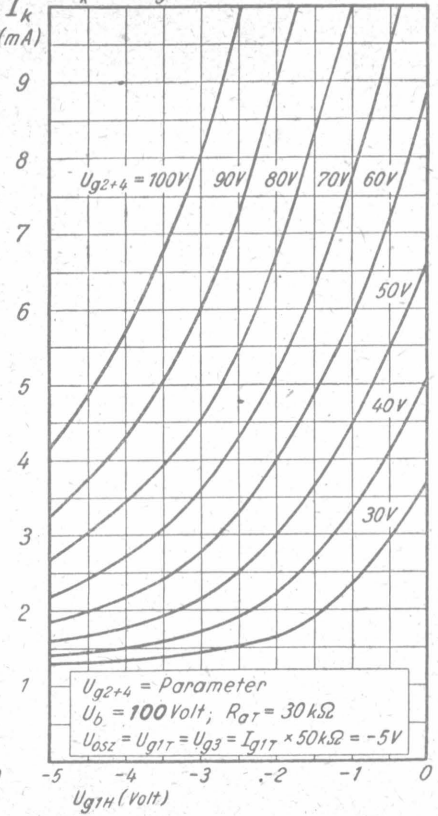
Kennlinienfeld 3

$I_k = f(U_{g1H})$



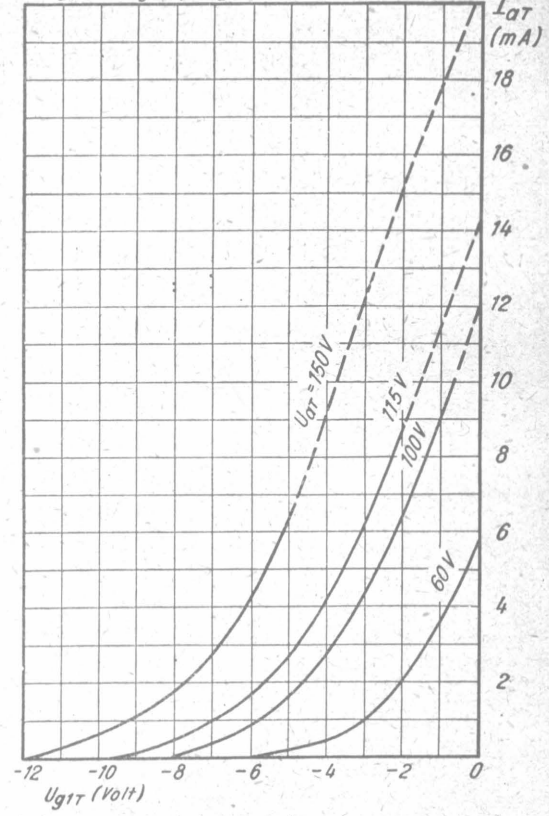
Kennlinienfeld 4

$I_k = f(U_{g1H})$

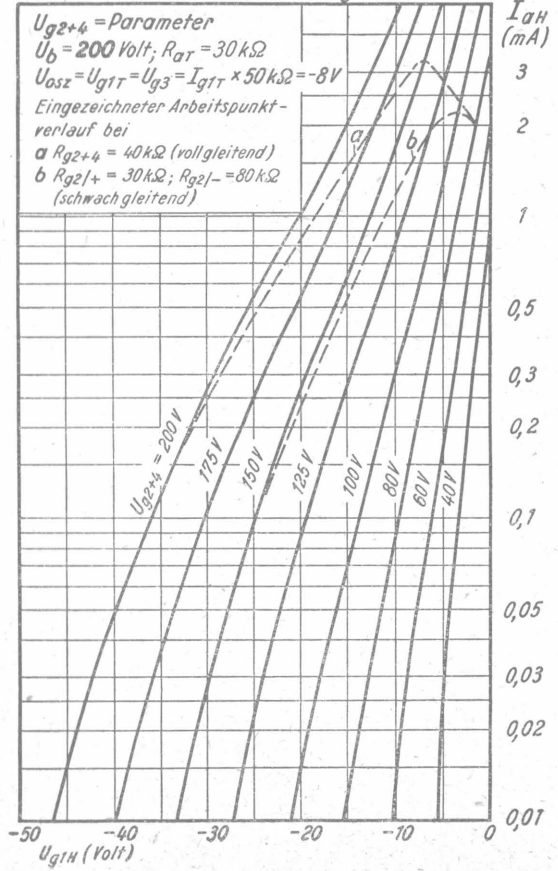


Kennlinienfeld 5

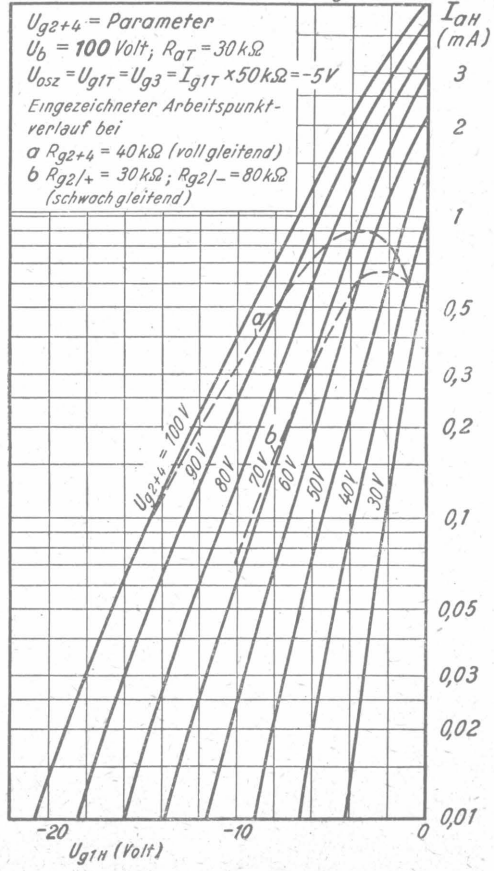
$I_{aT} = f(U_{g1T}); U_{aT} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 6 $I_{aH} = f(U_{g1H})$ Anodenströme

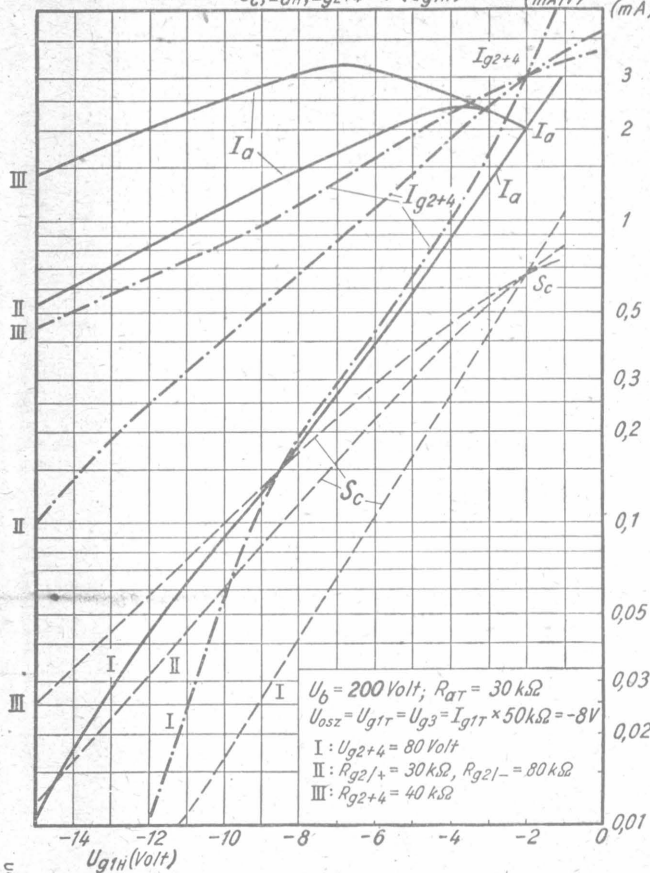


Kennlinienfeld 7 $I_{aH} = f(U_{g1H})$



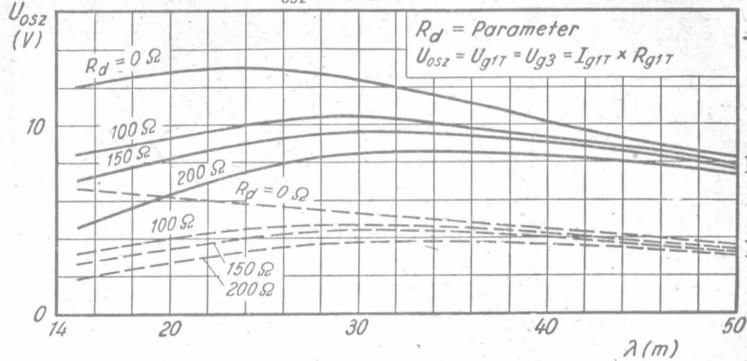
Kennlinienfeld 8

$$S_c, I_{aH}, I_{g2+4} = f(U_{g1H})$$



Kennlinienfeld 9

$$U_{osz} = f(\lambda)$$



Zur Konstanthaltung der Schwingamplitude im Kurzwellengebiet ist eine zusätzliche Dämpfung „ R_d “ zweckmäßig. Das Kennlinienfeld zeigt die Abhängigkeit der Schwingamplitude von der Wellenlänge und von der Größe dieses Dämpfungswiderstandes. Es ist bei I: $U_b = 200$ Volt, bei II: $U_b = 100$ Volt.

Meßschaltung

