



# Röhren-Dokumente

## Zweiweg-Hochvakuum - Netzgleichrichterröhre

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik 2 Blätter

Blatt 1

# AZ 11

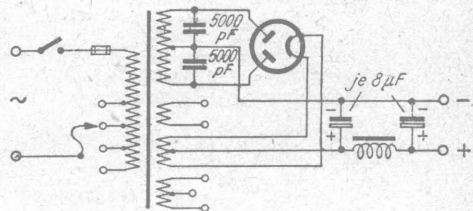
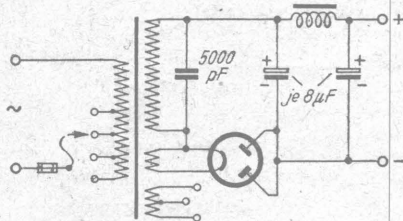
**AZ 1**  
**AZ 21 (PhV)**  
**AZ 31 (PhV)**  
**AZ 41 (Ph)**  
**RGN 1064 (Tel)**  
**G 1064 (V)**  
**1805 (Ph)**

### 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)

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 $\mu F$ (AZ 7, AZ 1, AZ 21, AZ 31, AZ 41)				
Transformatorspannung, Effektivwert entnehmbaren Gleichstrom	$U_{tr\ eff\ max}$	2 x 500 Volt				
Gleichrichterbelastung ( $U_{tr\ eff} \times I_{max}$ )	$I_{max}$	120 mA				
	$N_{gl\ max}$	<table border="1"> <tr> <td>ältere Daten</td> <td>neue Daten</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>36</td> </tr> </table> Watt	ältere Daten	neue Daten	30	36
ältere Daten	neue Daten					
30	36					

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

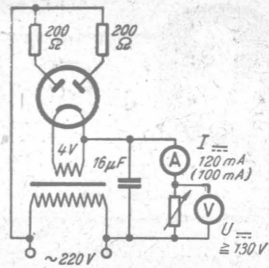
Bei einer Transformatorspannung ( $U_{tr\ eff}$ ) von ... Volt	beträgt der maximal entnehmbare Gleichstrom ( $I_{max}$ ) ... mA	
	ältere Daten	neue Daten
2 x 500	60	70
2 x 400	75	90
2 x 350	85	100
2 x 300	100	120
< 2 x 300	100	120

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



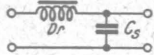
Faustformeln für die Berechnung der Brummspannung

Siebuingsgrößen: 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  $\mu F$ ,  $U_{br}$  in Volt)

Am Siebkondensator beträgt die Brummspannung ungefähr

bei L-C-Siebkette:

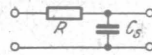


bei Einweggleichrichtung  
 $U_{br}' = \frac{10,24}{L C_S} \cdot U_{br}$

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

( $R$  in  $\Omega$ ,  $L$  in H,  $I$  in mA,  $C_S$  in  $\mu F$ ,  $U_{br}'$  in Volt)

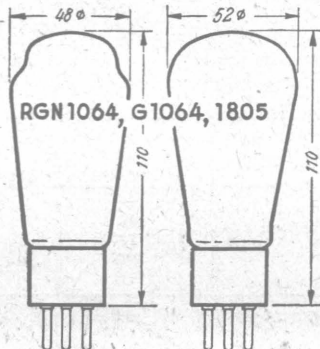
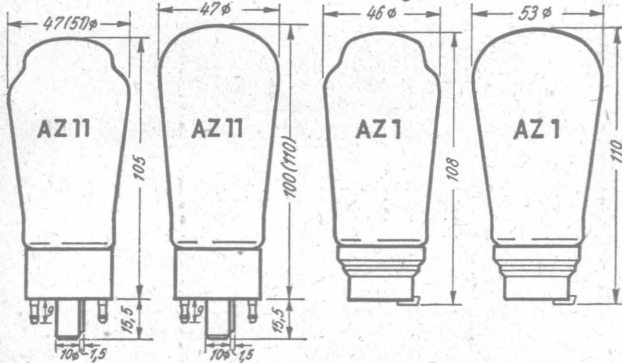
bei R-C-Siebkette



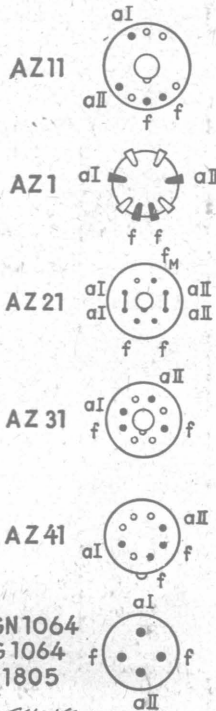
bei Einweggleichrichtung  
 $U_{br}' = \frac{3200}{R C_S} \cdot U_{br}$

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

**Kolbenabmessungen**



**Sockel von unten gesehen**



Fritz Künze

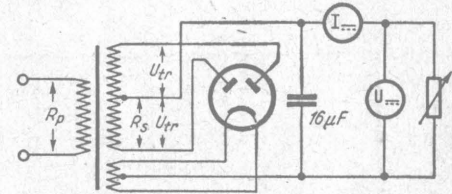
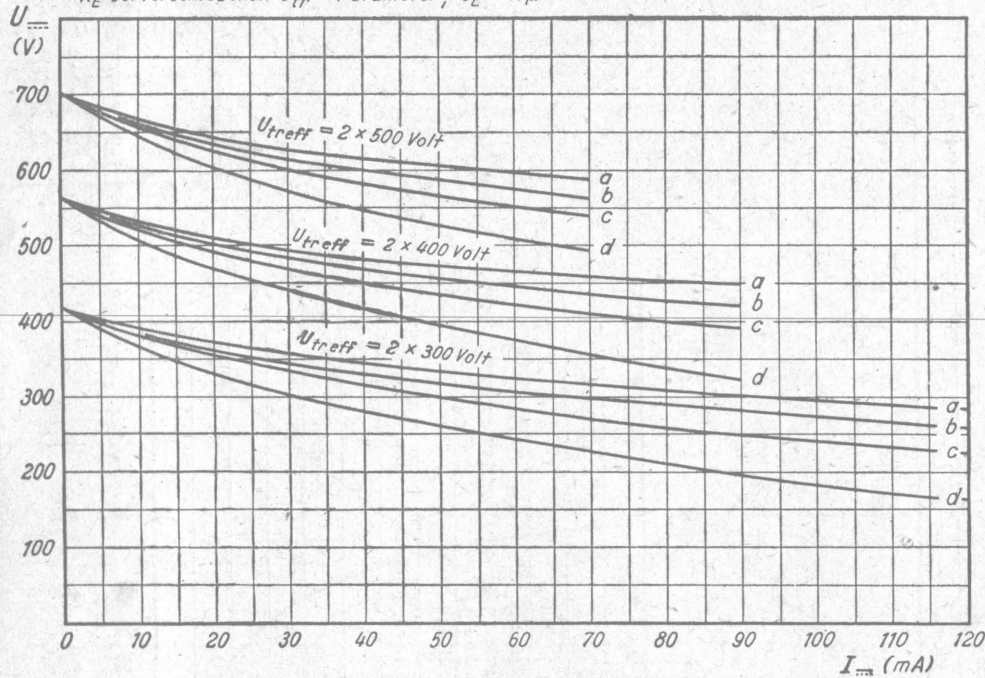
AZ 11/14

### Kennlinienfeld 1

### Entladekurven

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

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



Meßschaltbild für Entladekurven

Bei den Entladekurven ist

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

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

$R_S$  = ohmscher Widerstand der halben Sekundärwicklung,

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

$R_z$  = eventueller Zusatzwiderstand.)

Es ist  $R_E$  bei a = 100  $\Omega$

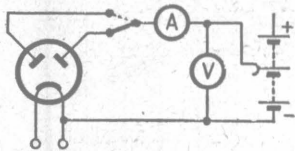
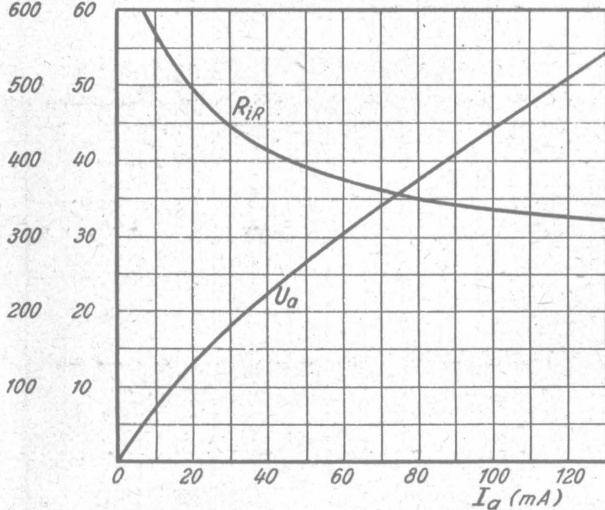
bei b = 200  $\Omega$

bei c = 400  $\Omega$

bei d = 800  $\Omega$

## Kennlinienfeld 2 Innenwiderstandskurven

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



Meßschaltbild für Innenwiderstandskurven

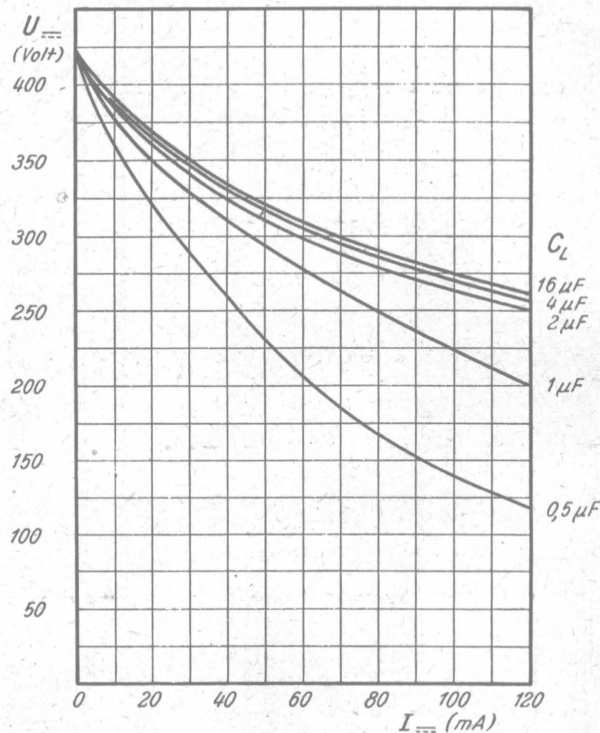
Der Innenwiderstand  $R_{iR}$  kann nicht einfach aus  $U_a : I_a$  errechnet werden, wie vielfach angenommen wird. Er hängt vielmehr von  $\hat{I}$  sowie dem jeweiligen Spitzenstrom  $\hat{I}$  ab. Nach Philips kann man als Faustformel für die Berechnung des Innenwiderstandes setzen:

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

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

$U_{\infty} = f(I_{\infty})$  verschiedenem  $C_L$   
 $C_L =$  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:

*Bandkathode mit aufgespritzter Oxydschicht.*

*Direkt geheizt.*

Heizspannung

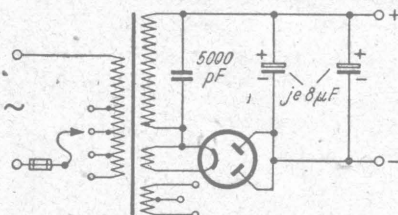
$U_f$  4 Volt~, dir

Heizstrom

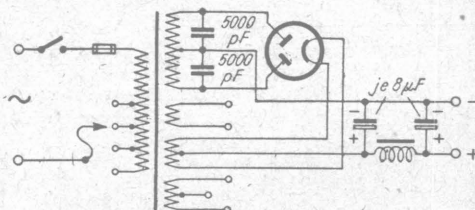
$I_f$  2,2 A (AZ 12, AZ 4)  
2 A (RGN 2004, G 2004, 1561)

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  $5000 \text{ pF}$  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  $\mu\text{F}$  (AZ12, AZ4)  
32  $\mu\text{F}$  (RGN 2004, G 2004, 1561)

Transformatorspannung, Effektivwert<sup>1)</sup>  
entnehmbarer Gleichstrom  
Gleichrichterbelastung<sup>1)</sup>

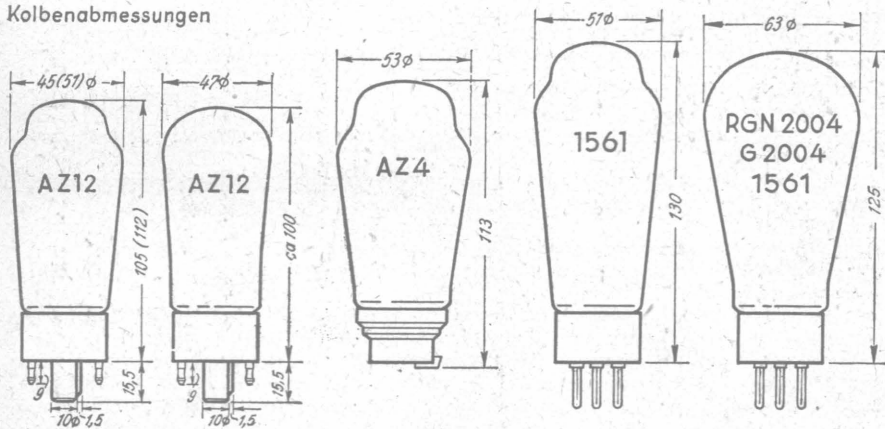
$U_{tr \text{ eff max}}$  2 x 500 Volt  
 $I_{\text{--- max}}$  200 mA  
 $N_{gl \text{ max}}$  60 Watt

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

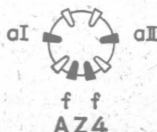
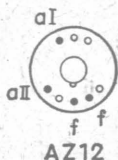
Bei einer Transformatorspannung ( $U_{tr \text{ eff}}$ ) von ... Volt	beträgt der maximal entnehmbare Gleichstrom ( $I_{\text{---}}$ ) ... mA
2 x 500	120
2 x 400	150
2 x 350	160
2 x 300	200
< 2 x 300	200

<sup>1)</sup> 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  $Q_a$  ca 0,8 ( $U_{tr} - U_{\text{---}}$ )  $\times I_{\text{---}}$ . Die Sperrspannung beträgt bei Zweiweggleichrichtung  $U_{\text{sperr}} = U_{tr} + U_{\text{---}} = 2,8 \times U_{tr \text{ eff}}$

**Kolbenabmessungen**



**Sockel von unten gesehen**



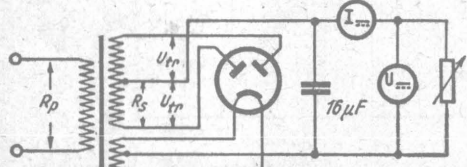
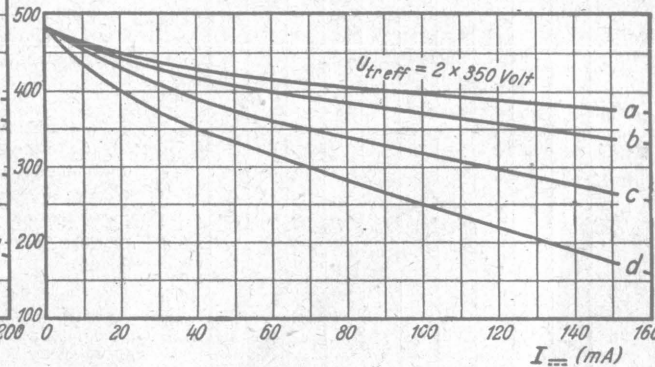
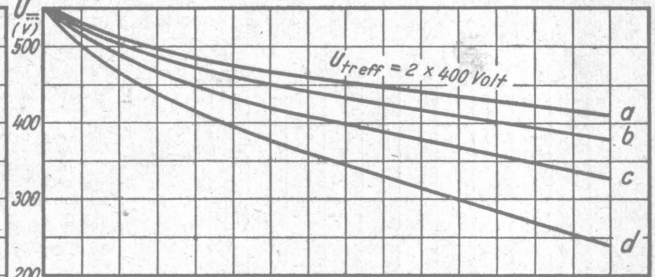
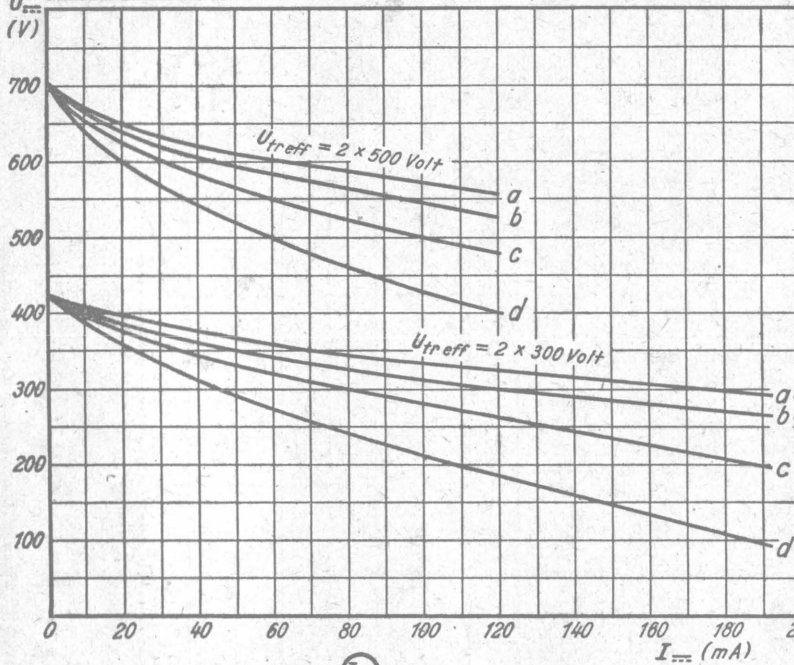
*Fritz Künzle*

## 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

$U_{\text{tr}}$  die effektive Leerlaufspannung der Anodenspannungswicklung des Netztransformators,  
 $R_E$  der Ersatzwiderstand des Netztransformators

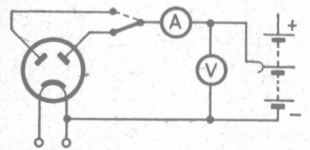
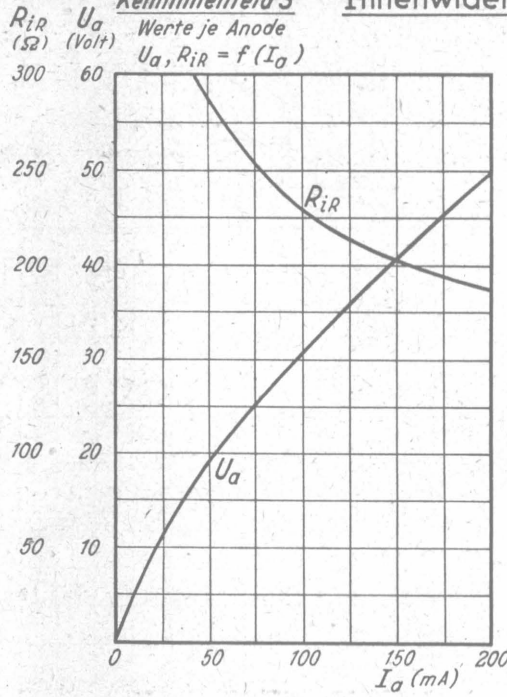
Es ist  $R_E = R_s + \frac{1}{u^2} R_p (+R_z)$

( $R_s$  = ohmscher Widerstand der halben Sekundärwicklung,  
 $R_p$  = ohmscher Widerstand der Primärwicklung,

$\frac{1}{u}$  = Verhältnis der halben Sekundärwicklung zur Primärwicklung,  
 $R_z$  = eventueller Zusatzwiderstand.)

- Es ist  $R_E$  bei
- a = 100  $\Omega$
  - b = 200  $\Omega$
  - c = 400  $\Omega$
  - d = 800  $\Omega$

**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:

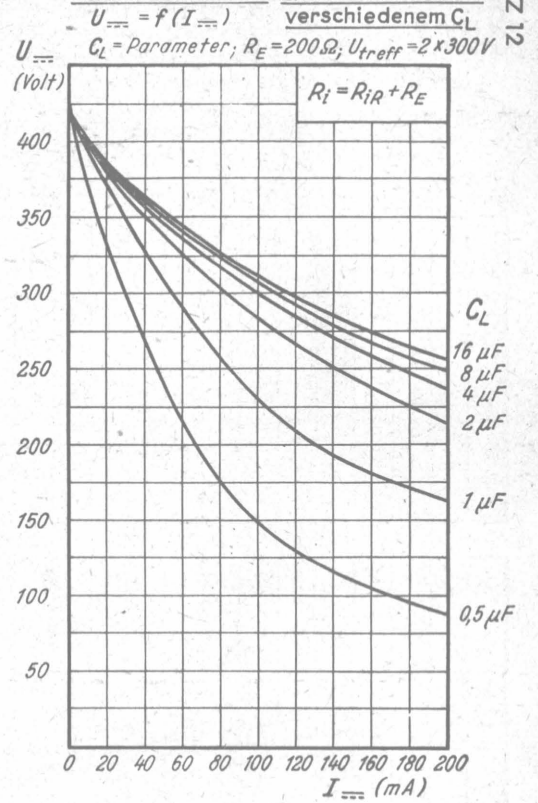
$$R_{iR} = 0,75 \frac{U_a}{I_a}$$

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

# EB 11

Duodiode mit zwei getrennten Katoden

1 Blatt

FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

### Allgemeines:

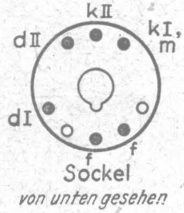
Stahlröhre. Stahlmantel und Abschirmung mit kI im Innern der Röhre verbunden. Beide Systeme gegeneinander abgeschirmt.

### Heizung:

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

### Betriebswerte:

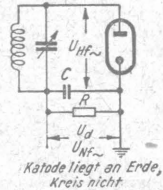
Siehe auch die Kennlinienfelder 1 und 2.  
Für Empfangsleichrichtung verwende man dI,  
für Regelspannungserzeugung dII.



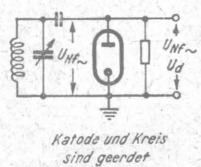
Wenn $U_{HF\sim}$ V	ist Dämpfungswiderstand $R_d$ bei Reihenschaltung	Parallelschaltung
$< 0,1$	$\frac{0,1}{I_d}$	$\frac{0,1}{I_d}$
$0,1 \dots 10$	$\frac{R}{2} \cdot \frac{U_{HF\sim} \cdot 1,4}{U_{\sim}}$	$\frac{R}{3} \cdot \frac{U_{HF\sim} \cdot 1,4}{U_{\sim}}$
$> 10$	$\frac{R}{2}$	$\frac{R}{3}$

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

### Reihenschaltung



### Parallelschaltung



Katode liegt an Erde, Kreis nicht

Katode und Kreis sind geerdet

### Grenzwerte:

- Diodenspannung  $U_d$  max 200 Volt (Spitze)
- Diodenstrom je Diode  $I_{d,max}$  0,8 mA
- Diodenstrom - Einsätzpunkt  
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
- Spannung zwischen Faden und Schicht  $U_{f/k}$  100 Volt
- Spannung zwischen den Katoden  $U_{kI/kII}$  125 Volt
- Außenwiderstand zwisch. Faden u. Schicht  $R_{f/k}$  1 M $\Omega$

1)  $U_d = U_{HF\sim,sp} +$  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,  
 $\Delta U_{\sim}$  = erzielbare Gleichspannungsänderung,  
 $U_{HF\sim}$  = verbleibende Niederfrequenzspannung (Modulation),  
Es ist also ungefähr  $U_{HF\sim,eff} (Volt) = \frac{U_d - U_{HF\sim}}{0,7}$

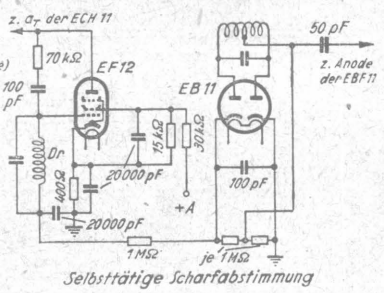
2) Die Einschaltung anderer Schaltmittel zwischen Faden und Schicht als solcher, die zur Erzeugung von Diodenvorspannung oder Regelspannung dienen, ist unzulässig. Der Widerstand der Diodenstrecke kann in die Berechnung der einzelnen Gitterableitwiderstände mit einem Wert von mindestens 100 000 Ohm angesetzt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

### Innere Röhrenkapazitäten:

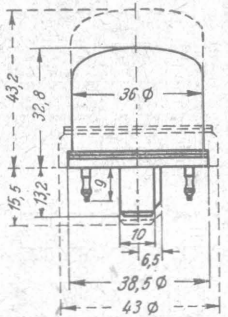
- Diode I / Katode I  $C_{dI/kI}$  3,5 pF
- Diode II / Katode II  $C_{dII/kII}$  1,0 pF
- Diode I / Diode II  $C_{dI/dII}$   $< 0,004$  pF

### Weitere Erklärungen:

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



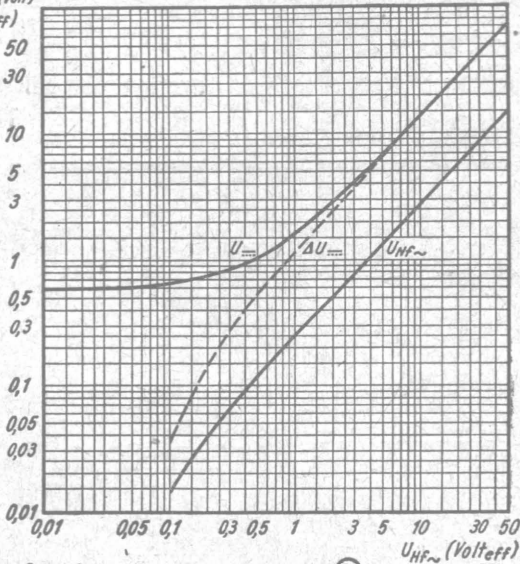
### Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung  
Ausgezogen: Neue Ausführung  
Fritz Künze

**Kennlinienfeld 1**

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

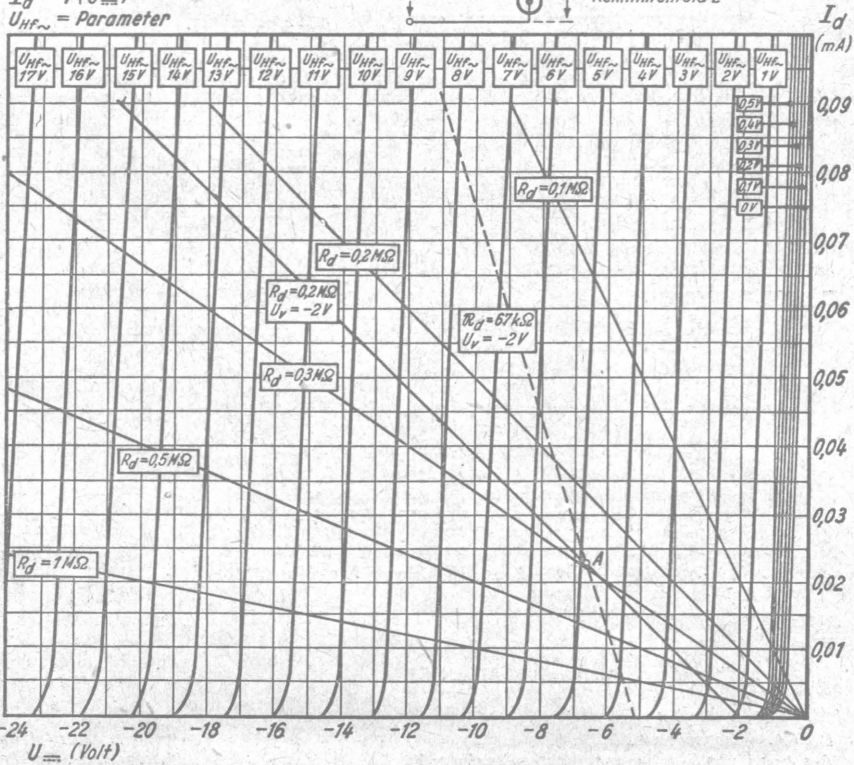
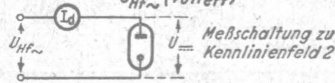


$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} = f(U_{HF\sim})$   
 $R = 0,1 \dots 1 \text{ M}\Omega$   
 $C = 100 \text{ pF}$   
 $U_{HF\sim} = f(U_{HF\sim})$   
 $m = 0,3$   
 $R = 0,5 \text{ M}\Omega$   
 $C = 100 \text{ pF}$

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  $\sim$  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 $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	1,6	1,6	1,6	k $\Omega$

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  $N_{\sim} = 50$  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 $\Omega$	k $\Omega$	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 <sup>1)</sup>  $U_{dmax}$  200 Volt (Spitze)

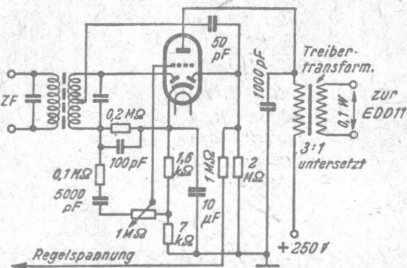
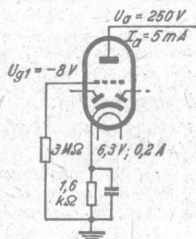
Diodenstrom je Diode  $I_{dmax}$  0,8 mA

Diodenstrom-Einsatzpunkt

max ( $I_d \approx 0,3 \mu A$ )  $U_{de}$  -0,7 Volt

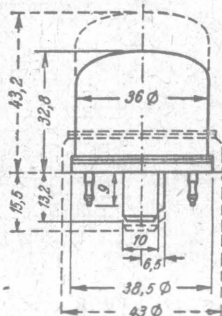
min ( $I_d \approx 0,3 \mu A$ )  $U_{de}$  -1,3 Volt

<sup>1)</sup> siehe Erklärung bei der EB 11



Die EBC11 als Treiber- oder EDD 11

### Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung  
Ausgezogen: Neue Ausführung

Grenzwerte (Fortsetzung):

2. Triodenteil:

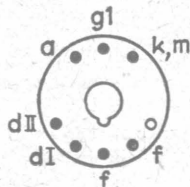
Anodenspannung	$U_a \max$	300	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \max$	550	Volt
Anodenverlustleistung	$P_a \max$	1,5	Watt
Katodenstrom	$I_k \max$	10	mA
Gitterableitwiderstand <sup>1)</sup>	$R_{g1} \max$	3	MΩ
Gitterstrom-Einsatzpunkt ( $I_{g1} \leq 0,3 \text{ mA}$ )	$U_{ge}$	-1,3	Volt

<sup>1)</sup> 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
--------------------	------------	---------	----

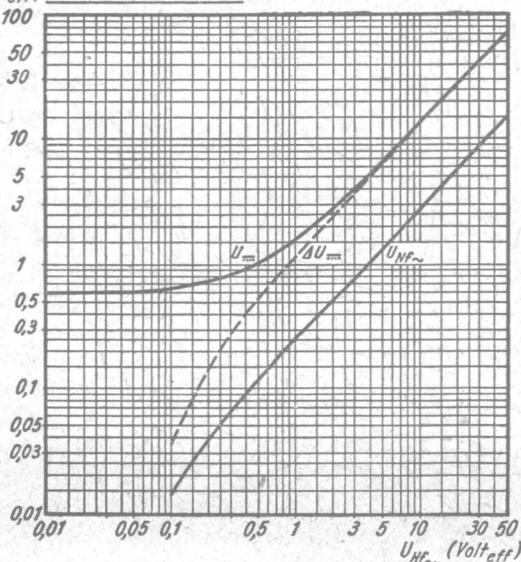
3. Kapazitäten beider Systeme gegeneinander

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 Künze

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

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



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

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

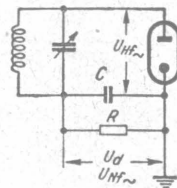
$C = 100 \text{ pF}$

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

$m = 0,3$

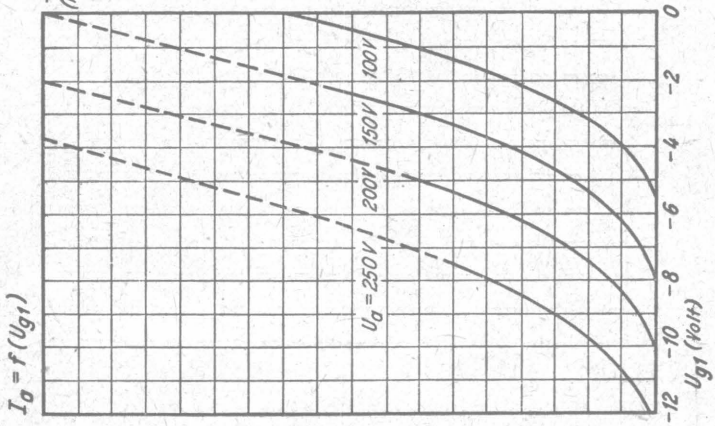
$R = 0,5 \text{ M}\Omega$

$C = 100 \text{ pF}$

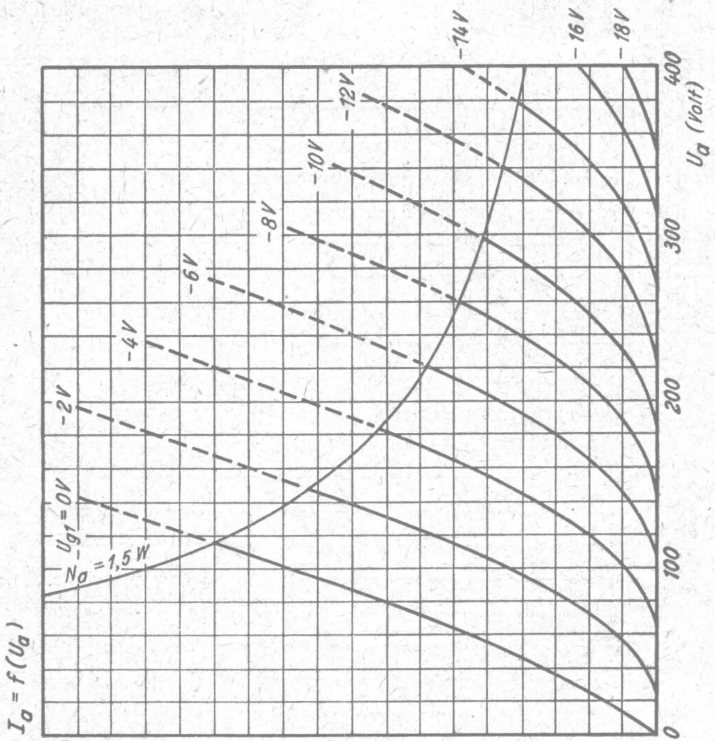


Meßschaltung

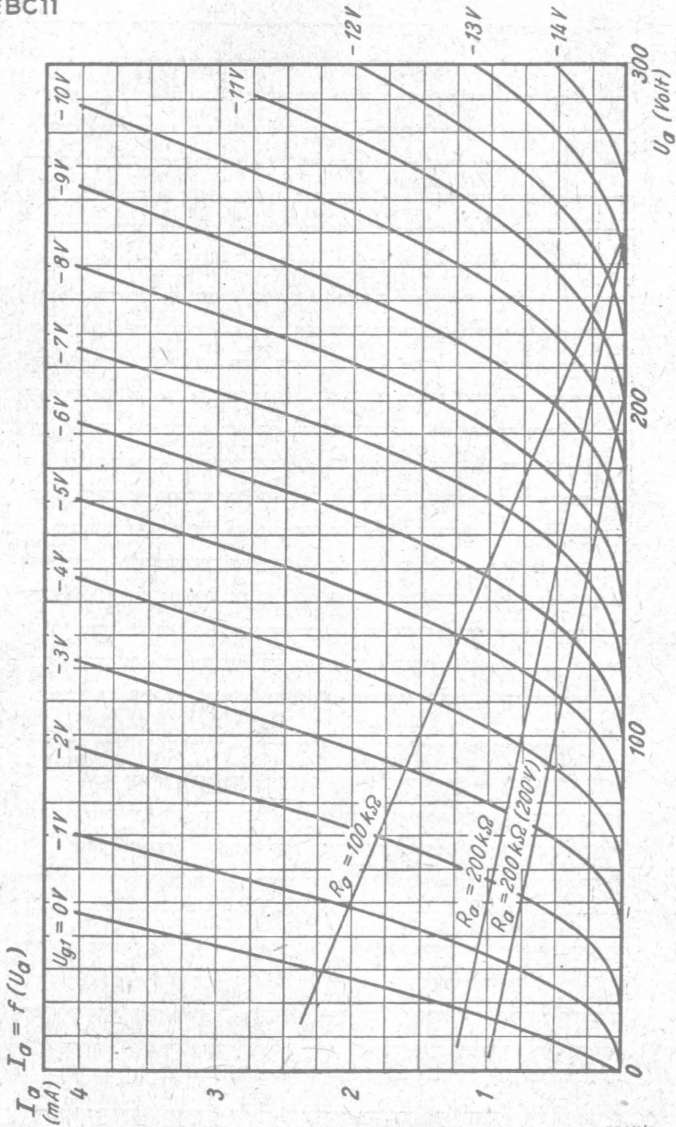
Kennlinienfeld 2



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 $\Omega$

Siehe Kennlinienfeld 6

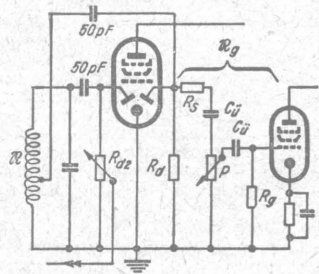
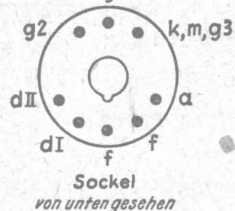
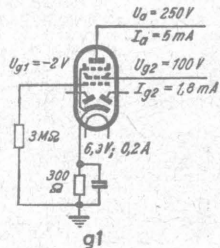
### Betriebswerte:

#### 1. der Diodenstrecken:

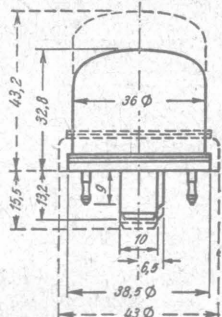
Im allgemeinen verwendet man den Pentodenteil der EBF 11 zur ZF-Verstärkung und die Diodenstrecken zur Gleichrichtung der Zwischenfrequenz und zur Regelspannungserzeugung. Zur Gleichrichtung der Zwischenfrequenz (bzw. der Hochfrequenz) nimmt man dI, zur Regelspannungserzeugung (und andere Zwecke) dZ. dZ liegt bei der Fünferreihe des Röhrensockels (von unten betrachtet) am weitesten außen, dI liegt zwischen dII und Heizfäden. Das Kennlinienfeld 2 zeigt die erzielbare Gleichspannung ( $\Delta U_m$ ), 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  $C = 50 pF$  hinter  $50 pF + R_{d2}$ . Und der Widerstand von  $25 pF$  beträgt ja bei  $f = 800 Hz$  etwa  $15 M\Omega$ . Nur bei hohen Frequenzen ist  $R_{d2}$  nicht ganz zu vernachlässigen; bei  $f = 4,5 kHz$  verringert sich  $R_{d2}$  durch  $25 pF + R_{d2}$  um ungefähr 5%, also unwesentlich. Genau so kann der Einfluß des ZF-Kreisess vernachlässigt werden, da er auch über  $C = 50 pF$  angeschlossen ist.

Ein Beispiel:  $R_g = 0,2 M\Omega$ ,  $R_3 = 0,2 M\Omega$ ,  $P = 1 M\Omega$ ,  $R_{d2} = 0,7 M\Omega$ ,  $R_{d2} = 1 M\Omega$ . Es ist  $P||R_g = 1 M\Omega || 0,7 M\Omega = 0,41 M\Omega$ , in Reihe mit  $R_3 = 0,2 M\Omega$ :  $0,6 M\Omega$  ( $C_g$  kann vernachlässigt werden).  $R_d || R_a = 0,2 M\Omega || 0,61 M\Omega = 0,15 M\Omega$ . Fehlt  $R_3$ , so ergibt sich  $0,2 M\Omega || 0,41 M\Omega = 0,133 M\Omega$ . 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  $U_{NF} = 5 V_{eff}$  bei  $m = 30\%$ . Der Arbeitspunkt A liegt bei  $U_m = -6,7 V$ . Die Niederfrequenz schwankt also um  $\pm 5 \cdot 0,3 = \pm 1,5 V$ , also von  $-3,5 \dots -0,5 V_{eff}$ . Ihre Spitzen reichen von  $-2,9 \dots -7,1 V$  ( $\approx 1,5 \cdot 1,4$ ). Der Arbeitspunkt ist gegeben durch den Schnittpunkt von  $U_{NF} = 5 V$  mit der Widerstandsgeraden



### Kolbenabmessungen

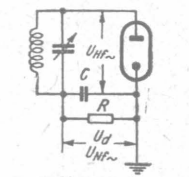


Gestrichelt: Ältere Ausführung  
Ausgezogen: Neue Ausführung

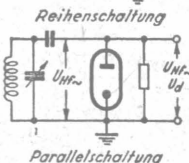
$R_d = 0,2 \text{ M}\Omega$ . Durch diesen Arbeitspunkt geht die Widerstandsgerade von  $R_d = 0,15 \text{ M}\Omega$ . Die Niederfrequenz schwankt bei  $m = 30\% \pm 5$ ,  $0,3 = \pm 1,5 \text{ V}$ . Die Trägerwelle schwankt also um  $\pm 1,5 \text{ V} = 3,5 \dots 6,5 \text{ Verr}$ . Durch  $U_{Hf} = 5 \text{ V}$  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 ( $C_{\mu} \cdot R_{M\Omega}$ ) 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,  $\Delta U_{reg}$ , 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  $-2 \text{ Volt}$ , die man als Vorspannung für das Pentodensystem gebraucht, als Verzögerungsspannung gewonnen. Bei fernem Sendern, die eine Regelspannung kleiner als  $2 \text{ Volt}$  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:  $\mathcal{R}'_d = \frac{0,7 U_{Hf} \cdot R_d}{K \cdot U_{reg}}$ .  $K$  ist eine Konstante nach Kennlinienfeld 4. Ist  $U_{Hf} > 5 \text{ V}$ , so ist  $K = 1$ . Da  $\frac{0,7 \cdot U_{Hf}}{U_{reg}} = 0,5$ , 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  $\mathcal{R}''_d = \frac{200 \cdot 0,000}{3} = 67 \text{ k}\Omega$ . 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:

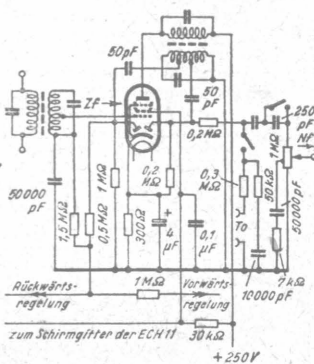
a. als HF- und ZF-Verstärker

$\alpha$ . Schirmgitterspannung fest

Anodenspannung	$U_a$	250 ... 100	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	100	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	300	$\Omega$
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 $\Omega$

$\beta$ . Schirmgitterspannung gleitend

Betriebsspannung	$U_b$	250	Volt
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	85	$\text{k}\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	300	$\Omega$
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 $\Omega$



Schaltbild der EBF 11 als ZF-Verstärker



b) Schirmgitterspannung gleitend (Fortsetzung)

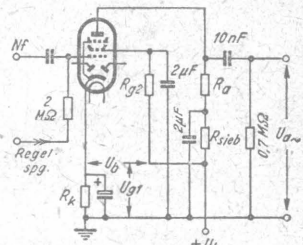
Betriebsspannung	$U_b$	200			
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	55			
Katodenwiderstand	$R_k$	300			
Regelbereich	1	: 100	: 200 (opt)	1	: 100 : 150 (opt)
Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	100	200	200	50' 100 100 Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-2	-32	-35	-1 -16 -18 Volt
Steilheit	$S$	1,8	0,018	0,009	1,4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

100	Volt
55	k $\Omega$
300	$\Omega$
1	: 100 : 150 (opt)
50'	100 100 Volt
-1	-16 -18 Volt
1,4	0,014 0,009 mA/V
0,5	>10 >10 M $\Omega$

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 $\Omega$
Siebwid. stand	$R_{sieb}$	0,02	0,02	0,02	0,02	M $\Omega$
Schirmgittervorwiderst.	$R_{g2}$	1	0,6	0,4	0,2	M $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	2,5	1,6	1	0,6	k $\Omega$
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 $\Omega$
Siebwid. stand	$R_{sieb}$	0,02	0,02	0,02	0,02	M $\Omega$
Schirmgittervorwiderst.	$R_{g2}$	1	0,6	0,4	0,2	M $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	3	2	1,6	0,8	k $\Omega$
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	%

100	100	100	100	Volt
0,3	0,2	0,1	0,05	M $\Omega$
0,02	0,02	0,02	0,02	M $\Omega$
1	0,6	0,4	0,2	M $\Omega$
3	2	1,6	0,8	k $\Omega$
-1 -10	-1 -10	-1 -10	-1 -10	Volt
0,52	0,4	0,5	1	mA
0,09	0,1	0,17	0,32	mA
70 7	70 7	60 5	45 3	
1 4	1 4	0,7 5	0,5 6	%
-	-	-	-	%

Siehe Kennlinienfeld 7

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 $\Omega$  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 $\Omega$
	$R_i$ min	1	M $\Omega$
	$R_i$ min	0,3	M $\Omega$
	$R_i$ min	0,3	M $\Omega$

Katodenstrom	$I_k$ max	70	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1}$ max	3	M $\Omega$

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 $\Omega$   
 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

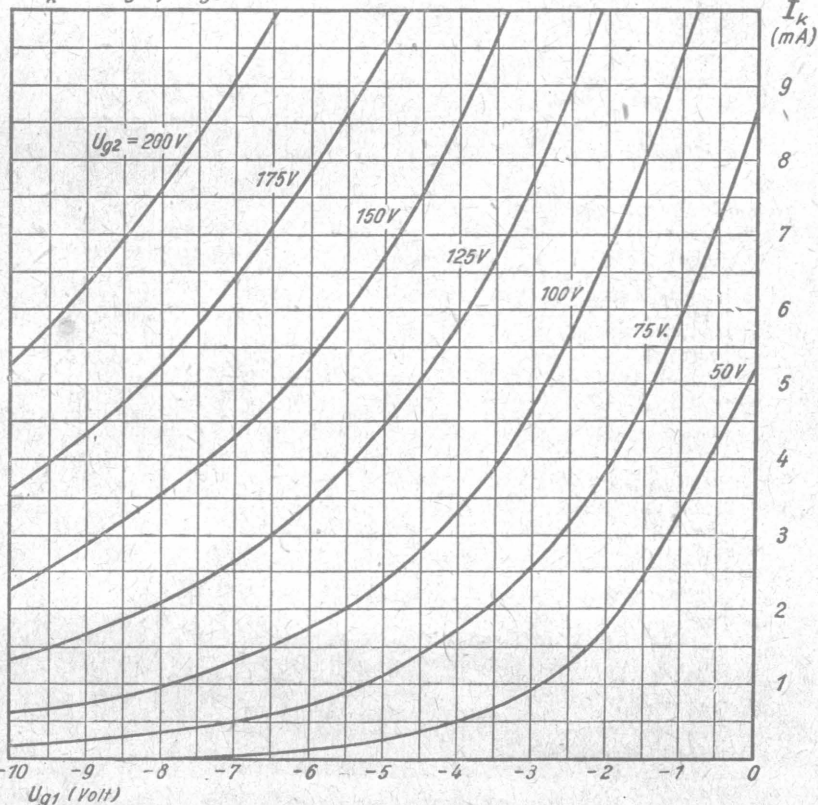
3. allgemein:

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

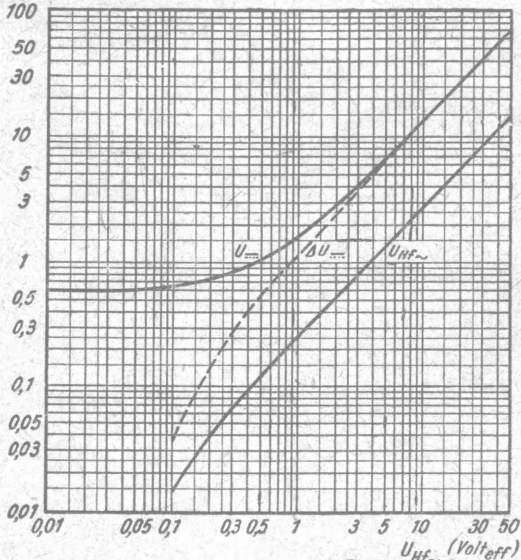
*Fritze Körner*

**Kennlinienfeld 1**

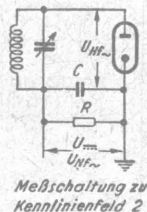
$I_k = f(U_{g1}), U_{g2} = \text{Parameter}$



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

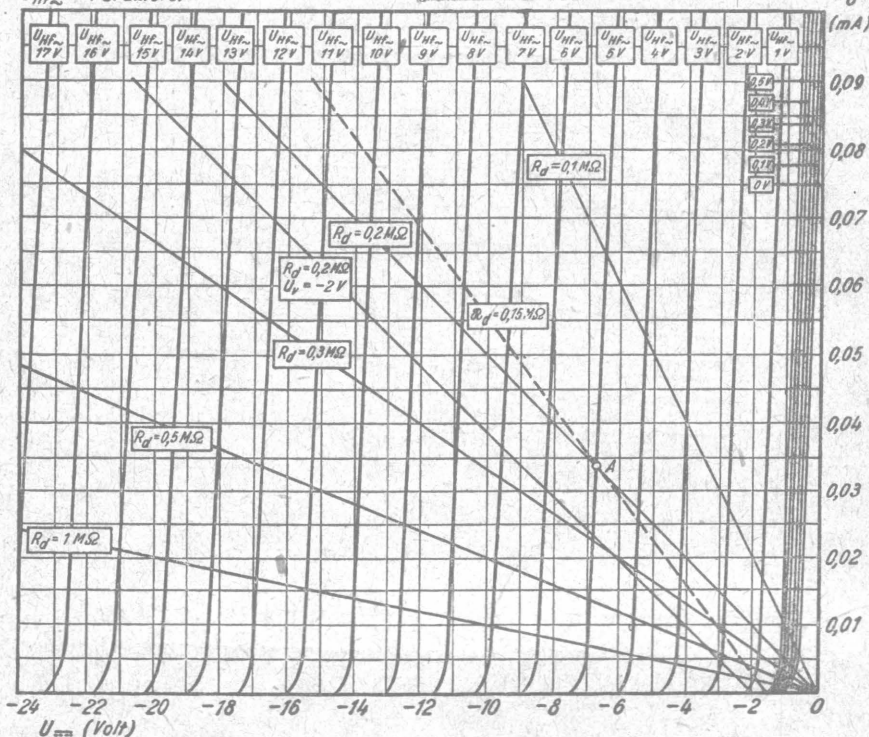


$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} = f(U_{HF\sim})$   
 $R = 0,1 \dots 1 M\Omega$   
 $C = 100 pF$   
 $U_{HF\sim} = f(U_{HF\sim})$   
 $m = 0,3$   
 $R = 0,5 M\Omega$   
 $C = 100 pF$



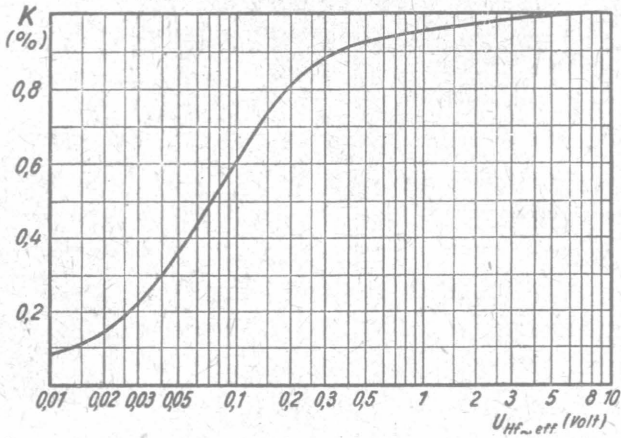
Kennlinienfeld 3

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



**Kennlinienfeld 4**

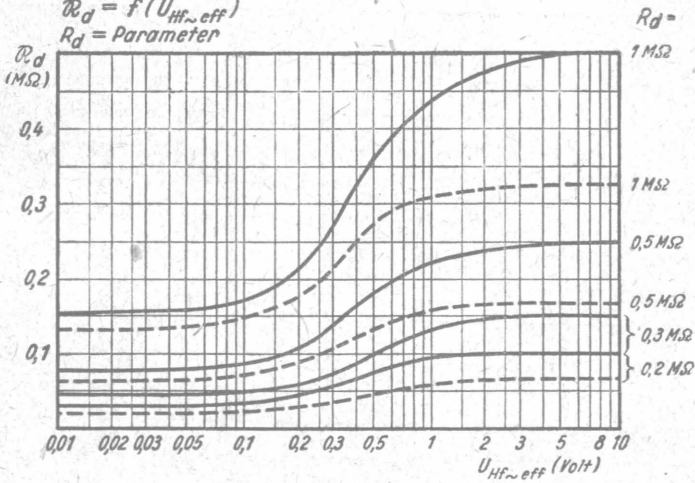
$K = f(U_{HF\sim eff})$



**Kennlinienfeld 5**

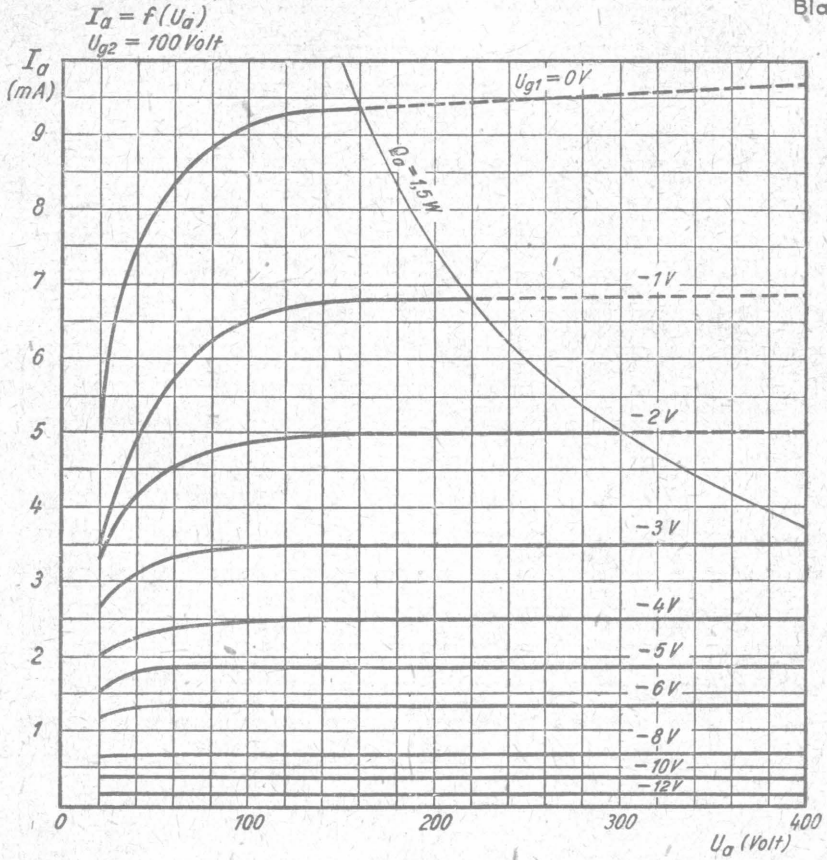
$R_d = f(U_{HF\sim eff})$

$R_d = \text{Parameter}$



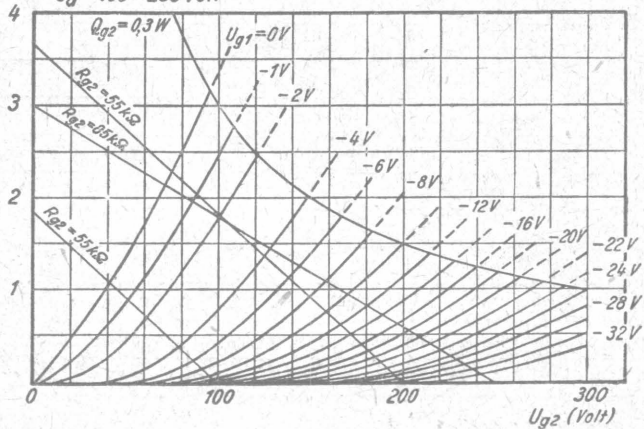
— in Reihe geschaltet  
 - - - parallel geschaltet

### Kennlinienfeld 6



### Kennlinienfeld 7

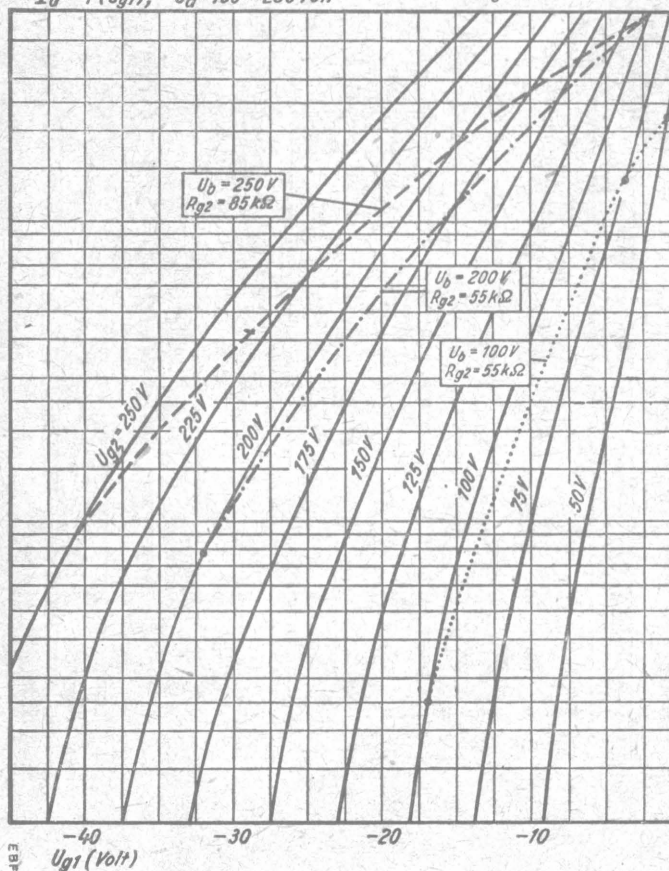
$I_{g2} = f(U_{g2})$   
 $U_a = 100 \dots 250 \text{ Volt}$



### Kennlinienfeld 8

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

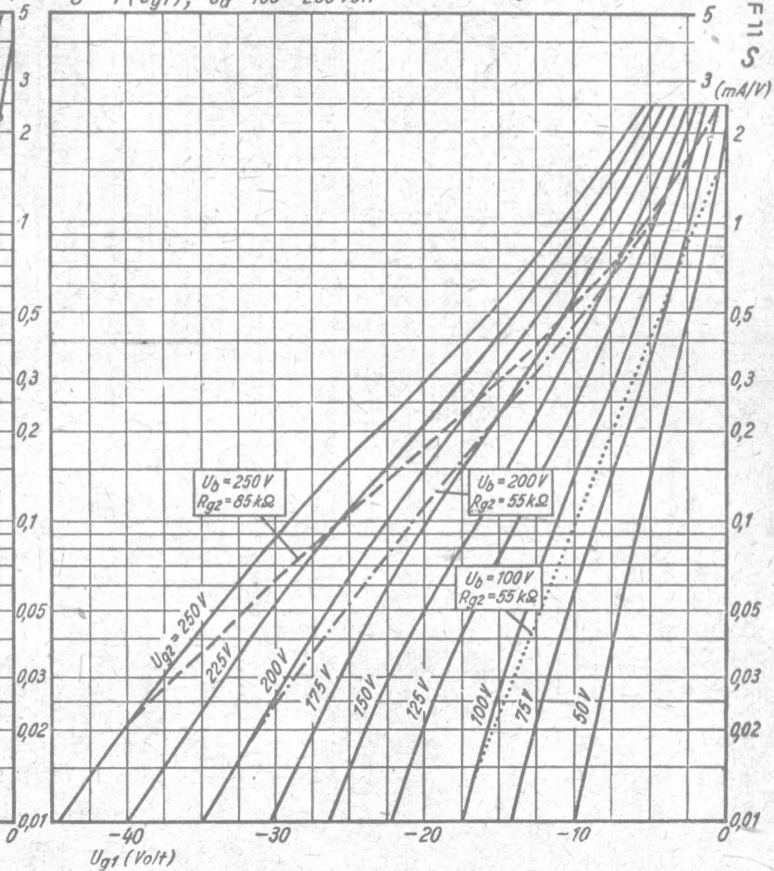
Verlauf der Arbeitskennlinien  
eingezeichnet



### $I_a$ Kennlinienfeld 9

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

Verlauf der Arbeitskennlinien  
eingezeichnet.



EBF 13

(mA/V)

EBF 1

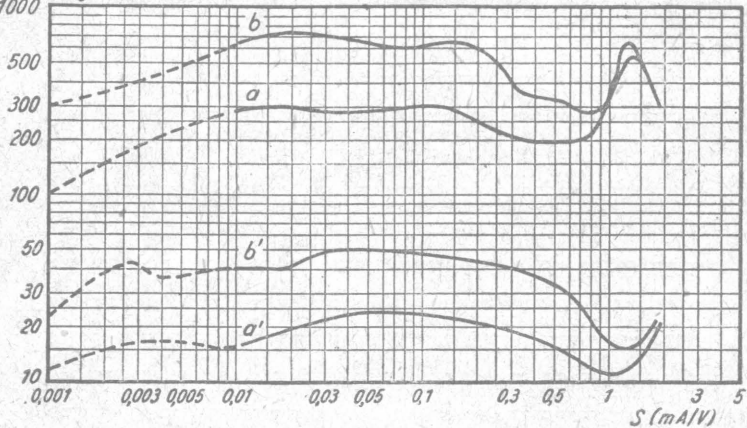
# Brumm- und Kreuzmodulationskurven

Erklärung siehe Rückseite

## Kennlinienfeld 10

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

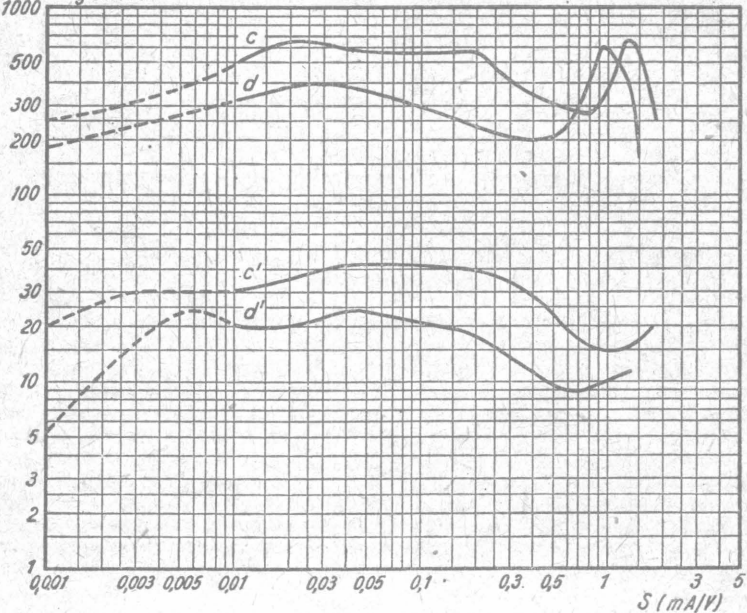
$$U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$$



## 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

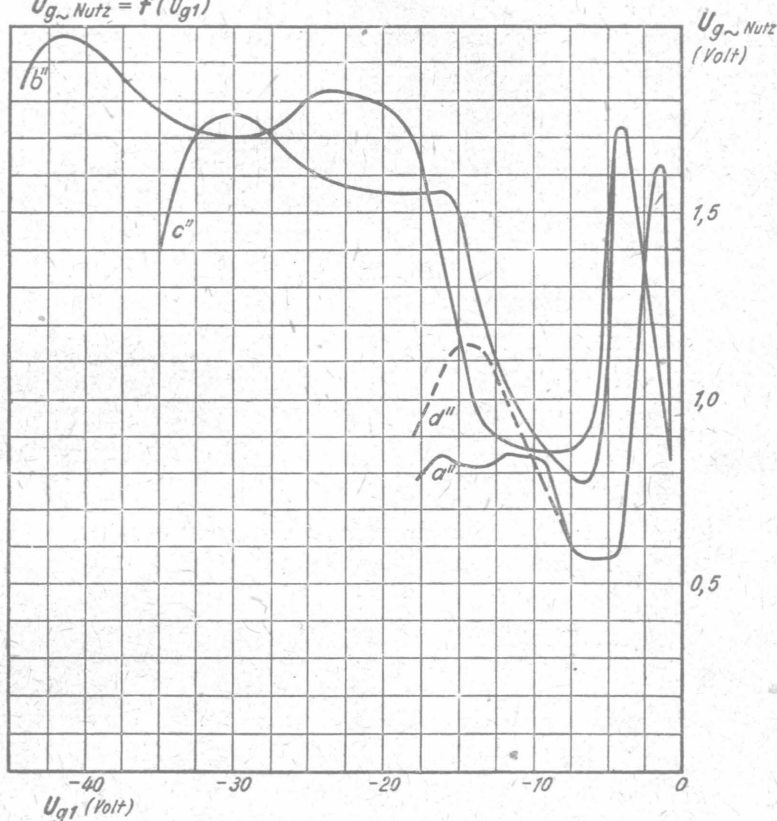
Brumm-  
modulation

Zulässige  
Gitterwechsel-  
spannung

- |    |     |
|----|-----|
| a' | a'' |
| b' | b'' |
| c' | c'' |
| d' | 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  $1/12\%$   $K_3$ ,  $3/8\%$   $m_V$  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  $m_{\text{Nutz}}$  kleiner, so ist  $U_{g_{\sim} \text{Stör}}$  noch mit  $m_{\text{Nutz}}$  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	Volt ~
Heizstrom	$I_f$	0,2	A ind.

### 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 $\Omega$

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 $\Omega$

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 $\Omega$
Anodenspannung	$U_{aT}$	150	120	65	Volt
Durchgriff	$D$	6	6	6	%
Oszillatorspannung <sup>1)</sup>	$U_{osz}$	-10	-10	-5	Volt
Anodenstrom	$I_{aT}$	3,4	2,6	1,2	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1T}$	30	30	30	k $\Omega$

Siehe auch die Kennlinienfelder 23 und 25

#### 2. Hexodenteil

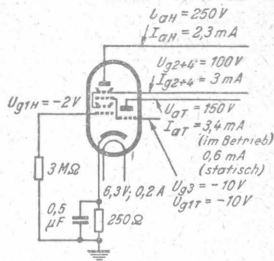
##### a) Schirmgitterspannung fest

Anodenspannung	$U_{aH}$	250	200	100	Volt						
Schirmgitterspannung	$U_{g2+4}$	100	100	50	Volt						
Oszillatorspannung <sup>1)</sup>	$U_{g3}$	-10	-10	-5	Volt						
Katodenwiderstand	$R_k$	250	300	300	$\Omega$						
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	$\mu$ A/V
Innenwiderstand	$R_i$	>0,8	>10	>10	>0,4	>10	>10	>10	>10	>10	M $\Omega$

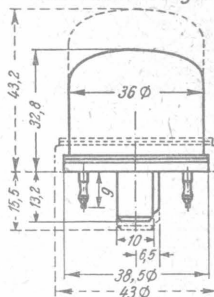
##### b) Schirmgitterspannung über Vorwiderstand $R_{g2+4} = 50 k\Omega$ (voll gleitend)

Betriebsspannung	$U_b$	250	200	100	Volt						
Oszillatorspannung <sup>1)</sup>	$U_{g3}$	-10	-10	-5	Volt						
Katodenwiderstand	$R_k$	230	350	350	$\Omega$						
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	$\mu$ A/V
Innenwiderstand	$R_i$	>0,8	>0,3	>0,5	>1	>0,5	>0,5	>1	>0,8	>0,9	M $\Omega$

Blatt 1

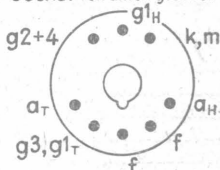


### Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung  
Ausgezogen: Neue Ausführung

Sockel von unten gesehen



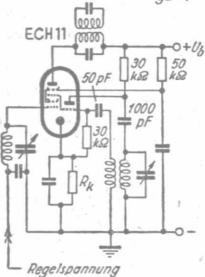
c) Schirmgitterspannung über Spannungsteiler (schwach leitend)

Betriebsspannung	$U_b$	250	200	100	Volt
Oszillatorspannung <sup>1)</sup>	$U_{g3}$	-10	-10	-5	Volt
Spannungsteiler	$R_{g2+}$	35	35	35	k $\Omega$
	$R_{g2-}$	60	100	100	k $\Omega$
Kathodenwiderstand	$R_k$	250	350	350	$\Omega$
	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 $\Omega$

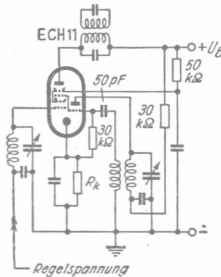
<sup>1)</sup> Im schwingenden Zustande ist  $U_{osz} = -U_{g1r} = -U_{g3H} = -I_{g1r} \cdot R_{g1r}$  (30 k $\Omega$  bei der ECH 11).  
Zur Konstanzhaltung der Schwingamplitude im Kurzwellengebiet ist ein zusätzlicher Dämpfungswiderstand  $R_g$  zweckmäßig. (Siehe Kennlinienfelder 15 und 16 und die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

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

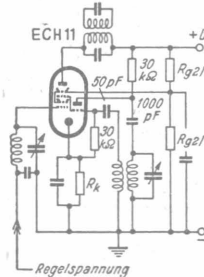
Schirmgitterspannung über Spannungsteiler



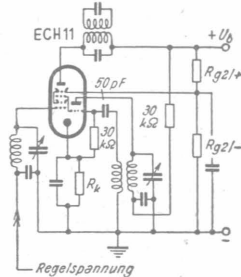
Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis



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 $\Omega$
Kathodenstrom	$I_k \text{ max}$	—	18 mA
		$I_{g1H}$	$\leq 0,3$ $\mu A$
Gitterstrom-Einsatzpunkt bei $U_{ge} = -1,3 \text{ Volt}$	$I_{g3} = I_{g1r}$	—	$\leq 0,3$ $\mu A$
		$I_{g3} = I_{g1r}$	—
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} \text{ max}$	100	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht <sup>2)</sup>	$R_{f/k} \text{ max}$	20	k $\Omega$

<sup>2)</sup> 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	$C_{g1/a}$	< 0,001 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

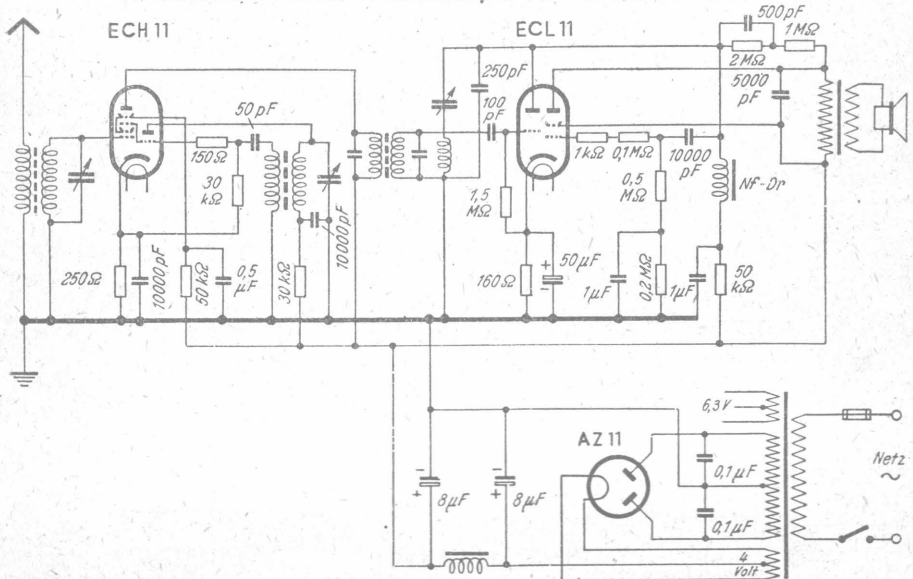
$- 116$  kHz ein Pfeifton von  $9$  kHz. Es kann sich auch eine Harmonische der Empfangsfrequenz mit der Grundwelle des Oszillators mischen, auch eine Grundwelle der Empfangsfrequenz mit einer Harmonischen der Oszillatorfrequenz, und immer kann dabei ein Mehrdeutigkeitspfeifen entstehen. Die erste Art 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

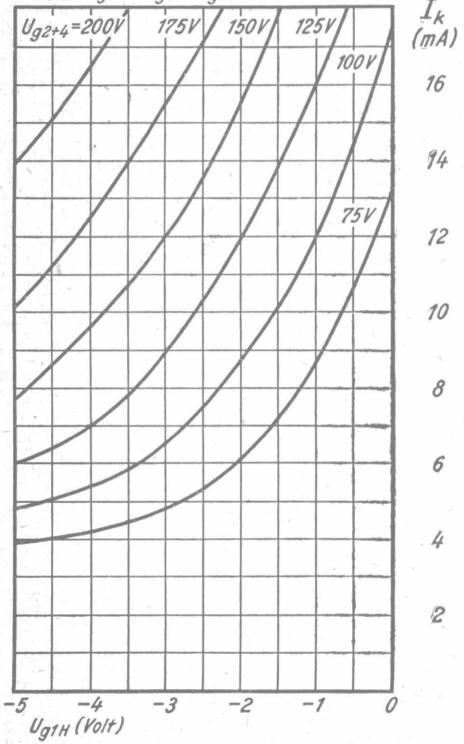
## 3 Röhren- 4 Kreis- Kleinstsuper für Wechselstrom



**Katodenströme**

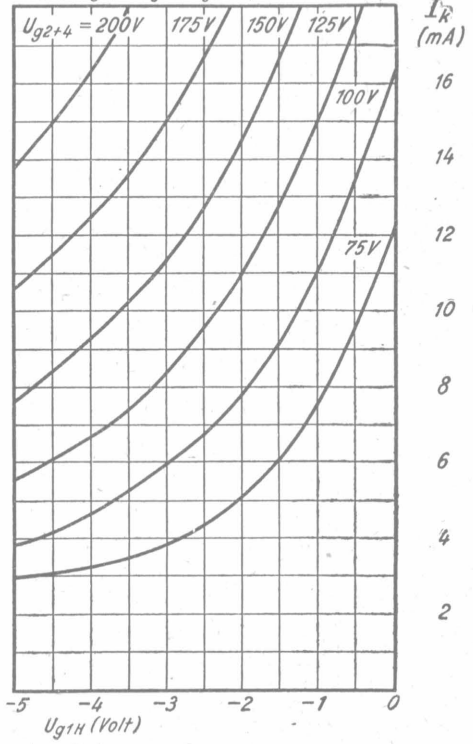
**Kennlinienfeld 1**

$I_k = f(U_{g1H})$   
 $U_{g2+4} = \text{Parameter}$   
 $U_b = 250 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$   
 $U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times 30 \text{ k}\Omega = -70 \text{ Volt}$



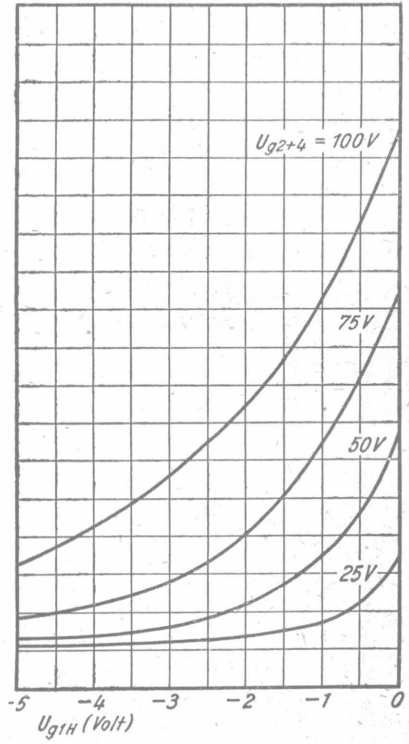
**Kennlinienfeld 2**

$I_k = f(U_{g1H})$   
 $U_{g2+4} = \text{Parameter}$   
 $U_b = 200 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$   
 $U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times 30 \text{ k}\Omega = -70 \text{ Volt}$



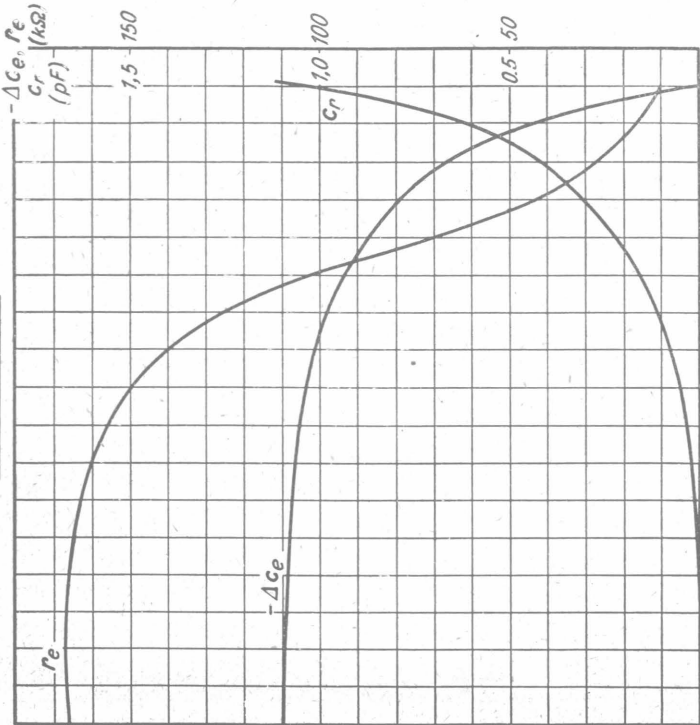
**Kennlinienfeld 3**

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





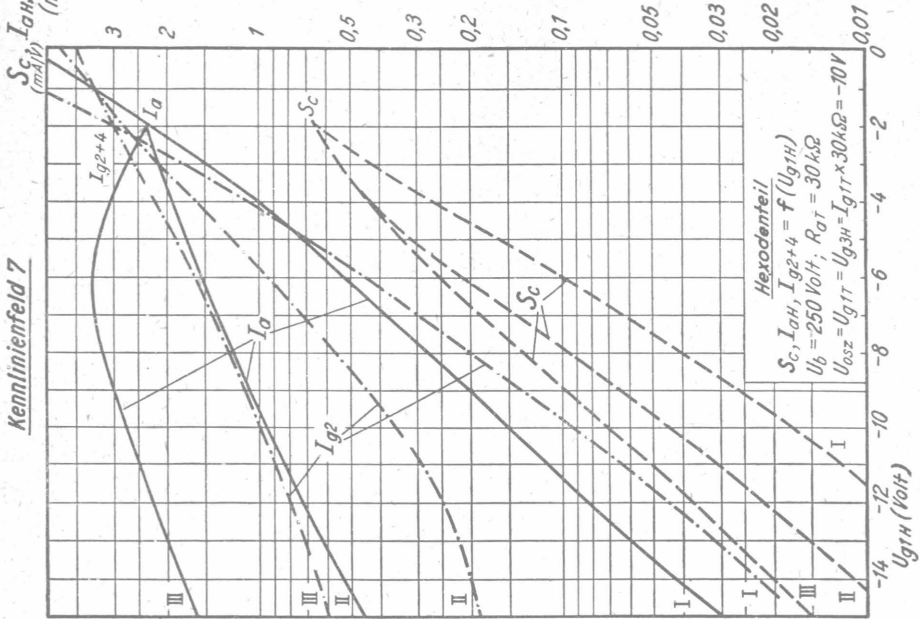
**Kennlinienfeld 6**



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

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

**Kennlinienfeld 7**



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

## Schirmgitterströme

### Kennlinienfeld 8

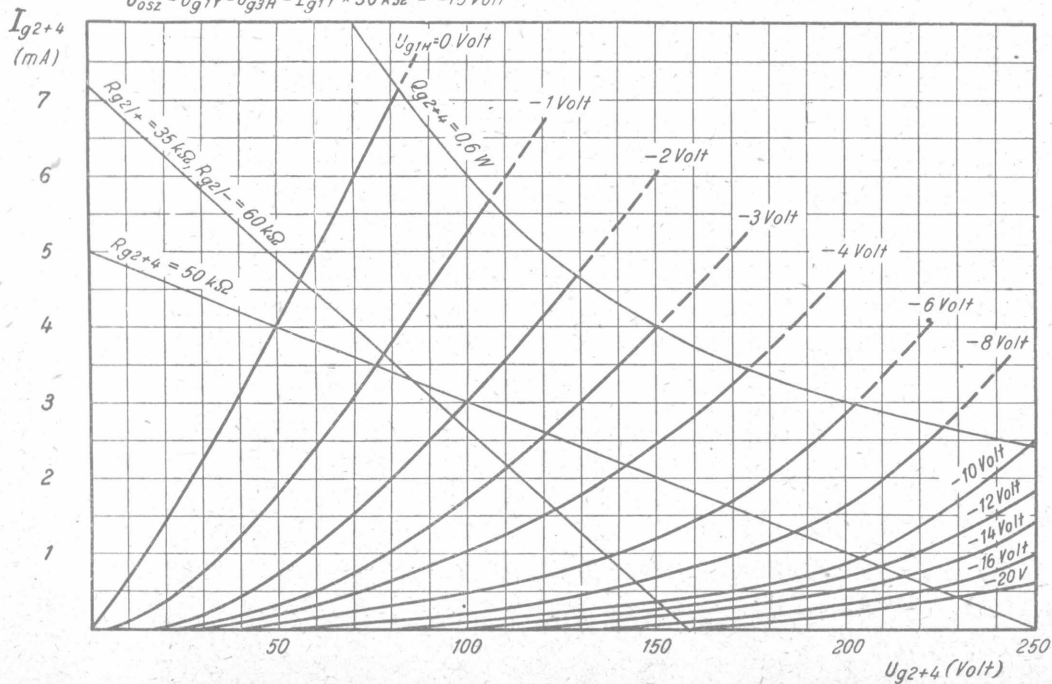
$$I_{g2+4} = f(U_{g2+4})$$

$U_{g1H}$  = Parameter

$U_b = 250$  Volt

$R_{g1T} = 30$  k $\Omega$

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



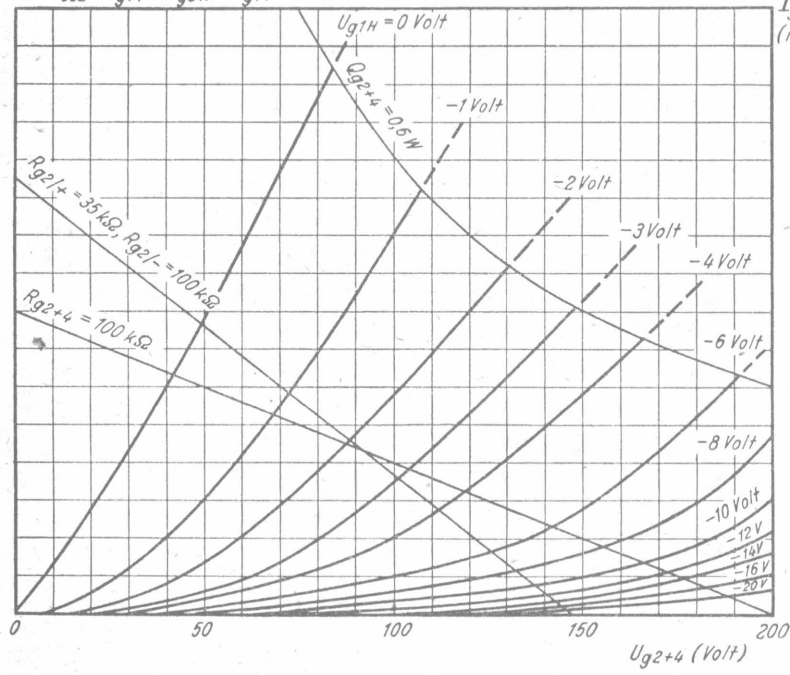
Kennlinienfeld 9

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

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

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

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



Schirmgitterströme

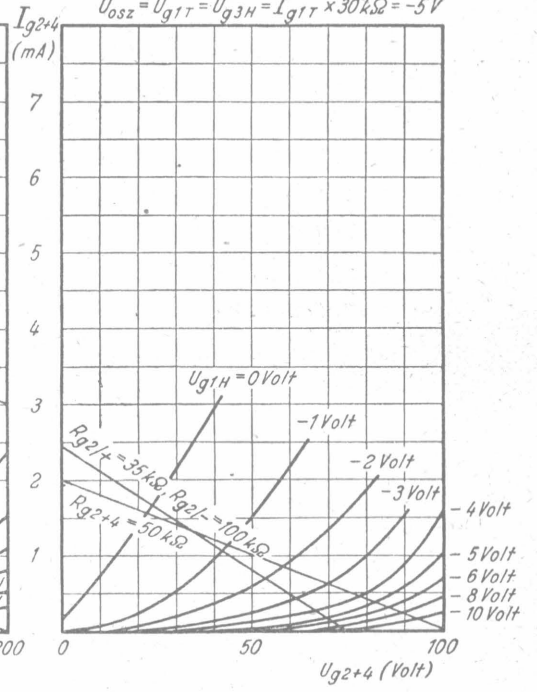
Kennlinienfeld 10

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

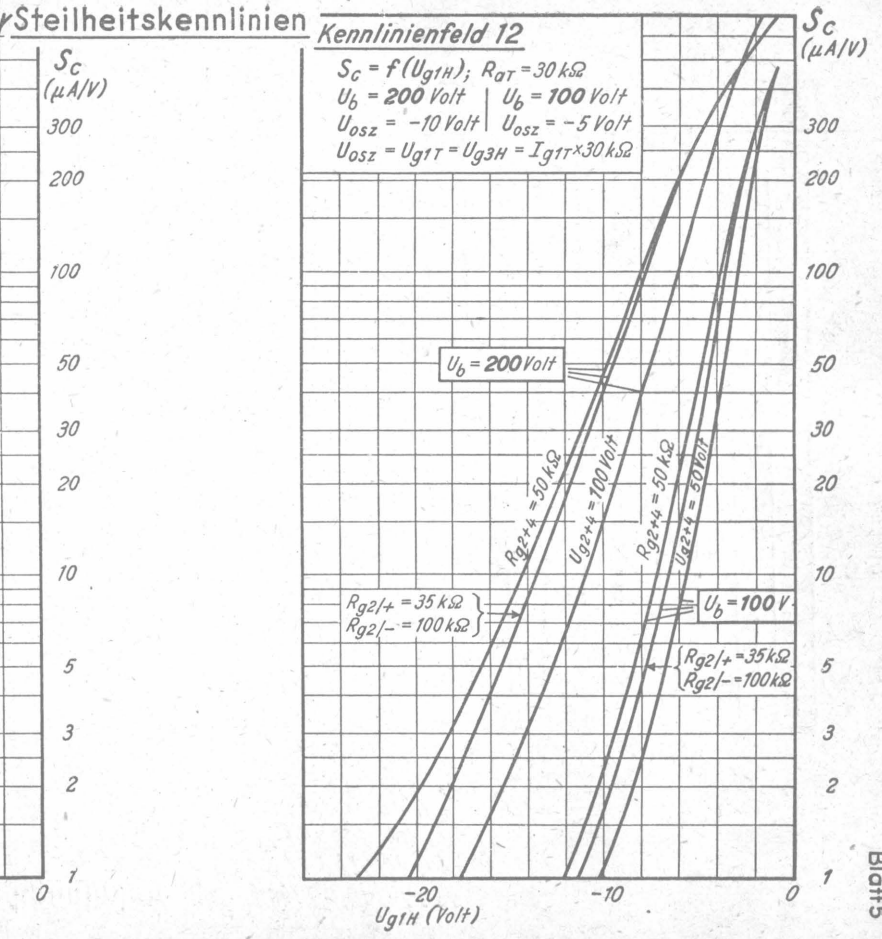
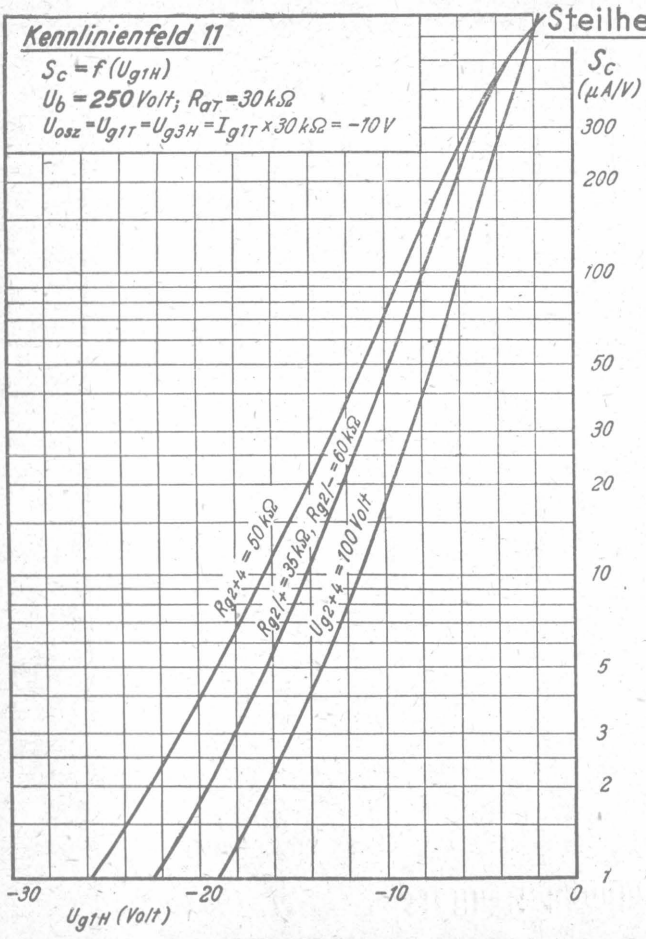
$U_{g1H} = \text{Parameter}$

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

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







Kennlinienfeld 13

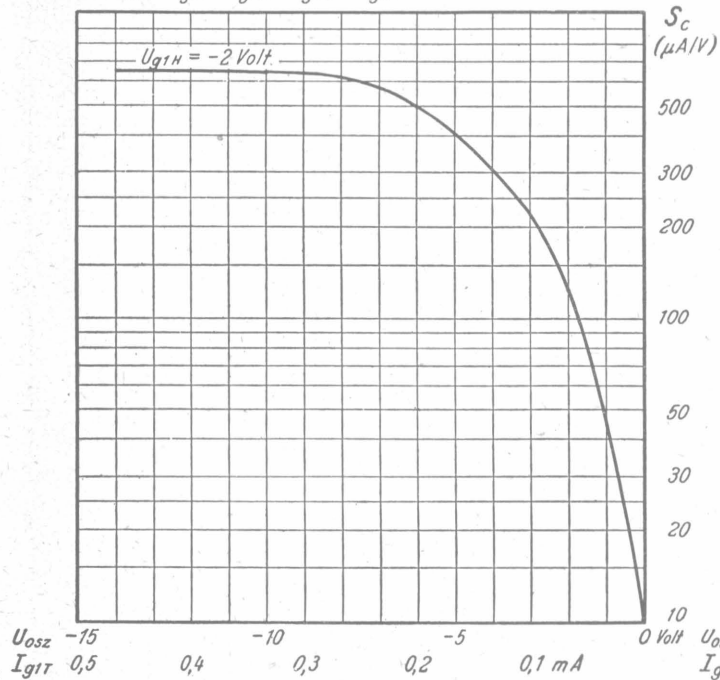
$$S_C = f(U_{OSZ} \text{ und } I_{G1T})$$

$$U_b = 200 \dots 250 \text{ Volt}$$

$$U_{g2+4} = 100 \text{ Volt}$$

$$R_{gT} = 30 \text{ k}\Omega$$

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

Kennlinienfeld 14

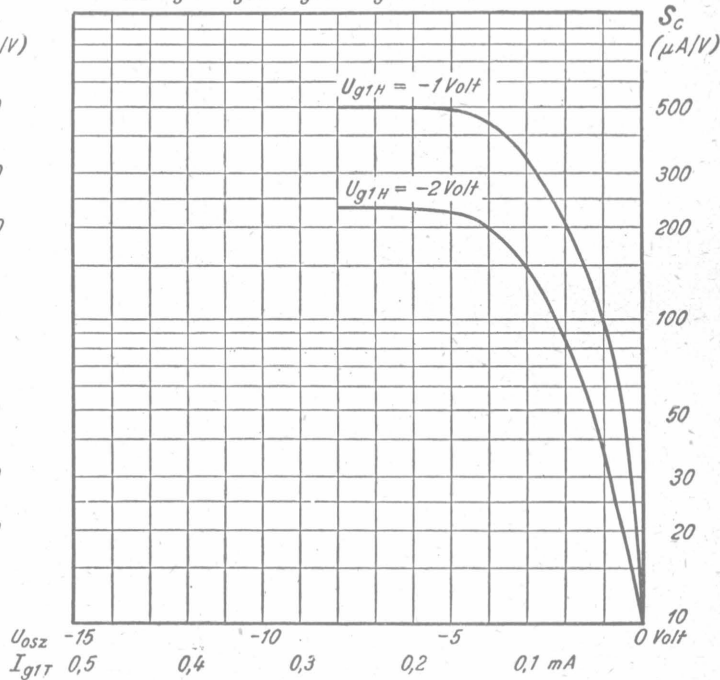
$$S_C = f(U_{OSZ} \text{ und } I_{G1T})$$

$$U_b = 100 \text{ Volt}$$

$$U_{g2+4} = 50 \text{ Volt}$$

$$R_{gT} = 30 \text{ k}\Omega$$

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

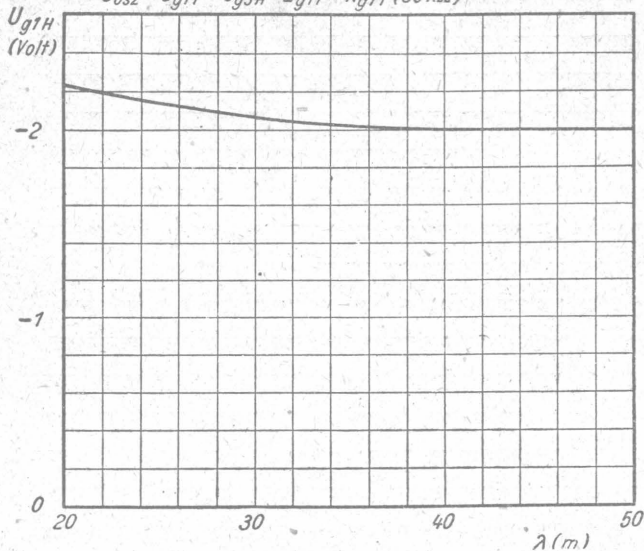


## Kennlinienfeld 15

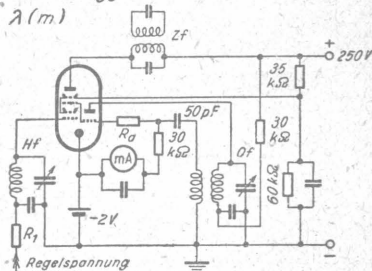
$$U_{g1H} = f(\lambda)$$

$$R_d = 150 \Omega$$

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



Meßschaltung

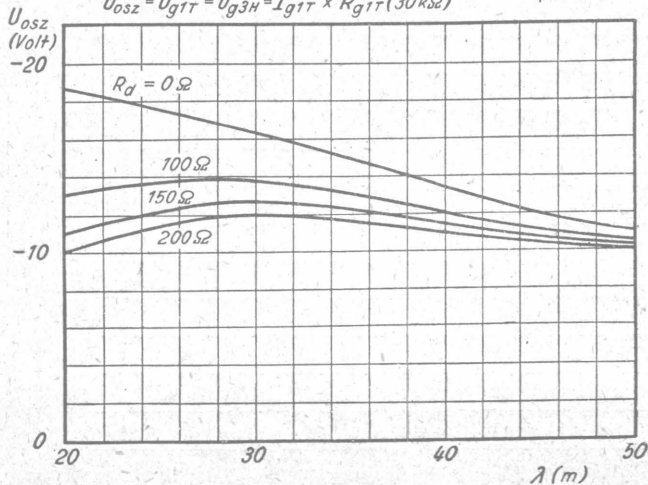


## Kennlinienfeld 16

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

$$R_d = \text{Parameter}$$

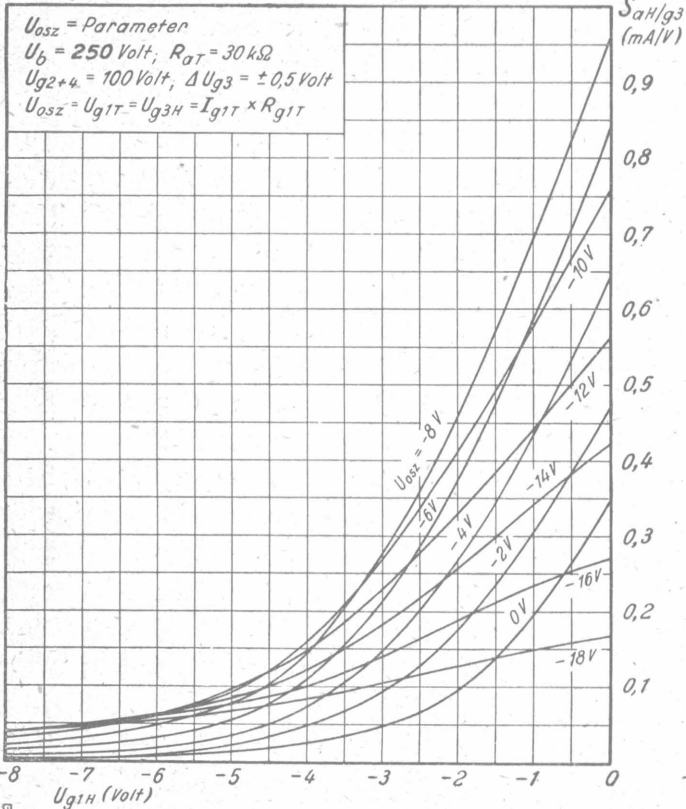
$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times R_{g1T} (30 k\Omega)$$



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

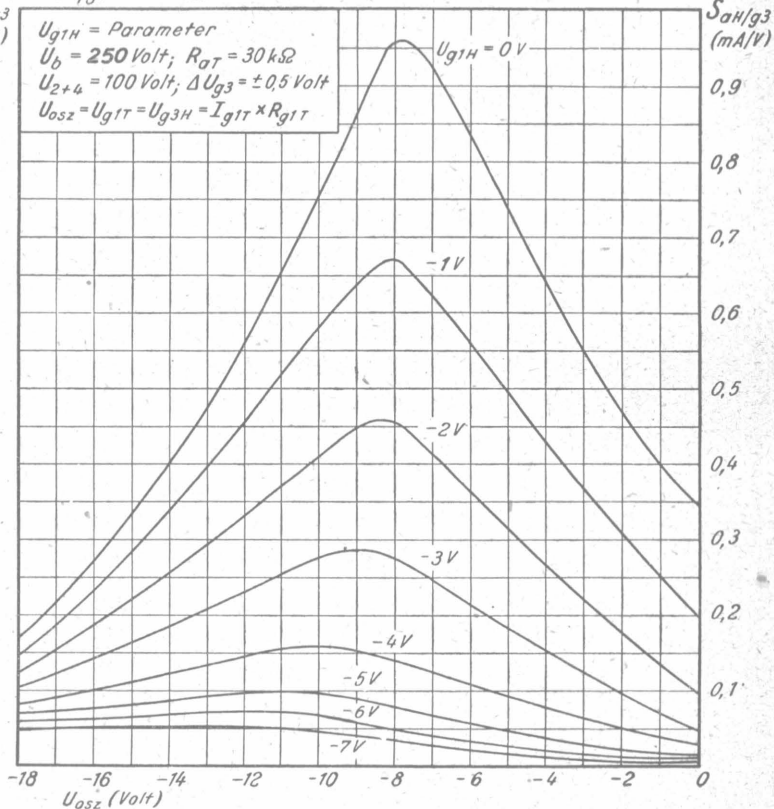
$$S_{aH/g3} = f(U_{g1H})$$



### Steilheitskennlinien

### Kennlinienfeld 18

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



## Frequenzverwerfung

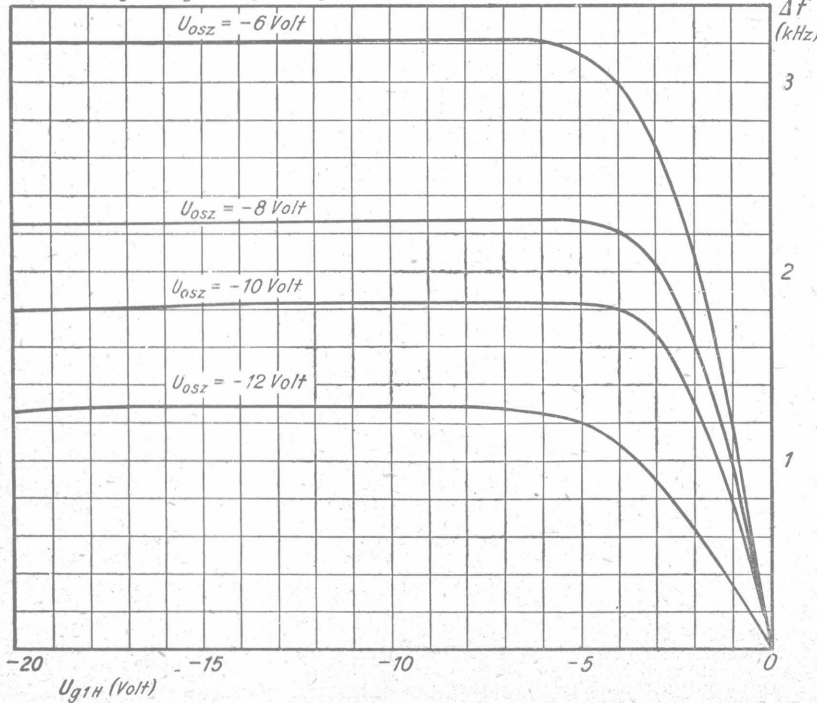
### Kennlinienfeld 19

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

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

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

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



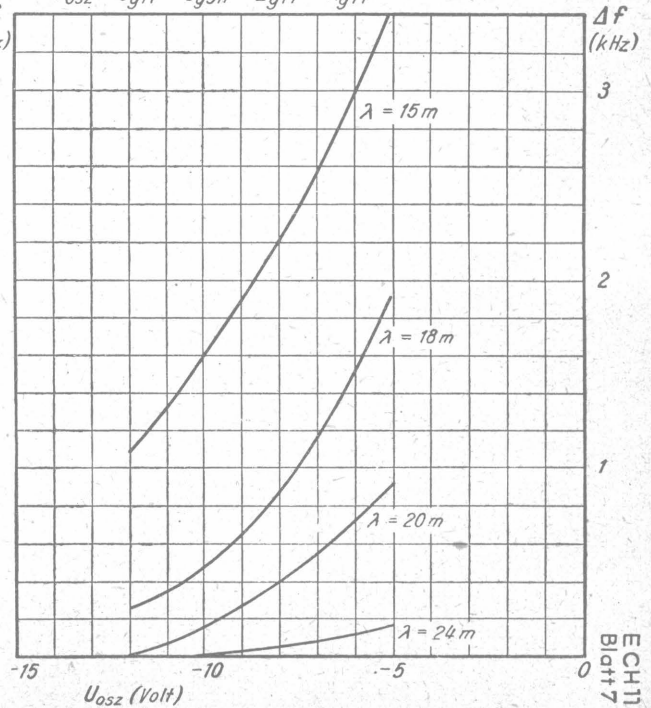
### Kennlinienfeld 20

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

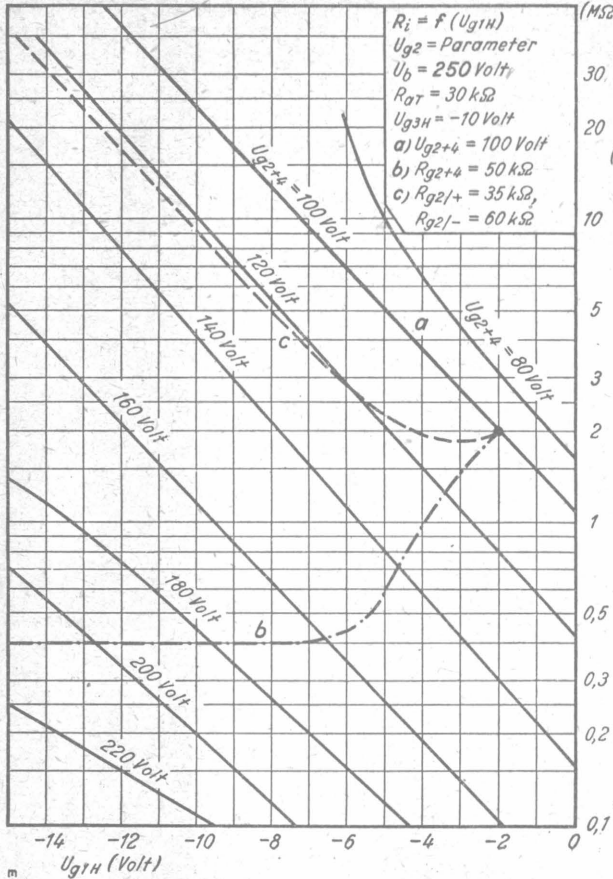
$\lambda = \text{Parameter}$

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

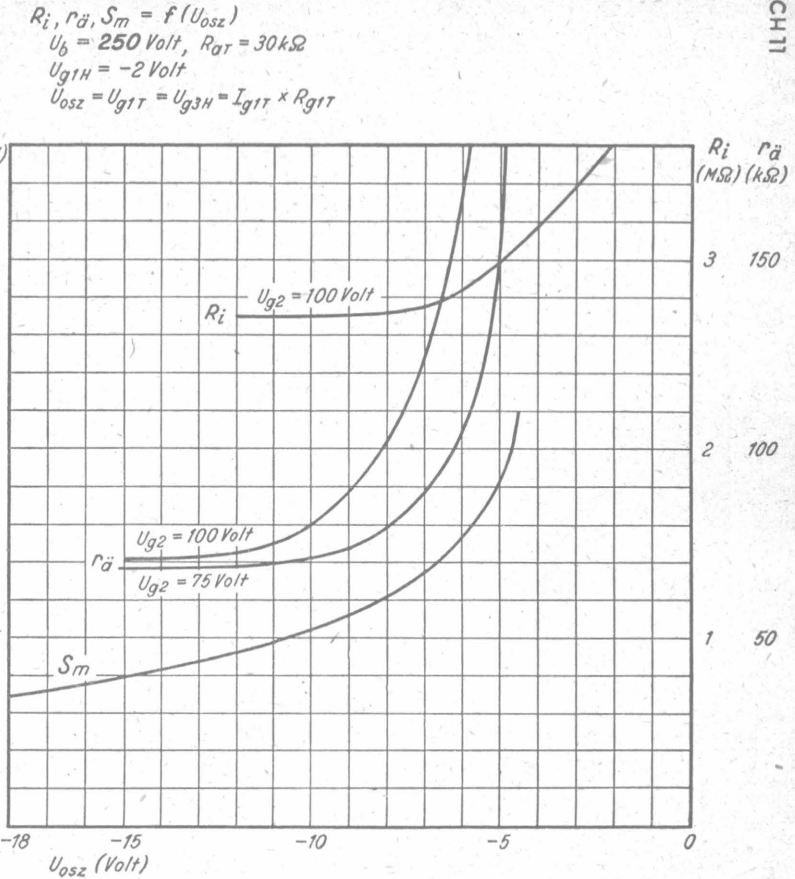
$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3H} = I_{g1T} \times R_{g1T}$$



### Kennlinienfeld 21

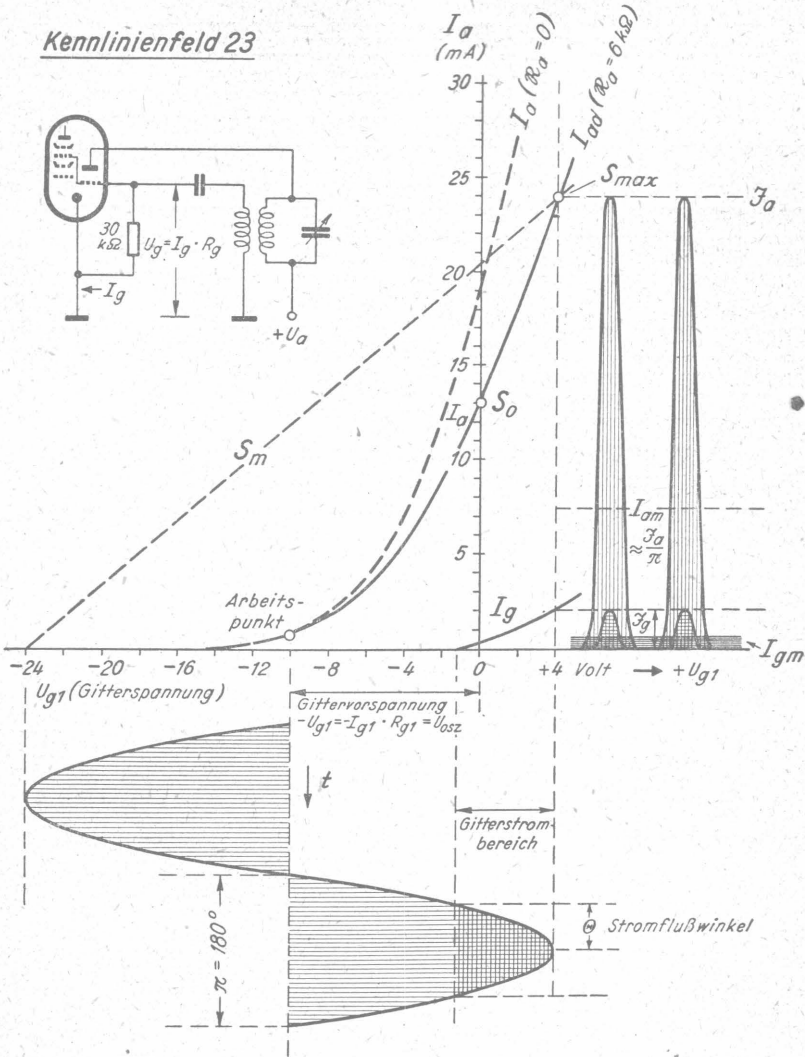


### Kennlinienfeld 22



Der Aussteuervorgang beim Triodenteil der ECH 11

Kennlinienfeld 23



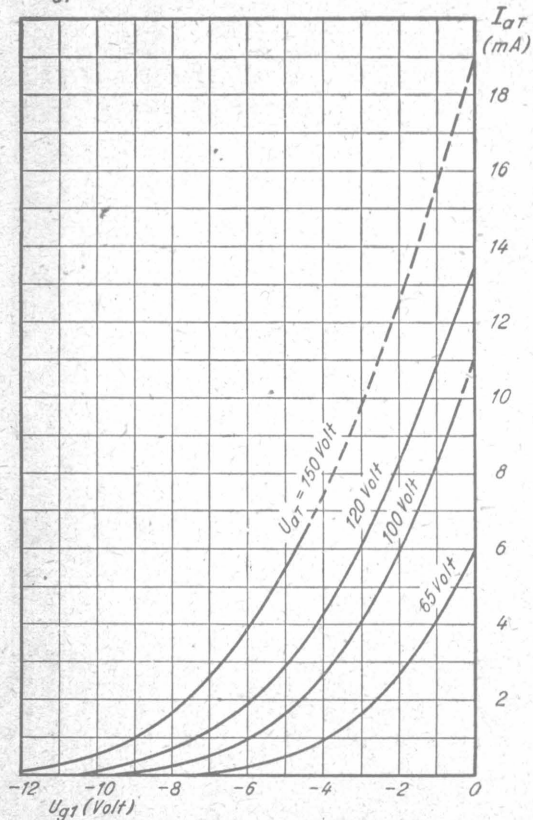
$S_0$  = Anschlagsteilheit (Steilheit bei  $U_{g1} = 0$  Volt)  
 $S_m$  = mittlere Steilheit  
 $S_{max}$  = maximale Steilheit  
 $I_{a0}$  = Anodenspitzenstrom  
 $I_{am}$  = mittlerer Anodenstrom

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

### Kennlinienfeld 24

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

$U_{g1T}$  = Parameter



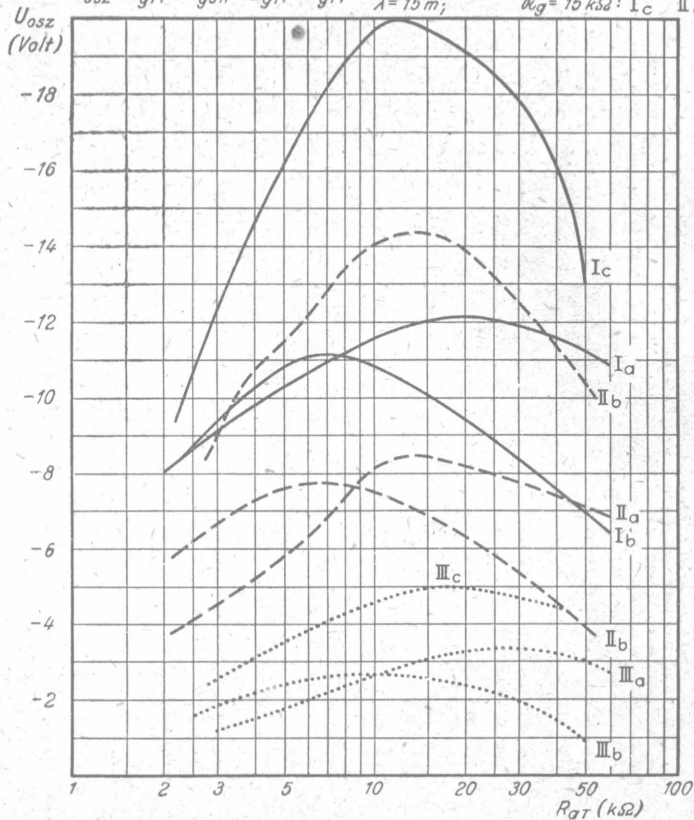
### Triodenteil

### Kennlinienfeld 25

$$U_{osz} = f(R_{g1T})$$

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

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

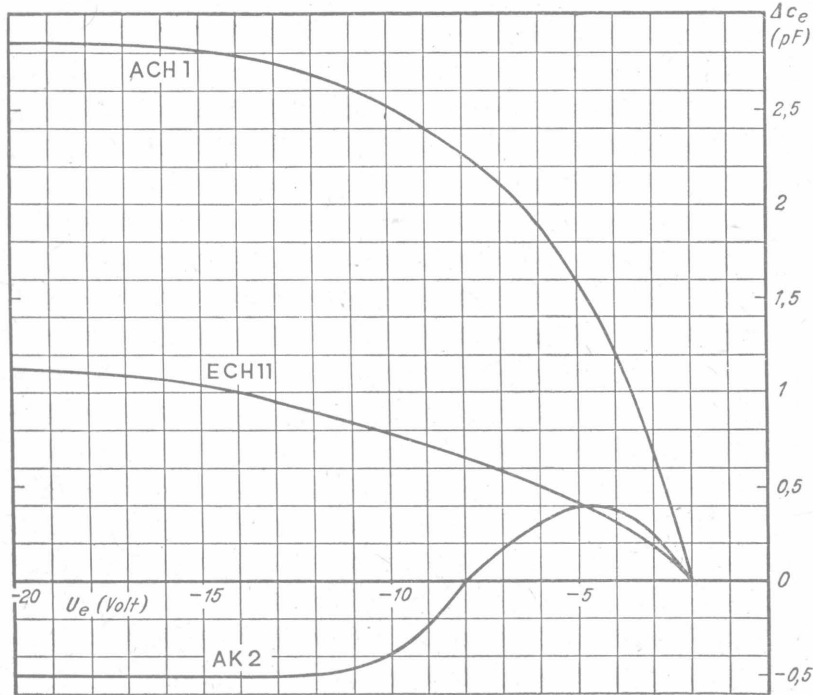




## Vergleiche an Mischröhren

### Kennlinienfeld 26

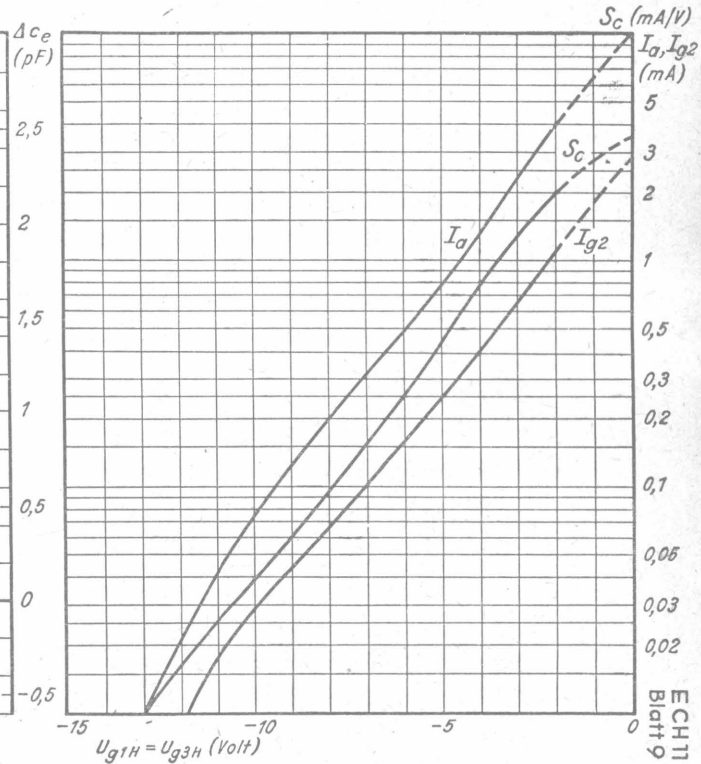
$-\Delta c_e = f(U_e)$ ;  $U_e = U_{g1H}$  bei der ACH1 und ECH11,  $= U_{g4}$  bei der AK2  
 $U_a = 250$  Volt;  $U_{g2} = 100$  Volt  
 $U_{osz} = opt.$



## Regelung über beide Gitter

### Kennlinienfeld 27

$S_c, I_a, I_{g2} = f(U_{g1H} + g_{3H})$   
 $U_a = 250$  Volt;  $U_{g2} = 100$  Volt



## Vergleiche an Mischröhren

### Kennlinienfeld 28

*Dämpfung des Gitterkreises durch den Laufzeiteffekt*

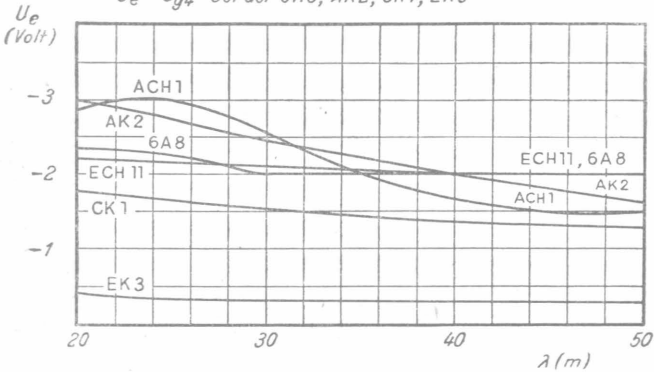
$$U_e = f(\lambda)$$

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

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

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

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



### Kennwerte der Mischröhren

	$N_f$ (Watt)	$I_k$ (mA)	$I_q$ (mA)	$S_c$ (mA/V)	$R_i$ (M $\Omega$ )	$\Delta S_c \text{ max}$	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

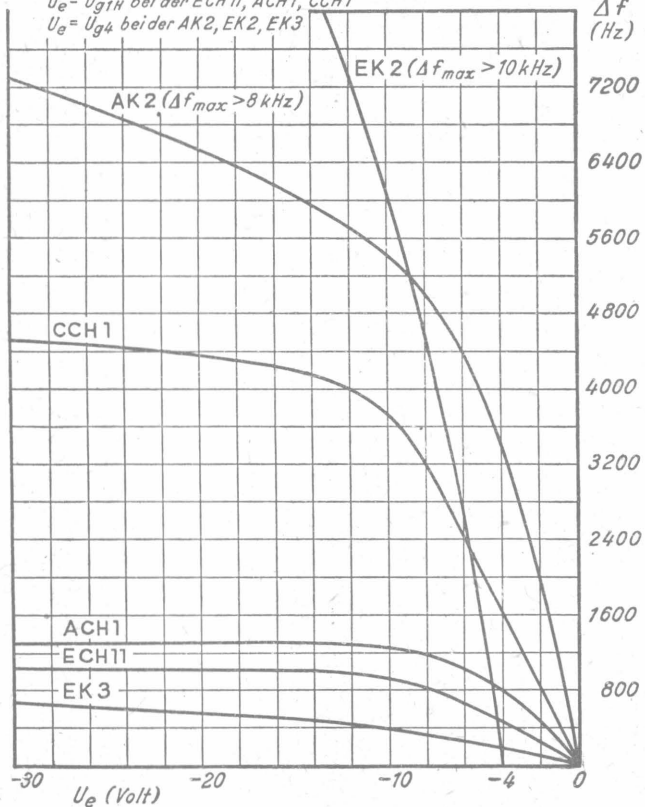
### Kennlinienfeld 29

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

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

$U_e = U_{G1H}$  bei den ECH11, ACH1, CCH1

$U_e = U_{G4}$  bei den AK2, EK2, EK3



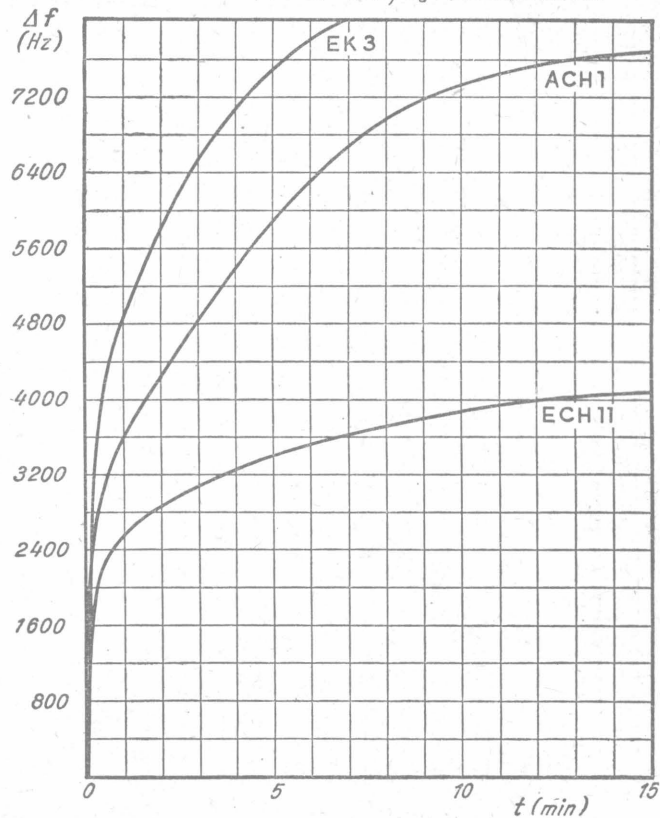
### Vergleiche an Mischröhren

Einfluß der Frequenzverwerfung

### Kennlinienfeld 30

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

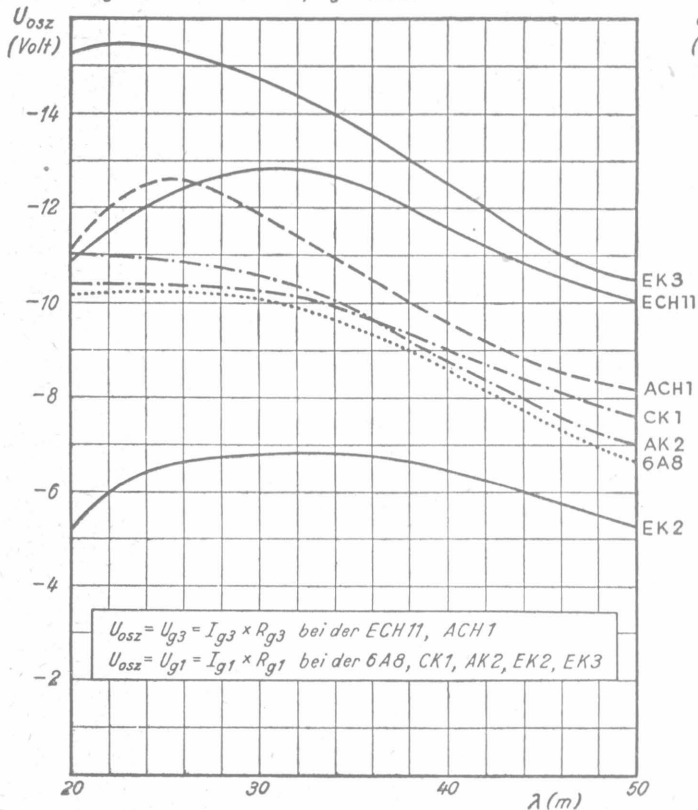
$\lambda = 24 \text{ m}$ ;  $U_G = 250$  bzw.  $200 \text{ Volt}$



### Kennlinienfeld 31

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

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



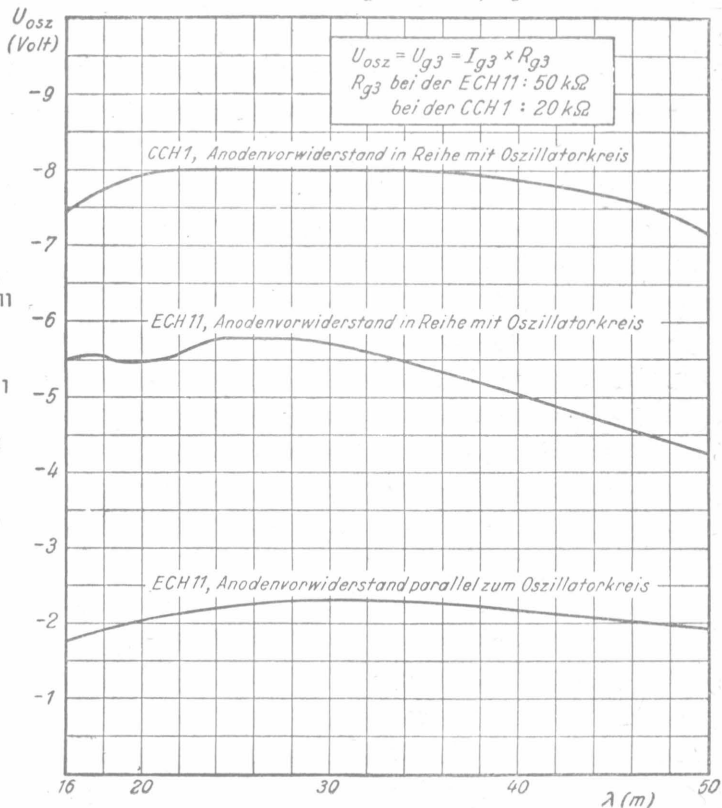
### Vergleiche an Mischröhren

Die Größe der Oszillatorspannung

### Kennlinienfeld 32

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

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

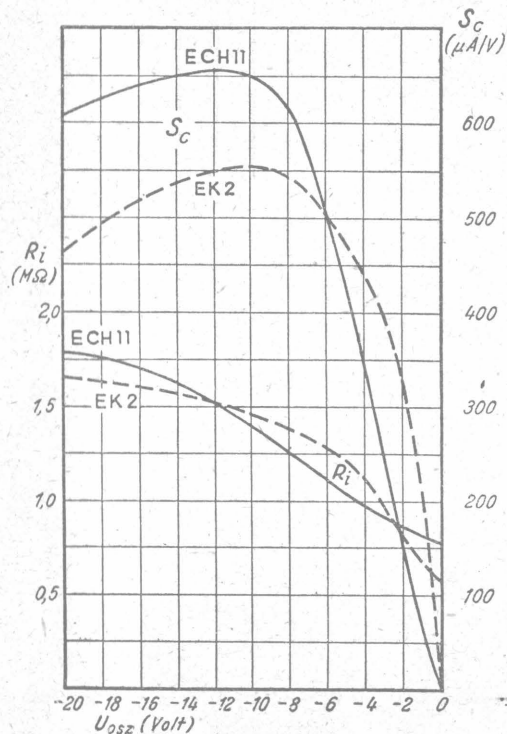


## Vergleiche an Mischröhren

### Kennlinienfeld 33

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

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

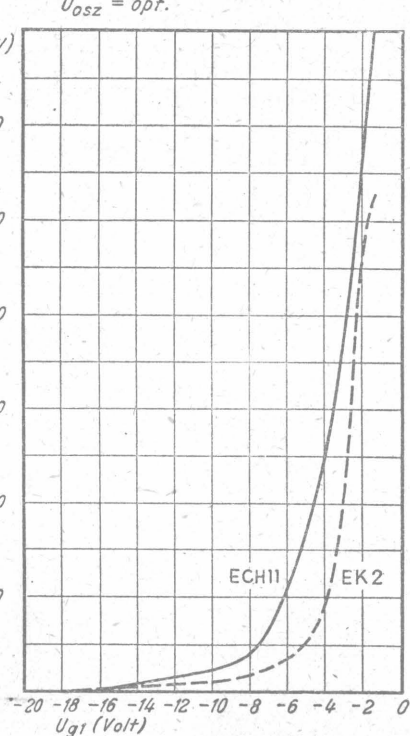


### Kennlinienfeld 34

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

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

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



### Kennlinienfeld 35

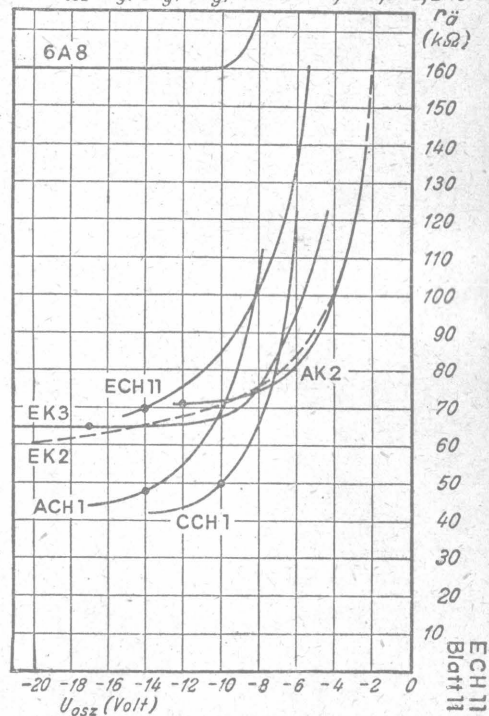
#### Der Rauschwiderstand

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

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

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

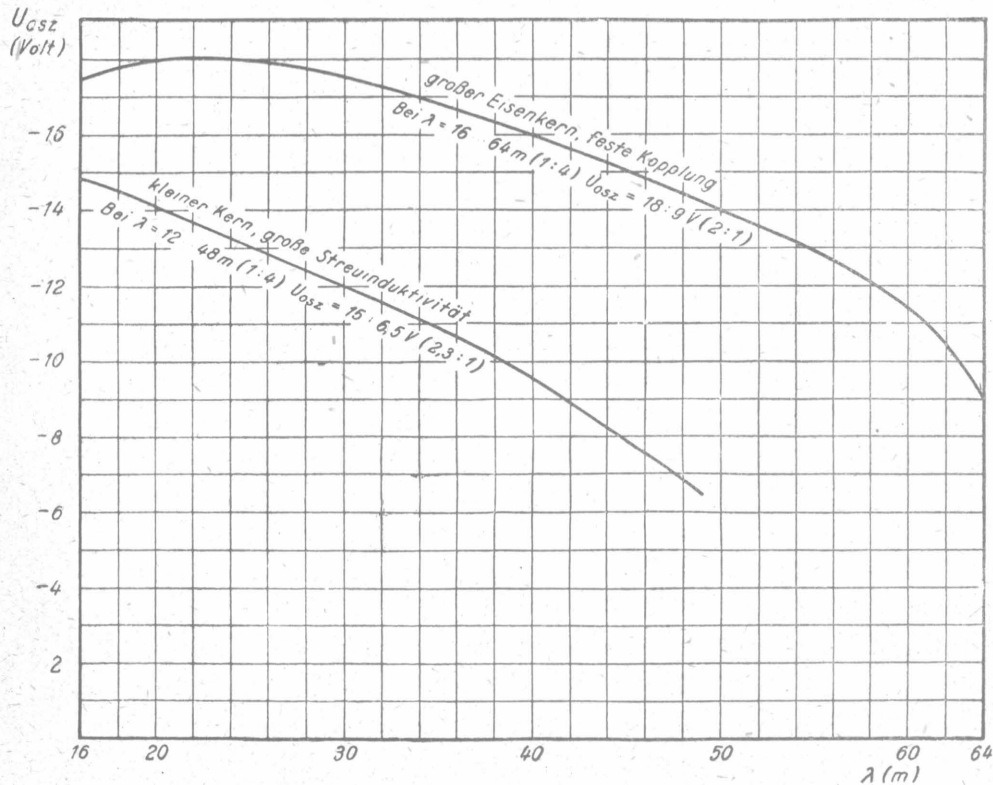
$$U_{osz} = U_{g1} = I_{g1} \times R_{g1} \text{ bei der 6A8, AK2, EK2, EK3}$$



## 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.

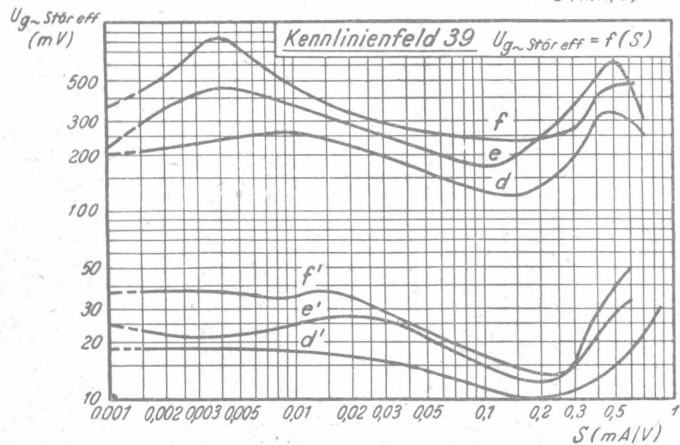
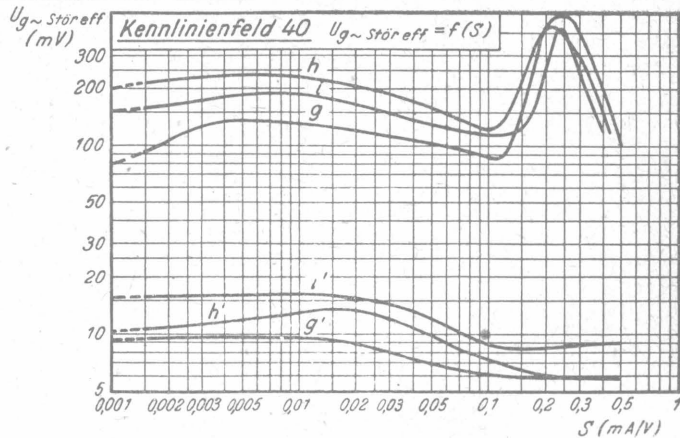
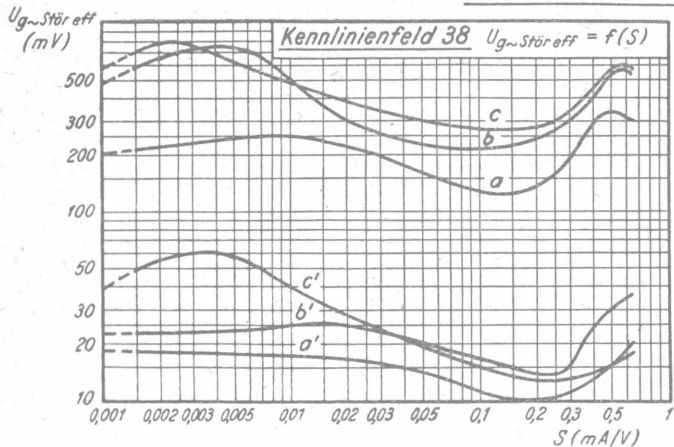


ECH 11  
BCH 112





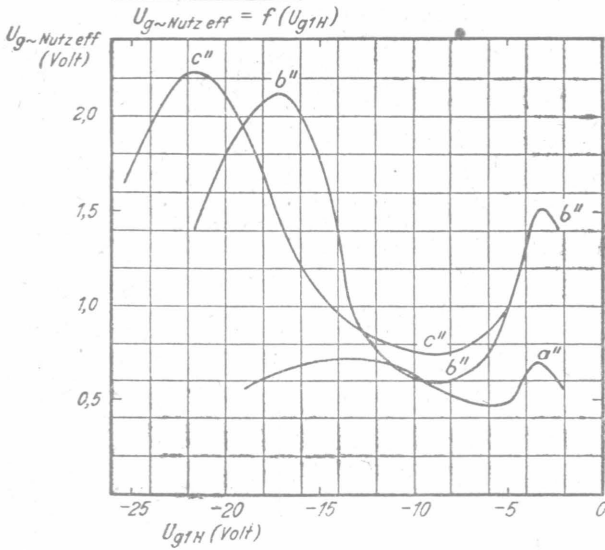
# Brumm- und Kreuzmodulationskurven



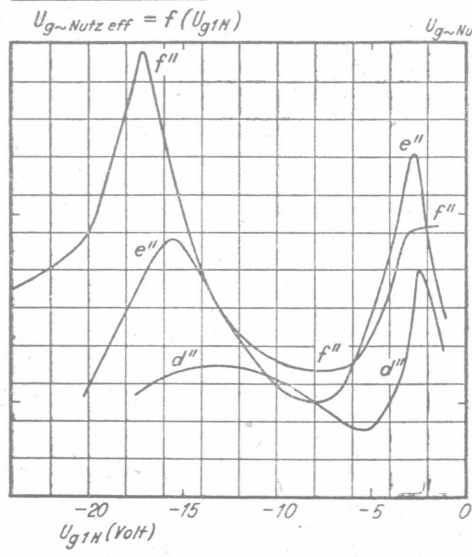
Kurven bei 1% Kreuzmodulation ( $m_{\text{Stör}} = m_{\text{Nutz}}$ )  
bzw. bei 7% Brummmodulation ( $m_{\text{Stör}} = 1$ )

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

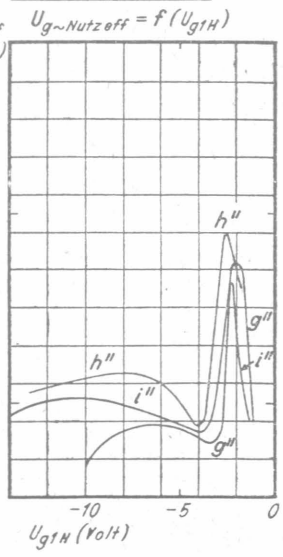
Kennlinienfeld 41



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 $\Omega$

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 $\Omega$

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 $\Omega$
Siebwiderstand	$R_{aT\text{sieb}}$	10	20	20	30	k $\Omega$
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 $\Omega$
Anodenstrom	$I_{aT}$	7	4,8	3,3	mA
Detektorverstärkung	$V$	5...7	4...6	3...5	fach

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

Siehe auch die Kennlinienfelder 2...4

##### c) als NF-Verstärker in RC-Kopplung

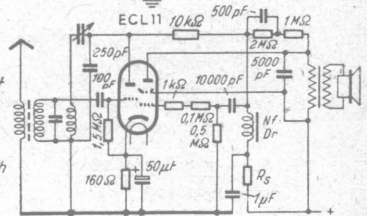
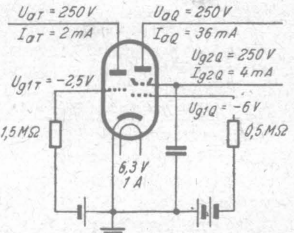
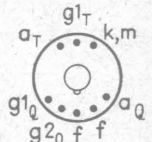
Betriebsspannung	$U_b$	250	250	250	Volt
Außenwiderstand	$R_{aT}$	300	200	100	k $\Omega$
Siebwiderstand	$R_{aT\text{sieb}}$	50	20	20	k $\Omega$
(Anodenspannung)	$U_{aT}$	100	140	140	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1T}$	-1,4	-2	-2,5	Volt
Anodenstrom	$I_{aT}$	0,43	0,43	0,55	mA
Spannungsverstärkung	$V$	42,5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

Kurve ... in Kennlinienfeld 6 und 7

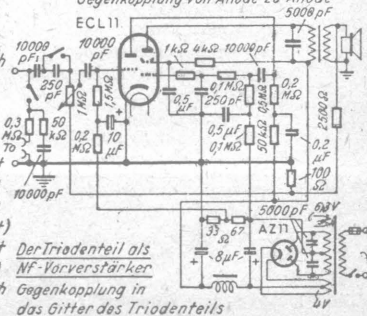
### Kolben-abmessungen



Sockel von unten gesehen



Der Triodenteil als Audion geschaltet Gegenkopplung von Anode zu Anode



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 Klirrfaktorcurve 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 $\Omega$
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).

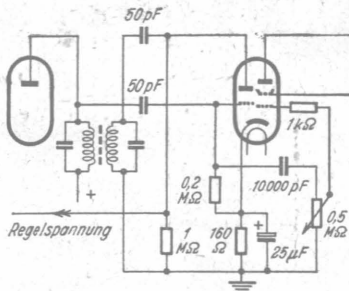
Nur wenn das Triodensystem als Audion geschaltet ist, darf die Gittervorspannung vollautomatisch durch Spannungsabfall an einem Katodenwiderstand erzeugt werden, da dieser dann nur von den Strömen des Endtetrodensystems durchflossen wird. Hierbei ist  $R_k = 150 \dots 165 \Omega$

**b) 2 Röhren im Gegentakt - A - Betrieb**

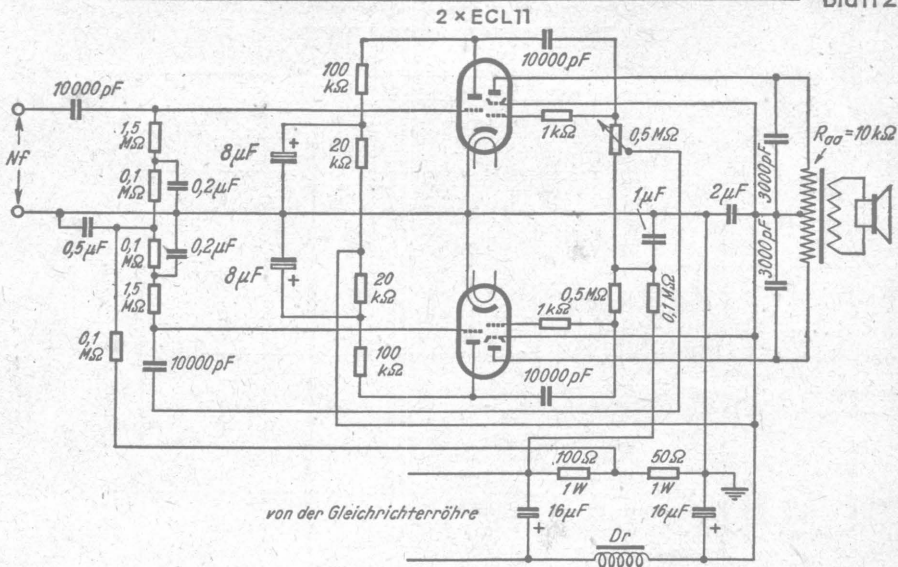
Anodenspannung	$U_{G0}$	250	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{G2}$	250	Volt
Gittervorspannung	$U_{G1}$	je -6	Volt
Anodenstrom	$I_{G0}$	2 x 36	mA
Schirmgitterstrom	$I_{G2}$	2 x 5	mA
bei voller Aussteuerung	$I_{G2d}$	2 x 14	mA
Außenwiderstand von Anode zu Anode	$R_{aa}$	11	k $\Omega$
opt. Sprechleistung	$N_{a\sim}$	8	Watt
hierbei Klirrfaktor	$K$	5	%
(Aussteuerung bis zum Einsattpunkt 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 x 24	mA
Schirmgitterstrom	$I_{G2}$	2 x 2,8	mA
bei voller Aussteuerung	$I_{G2d}$	2 x 8	mA
Außenwiderstand von Anode zu Anode	$R_{aa}$	10	k $\Omega$
opt. Sprechleistung	$N_{a\sim}$	8,2	Watt
hierbei Klirrfaktor	$K$	3	%
(Aussteuerung bis zum Einsattpunkt 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

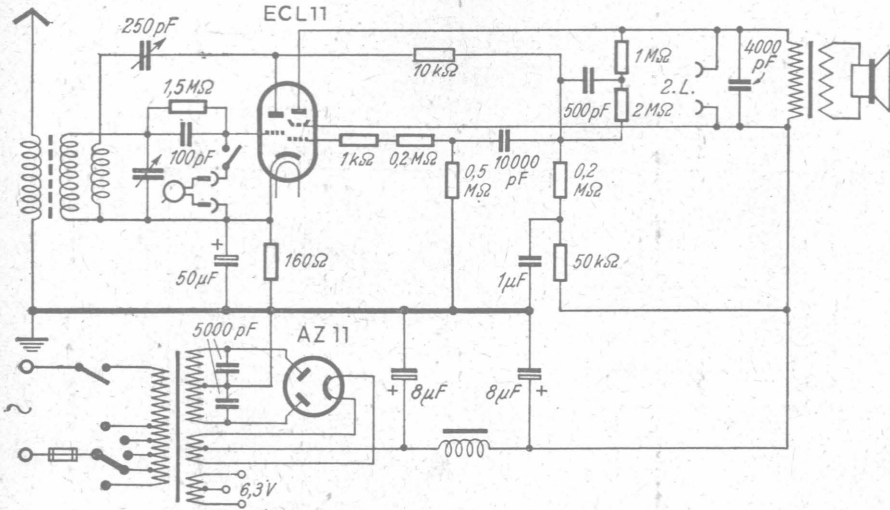
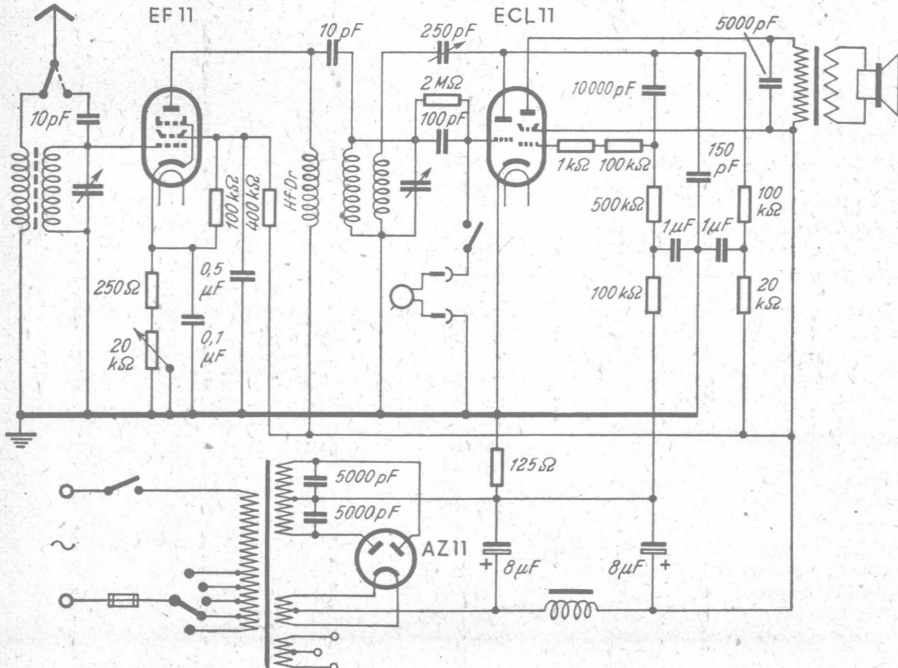
Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die die Gittervorspannung erzeugen.

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

## Innere Röhrenkapazitäten:

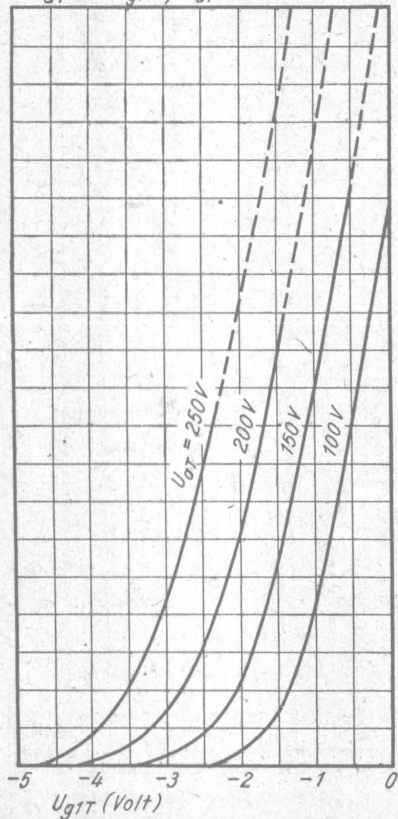
	Triodenteil	Endtrodenteil	
Eingang	$C_e (c_{g1/k})$ 4,9	9,2	pF
Ausgang	$C_a (c_{a1/k})$ 3,8	16,6	pF
Gitter - Anode	$c_{g1/a}$ < 1,5	< 0,9	pF
Gitter - Heizfaden	$c_{g1/f}$ < 0,016	< 0,1	pF
Gitter I II - Gitter I I	$c_{g1e/g1f}$ < 0,1		pF
Gitter I I - Anode I	$c_{g1f/a1e}$ < 0,02		pF
Gitter I II - Anode I	$c_{g1e/a1e}$ < 0,2		pF
Anode II - Anode I	$c_{a2/a1e}$ < 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

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

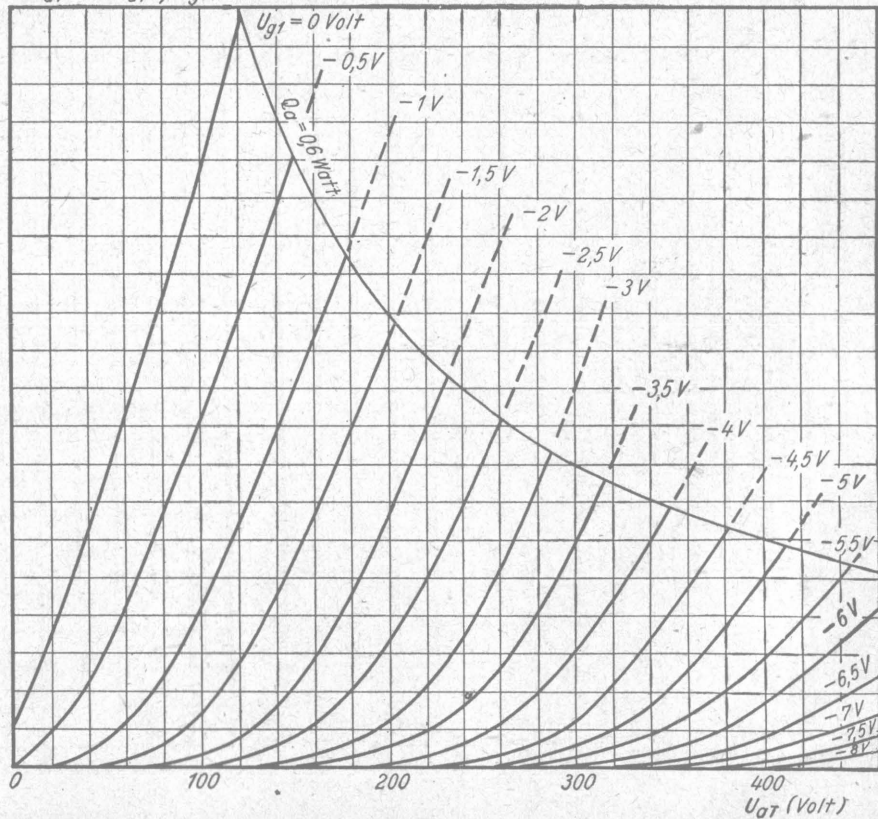
$I_{aT}$   
(mA)  
5

4

3

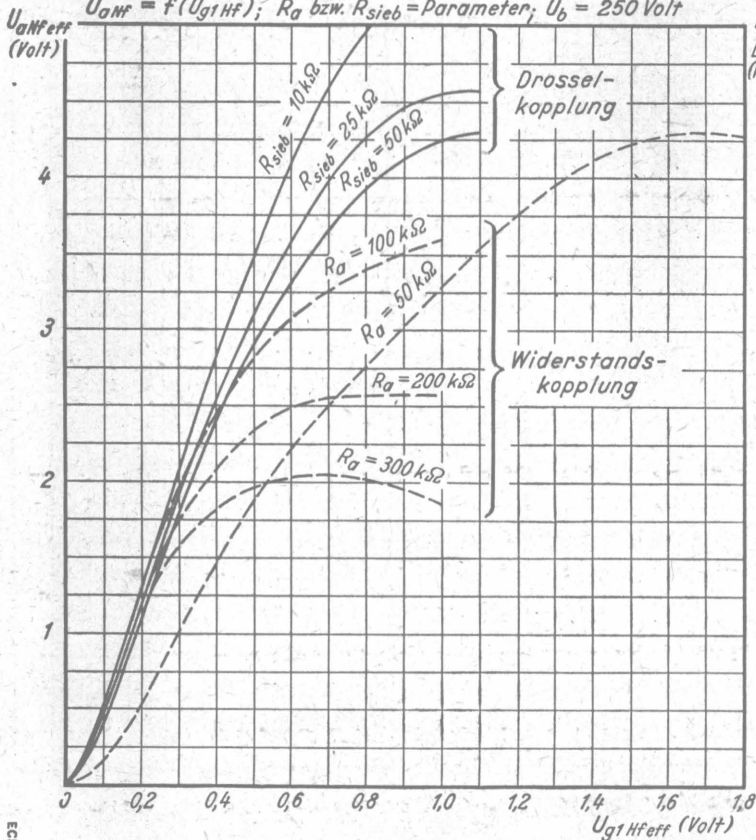
2

1



### Kennlinienfeld 3 Detektorverstärkung

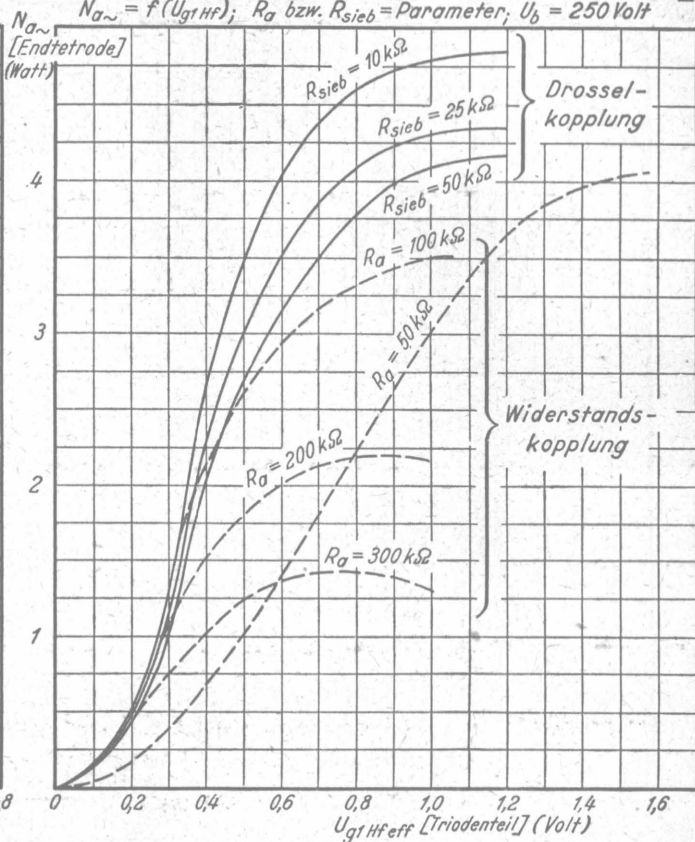
$U_{aHF} = f(U_{g1HF}); R_a$  bzw.  $R_{sieb} = \text{Parameter}; U_b = 250 \text{ Volt}$



### Audiogleichrichtung

### Kennlinienfeld 4 Aussteuerfähigkeit

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

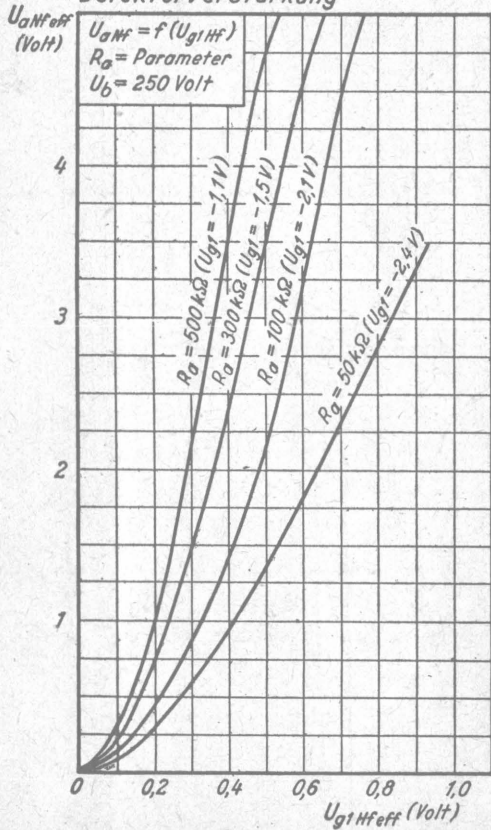




# Anodengleichrichtung

## Kennlinienfeld 5

### Detektorverstärkung

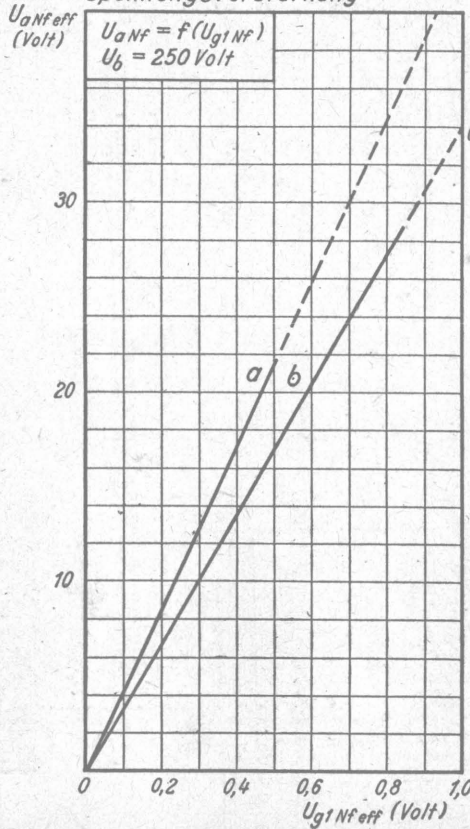


# Niederfrequenzverstärkung des Triodenteils mit RC-Kopplung

## Kennlinienfeld 6

Bedeutung von a und b siehe Text

### Spannungsverstärkung

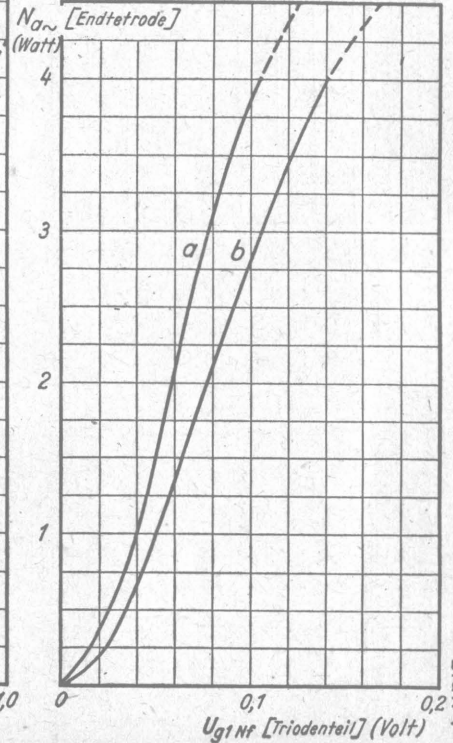


## Kennlinienfeld 7

Aussteuerfähigkeit

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

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



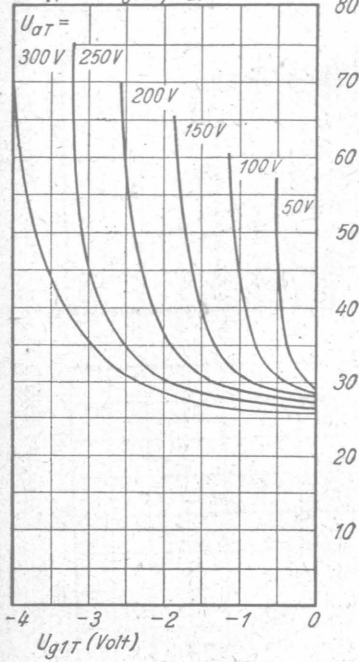
ECL 11

Kennlinienfeld 8

Innenwiderstandskurve  
des Triodenteils

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

$R_i$   
(k $\Omega$ )

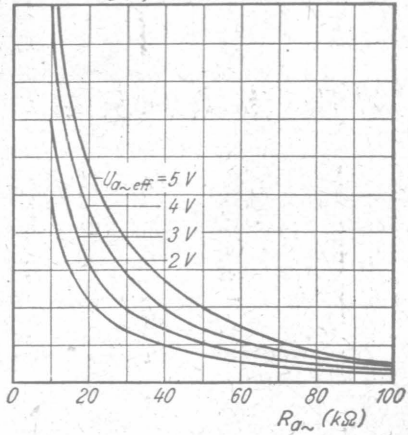


Kennlinienfeld 9

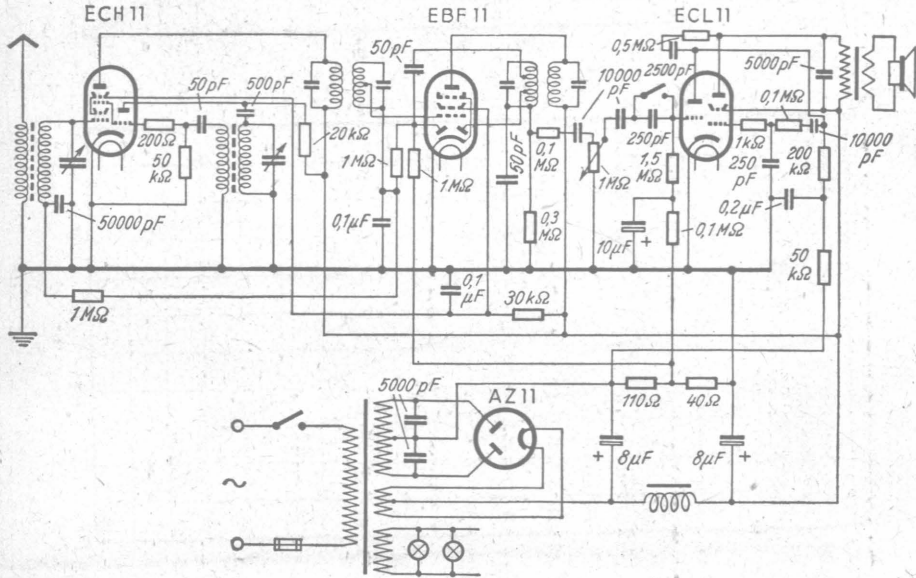
Klirrfaktorkurve  
des Triodenteils

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

$K$   
(%)



4 Röhren-6 Kreis- Standardsuper für Wechselstrom

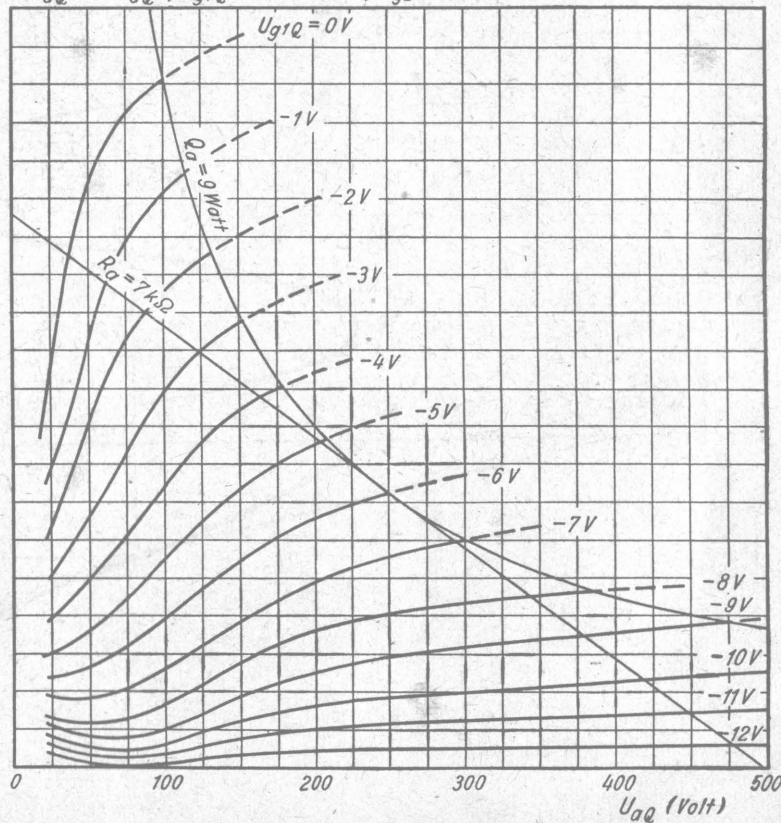


# Tetrodentteil

## Kennlinienfeld 11

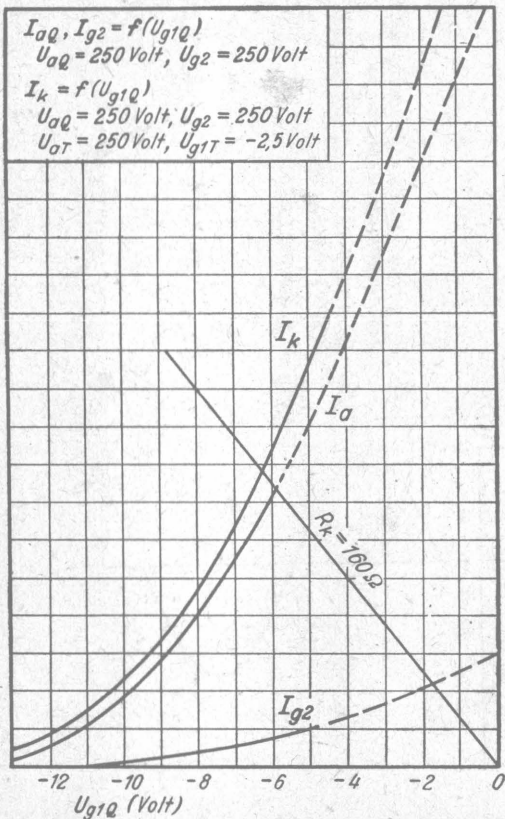
$I_{aQ}, I_{g2} = f(U_{aQ}), U_{g1Q} = \text{Parameter}, U_{g2} = 250 \text{ Volt}$

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



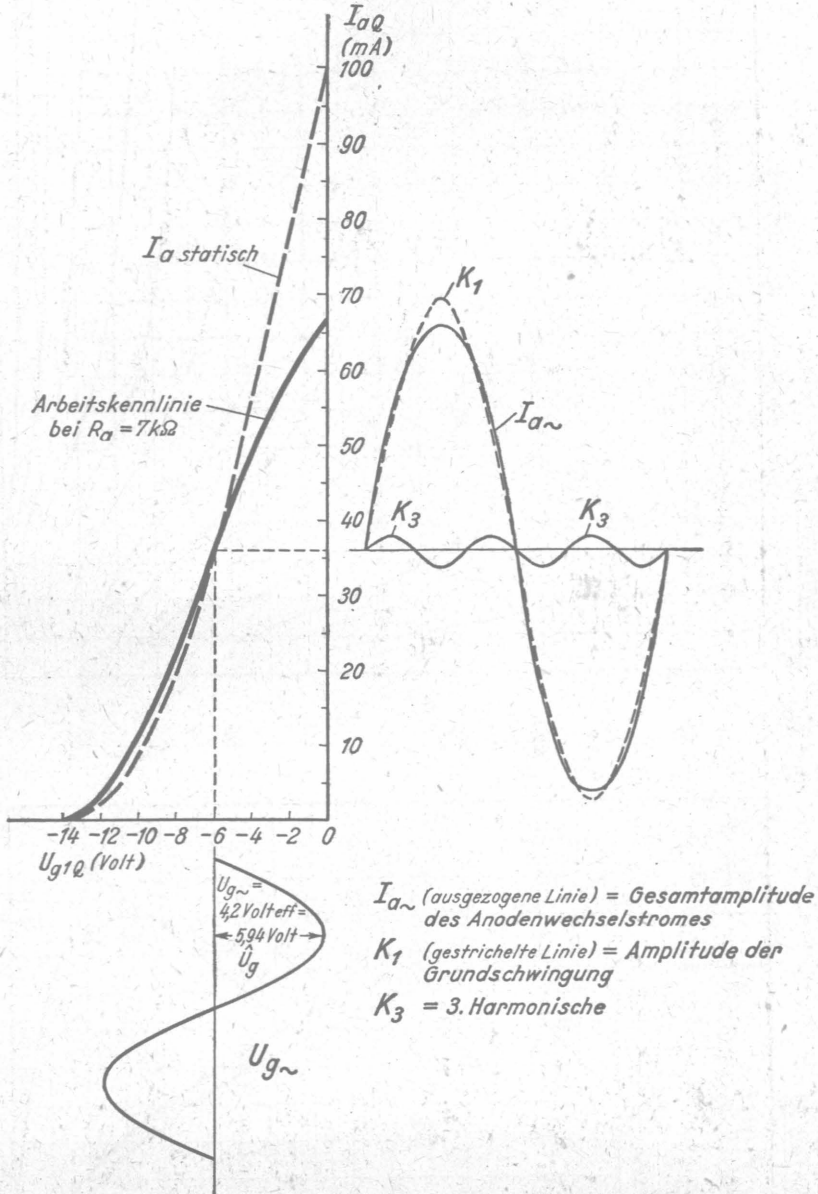
## Kennlinienfeld 10

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



## Kennlinienfeld 12

### Die Aussteuerung des Endtetrodententeils



Kennlinienfeld 13

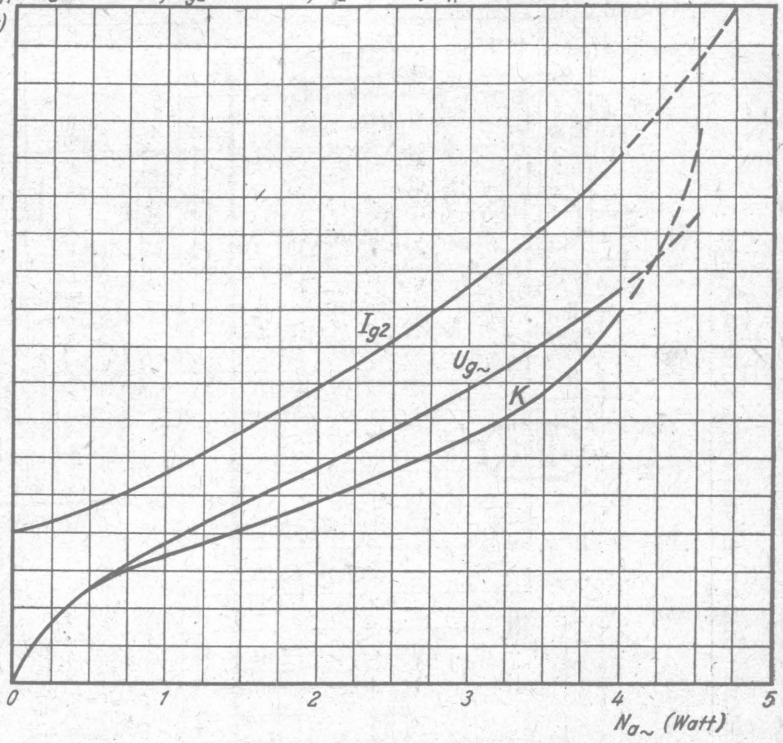
K  
(%)

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

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

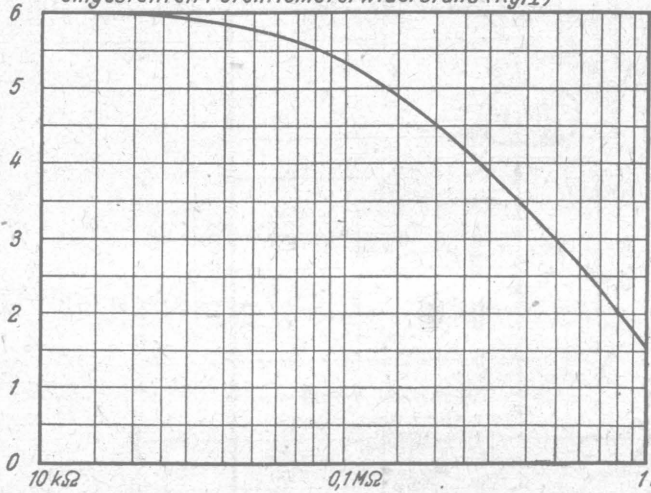
$U_a = 250 \text{ Volt}, U_{g2} = 250 \text{ Volt}, R_a = 7 \text{ k}\Omega, R_k = 160 \Omega$

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)



**Allgemeines:**

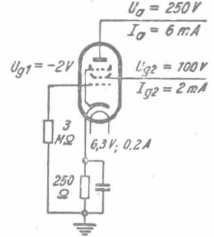
**Stahlröhre:** Stahlmantel, Abschirmung und  $g_3$  im Innern der Röhre mit  $k$  verbunden. Guts Regeleigenschaften und gute Steilheit bei geringem Anodenstrombedarf.

**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 $\Omega$



**Betriebswerte:**

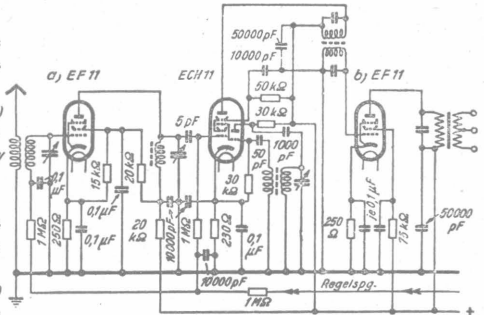
**a. als Hf- und ZF- Regelröhre**

$\alpha_1$  Schirmgitterspannung fest

Anodenspannung	$U_a$	250...100	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	100	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	250	$\Omega$
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 $\Omega$

$\beta_1$  Schirmgitterspannung gleitend

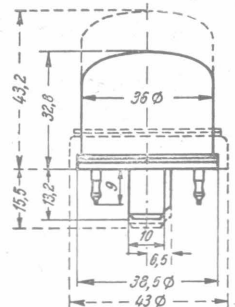
Betriebsspannung	$U_b$	250	Volt
Schirmgittervorw. d.	$R_{g2}$	75	k $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	250	$\Omega$
Regelbereich 1 : 100 : 500 (opt)			
Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	100 250 250	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-2 -45 -53	Volt
Steilheit	$S$	2,2 0,022 0,0044	mA/V
Innenwiderstand	$R_i$	3 >10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



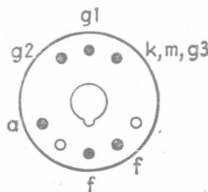
Schaltung der EF 11 a) als Hf-Regelröhre (Feste Schirmgitterspannung) b) als ZF-Regelröhre (Gleitende Schirmgitterspannung)

Betriebsspannung	$U_b$	200	100	Volt
Schirmgittervorw. d.	$R_{g2}$	50	50	k $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	300	300	$\Omega$
Regelbereich 1 : 100 : 400 (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 $\Omega$

**Kolbenabmessungen**



Socket  
von unten gesehen



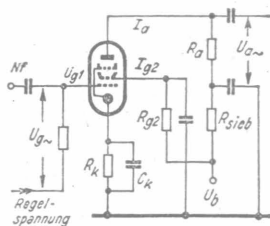
Gestrichelt: Ältere Ausführung  
Ausgezogen: Neue Ausführung

Betriebswerte (Fortsetzung)

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

Da bei Mehrpolröhren Durchgriff unwichtig und  $\mu$  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.



Schaltung der EF11 als *Nf*-Regelröhre

Betriebsspannung	$U_b$	250	250	250	250	Volt	
Anodenwiderstand	$R_a$	0,3	0,2	0,1	0,05	M $\Omega$	
Siebwiderstand	$R_{sieb}$	0,02	0,02	0,02	0,02	M $\Omega$	
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	1	0,6	0,4	0,2	M $\Omega$	
Katodenwiderstand	$R_k$	2,4	1,5	1	0,6	k $\Omega$	
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	70	5
Klirrfaktor ( $U_{a_{eff}} = 3 V_{eff}$ )	$K$	0,3	0,9	0,3	0,9	0,3	1,5
( $U_{a_{eff}} = 5 V_{eff}$ )	$K$	0,7	1,7	0,7	1,7	0,7	2

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 $\Omega$							
Siebwiderstand	$R_{sieb}$	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	M $\Omega$							
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	1	0,6	0,4	0,2	1	0,6	0,4	0,2	M $\Omega$							
Katodenwiderstand	$R_k$	3	2	1,4	0,75	3	2	1,4	0,75	k $\Omega$							
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	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 $\Omega$		
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-6,5	-2 -40	-2 -15	Volt		
Katodenwiderstand	$R_k$	0,68	1,8	0,25	k $\Omega$		
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, $U_a = 250$ V:	$R_i$ min	1,5	-	M $\Omega$
$U_a = 200$ V:	$R_i$ min	1,5	-	M $\Omega$
$U_a = 100$ V:	$R_i$ min	0,3	-	M $\Omega$
Katodenstrom	$I_k$ max	10	10	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1}$ max	3	3	M $\Omega$
Gitterstrom - Einsatzpunkt				
bei $I_{g1} \leq 0,3$ $\mu$ 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 $\Omega$

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:

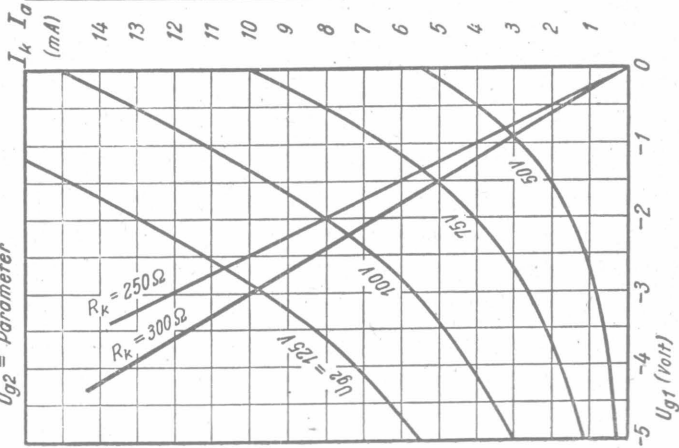
Eingang	$C_e$	6,1	pF
Ausgang	$C_a$	6,5	pF
Gitter1/Anode	$C_{g1/a}$	<0,002	pF
Heizfaden/Gitter 1	$C_{f/g1}$	<0,03	pF

Fröbe Künze



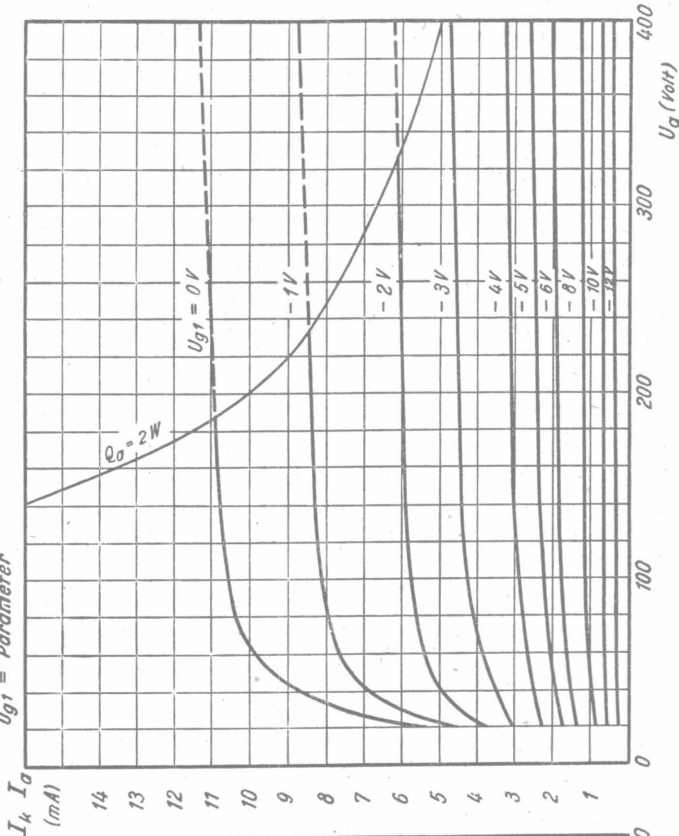
Kennlinienfeld 1

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



Kennlinienfeld 2

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



### Kennlinienfeld 3

Arbeitskennlinienverlauf:

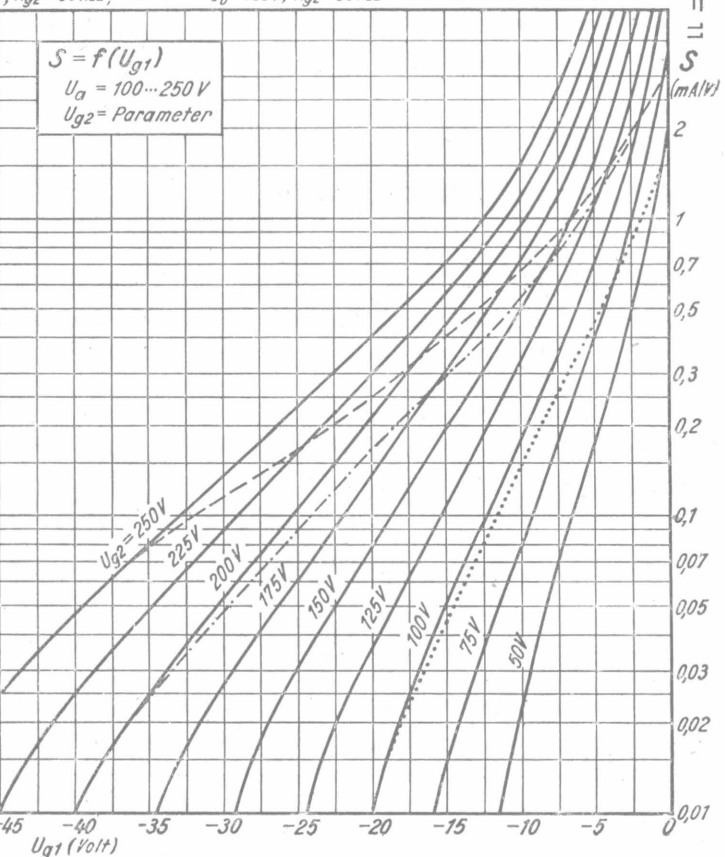
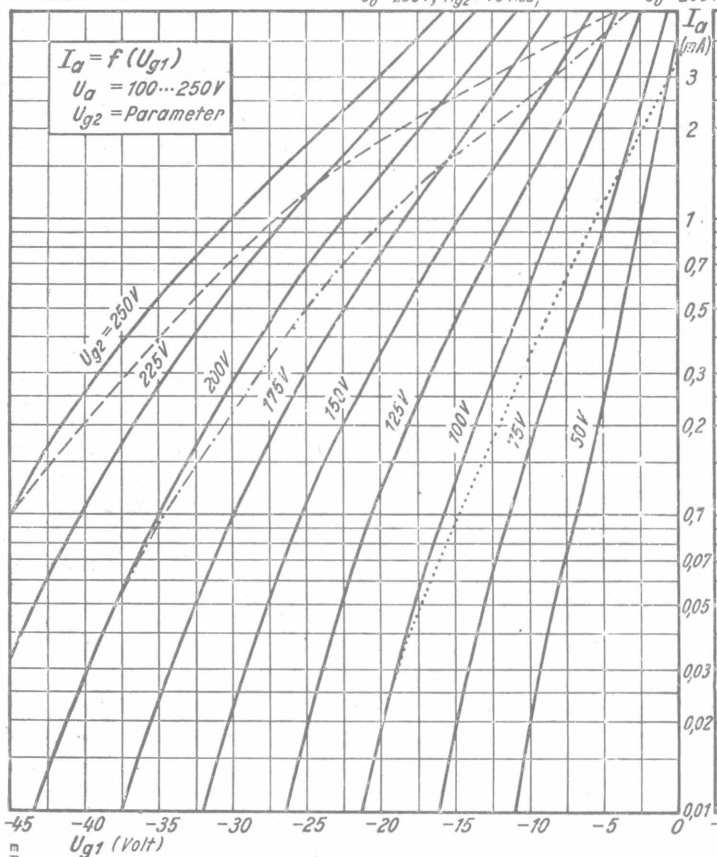
-----  $U_b = 250V, R_{g2} = 75 k\Omega;$

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

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

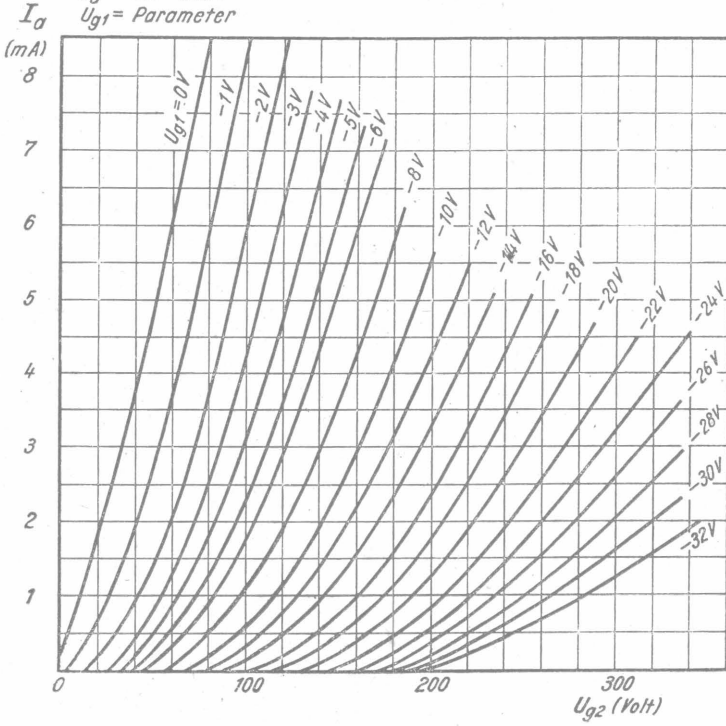
### Kennlinienfeld 4

EFF 11 S



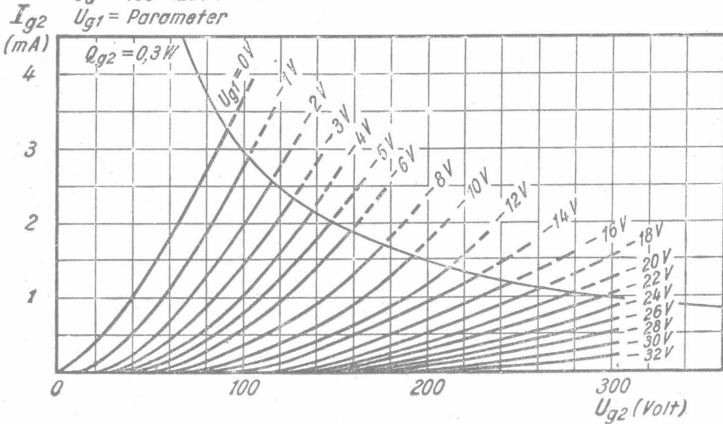
Kennlinienfeld 5

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



Kennlinienfeld 6

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



**Steilheitskennlinien**

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

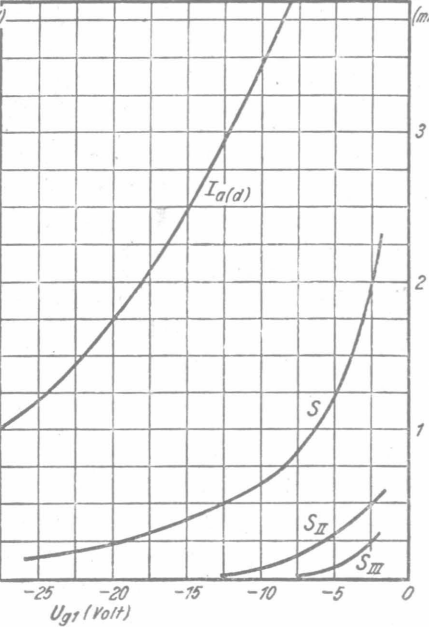
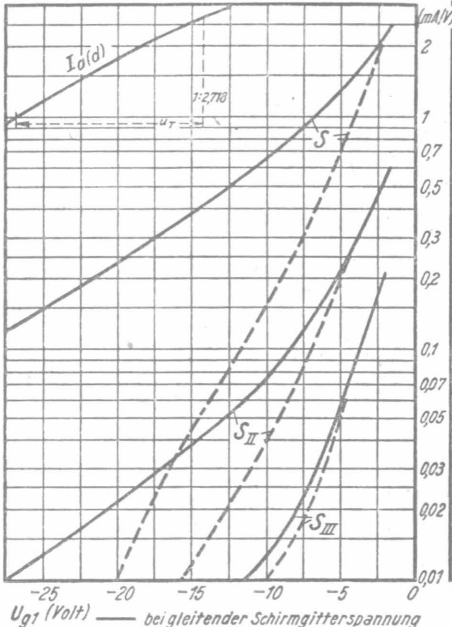
$I_a$  (mA) Kennlinienfeld 8

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

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

**Kennlinienfeld 7**

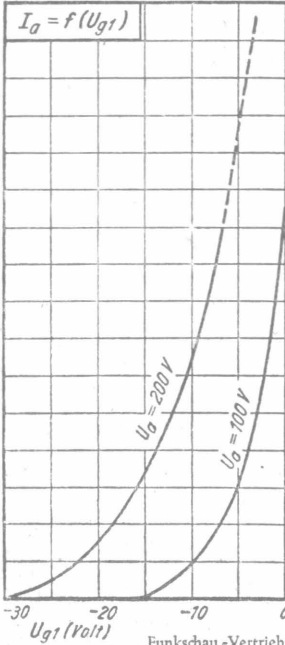
in halblogarithmischem Maßstab



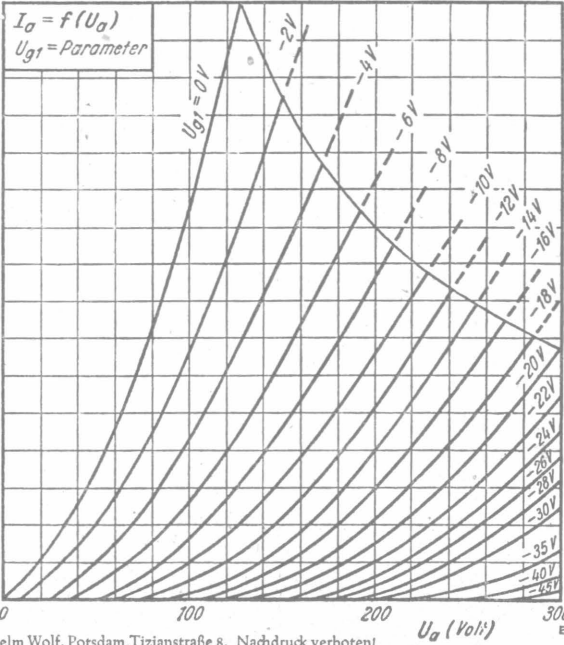
$U_{g1}$  (Volt) — bei gleitender Schirmgitterspannung  
--- bei  $U_{g2} = 100$  Volt

**EF 11 in Triodenschaltung**

**Kennlinienfeld 9**

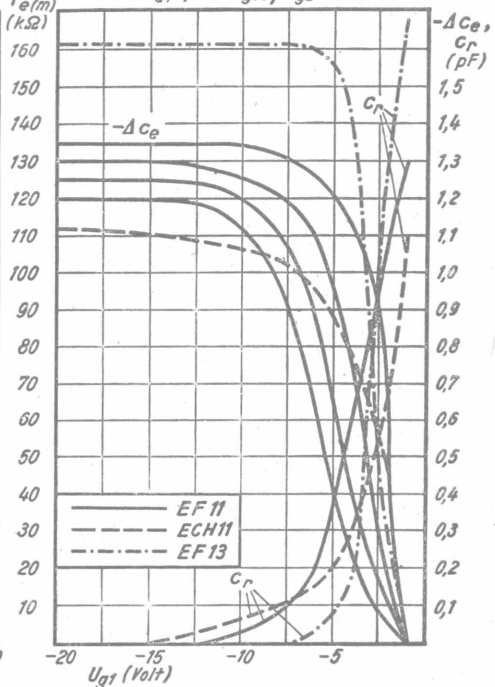
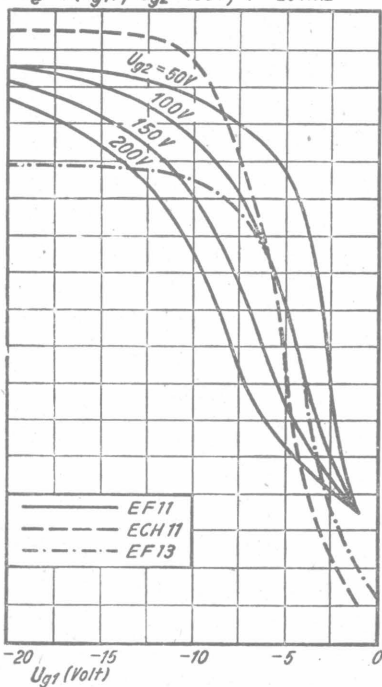


**Kennlinienfeld 10**



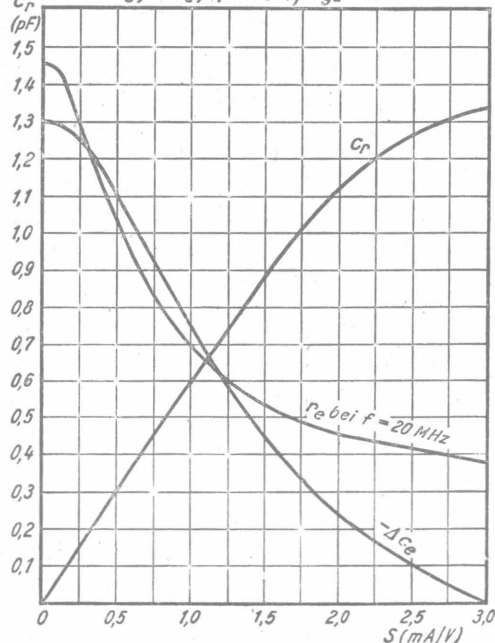
$r_e = f(U_{g1}); U_{g2} = 100V; f = 20MHz$

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



Kennlinienfeld 13

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



Eingangswiderstand  $r_{e,}$

Es ist bei gegebener Wellenlänge  $\lambda_x$  (meter):

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

$r_e$  liegt parallel dem Kreiswiderstand  $R_{R,}$ .

Wirksame Eingangskapazität  $\Sigma c_e$

liegt parallel dem Abstimmkreis und verstimmt ihn.

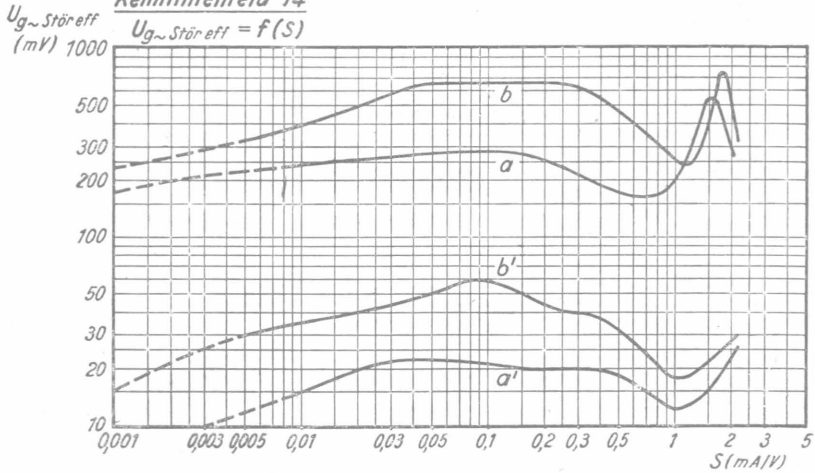
Es ist  $\Sigma c_e = c_{g1/k} + c_{g1/m} + c_{g1/f} + c_{g1/g3} + c_{g1/g2} + c_r$ . Die Raumladungskapazität  $c_r$  ändert sich beim Regeln; bei negativer werdender Gitterspannung wird  $c_r$  kleiner. Die wirksame Eingangskapazität  $\Sigma c_e$  wird durch  $c_r$  um den Betrag  $\Delta c_e$  verkleinert. 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

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

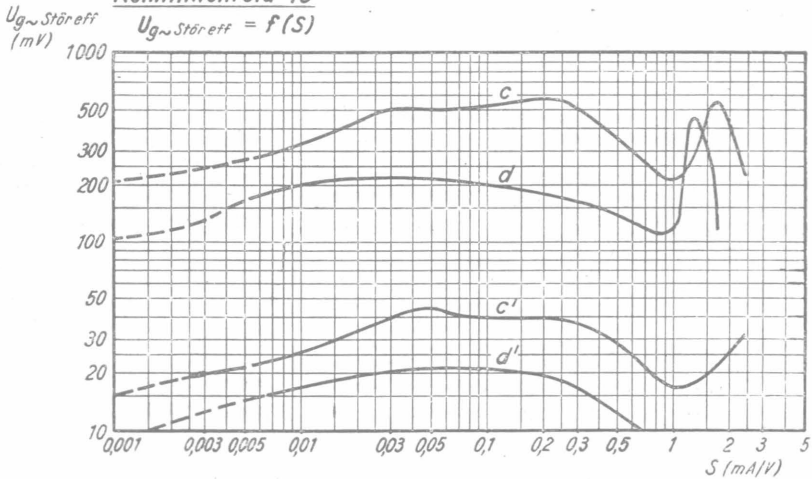
die Kapazitätsänderung wird bei loser Ankopplung quadratisch mit dem Kopplungsgrad abgeschwächt. Bei  $K = 1:2$  wird  $\Delta c_e$  auf den 4. Teil, bei  $K = 1:3$  auf den 9. Teil verkleinert usw.

**Brumm- und Kreuzmodulationskurven**  
 Erklärung siehe bei der EBF 11

**Kennlinienfeld 14**  
 $U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$



**Kennlinienfeld 15**  
 $U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$



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
$U_0 = 100 \dots 250 \text{ V}, U_{g2} = 100 \text{ V} \dots$		<i>a'</i>	<i>a''</i>
$U_b = 250 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 15 \text{ k}\Omega \dots$		<i>b'</i>	<i>b''</i>
$U_b = 200 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 50 \text{ k}\Omega \dots$		<i>c'</i>	<i>c''</i>
$U_b = 100 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 50 \text{ k}\Omega \dots$		<i>d'</i>	<i>d''</i>

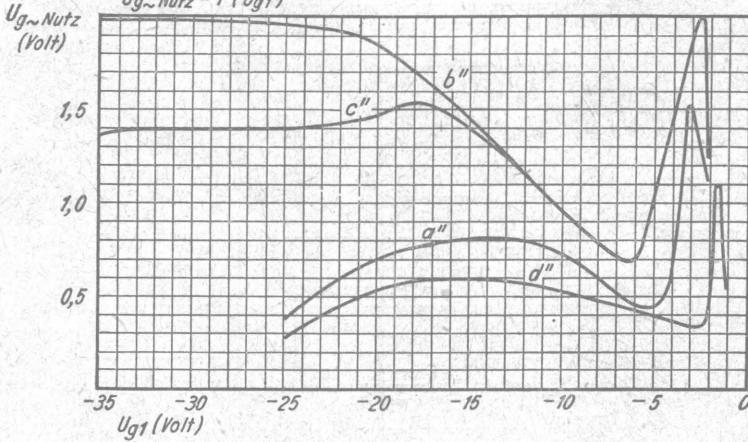
# Zulässige Gitterwechselspannung

Erklärung siehe auf Blatt 4, Rückseite

EF 11  
Blatt 5

## Kennlinienfeld 16

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

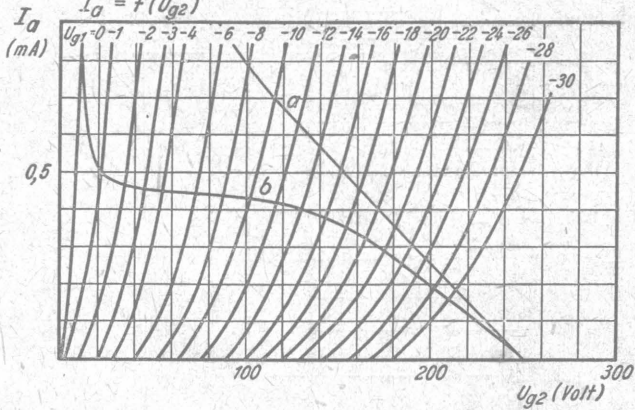


## Doppelt gleitende Schirmgitterspannung

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

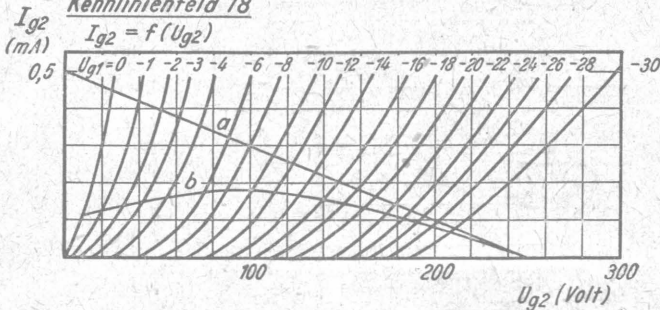
## Kennlinienfeld 17

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



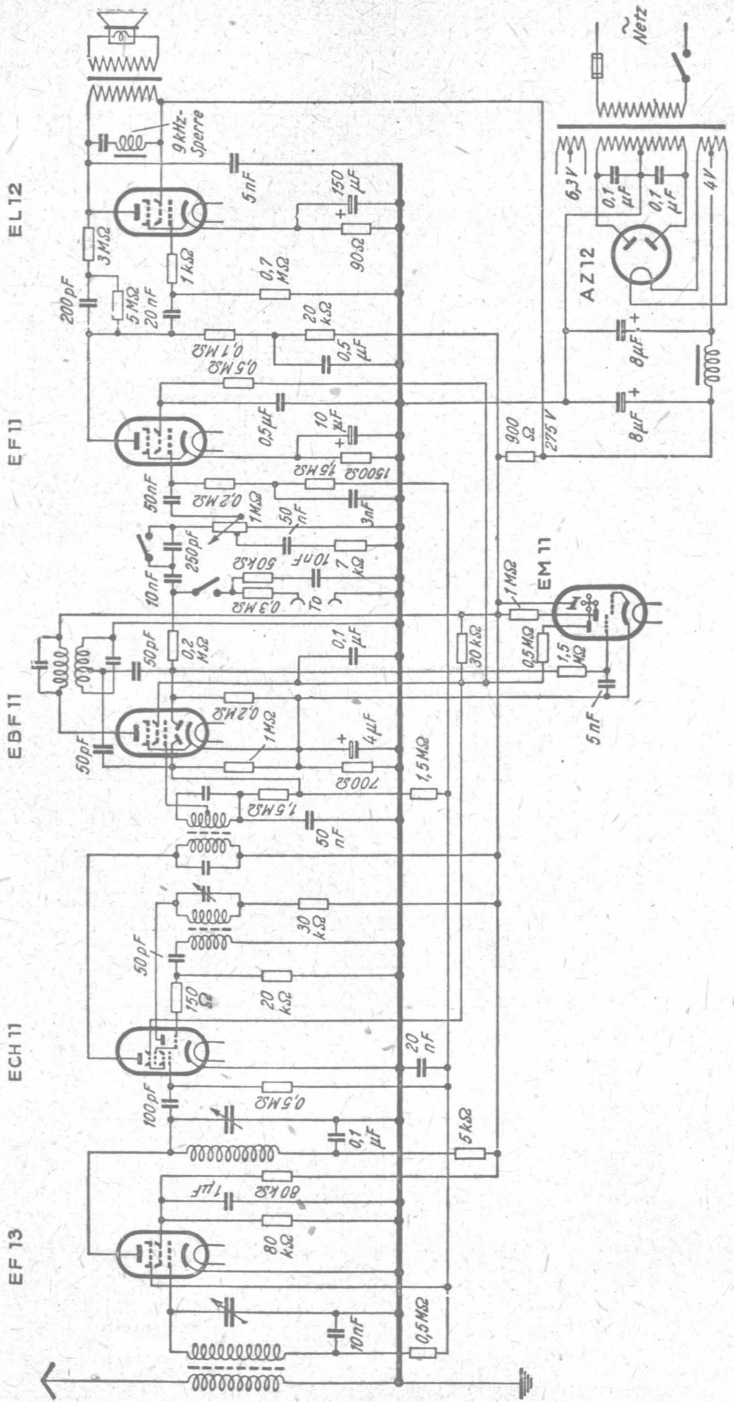
## Kennlinienfeld 18

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



$a$  = 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

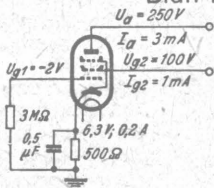
Blatt 1

### Heizung:

Indirekt geheizte Katode

Heizspannung  
Heizstrom

$U_f$  6,3 Volt ~  
 $I_f$  0,2 A ind.

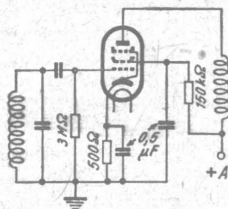


### Betriebswerte:

#### 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	—	k $\Omega$
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-2	-2	-2	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	500	500	500	$\Omega$
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	M $\Omega$

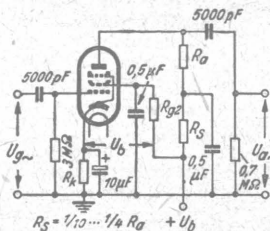
Siehe die Kennlinienfelder 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.



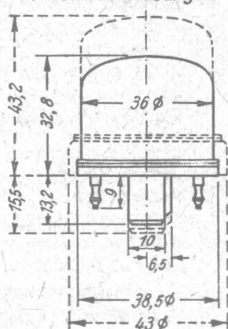
#### 2. als NF-Verstärker mit RC-Kopplung

Betriebsspannung	$U_b$	250	250	250	250	Volt
Außenwiderstand	$R_a$	0,3	0,2	0,1	0,05	M $\Omega$
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	0,8	0,5	0,3	0,2	M $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	4000	3000	1600	1000	$\Omega$
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	
Betriebsspannung	$U_b$	200	200	200	200	Volt
Außenwiderstand	$R_a$	0,3	0,2	0,1	0,05	M $\Omega$
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	0,8	0,5	0,3	0,2	M $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	6000	4000	2500	2000	$\Omega$
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	
Betriebsspannung	$U_b$	100	100	100	100	Volt
Außenwiderstand	$R_a$	0,3	0,2	0,1	0,05	M $\Omega$
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	0,8	0,5	0,3	0,2	M $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	6000	4000	2500	2000	$\Omega$
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.

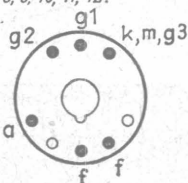


### Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung  
Ausgezogen: Neue Ausführung

Sockel  
von unten gesehen

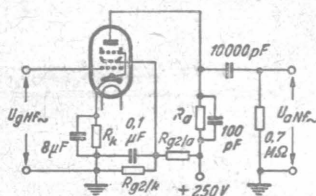


**Betriebswerte (Fortsetzung):**

**3. als Anodengleichrichter**

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

Siehe Kennlinienfeld 13

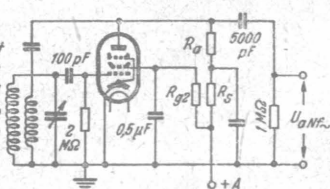


Bei Anodengleichrichtung nie gleitende Schirmgitterspannung, sondern feste Schirmgitterspannung!

**4. als Audion**

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

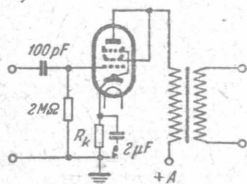
Siehe die Kennlinienfelder 14, 15.



**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	$\Omega$
Anodenstrom	$I_a + I_{g2}$	6	3,5	mA
Steilheit	$S$	3	2,5	mAV
Durchgriff	$D$	4	4	%
Innenwiderstand	$R_i$	8,5	10	k $\Omega$

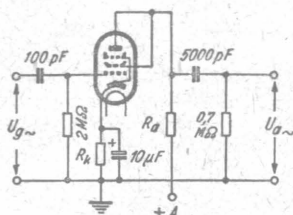


**b. als NF-Verstärker mit RC-Kopplung**

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

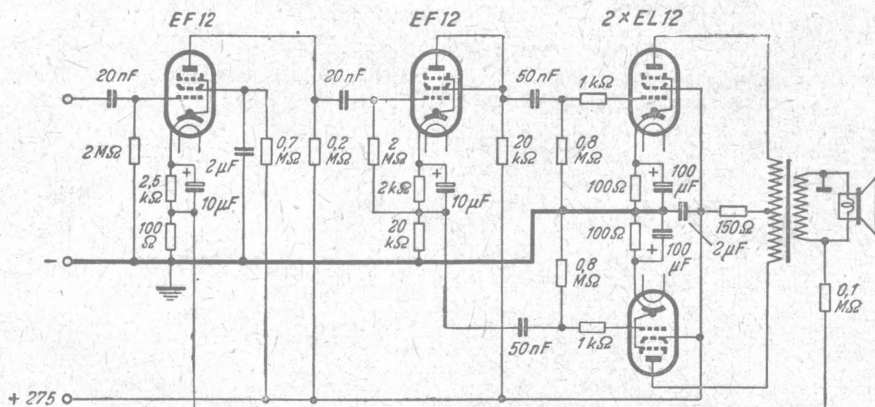
Betriebsspannung	$U_b$	150	150	150	Volt
Außenwiderstand	$R_a$	200	100	50	k $\Omega$
Anodenstrom	$I_a$	0,4	0,83	1,3	mA
Katodenwiderstand	$R_k$	6	3	2	k $\Omega$
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-2,5	-2,5	-2,5	Volt
Spannungsverstärkung	$V$	16,8	16,8	16,8	

Betriebsspannung	$U_b$	100	100	100	Volt
Außenwiderstand	$R_a$	200	100	50	k $\Omega$
Anodenstrom	$I_a$	0,26	0,44	0,75	mA
Katodenwiderstand	$R_k$	8	5	3	k $\Omega$
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 <sup>1)</sup>	$R_{f/k} \text{ max}$	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	

<sup>1)</sup> 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)

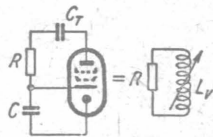
$U_{g2}$  fest (z.B.  $R_{k1/g2} = 15 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{a1/g2} = 30 \text{ k}\Omega$ );

$C_T$  = 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



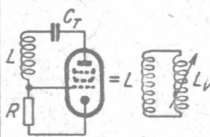
$$\mathcal{R}_i = \frac{1}{S} + j\omega \frac{CR}{S}$$

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

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

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

Fall 2



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

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

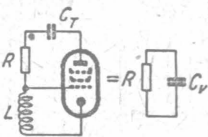
$$L_V = \frac{L}{RS} \text{ (kleines } L)$$

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

### b) als veränderliche Kapazität

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

Fall 3



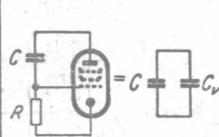
$$\frac{1}{S} + \frac{R}{j\omega LS}$$

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

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

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

Fall 4



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

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

$$C_V = CRS \text{ (großes } C)$$

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

Kleinster Verlustwinkel: Fall 4

### Praktische Anwendungen:

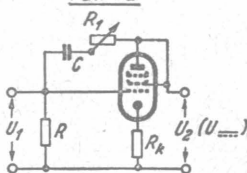
#### Fall 3 für selbsttätige Scharfabstimmung.

Die EF 12 dient als Nachstimmröhre; die EB 11 liefert die Nachstimmspannung (Schaltung siehe EB 11). Durch  $C \parallel L$  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  $I_{\text{max}}$  nie  $> I_a$  der Röhre, und  $U_{\text{max}}$   $= U_{a \text{ max}}$  der Röhre. Bei der EF 12 (Triode) also  $I_{\text{max}}$   $= 7,5 \text{ mA}$ ,  $U_{\text{max}}$   $= 200 \text{ Volt}$ . Für größere Ströme und höhere Spannungen nehme man große Endtrioden.

Fall 4a



\*  $G_a^+$  = Leitwert von der Anode aus, für  $\frac{1}{R_1} = 0$  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  $G_a^+ = \frac{1}{R_2} + \frac{S \cdot R_1}{R_2}$ .  $R_1 = R_{k1/g1}$ ,  $R_2 = R_{a1/g1}$ .

\*  $\Delta f = f(S_{\text{max}} \cdot S_0)$ ;  $\omega_0$  = ursprüngliche Kreisfrequenz (z.B. des Oszillators),  $L_0$  = deren ursprüngliches  $L$ .

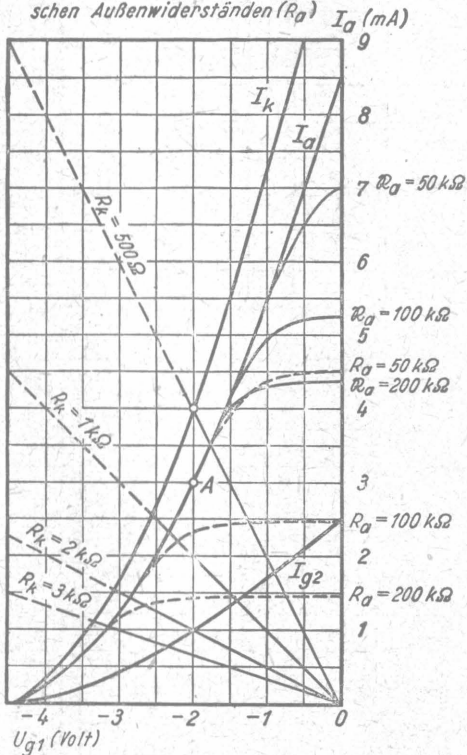
Die angegebenen Anwendungen und Formeln gelten nicht nur für die EF 12, sondern für alle Pentoden. Im Fall 4 ist es besser, eine Triode zu nehmen, da  $U_2 = U_1 - (R_1 \cdot I_a)$ . Bei einer Pentode wäre infolge hohen  $R_1$  der Spannungsabfall zu hoch.

Frh. Kürze

### Kennlinienfeld 1

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

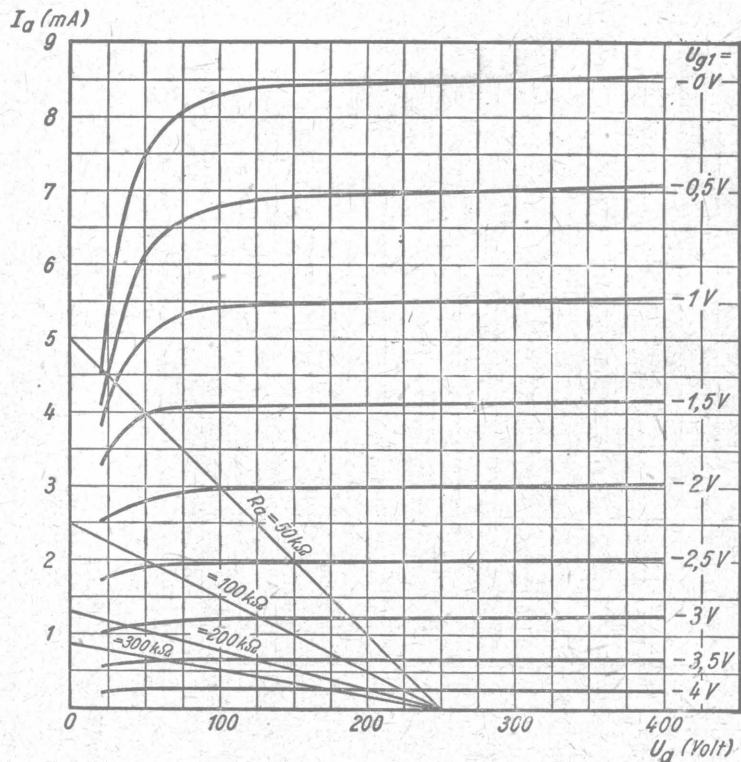
Arbeitskennlinien bei abgestimmten Kreislagen ( $R_a$ ) und bei ohmschen Außenwiderständen ( $R_k$ )



### Kennlinienfeld 2

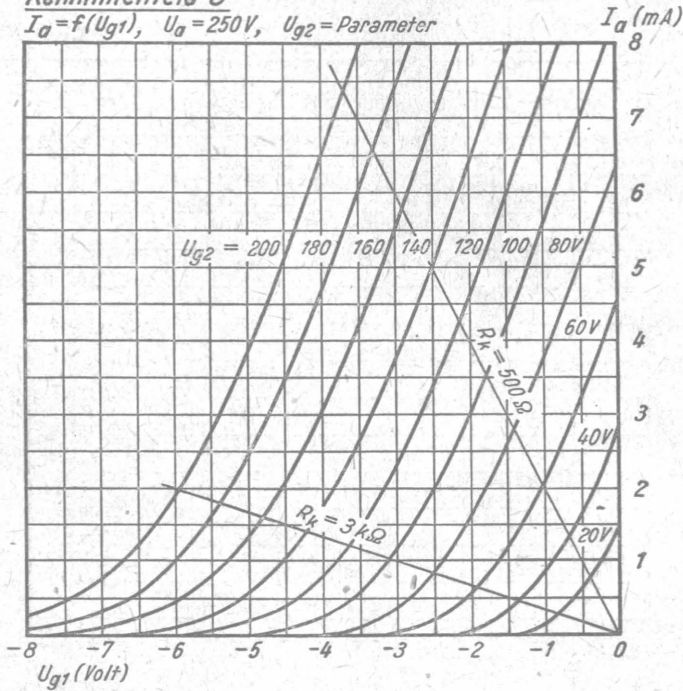
$$I_a = f(U_a)$$

$$U_{g2} = 100 V$$



**Kennlinienfeld 3**

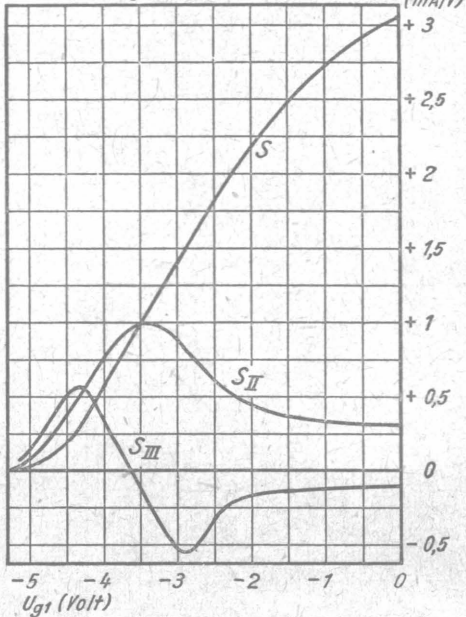
$I_a = f(U_{g1}), U_a = 250V, U_{g2} = \text{Parameter}$



**Kennlinienfeld 4**

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

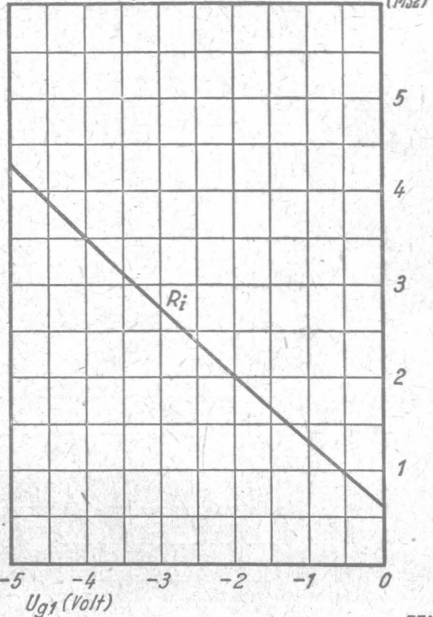
$U_a = 250V, U_{g2} = 100V$



**Kennlinienfeld 5**

$R_i = f(U_{g1})$

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

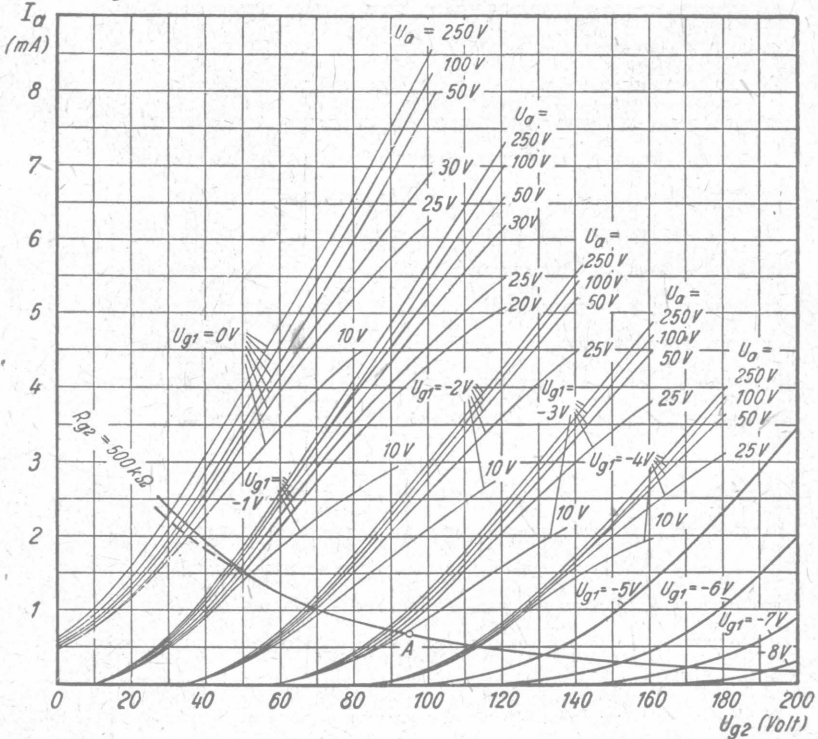


Die Ströme bei kleineren Schirmgitterspannungen

Kennlinienfeld 6

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

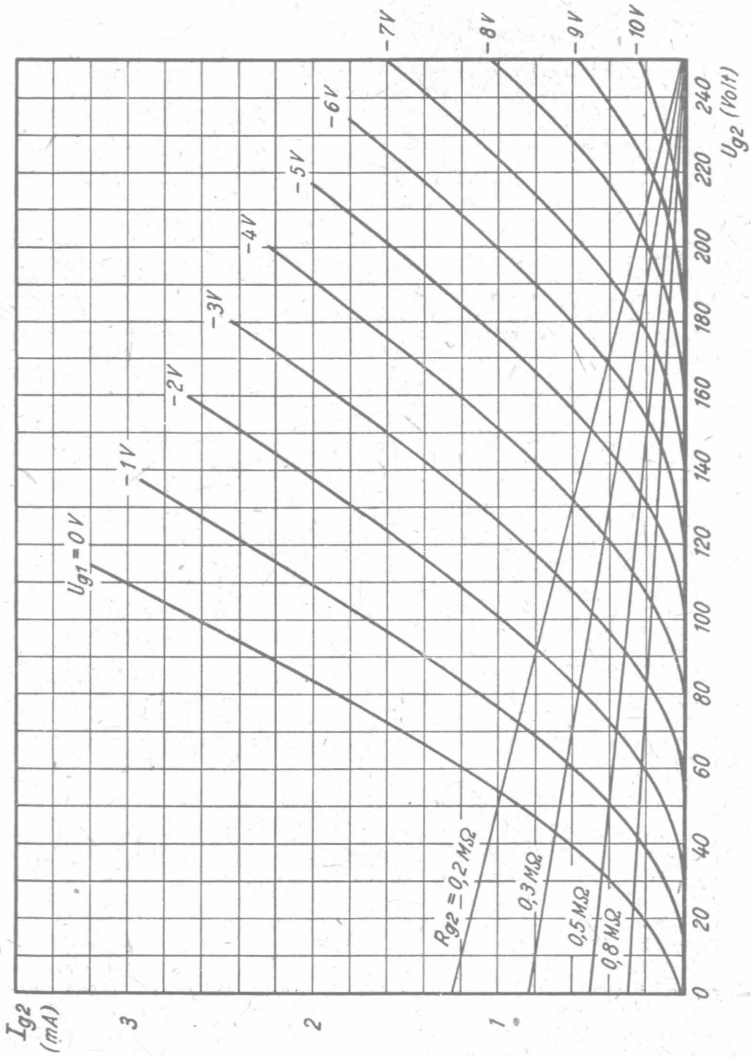
$$U_a = 100 \dots 250 \text{ V}$$



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

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

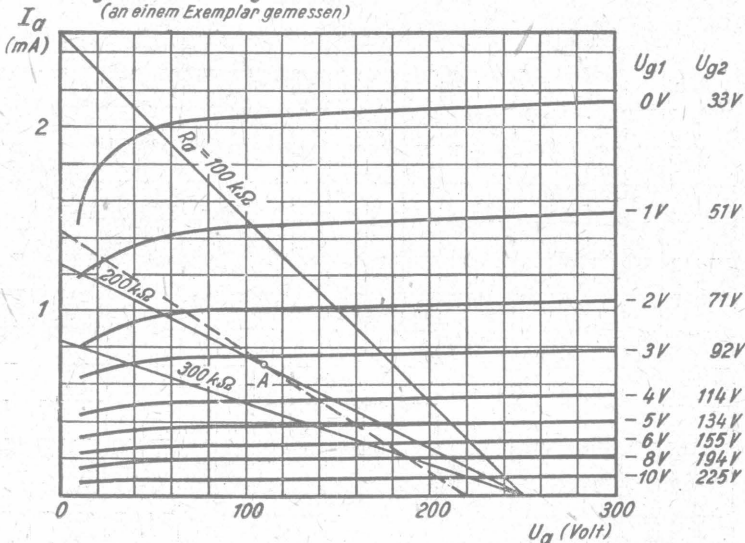




Schirmgitterspannung über Vorwiderstand

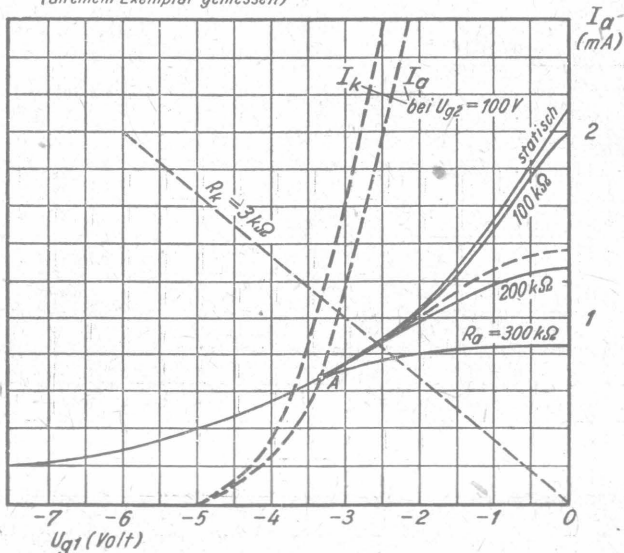
Kennlinienfeld 8

$I_a = f(U_a)$   
 $U_{g2} = 250V$  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)

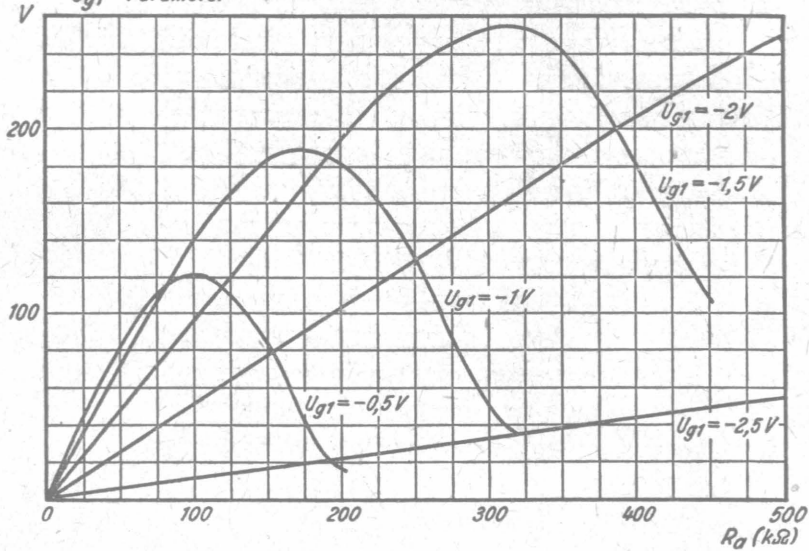


## Die EF12 bei Nf-Verstärkung (RC-Kopplung)

### Kennlinienfeld 10

$$V = f(R_a)$$

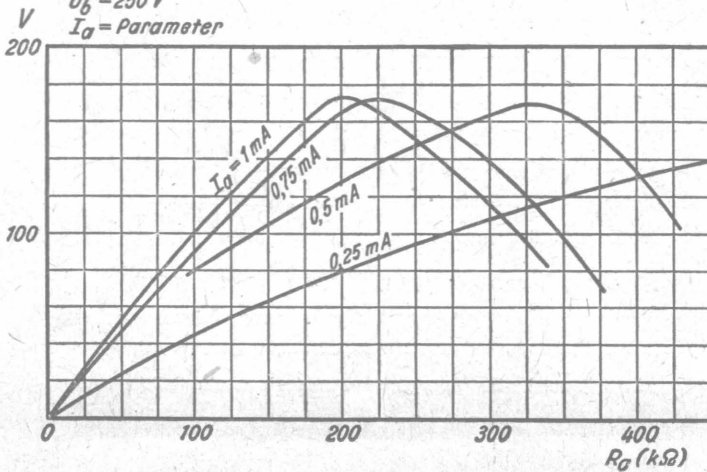
$$U_b = 250\text{V}$$

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


### Kennlinienfeld 11

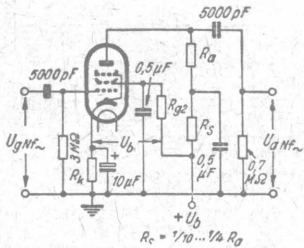
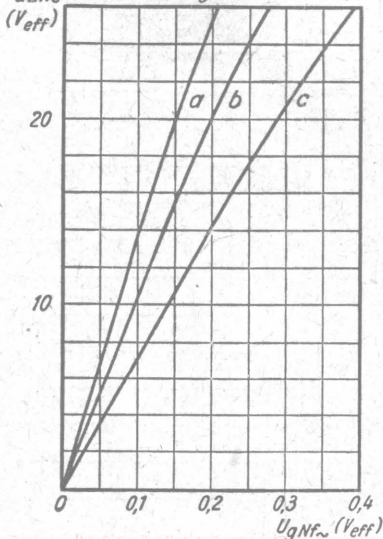
$$V = f(R_a)$$

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

$$I_a = \text{Parameter}$$


**Kennlinienfeld 12**

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

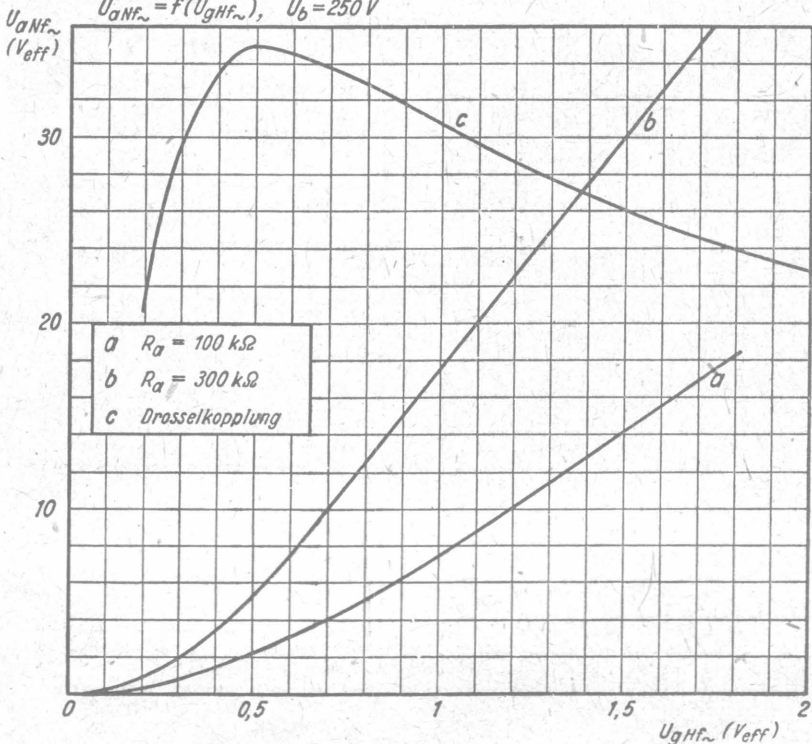


	a	b	c
$R_a$	0,2	0,7	0,05 M $\Omega$
$R_{g2}$	0,5	0,3	0,2 M $\Omega$
$R_k$	3,0	1,6	1,0 M $\Omega$
V	135	100	70

**Die EF12 bei Anodengleichrichtung**

**Kennlinienfeld 13**

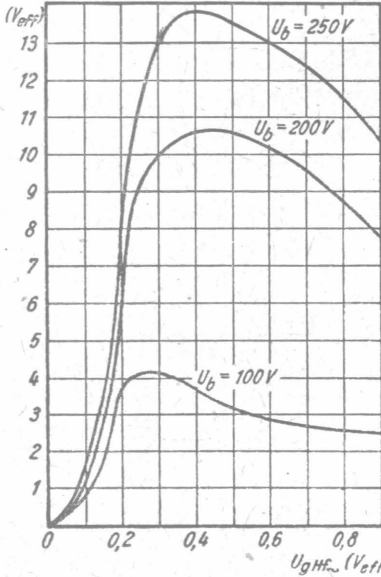
$U_{aNF\sim} = f(U_{gHF\sim})$ ,  $U_b = 250\text{ V}$



Die EF12 bei Audiungleichrichtung

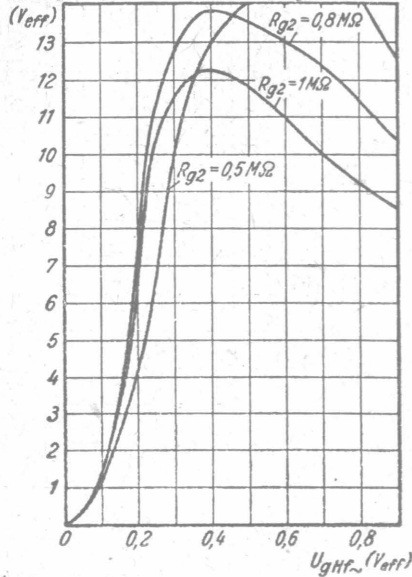
Kennlinienfeld 14

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



Kennlinienfeld 15

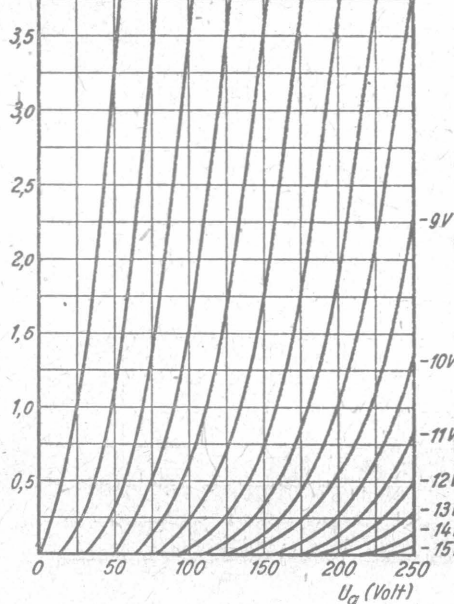
$U_{aNF_{\sim}} = f(U_{gHF_{\sim}})$   
 $U_b = 250V, R_a = 0,2 M\Omega, R_{g2} = \text{Parameter}$



Die EF12 als Triode geschaltet

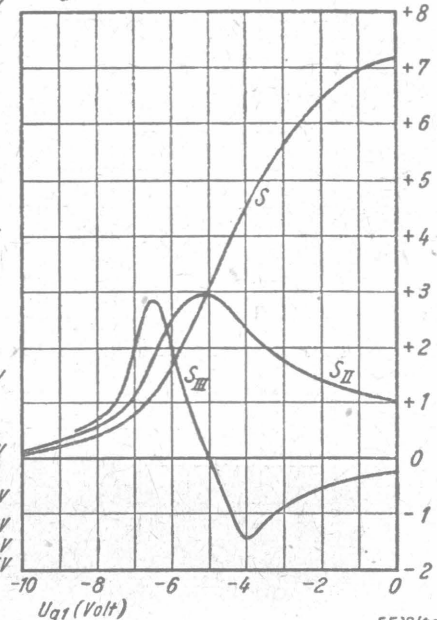
Kennlinienfeld 16

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



Kennlinienfeld 17

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

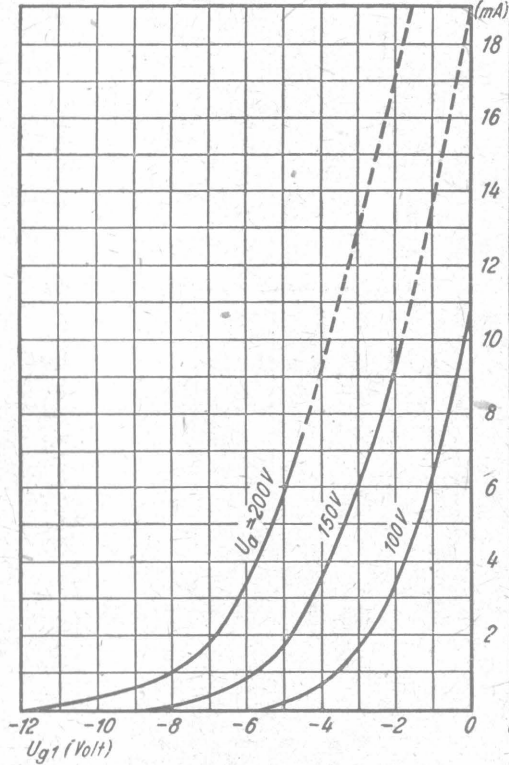


Die EF12 als Triode geschaltet (Gitter mit Anode verbunden)

Kennlinienfeld 18

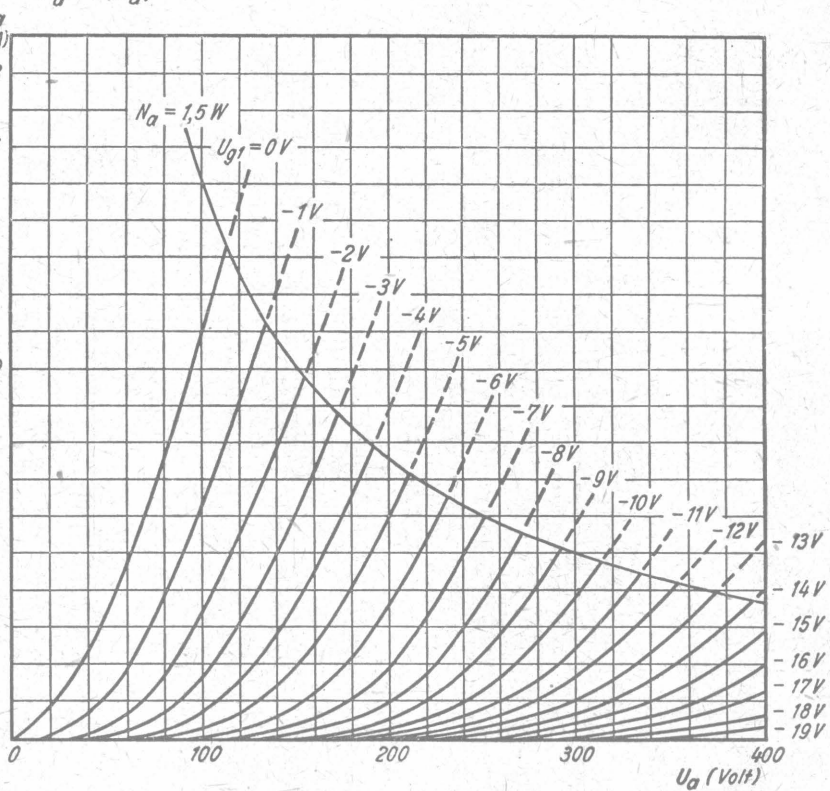
$$I_a = f(U_{g1})$$

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

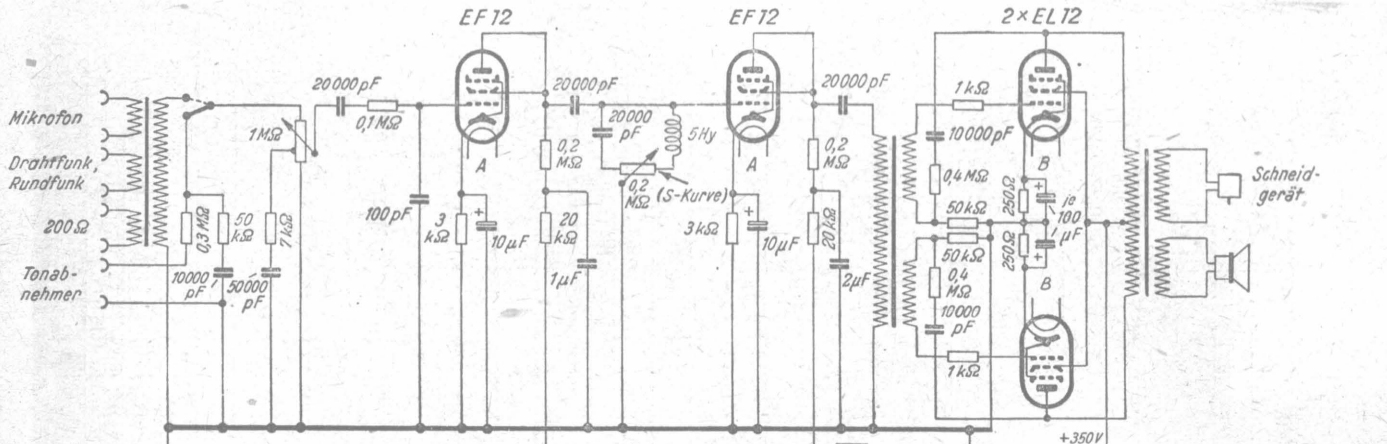


Kennlinienfeld 19

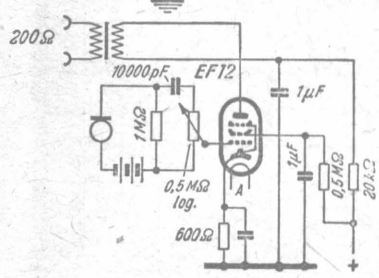
$$I_a = f(U_a)$$



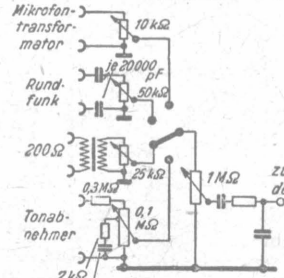
# Kraftverstärker 35 Watt mit EF12 in Triodenschaltung als Vorröhren



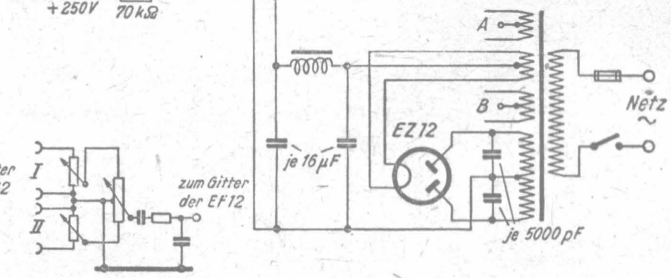
Funkschau - Vertrieb Wilhelm Wolf, Potsdam, Tizianstraße 8, Nachdruck verboten!



Die EF12 als Mikrofonverstärker



Mischeinrichtung



Kontinuierliche Mischung



# 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 Anodenhalfstege, die bei den beiden Systemen um  $90^\circ$  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) Empfangsleichrichterdiode 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.

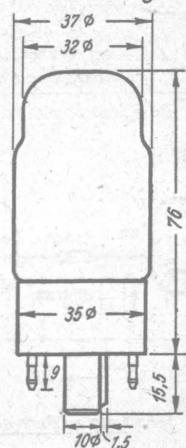
Die Kathode der EM 11 verbindet man zweckmäßig direkt mit der Kathode der EBF 11 bzw. der Diode (siehe Schaltung des Spitzensuper bei der EF 11). Sind die Anfangs-Schattenwinkel verhältnismäßig klein, so kann man ein Breiterwerden derselben dadurch erreichen, daß man die Kathode der EM 11 direkt an Erde 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.

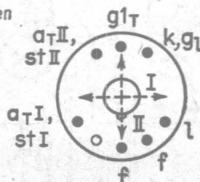
Verbindet man beide Anoden der Triodensysteme miteinander und legt sie dann über einen gemeinsamen Vorwiderstand ( $R_{aI+II} = 1 \dots 3 \text{ M}\Omega$ ) an die Betriebsspannung, so erhält man eine Einbereichsanzeige. Die beiden Triodensysteme sind damit parallel geschaltet und wirken wie ein System 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  $\beta_I$  für den Bereich I
- II. Mitte des Schattenwinkels  $\beta_{II}$  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.

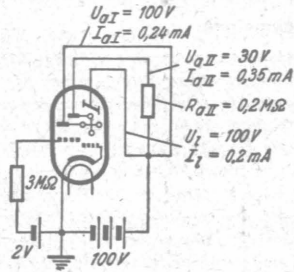
**Heizung:**

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

**Meßwerte im Arbeitsbereich (Zirka-Werte):**

	Triodensystem I		Triodensystem II	
Anodenspannung	$U_a$	100	$U_b$	100
Anodenvorwiderstand	$R_{aII}$	-		0,2 M $\Omega$
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 $\Omega$
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	$I_l$		$I_l$		$I_l$		$I_l$		mA
	System	I	II	I	II	I	II		
Anodenvorwiderstand (Außenwiderstand)	$R_a$	2	1	2	1	2	1		M $\Omega$
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	$\beta$	75° 15°	83° 5°	75° 18°	82° 3°	75° 15°	80° 3°		

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

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

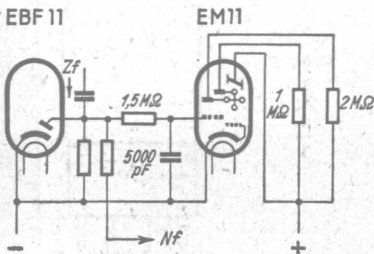
	$U_b^{1)}$		250		250		250		250		
Betriebsspannung	250		250		250		250		250		Volt
Leuchtschirmspannung	250		250		250		250		250		Volt
Anodenvorwiderstand	$R_{aII}$		$R_{aII}$		$R_{aII}$		$R_{aII}$		$R_{aII}$		M $\Omega$
Verzögerungsspannung	$U_v$		$U_v$		$U_v$		$U_v$		$U_v$		Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$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

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

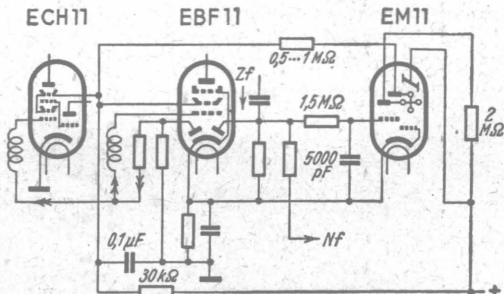
Durch den Mitzieheffekt ist der Schattenwinkel bei  $U_{g1} = 0$  Volt in der Praxis etwa 10% kleiner als angegeben.

Siehe Kennlinienfelder 1, 2, 4 und 5.

<sup>1)</sup>  $U_b$  = 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 $\Omega$
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	$\beta_0$	86° 10°	84° 5°	77° 5°	

Siehe Kennlinienfelder 3 und 6

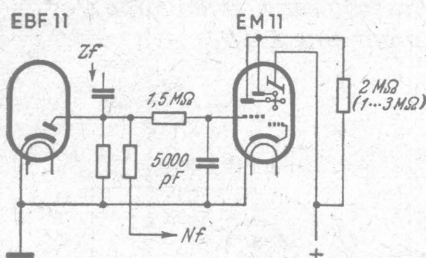
**d. als Spannungsmesser (Gleichspannungsvoltmeter)**

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

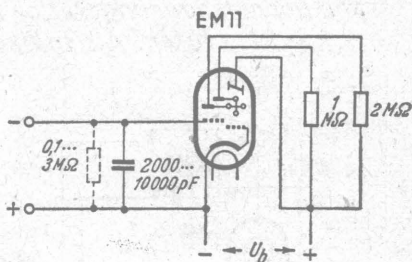
Meßbereich (Ausnutzbarer Steuerbereich)  $U_{g1} = 0 \dots -3,5 \quad -2,5 \dots -20 \quad 0 \dots -3 \quad -2 \dots -18 \quad 0 \dots -2 \quad -1 \dots -10$  Volt

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

<sup>1)</sup>  $U_b$  = Spannung an Röhre + Spannungsabfall am Anodenvorwiderstand



Schaltung zu Betriebsfall c.



Schaltung zu Betriebsfall d.

**Grenzwerte:**

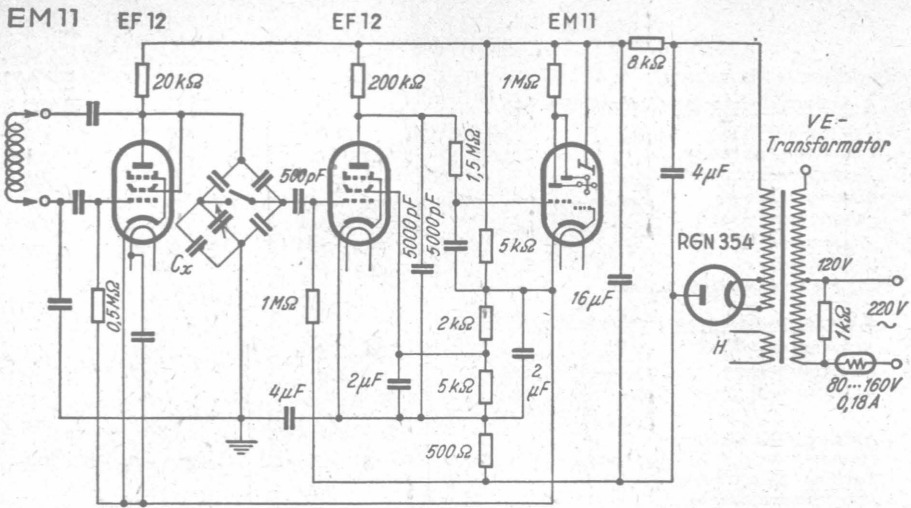
		Triodensystem I	Triodensystem II	
Anodenspannung	$U_a \max$	300	300	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \max$	550	550	Volt
Anodenbelastung	$Q_a \max$	0,5	0,5	Watt
Leuchtschirmspannung	$U_l \min \text{ u. } \max$	90...250		Volt
Leuchtschirmkaltspannung	$U_{lL} \max$	550		Volt
Katodenstrom	$I_k \max$	5		mA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

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

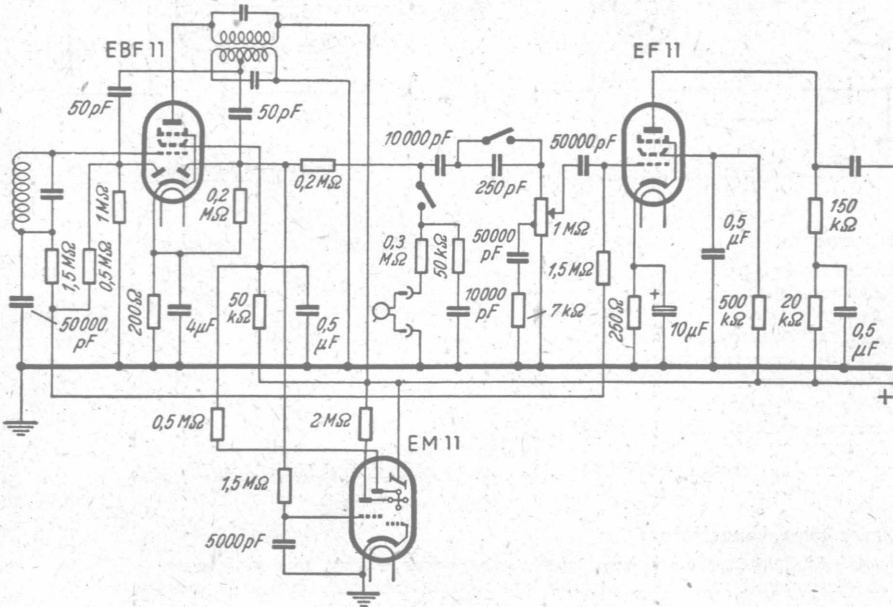
**Innere Röhrenkapazitäten:**

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



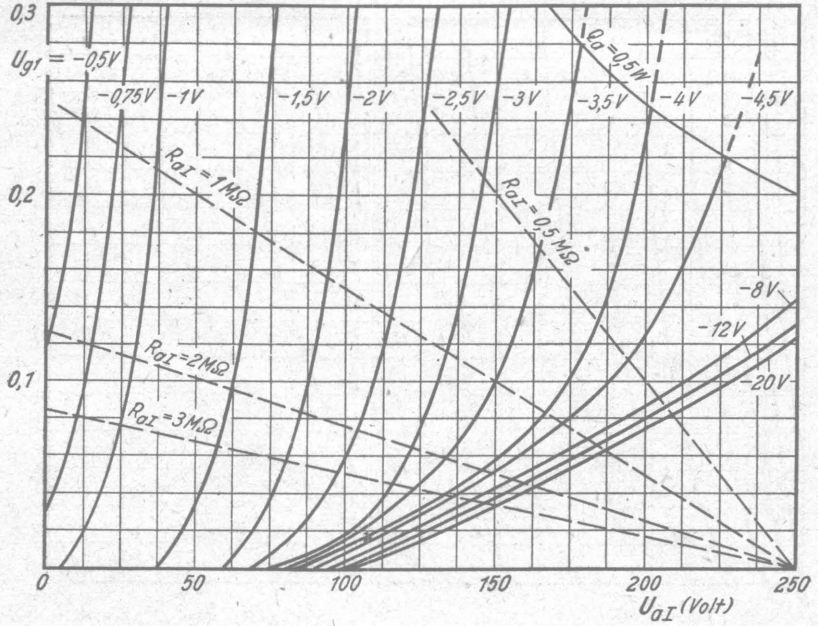
*Zweistufiges Röhrevoltmeter mit Gleichstromrückkopplung und Doppelspannungsteiler zur Messung von kleinen Kapazitäten. Als Indikator dient eine EM11.*



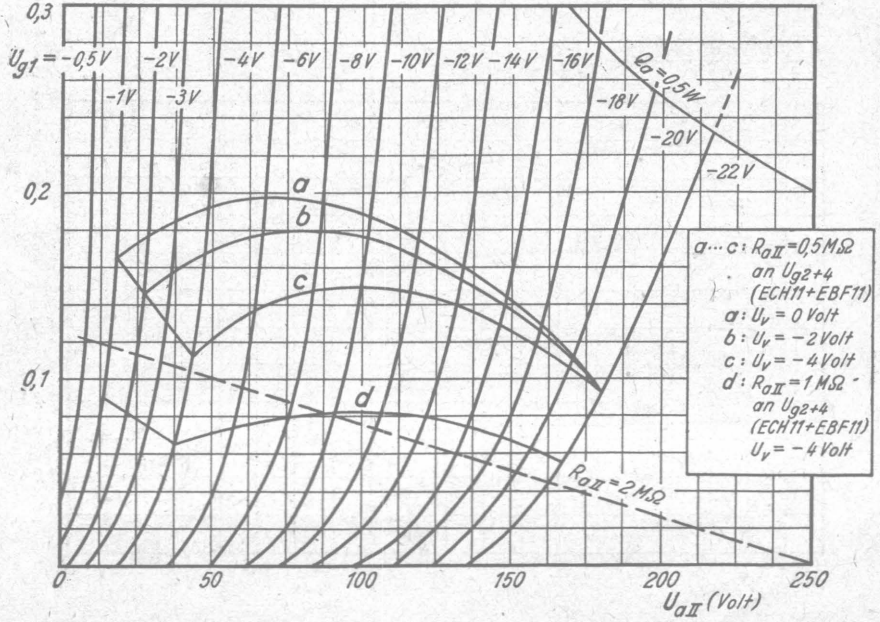
*Schaltung EBF11 - EM11 - EF11*

Anodenströme

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



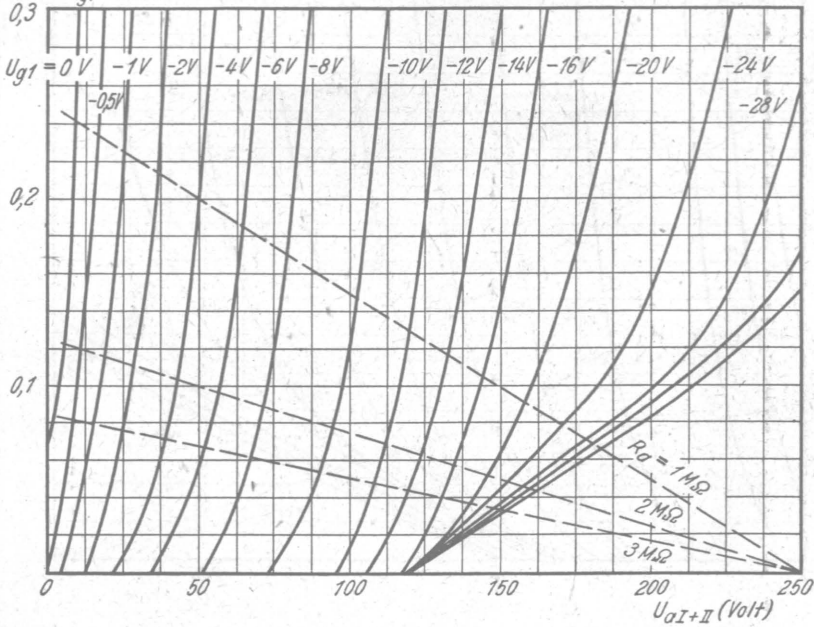
Kennlinienfeld 2  
 $I_{aII}$  (mA)  $I_{aII} = f(U_{aII}), U_{g1} = \text{Parameter}$



EM11 **Kennlinienfeld 3**

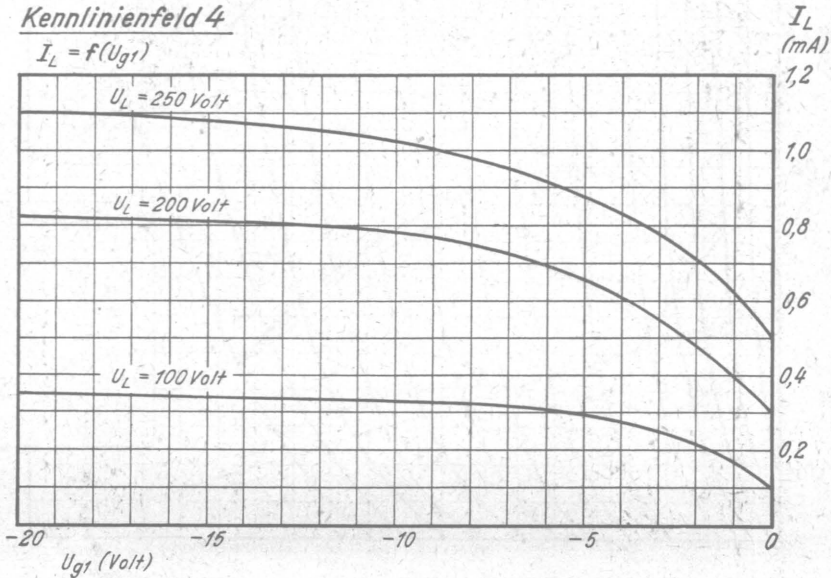
Einbereichsanzeige. Beide Anoden verbunden

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



**Kennlinienfeld 4**

$I_L = f(U_{g1})$



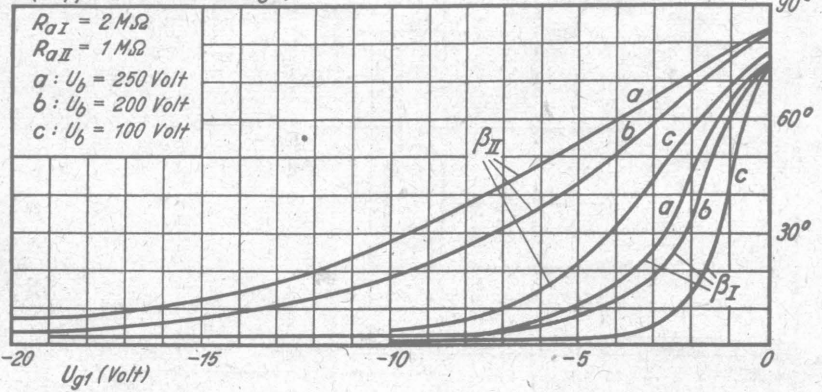
# Schattenwinkel - Diagramme

EM 11  
Blatt 4

## Kennlinienfeld 5

Schattenwinkel  $\beta_I$  und  $\beta_{II}$  =  $f(U_{g1})$   
(Doppelbereichsanzeige)

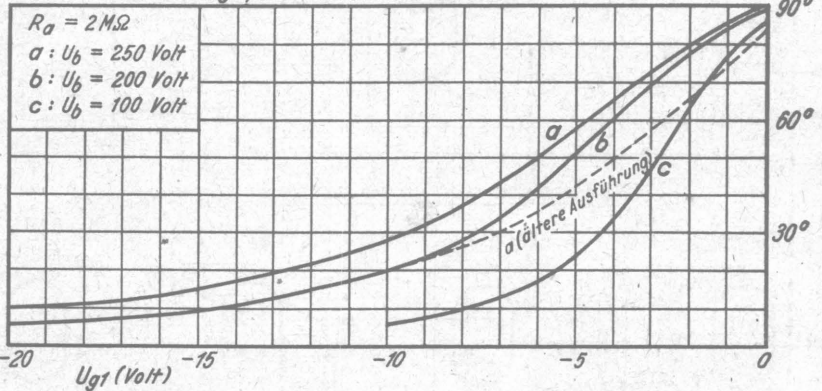
$\beta_I, \beta_{II}$   
90°



## Kennlinienfeld 6

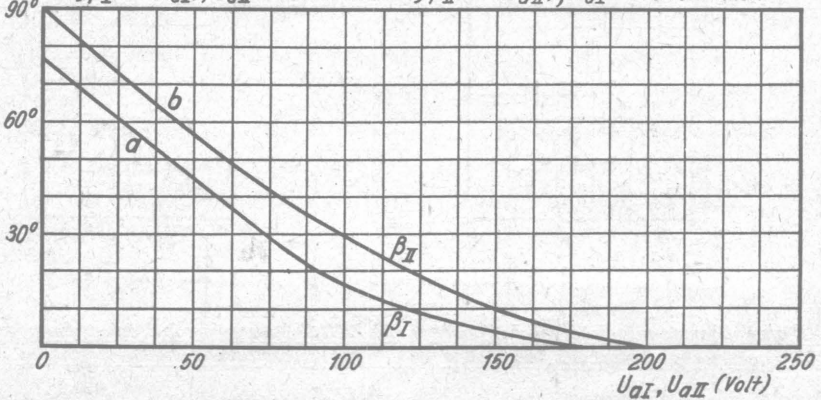
Schattenwinkel  $\beta_0$  =  $f(U_{g1})$   
(Einbereichsanzeige; beide Anoden verbunden)

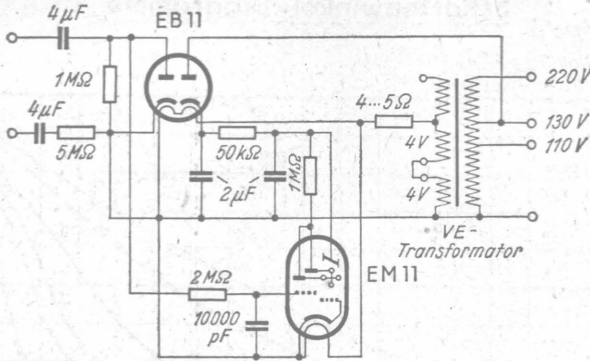
$\beta_0$   
90°



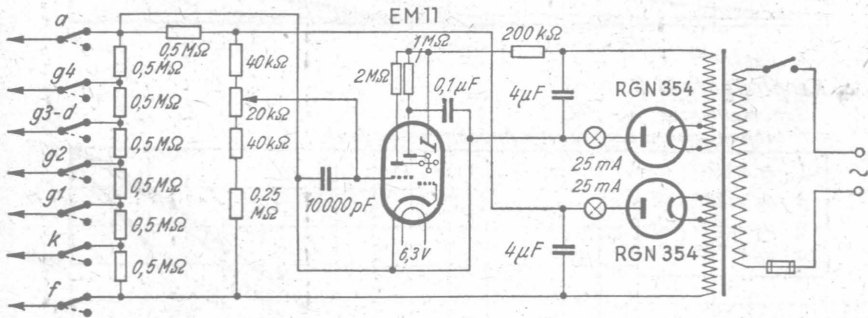
## Kennlinienfeld 7

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

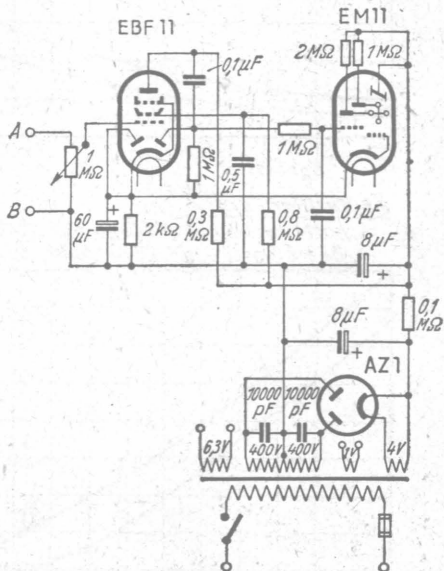
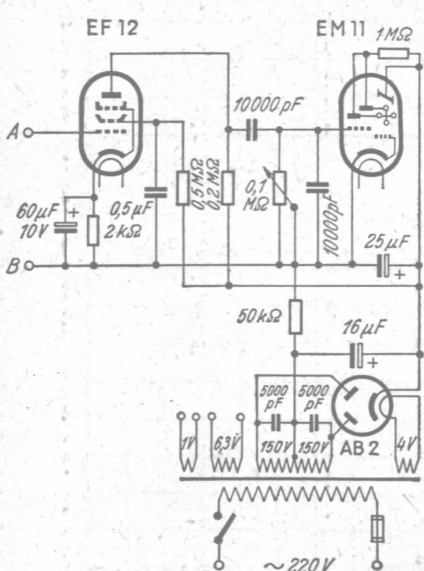




Übersteuerungs - Kontrollgerät mit der EM11



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.

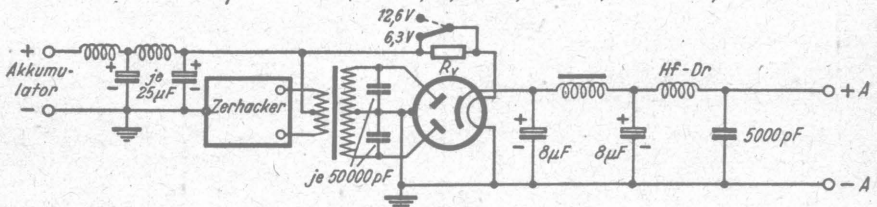
Vorläufer: EZ1 ( $U_f = 6,3V$ )

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  $600 \Omega$  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  $22 \Omega$  (2Watt) und bei der EZ1 ein solcher von  $16 \Omega$  (3Watt) in den Heizkreis einzufügen.

**Grenzwerte: pro System**

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

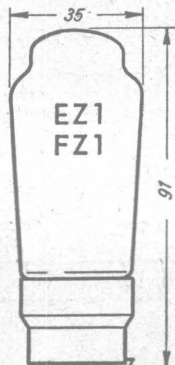
Gleichrichterbelastung ( $U_{tr} \times I_{max}$ )  
Spannung zwischen Faden und Schicht (Heizfaden und Katode)  
Kleinsten Ersatzwiderstand des Netztransformators und  
zusätzlicher Schutzwiderstand ( $R_E = R_S + \dot{u}^2 R_p$ ) +  $R_Z$ )  
Ladekondensator

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

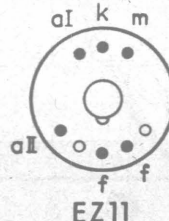
### Kolbenabmessungen



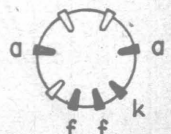
Gestrichelt: Ältere Ausführung  
Ausgezogen: Neue Ausführung



Sockel  
von unten gesehen



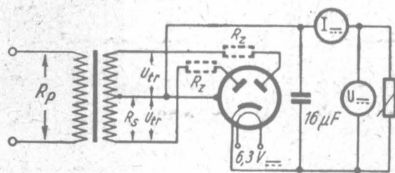
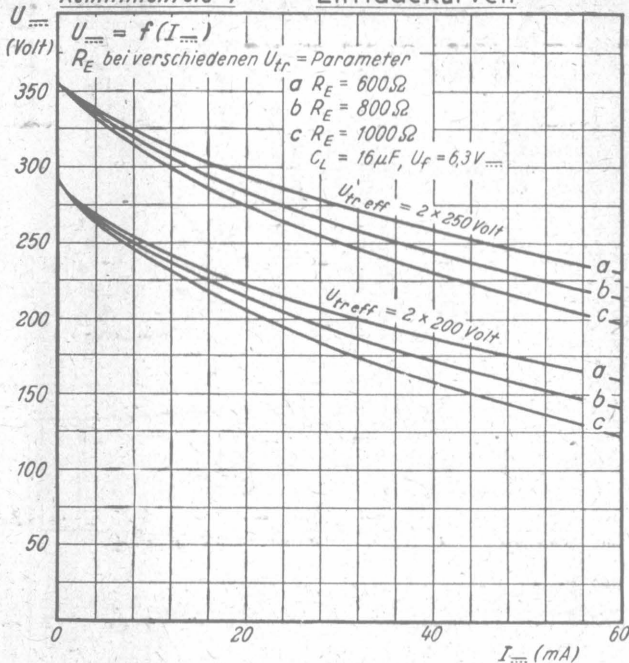
EZ11



EZ1, FZ1

Fröte Künzle

## Kennlinienfeld 1 Entladekurven



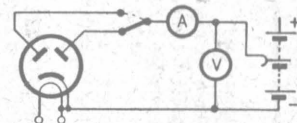
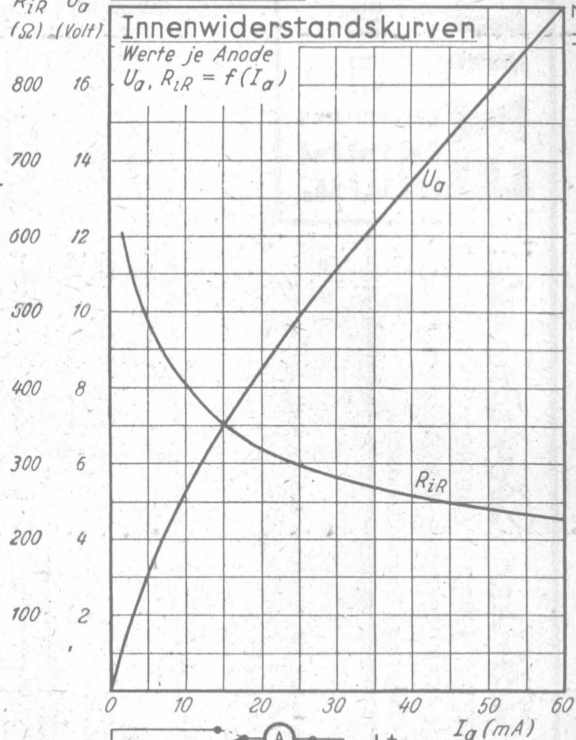
Meßschaltbild für Entladekurven

Bei den Entladekurven ist

$U_{tr}$  die effektive Leerlaufspannung der Anoden-  
 spannungswicklung 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 Sekundärwicklg.,  
 $R_p$  = ohmscher Widerstand der Primärwicklung,  
 $\dot{u}$  = Verhältnis der halben Sekundärwicklung zur  
 Primärwicklung,  
 $R_z$  = eventueller Zusatzwiderstand.)

## Kennlinienfeld 2



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

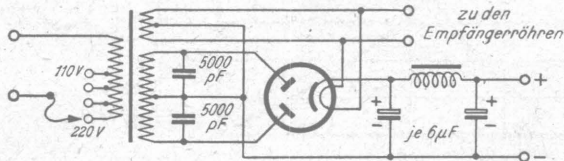
$U_f$  6,3 Volt ind.

$I_f$  0,85 Amp

Volt ind.

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 x 390 Volt ( $\frac{1}{\sqrt{2}}$  550 Volt) für die Empfängerröhren und die EZ 12 eine gemeinsame Heizwicklung benutzen. Bei einer Sekundärspannung  $\geq 400$  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)

$U_f/k_{max}$  550 Volt

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

$R_E + R_Z$  min 300  $\Omega$

Ladekondensator

$C_L$  max 32  $\mu F$

Transformatorspannung, Effektivwert entnehmbarer Gleichstrom

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

Gleichrichterbelastung <sup>1)</sup>

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

$N_{gl\ max}$  50 Watt

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

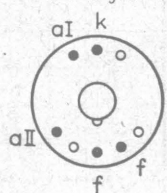
Bei einer Transformatorspannung ( $U_{Tr\ eff}$ ) von .... Volt	beträgt der maximal entnehmbare Gleichstrom ( $I_{---}$ ) .... mA
2 x 500	100
2 x 400	125
< 2 x 400	125

<sup>1)</sup> Unter Gleichrichterbelastung  $N_{gl}$  ist das Produkt  $U_{Tr\ eff} \times I_{---}$  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  $Q_a$  ca 0,8 ( $\dot{U}_{Tr} - U_{---}$ )  $\times I_{---}$ . Die Sperrspannung beträgt bei Zweiweggleichrichtung  $U_{sperr} = U_{Tr} + U_{---}$ .

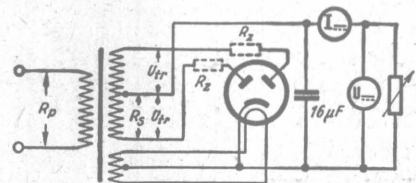
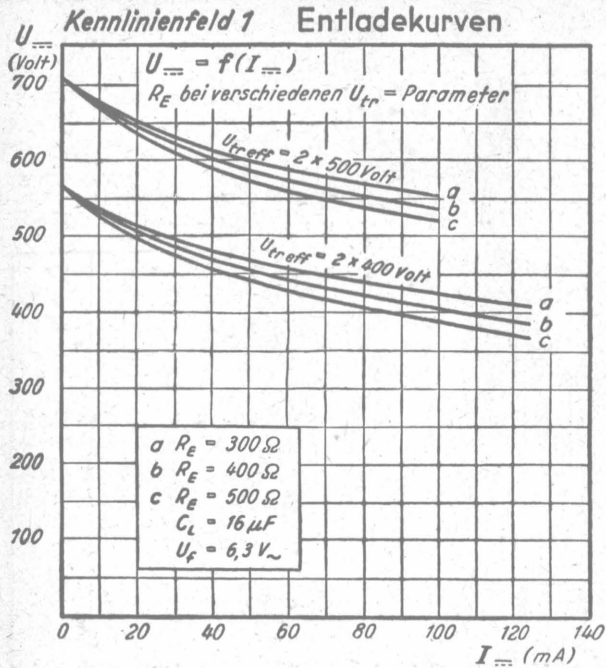
### Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



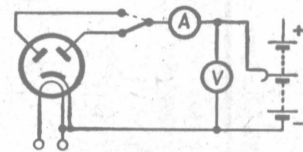
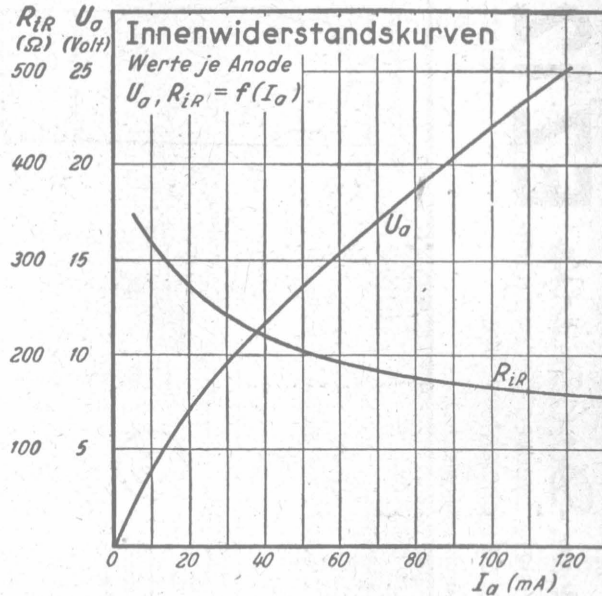
Fritz Künzel



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 $\Omega$

### Betriebswerte:

#### 1. der Diodenstrecken

*Es ist dII = Diode für Empfangsgerichtung  
dI = Diode für Regelspannungserzeugung und andere Zwecke  
dII liegt bei der Fünferreihe des Röhrensokkels 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

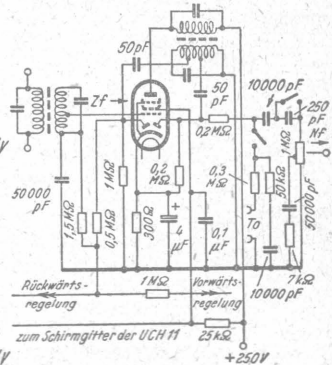
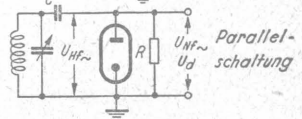
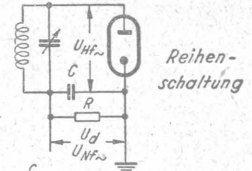
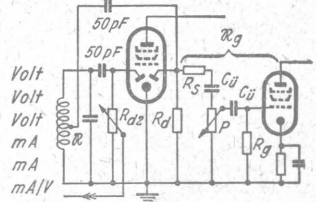
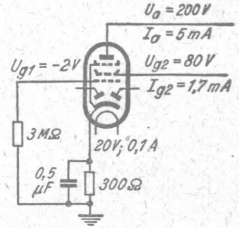
##### a. als HF- und ZF-Verstärker

		$\alpha$ ) Schirmgitterspannung fest		
Anodenspannung	$U_a$	200	100	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	80	40	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	300	300	$\Omega$
Regelbereich		1 : 100	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 $\Omega$

		$\beta$ ) Schirmgitterspannung gleitend		
Betriebsspannung	$U_b$	200	100	Volt
Schirmgitter-Vorwiderstand	$R_{g2}$	80	80	k $\Omega$
Katodenwiderstand	$R_k$	300	300	$\Omega$
Regelbereich		1 : 100	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 $\Omega$

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

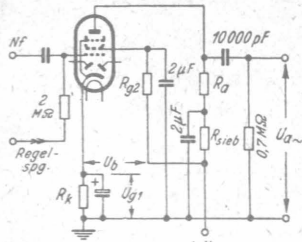
Betriebswerte:

2. des Pentodenteils (Fortsetzung)

b. als NF-Verstärker (in RC-Kopplung)

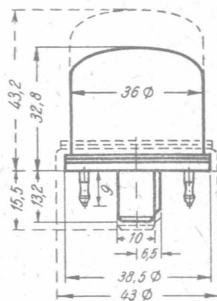
Betriebsspannung	$U_b$	200	200	200	200	Volt				
Außenwiderstand	$R_a$	0,3	0,2	0,1	0,05	M $\Omega$				
Siebwiderstand	$R_{sieb}$	20	20	20	20	k $\Omega$				
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	1	0,6	0,4	0,2	M $\Omega$				
Katodenwiderstand	$R_k$	3000	2000	1600	800	$\Omega$				
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-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 $\Omega$				
Siebwiderstand	$R_{sieb}$	20	20	20	20	k $\Omega$				
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	1	0,6	0,4	0,2	M $\Omega$				
Katodenwiderstand	$R_k$	3000	2000	1600	800	$\Omega$				
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-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 $\Omega$  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

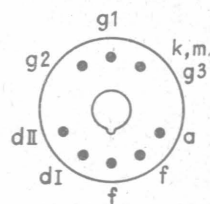
2. des Pentodenteils

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 $\Omega$
$U_a = 100V, U_{g2} = 40V, I_a = 2,6 mA$ :	$R_i min$	0,4	M $\Omega$
Katodenstrom	$I_k max$	10	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} max$	3	M $\Omega$

Gitterstrom - Einsatzpunkt:

Bei  $I_{g1} = 0,3 \mu A$  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 <sup>1)</sup>	$R_{f/k} max$	20	k $\Omega$

<sup>1)</sup> 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

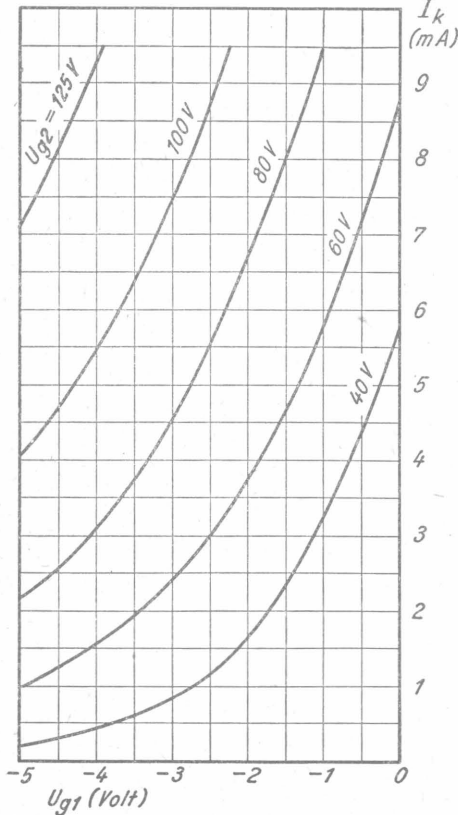
3. allgemein

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*

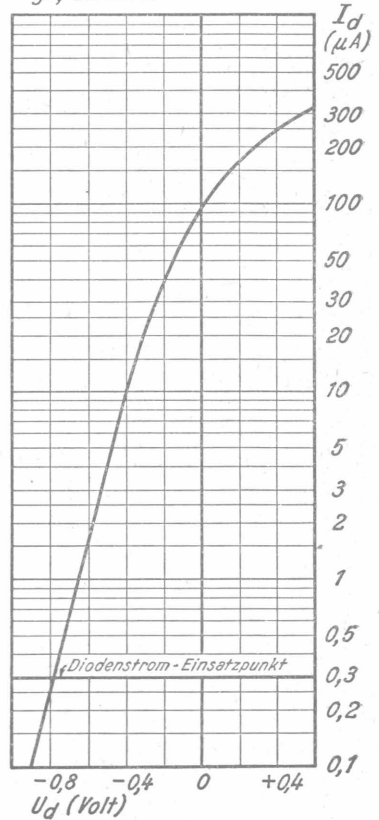
Kennlinienfeld 1

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



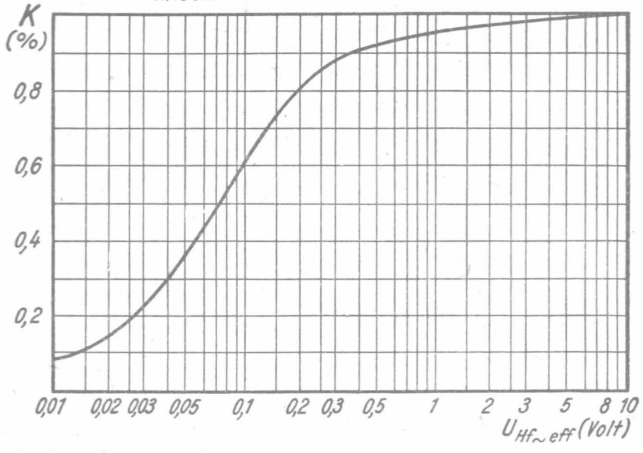
Kennlinienfeld 2

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



**Kennlinienfeld 3**

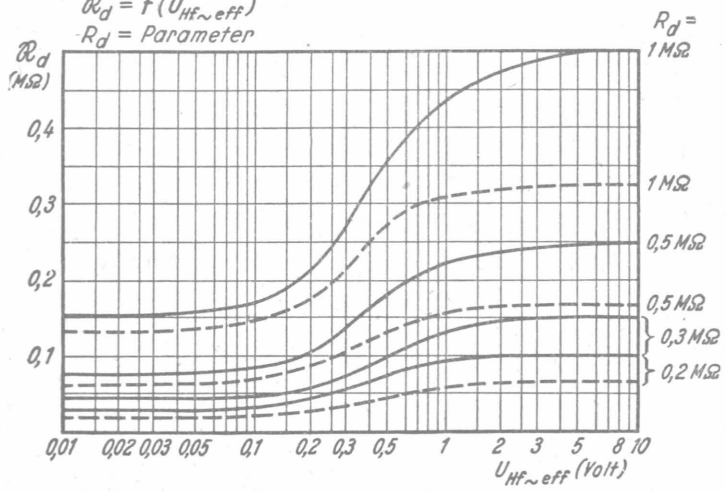
$K = f(U_{Hf\sim eff})$



**Kennlinienfeld 4**

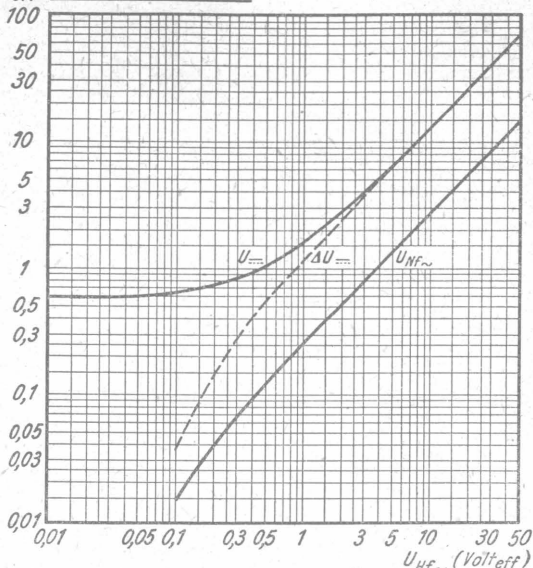
$R_d = f(U_{Hf\sim eff})$

$R_d = \text{Parameter}$

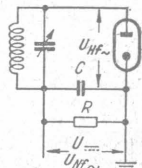


— in Reihe geschaltet  
 - - - parallel geschaltet

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



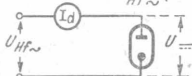
$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} = f(U_{HF\sim, eff})$   
 $R_d = 0,1 \dots 1 M\Omega$   
 $C = 100 pF$   
 $U_{HF\sim} = f(U_{HF\sim, eff})$   
 $m = 0,3$   
 $R_d = 0,5 M\Omega$   
 $C = 100 pF$



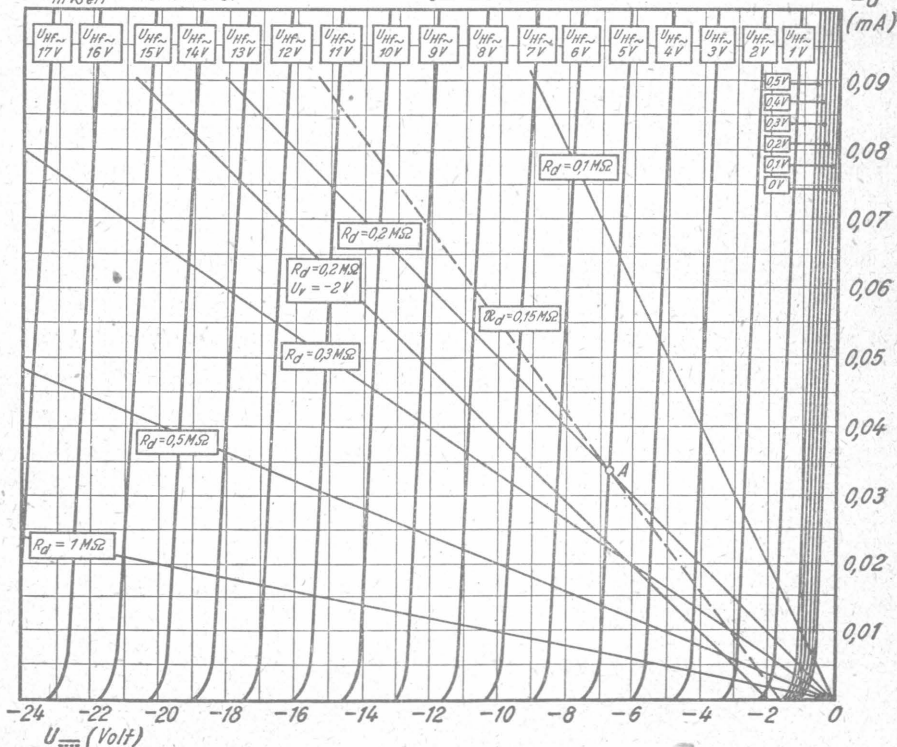
Meßschaltung zu Kennlinienfeld 3

**Kennlinienfeld 6**

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



Meßschaltung zu Kennlinienfeld 4

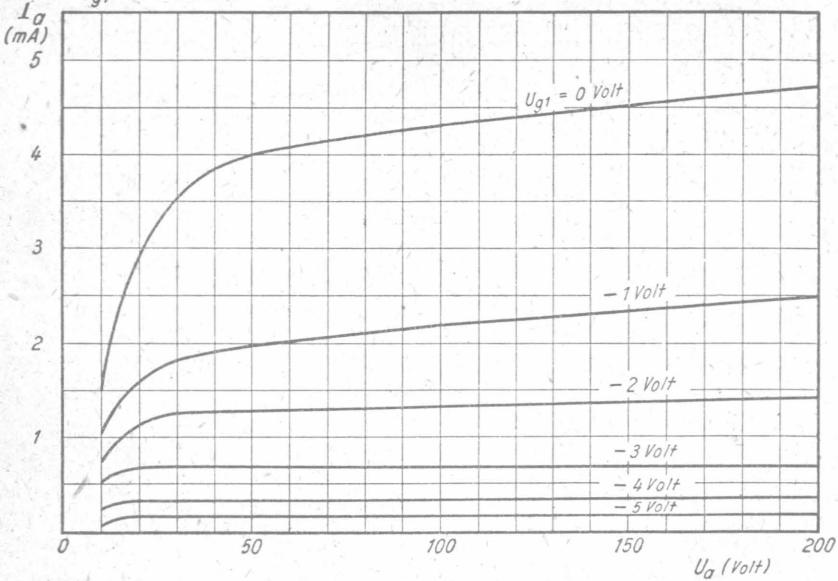


Kennlinienfeld 7

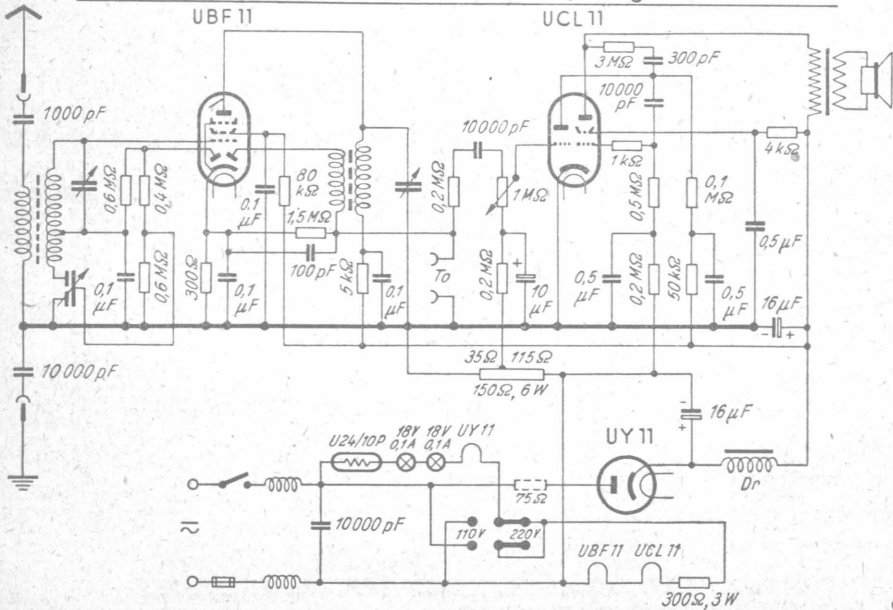
$I_G = f(U_G)$

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

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

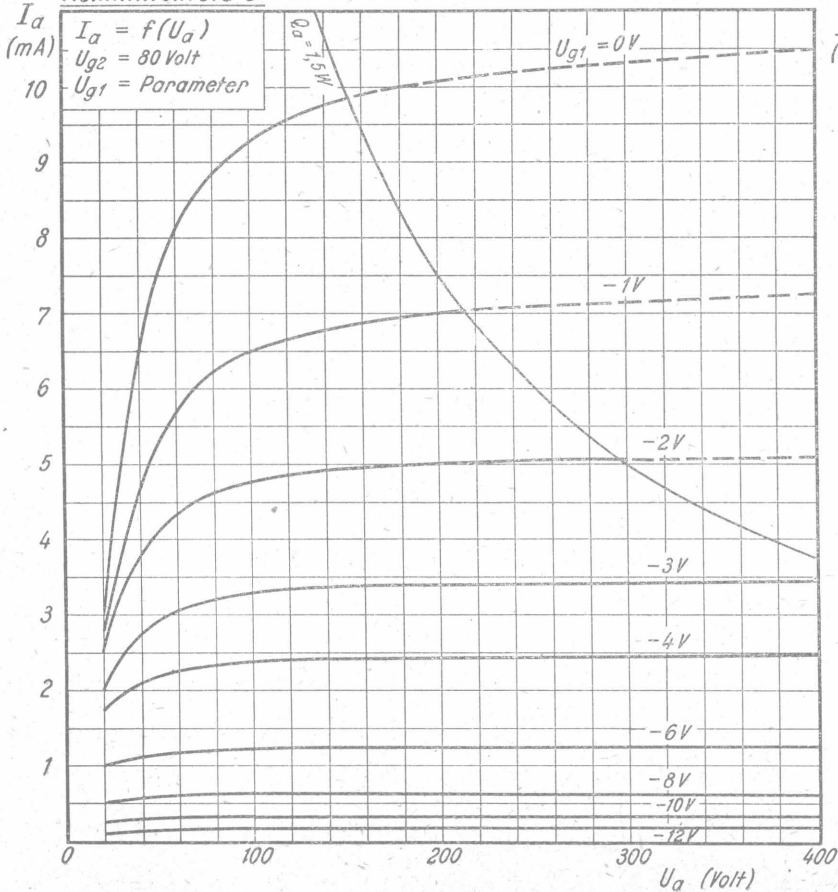


Zweikreis - Dreiröhren - Geradeausempfänger für Allstrom

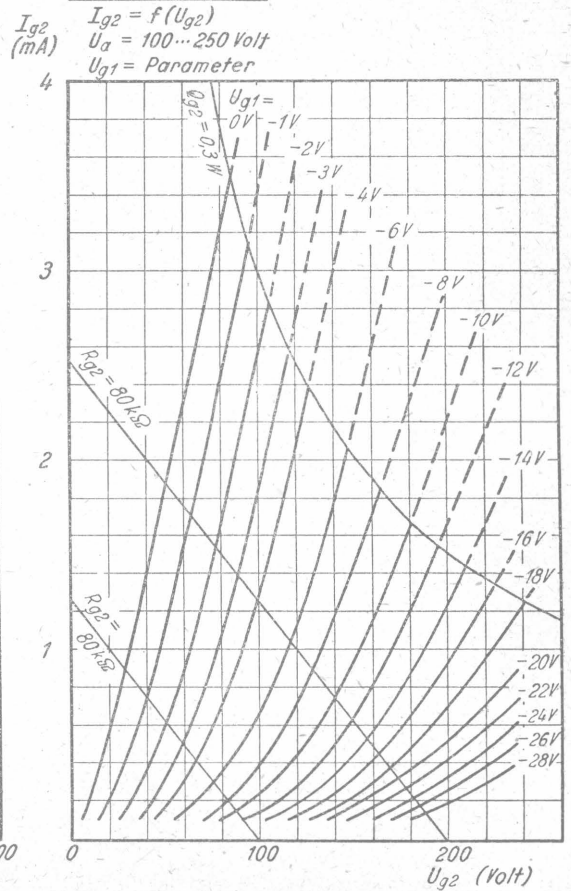




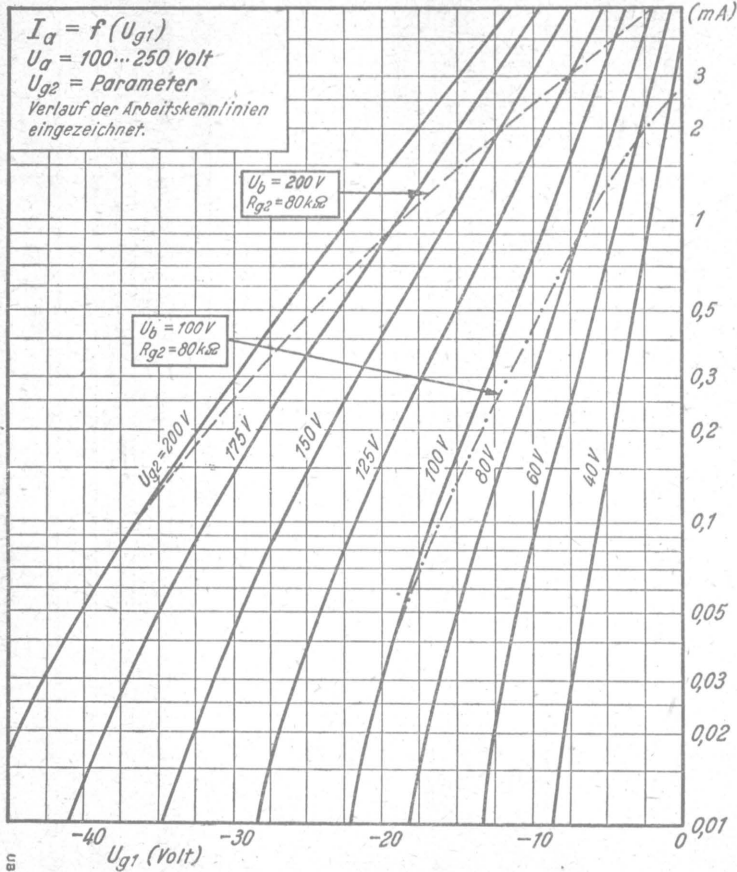
### Kennlinienfeld 8



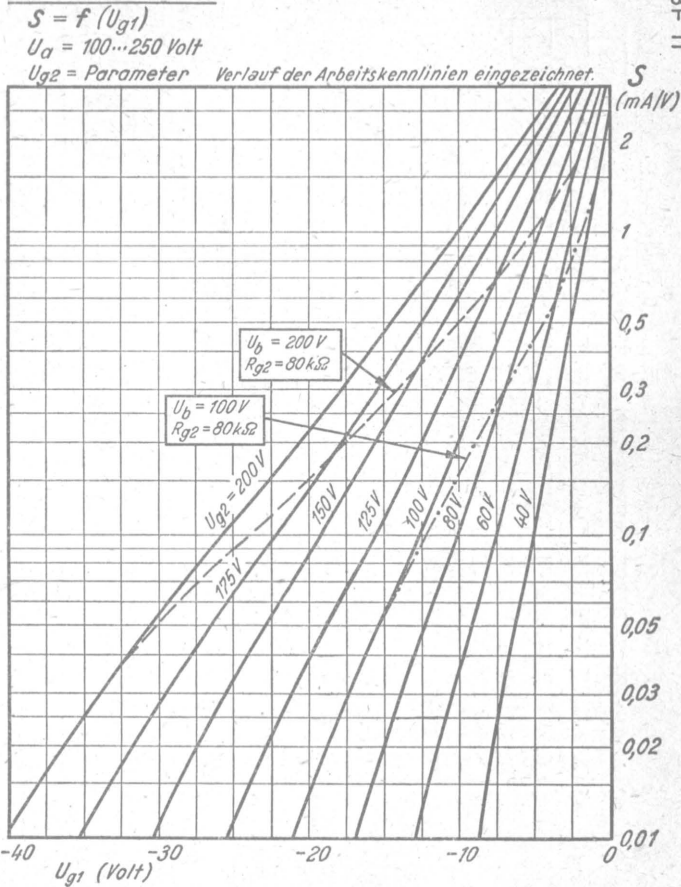
### Kennlinienfeld 9



### Kennlinienfeld 10



### Kennlinienfeld 11





# Röhren-Dokumente

## Stahlröhre, Triode – Hexode

# UCH11

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 $\Omega$

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 $\Omega$

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 $\Omega$
Anodenspannung	$U_{aT}$	115	60	Volt
Oszillatorspannung <sup>1)</sup>	$U_{os}$	-8	-5	Volt
Anodenstrom	$I_{aT}$	2,85	1,3	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1T}$	50	50	k $\Omega$
Durchgriff	$D$	6	6	%

Siehe auch die Kennlinienfelder 14 und 15

#### 2. Hexodenteil

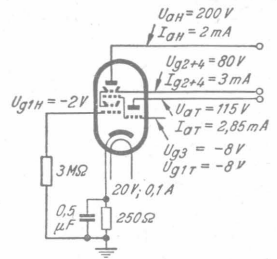
##### a) Schirmgitterspannung fest

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

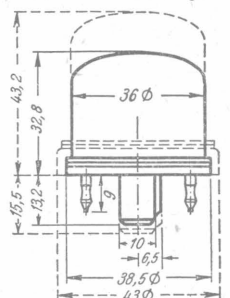
##### b) Schirmgitterspannung über Vorwiderstand $R_{g2+4} = 40$ k $\Omega$ (voll gleitend)

Betriebsspannung	$U_b$	200	100	Volt				
Oszillatorspannung <sup>1)</sup>	$U_{g3}$	-8	-5	Volt				
Katodenwiderstand	$R_k$	250	250	$\Omega$				
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	$S_c$	680	6,8	1,7	510	5,1	1,7	$\mu$ A/V
Innenwiderstand	$R_i$	>1	>0,5	>0,8	>1	>0,9	>1	M $\Omega$

### Blatt 1

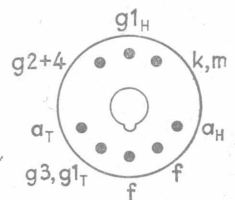


### Kolbenabmessungen



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)

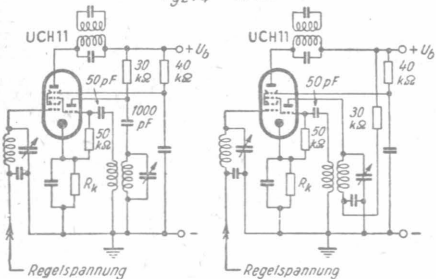
Betriebsspannung	$U_b$	200		100		Volt	
Oszillatorspannung <sup>1)</sup>	$U_{g3}$	-8		-5		Volt	
Katodenwiderstand	$R_k$	250		250		$\Omega$	
Regelbereich		1	: 100	1	: 100		
			: 400		: 300		
			(opt)		(opt)		
Schirmgitterspannung	$U_{g2+4}$	80	143	74,5	47	72,5	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1H}$	-2	-17	-22,5	-1	-9,5	Volt
Mischsteilheit	$S_C$	680	6,8	1,7	510	5,7	$\mu\text{A/V}$
Innenwiderstand	$R_i$	>1	>7	>10	>1	>5	$\text{M}\Omega$

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

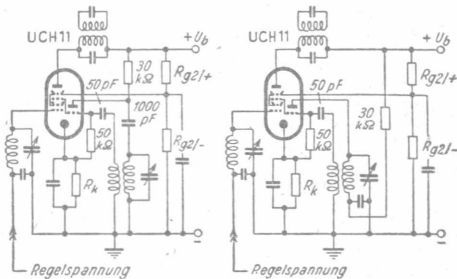
Zur Konstanthaltung der Schwingamplitude im Kurzwellengebiet ist ein zusätzlicher Dämpfungs-widerstand  $R_d$  zweckmäßig. (Siehe Kennlinienfeld 9 und die dazugehörige Meßschaltung.)

Siehe auch die Kennlinienfelder 10-13

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



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

<sup>1)</sup> 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	$C_e$ (Cg/k)	4,7	6,2
Ausgang	$C_a$ (Ca/k)	2,7	9,1
Gitter 1 - Anode	$C_{g1/a}$	< 1,5	< 0,002
Gitter 1 - Gitter 3	$C_{g1/g3}$	-	< 0,2
Gitter 1 - Heizfaden	$C_{g1/f}$	-	< 0,001

Frühling



# 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 $\Omega$
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

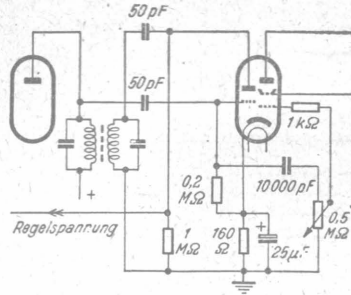
Siehe auch die Kennlinienfelder 6...11 und 13

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:

$$R = \frac{U_{g1Q}}{\Sigma I_{a1} + \Sigma I_{g2}}$$

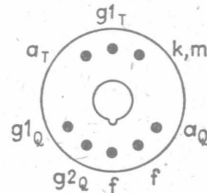
Die Gittervorspannung des Triodensystems wird durch entsprechende Unterteilung des Widerstandes gewonnen (1/4 des Gesamt-widerstandes; bei  $\Sigma I = 53 \text{ mA}$  z. B. ist  $R = 160 \Omega = 40 + 120 \Omega$ ).

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 Endtetrodensystems 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 $\Omega$
opt. Sprechleistung	$N_{a\sim}$		9	8,8
hierbei Klirrfaktor	$K$		8,6 <sup>1)</sup>	5
Gitterwechselspannung von Gitter zu Gitter	$U_{gg\sim eff}$		12	7,5

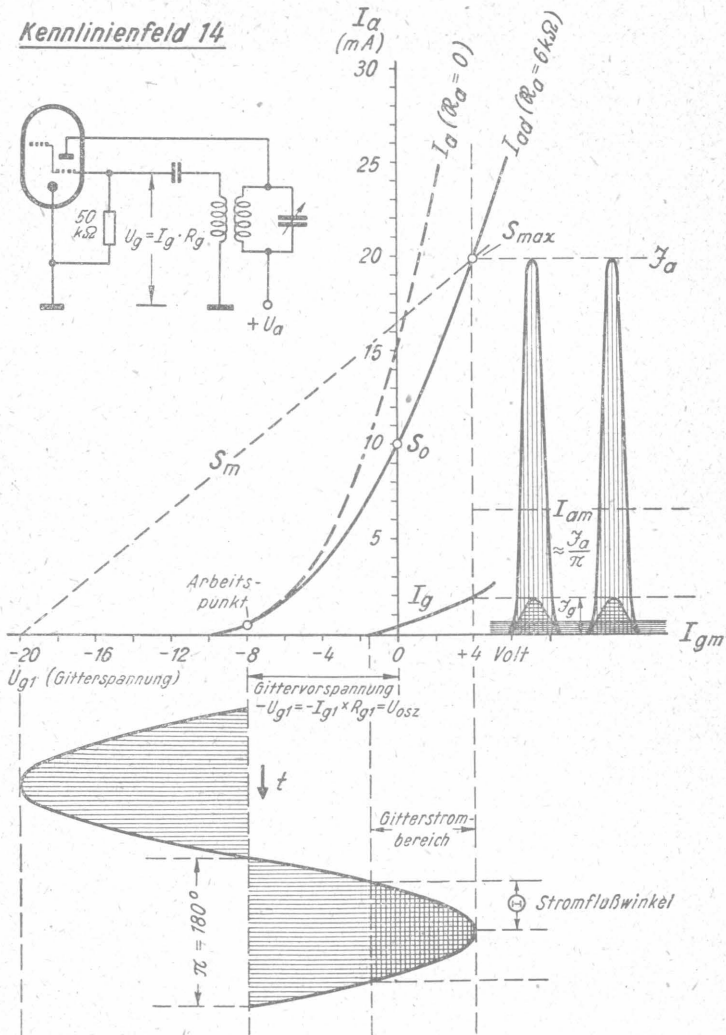
### c) 2 Röhren im Gegentakt - AB - Betrieb

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 $\Omega$
opt. Sprechleistung	$N_{a\sim}$		9 8,8	8,8 8,4	9,2 8,7	8	Watt
hierbei Klirrfaktor	$K$		8 <sup>1)</sup> 5	8 <sup>1)</sup> 5	9 <sup>1)</sup> 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

<sup>1)</sup> 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**

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

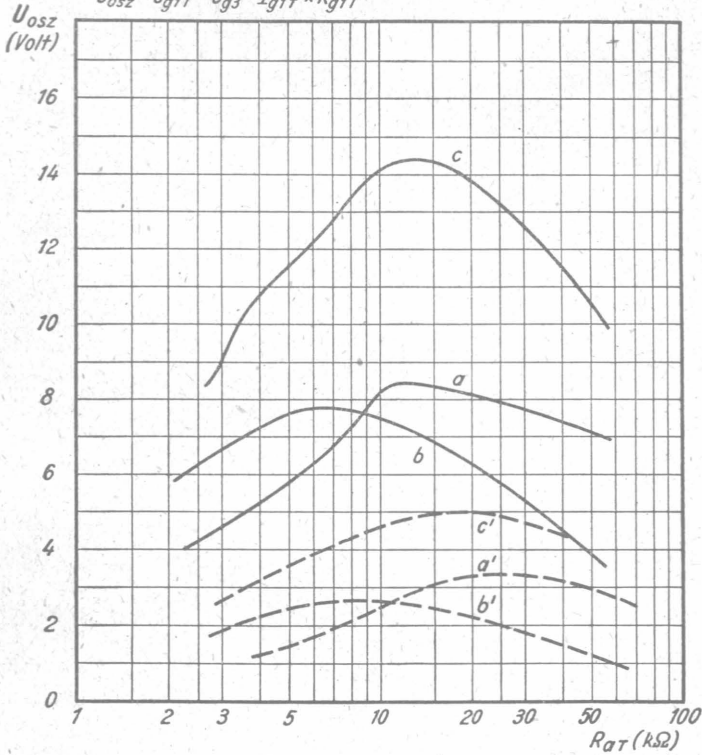
$U_a = 200 \quad 100 \text{ Volt}$

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

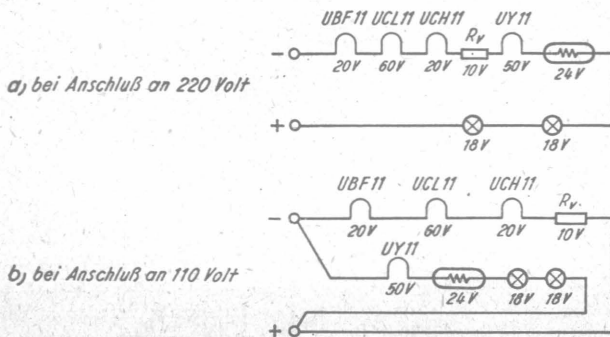
$\lambda = 50 \text{ m}; R_g = 5 \text{ k}\Omega: b \quad b'$

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

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



**Die Schaltung der Heizfäden beim 4 Röhren-Allstromsuper**



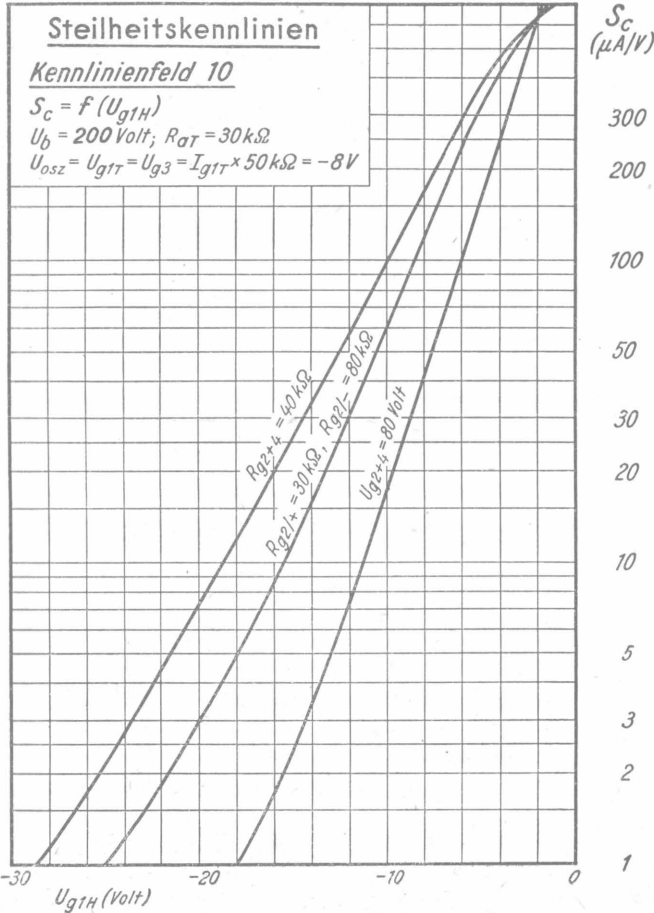
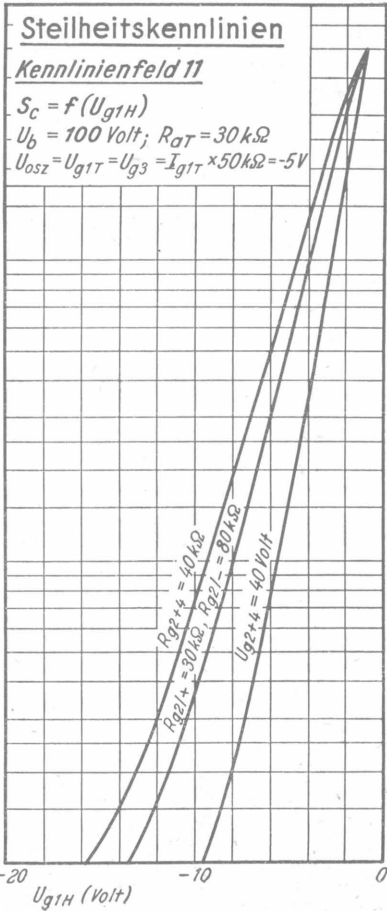
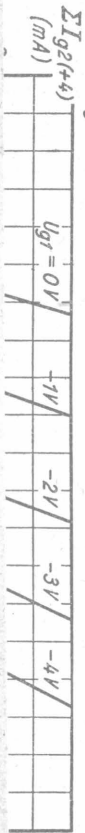


Kennlinienfeld 16

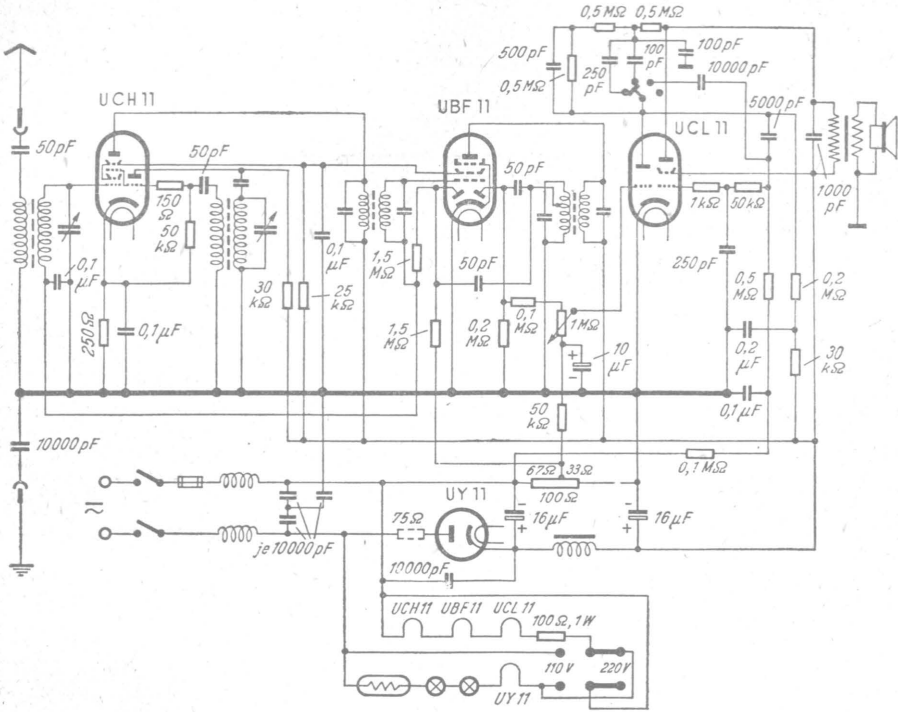
$\Sigma I_{g2(+4)} = f(U_{g2(+4)})$

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

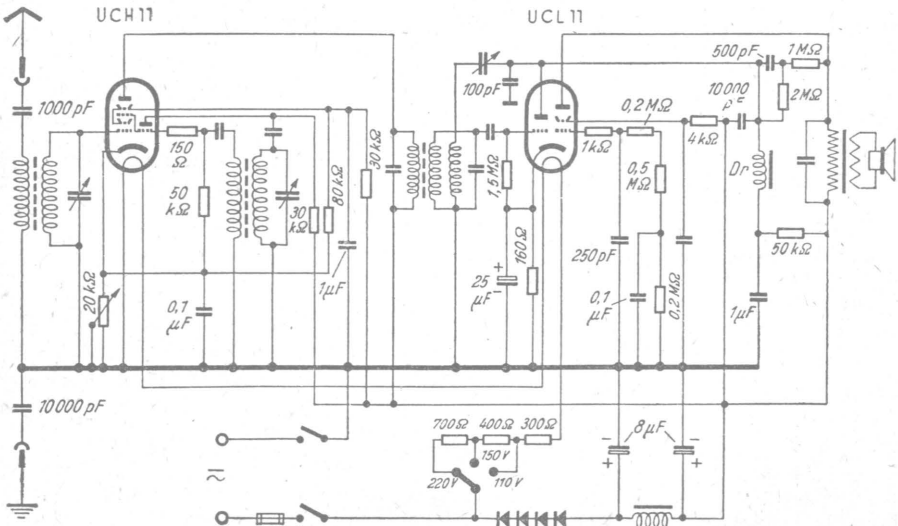
$I_{g1}$  = Parameter



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 11  
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 x 30	2 x 30	mA
Schirmgitterstrom	$I_{g2Q}$	2 x 4	2 x 4	mA
bei voller Aussteuerung	$I_{g2Qd}$	2 x 9	2 x 9	mA
Außenwiderstand von Anode zu Anode	$R_{aa}$	5	6	k $\Omega$
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 $\Omega$
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 $\Omega$
hiervon zweckmäßig Kopplungswiderstand	$R_{g1}$	1,5	0,5	M $\Omega$
Siebwiderstand	$R_{g1sieb}$	0,2	0,2	M $\Omega$
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 $\Omega$

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  $\Omega$  oder (und) vor das Schirmgitter einen Widerstand von mindestens 100  $\Omega$  zu legen.

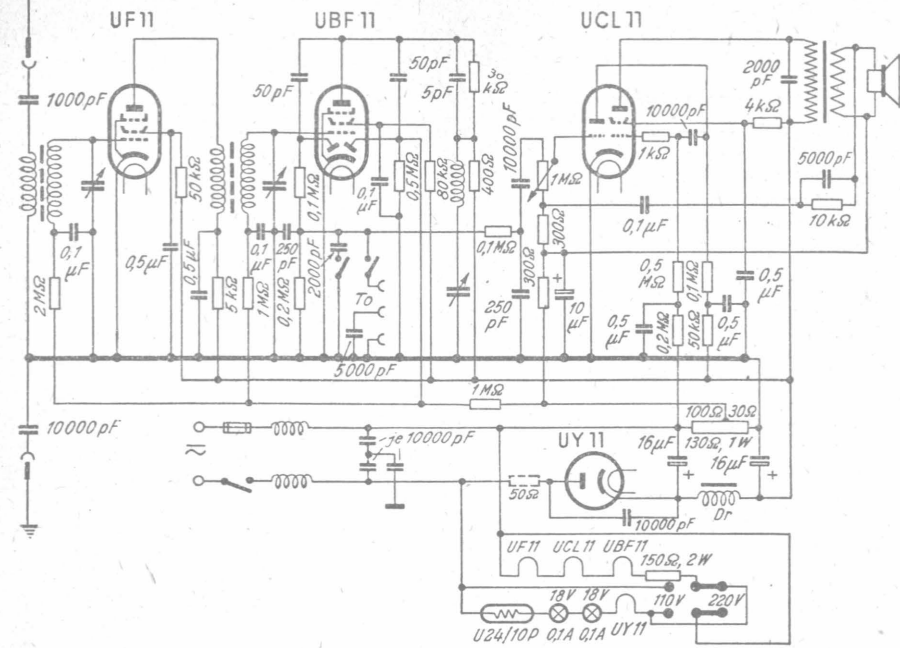
Innere Röhrenkapazitäten:

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

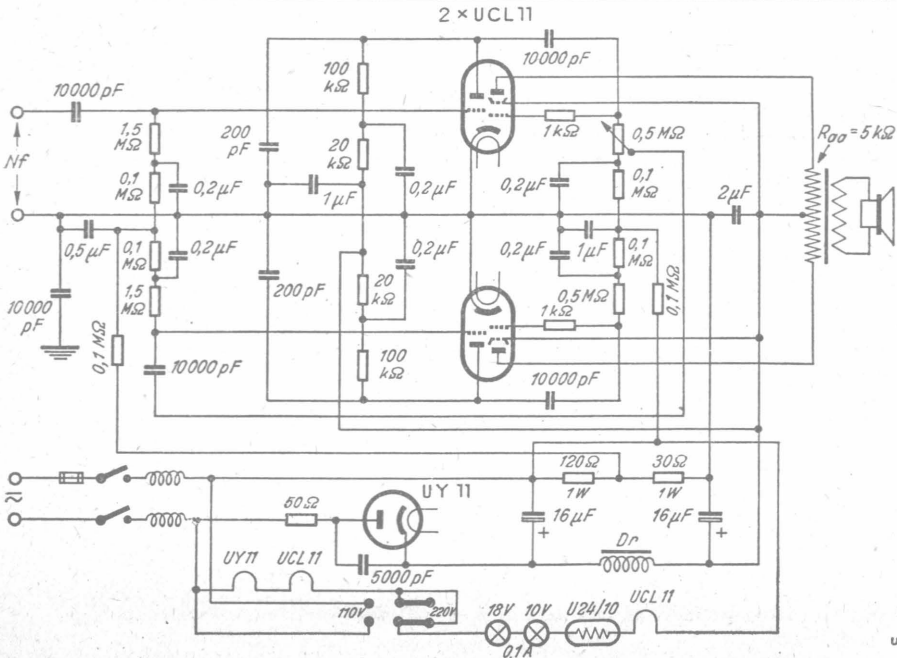
Fritz Künze

UCL 11

## Zweikreis-Vierröhren-Geradeempfänger für Allstrom



## Allstrom-9-Watt-Kraftverstärker mit Phasenumkehr-Eingangsschaltung

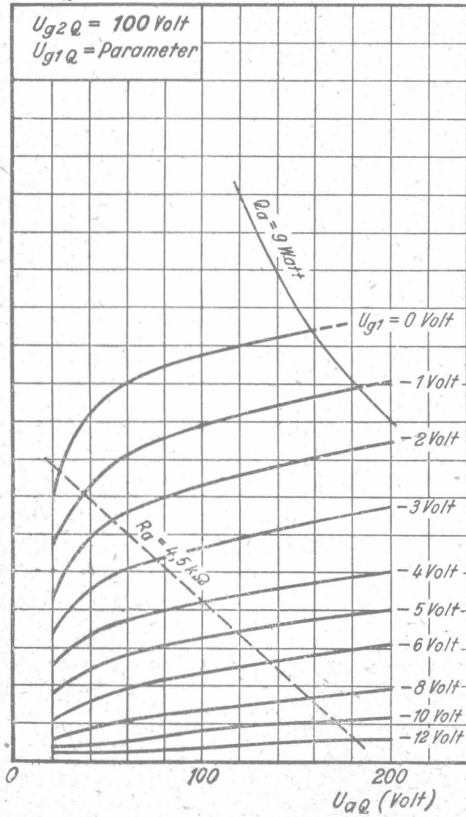


UCL 11/2a

### Kennlinienfeld 1

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

$U_{g2Q} = 100 \text{ Volt}$   
 $U_{g1Q} = \text{Parameter}$

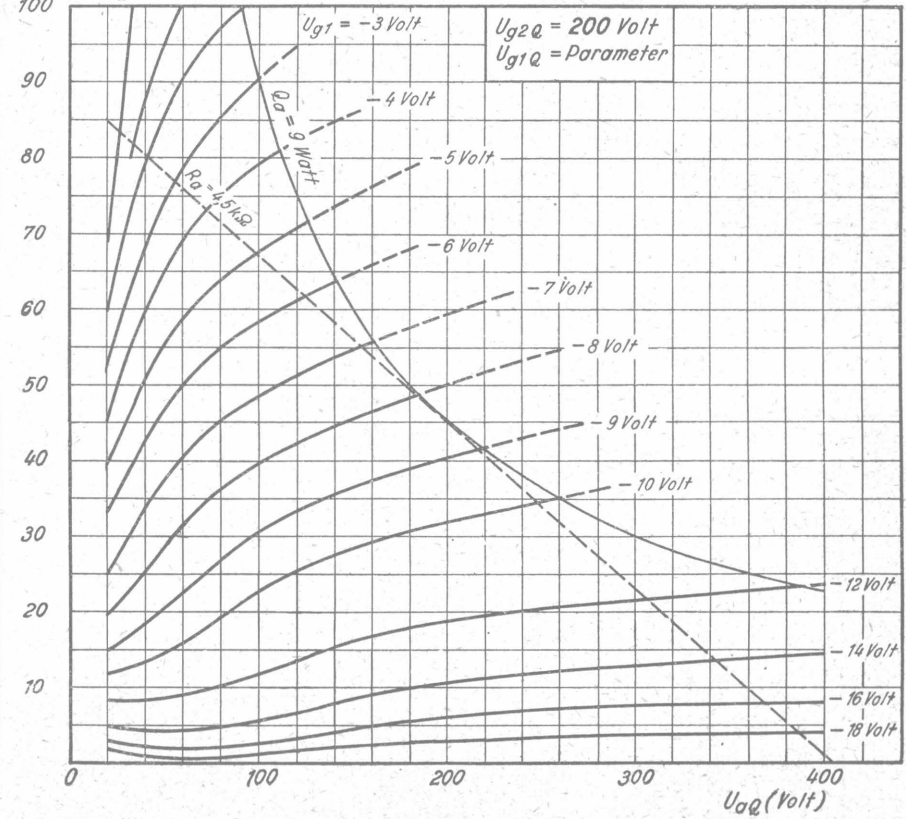


### Endtetrodentteil

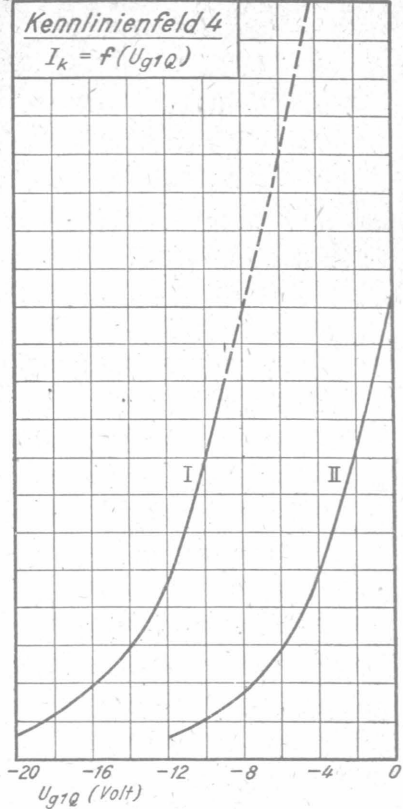
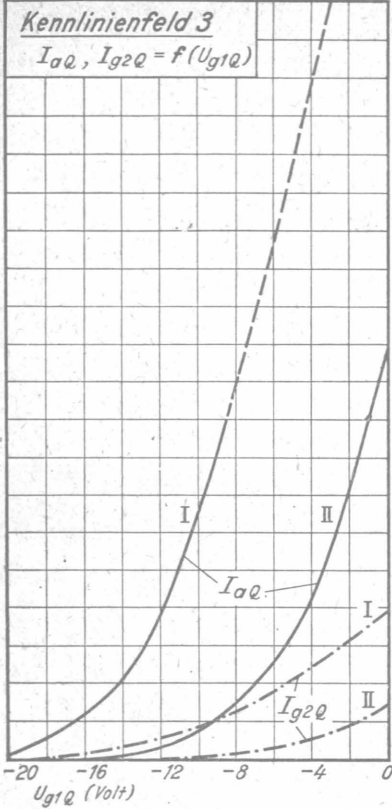
#### Kennlinienfeld 2

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

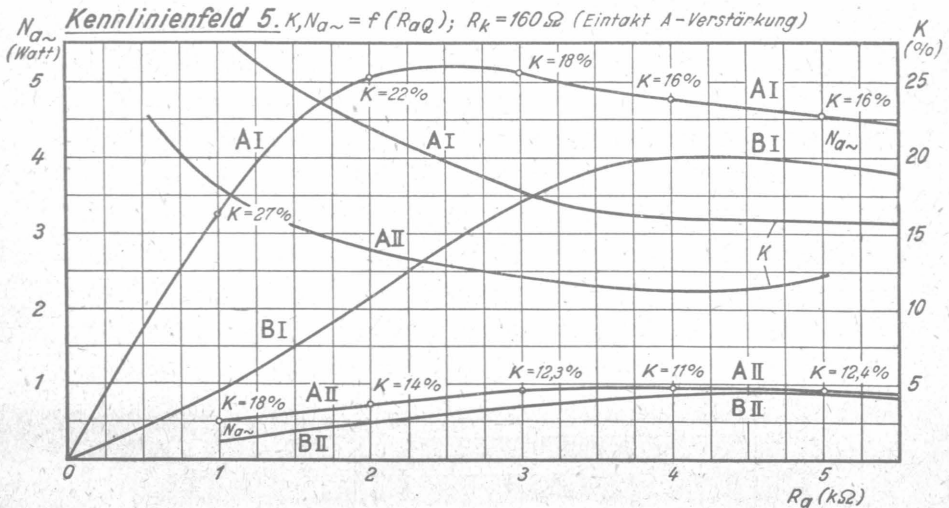
$U_{g2Q} = 200 \text{ Volt}$   
 $U_{g1Q} = \text{Parameter}$



$I_k, I_{aQ}, I_{g2Q}$   
(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

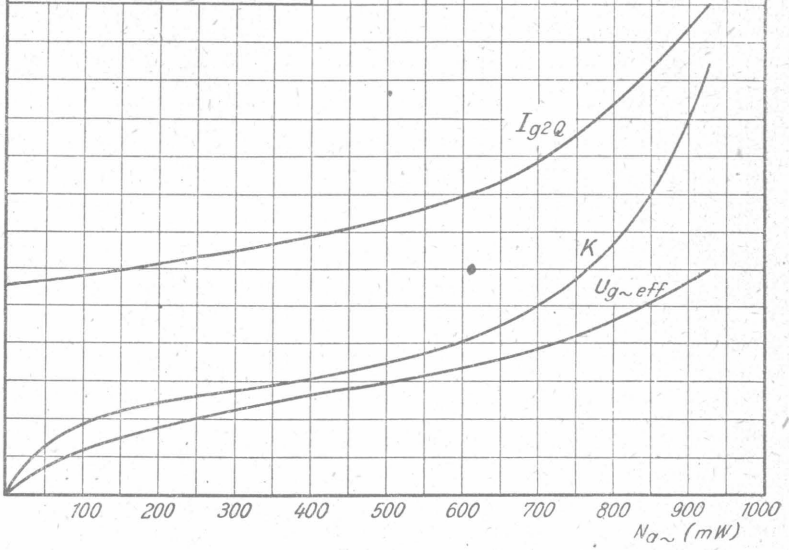


A. Aussteuerung bis zum Einsatz des Gitterstromes I.  $U_a$  u.  $U_{g2} = 200$  Volt; II.  $U_a$  u.  $U_{g2} = 100$  Volt.  
 B. Aussteuerung bis  $K = 10\%$ . I.  $U_a$  und  $U_{g2} = 200$  Volt; II.  $U_a$  und  $U_{g2} = 100$  Volt.

$U_{g\sim eff}$   
(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

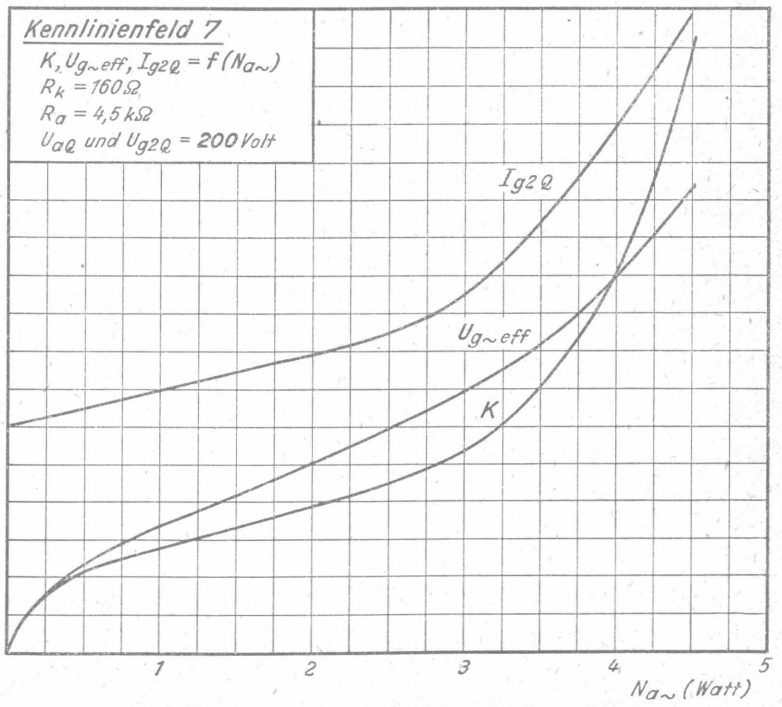
6 12  
5 10  
4 8  
3 6  
2 4  
1 2  
0



$U_{g\sim eff}$   
(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

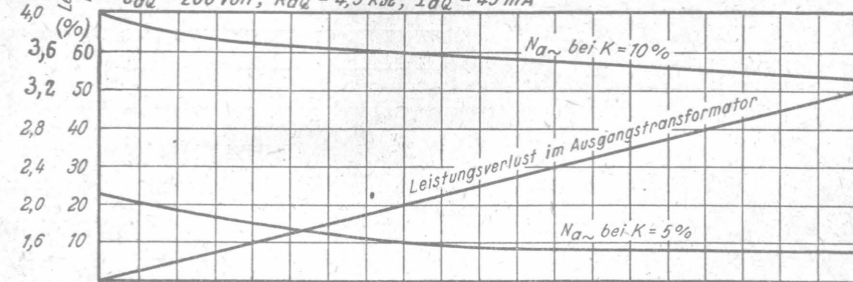
6 12  
5 10  
4 8  
3 6  
2 4  
1 2  
0



UCL 11

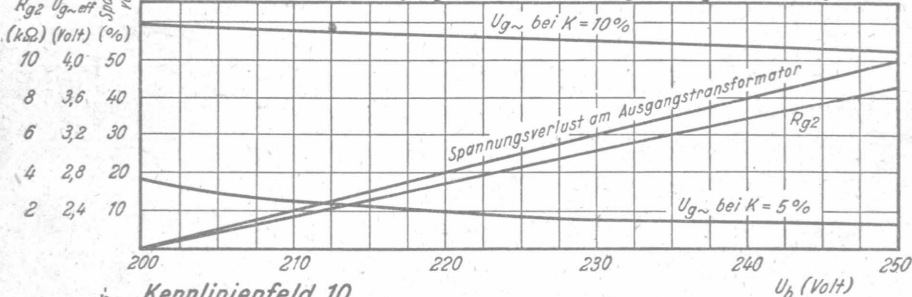
**Kennlinienfeld 8**

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



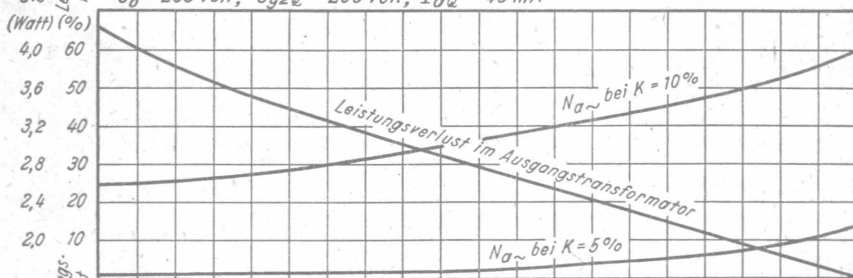
**Kennlinienfeld 9**

Spannungsverlust  
 $R_{g2}$   $U_{g\sim\text{eff}}$  (k $\Omega$ ) (Volt) (%)  
 $U_{g\sim\text{eff}} = f(U_b)$



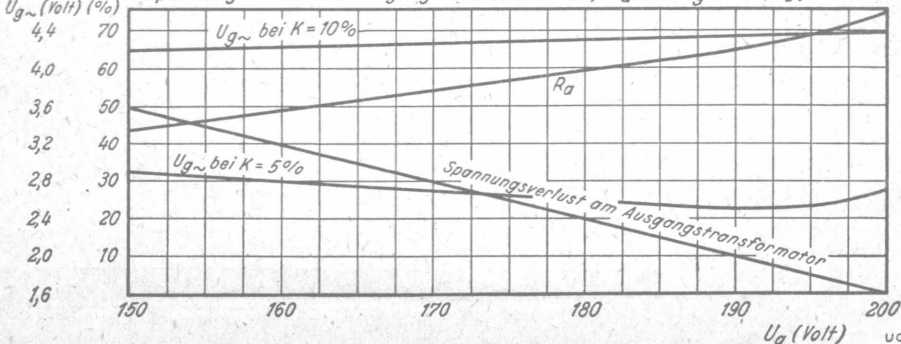
**Kennlinienfeld 10**

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



**Kennlinienfeld 11**

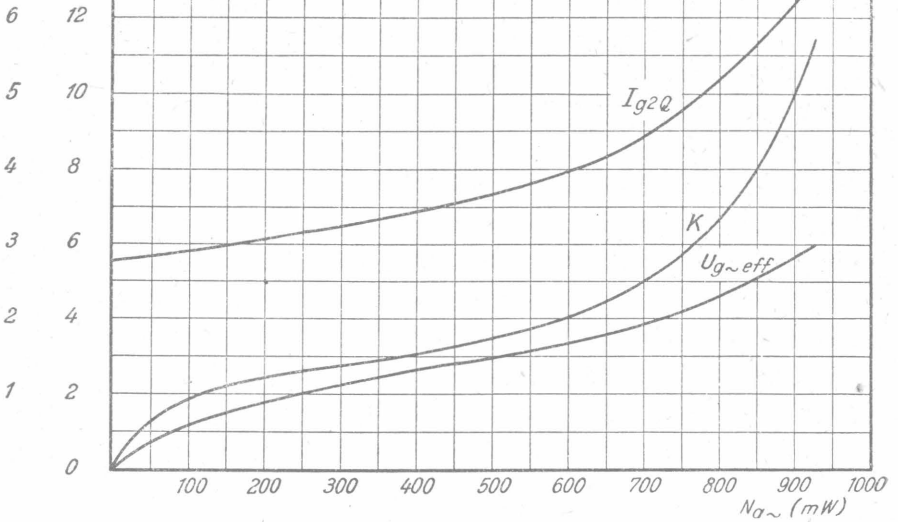
Spannungsverlust  
 $R_a$   $U_{g\sim}$  (k $\Omega$ ) (Volt) (%)  
 $U_{g\sim} = f(U_a)$





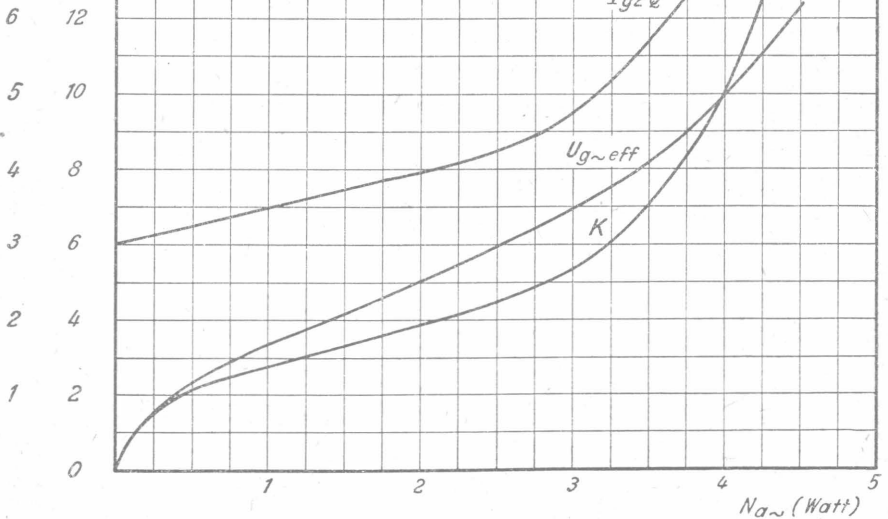
$U_{g\sim eff}$   
(Volt)  $K$   
 $I_{g2Q}$   
(mA)  $(\%)$   
7 14

**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

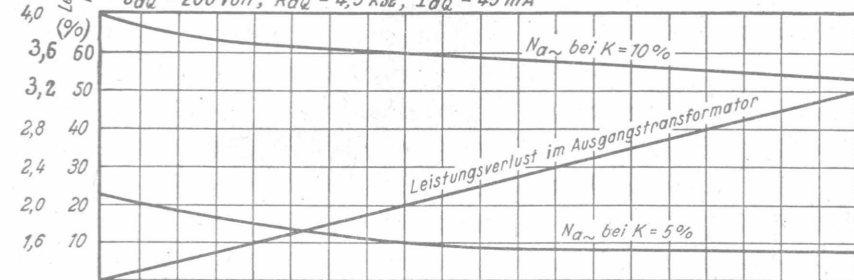
**Kennlinienfeld 7**  
 $K, U_{g\sim eff}, I_{g2Q} = f(N_{a\sim})$   
 $R_k = 160 \Omega$   
 $R_a = 4,5 k\Omega$   
 $U_{aQ}$  und  $U_{g2Q} = 200$  Volt



UCL 11

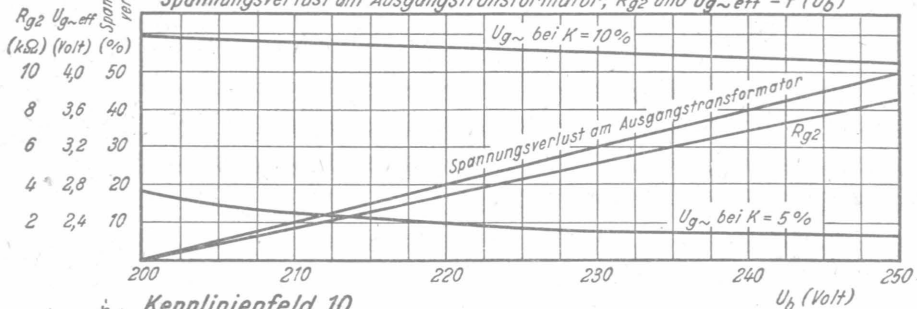
### Kennlinienfeld 8

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



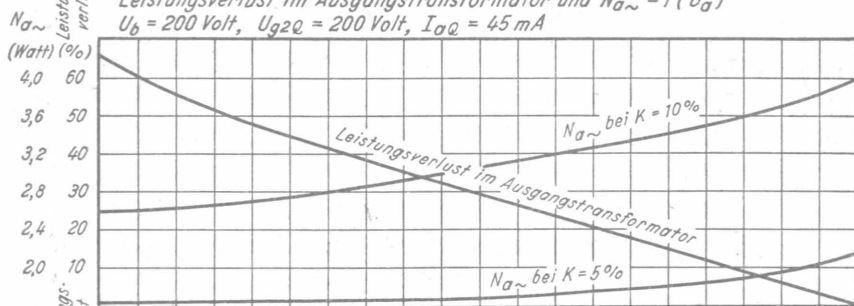
### Kennlinienfeld 9

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



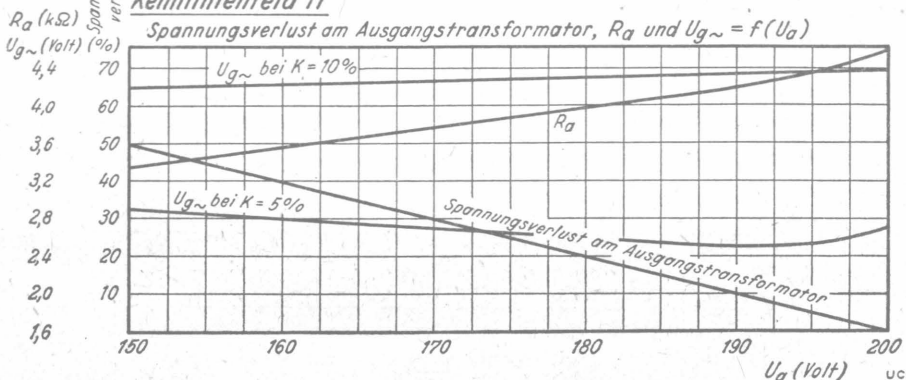
### Kennlinienfeld 10

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



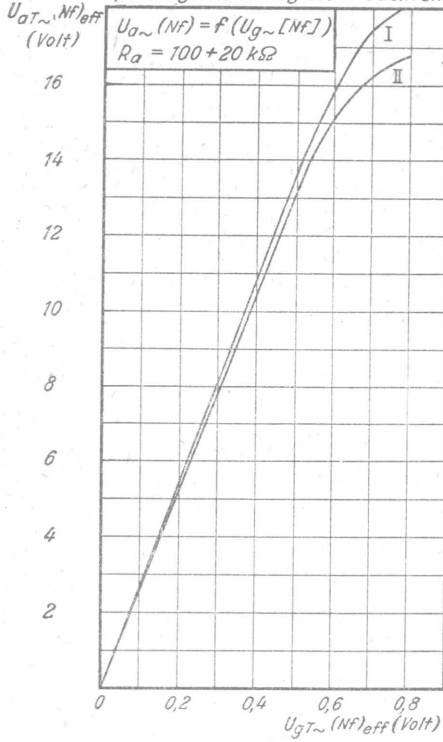
### Kennlinienfeld 11

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



**Kennlinienfeld 12**

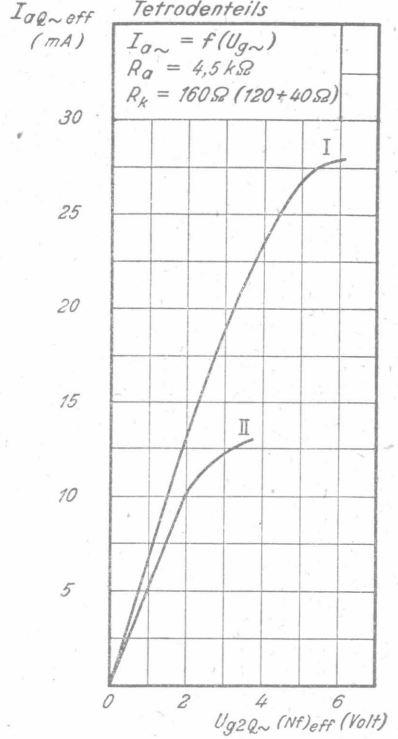
Spannungsverstärkung des Triodenteils



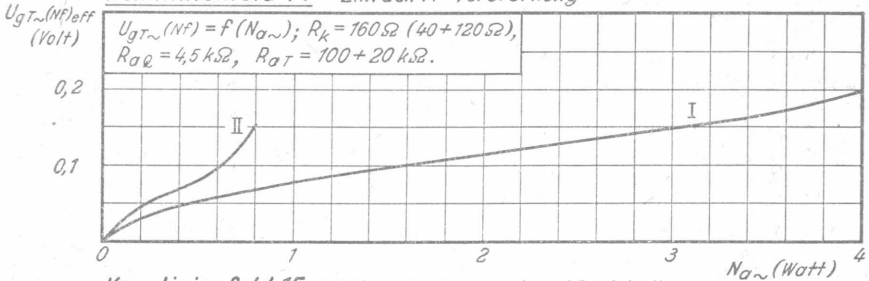
I.  $U_b = 200$  Volt, II.  $U_b = 100$  Volt

**Kennlinienfeld 13**

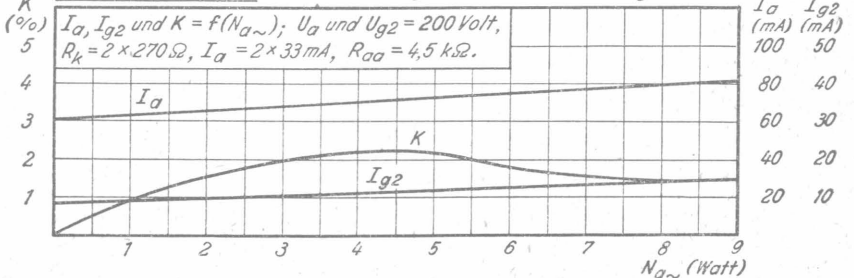
Verstärkung des Tetrodenteils



**Kennlinienfeld 14** Einfach A-Verstärkung

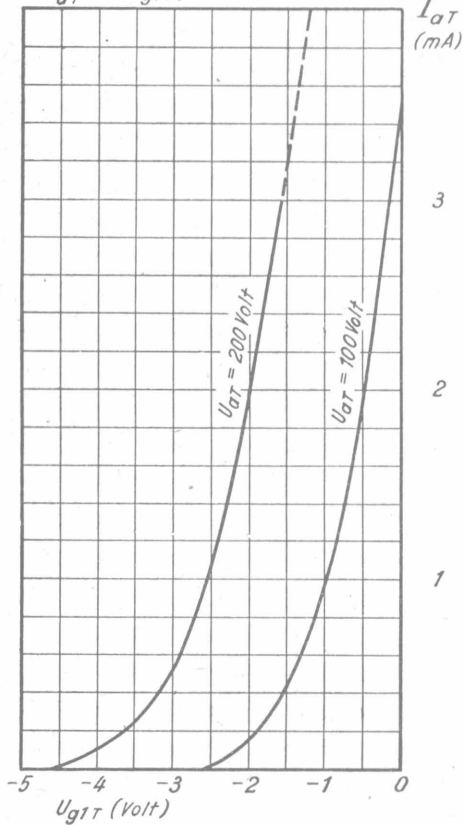


**Kennlinienfeld 15** 2 Röhren in Gegentakt - AB - Schaltung



### Kennlinienfeld 16

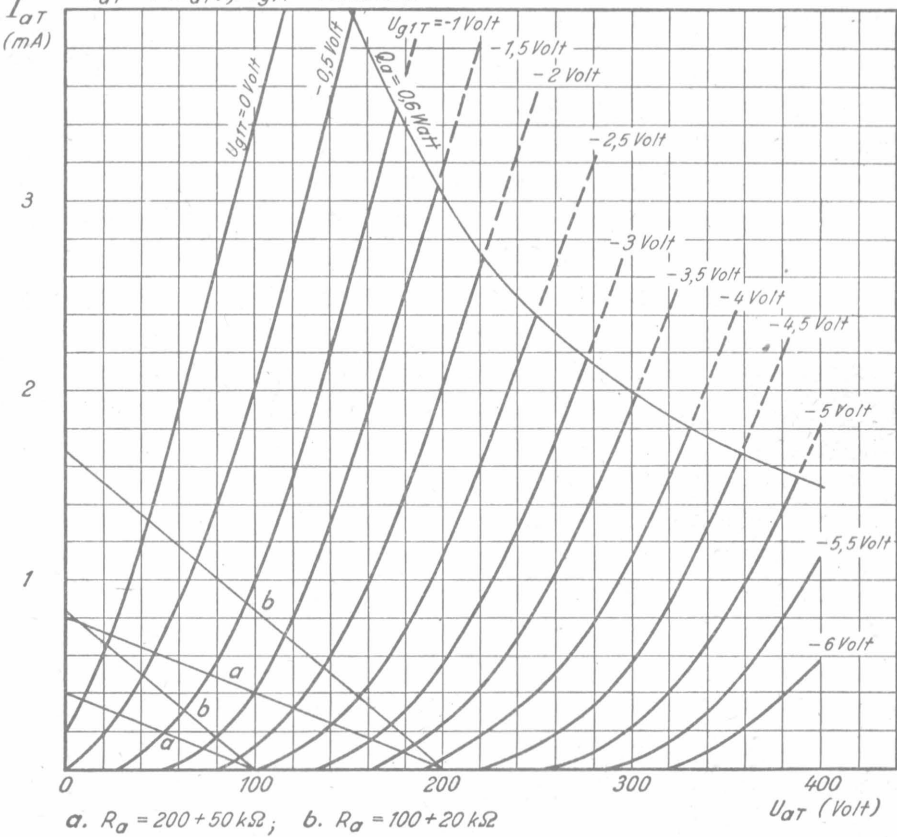
$$I_{aT} = f(U_{g1T})$$



### Triodenteil

### Kennlinienfeld 17

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



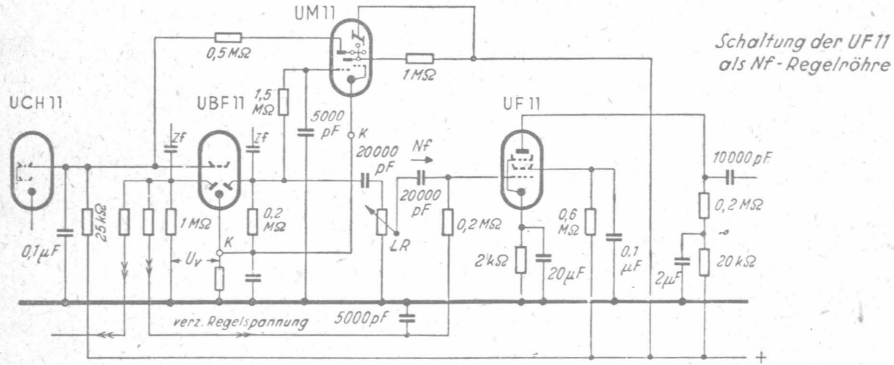


# UF 11

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	$\Omega$
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	4,5
								1	5
								1	5



## 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	$k\Omega$

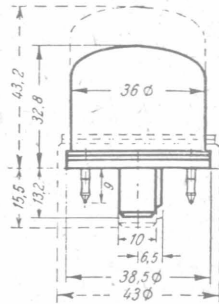
Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die die Gittervorspannung erzeugen.

## 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

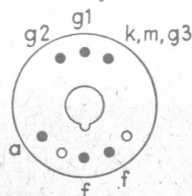
## Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung  
Ausgezogen: Neue Ausführung

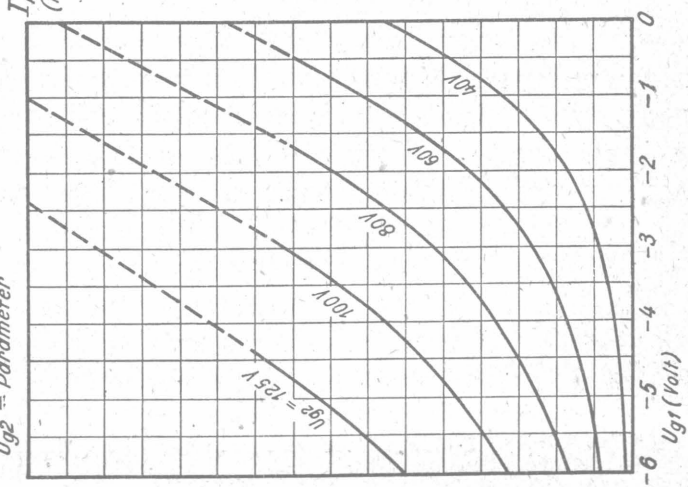
## Socket

von unten gesehen



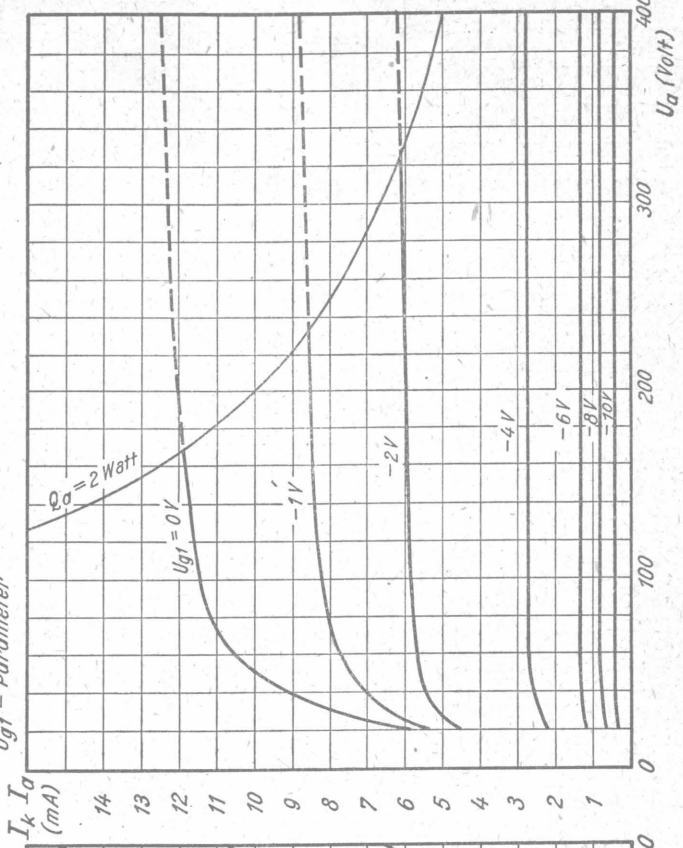
Kennlinienfeld 1

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

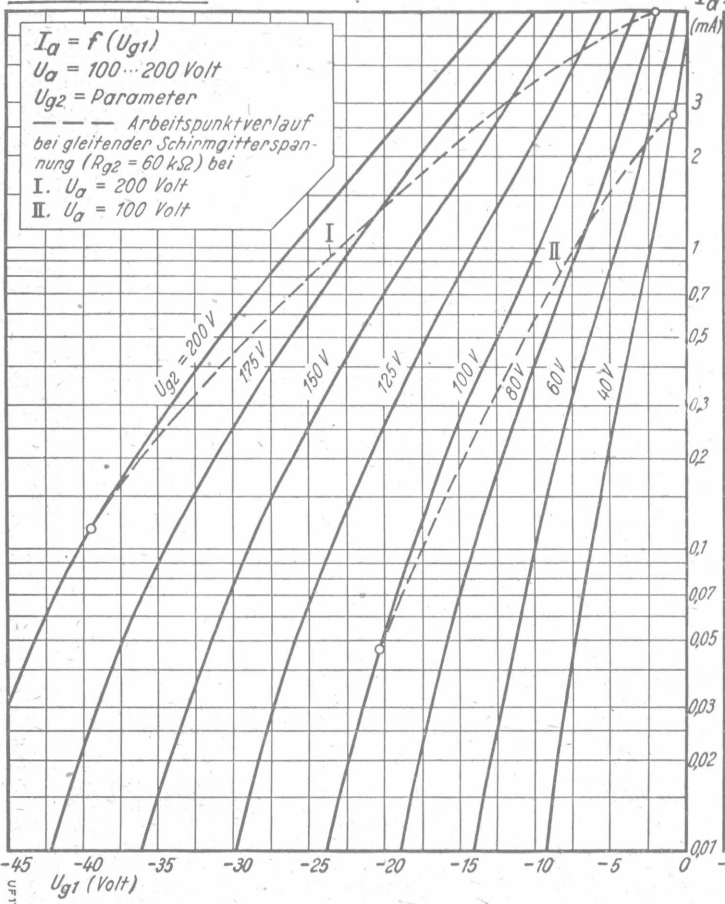


Kennlinienfeld 2

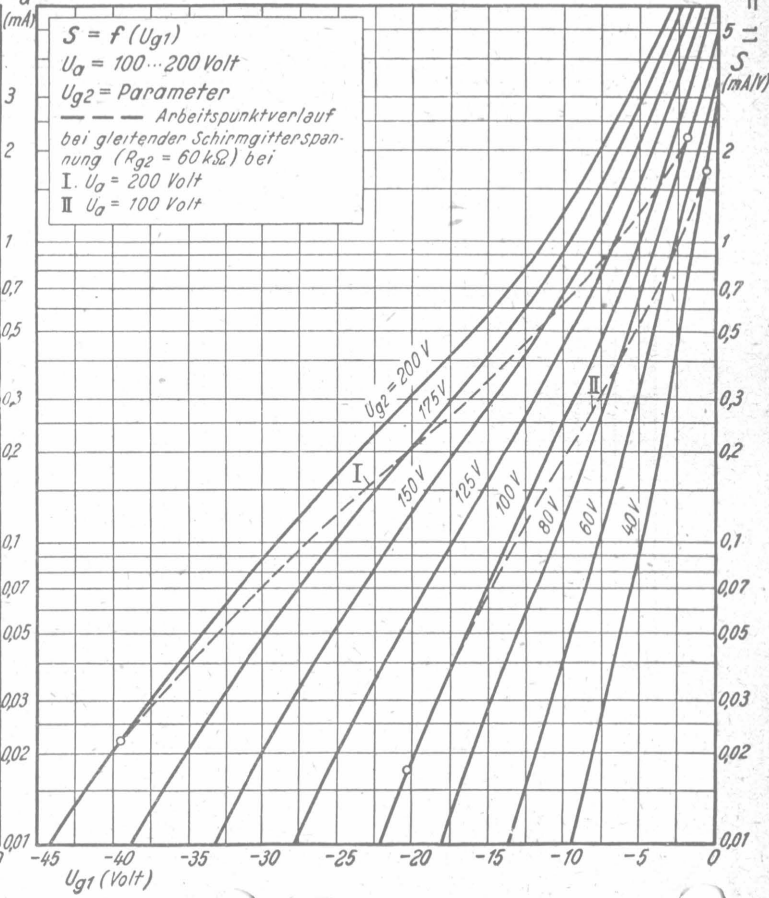
$I_a = f(U_a)$   
 $U_{g2} = 80 \text{ Volt}$   
 $U_{g1} = \text{Parameter}$



### Kennlinienfeld 3



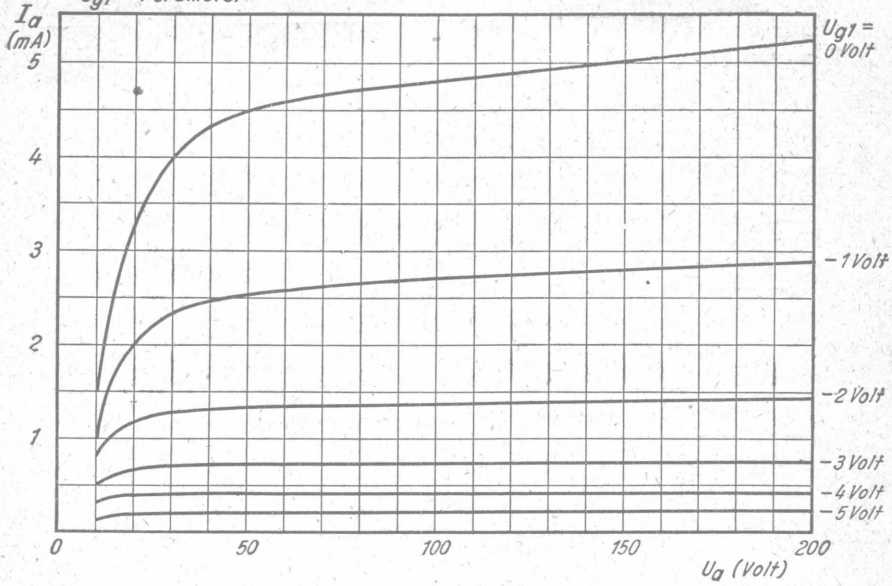
### Kennlinienfeld 4





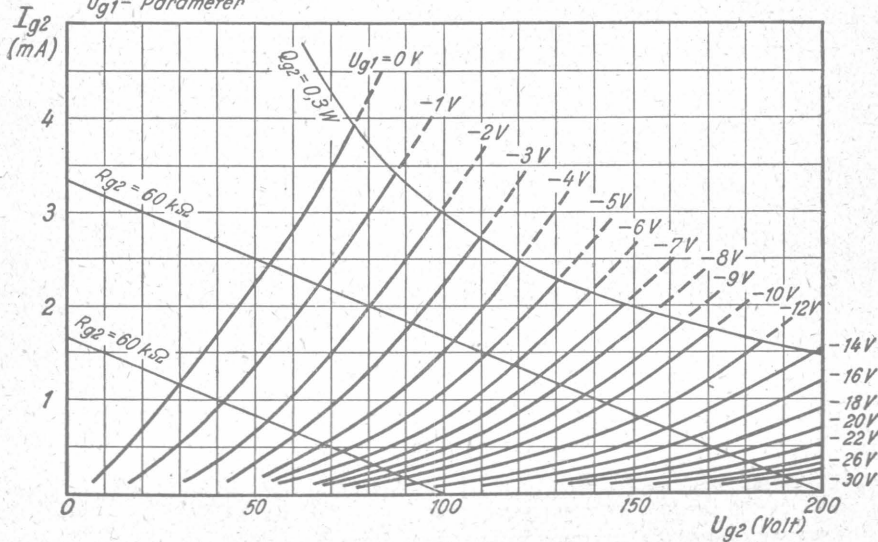
Kennlinienfeld 5

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



Kennlinienfeld 6

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







# 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 $\Omega$

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 $\Omega$

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 $\Omega$
Anodenspannung	$U_{aT}$	115	60	Volt
Oszillatortension <sup>1)</sup>	$U_{osz}$	-8	-5	Volt
Anodenstrom	$I_{aT}$	2,85	1,3	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1T}$	50	50	k $\Omega$
Durchgriff	$D$	6	6	%

#### 2. Hexodenteil

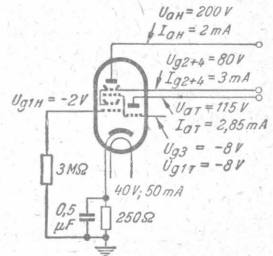
##### a) Schirmgitterspannung fest

Anodenspannung	$U_{aH}$	200	100	Volt				
Schirmgitterspannung	$U_{g2+4}$	80	40	Volt				
Oszillatortension <sup>1)</sup>	$U_{g3}$	-8	-5	Volt				
Katodenwiderstand	$R_k$	250	250	$\Omega$				
Regelbereich	$\phi$	: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	$\mu$ A/V
Innenwiderstand	$R_i$	>1	>10	>10	>1	>10	>10	M $\Omega$

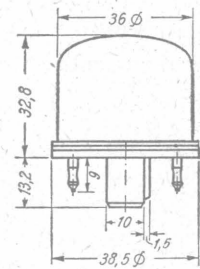
##### b) Schirmgitterspannung über Vorwiderstand $R_{g2+4} = 40$ k $\Omega$ (voll gleitend)

Betriebsspannung	$U_b$	200	100	Volt				
Oszillatortension <sup>1)</sup>	$U_{g3}$	-8	-5	Volt				
Katodenwiderstand	$R_k$	250	250	$\Omega$				
Regelbereich	$\phi$	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	$\mu$ A/V
Innenwiderstand	$R_i$	>1	>0,5	>0,8	>1	>0,9	>1	M $\Omega$

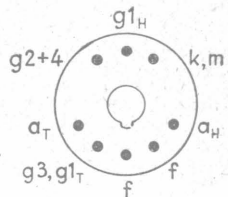
Blatt 7



### Kolbenabmessungen



### Sockel von unten gesehen



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

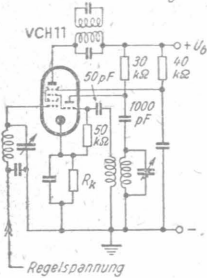
Betriebsspannung	$U_b$	200		100			Volt
Oszillatortension <sup>1)</sup>	$U_{g3}$	-8		-5			Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	250		250			$\Omega$
Regelbereich		1	: 100	: 400 (opt)	1	: 100	: 300 (opt)
Schirmgitterspannung	$U_{g2/+}$	80	143	145	47	72	72,5 Volt
Gittervorspannung	$U_{g1H}$	-2	-17	-22,5	-1	-9,5	-12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

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

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.

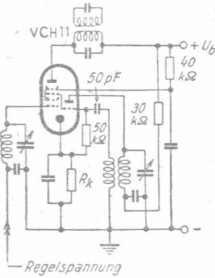
Schirmgitterspannung über Vorwiderstand  
 $R_{g2/+} = 40 \text{ k}\Omega$



Regelspannung

Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis

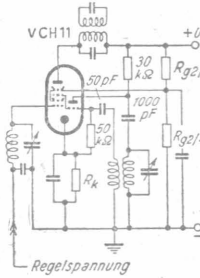
Schirmgitterspannung über Spannungsteiler  
 $R_{g2/+} = 40 \text{ k}\Omega$



Regelspannung

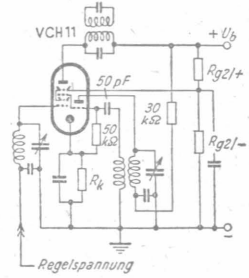
Anodenvorwiderstand des Triodenteils in Reihe mit dem Oszillatorkreis

Schirmgitterspannung über Spannungsteiler



Regelspannung

Anodenvorwiderstand des Triodenteils parallel zum Oszillatorkreis



Regelspannung

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

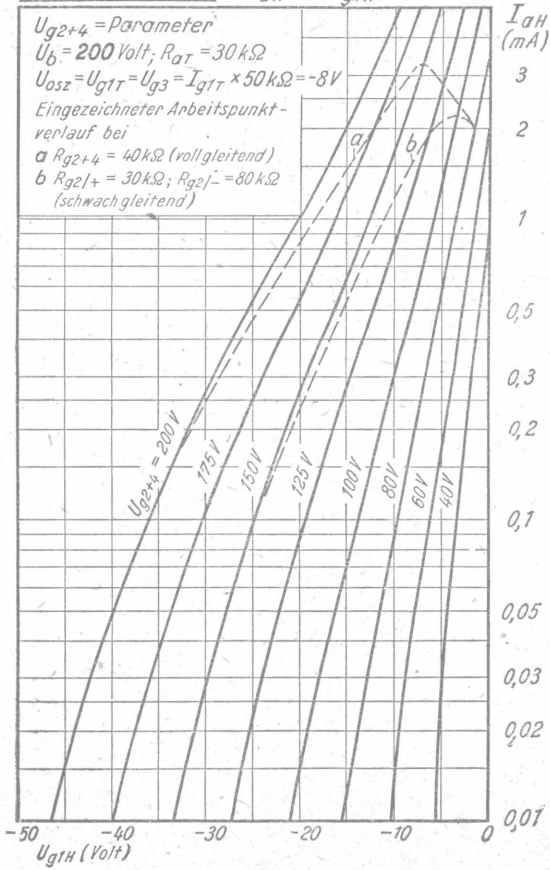
<sup>2)</sup> Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die Gittervorspannung erzeugen.

Innere Röhrenkapazitäten:

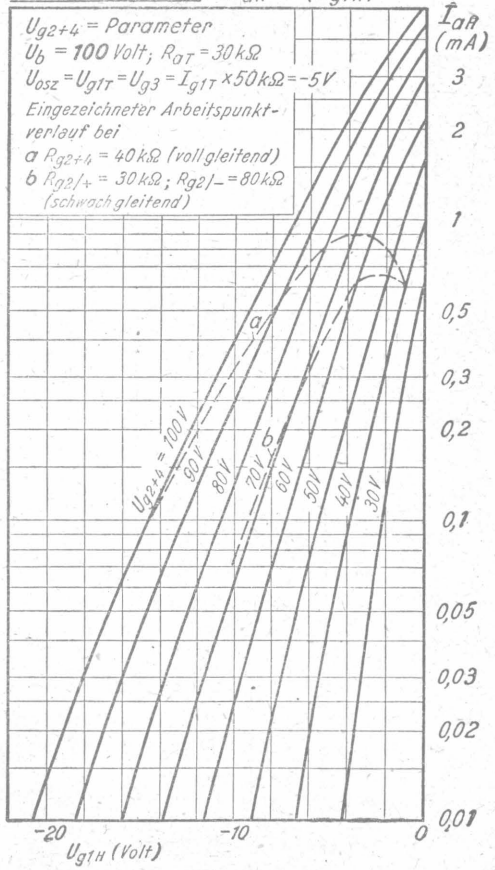
		des Triodenteils	des Hexodenteils	
Eingang	$C_e \text{ (cg/k)}$	4,7	6,2	pF
Ausgang	$C_a \text{ (ca/k)}$	2,7	9,1	pF
Gitter 1 - Anode	$C_{g1/a}$	<1,5	<0,002	pF
Gitter 1 - Gitter 3	$C_{g1/g3}$	—	<0,2	pF
Gitter 1 - Heizfaden	$C_{g1/f}$	—	<0,001	pF

Fr. K. L. K. L.

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



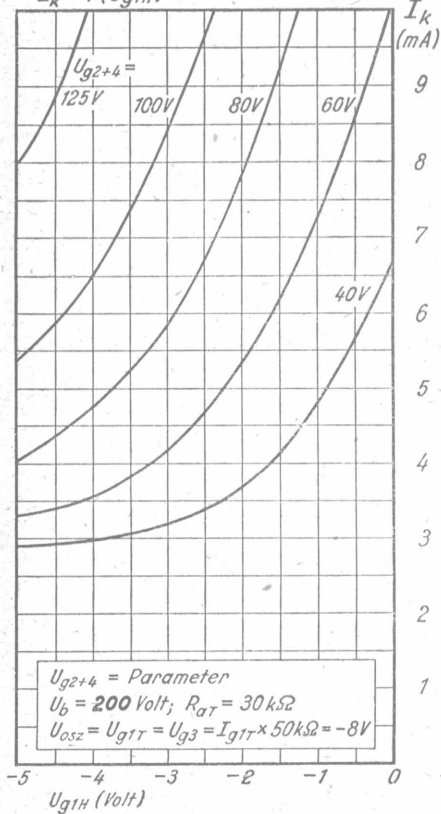
### Kennlinienfeld 2 $I_{aH} = f(U_{g1H})$



### Katodenströme

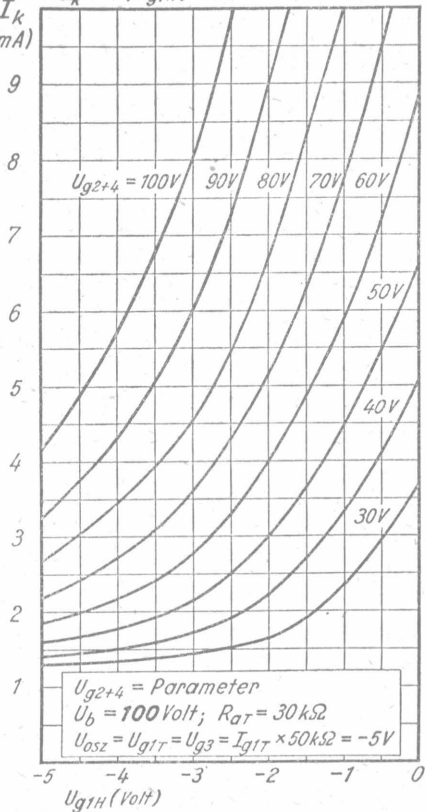
**Kennlinienfeld 3**

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



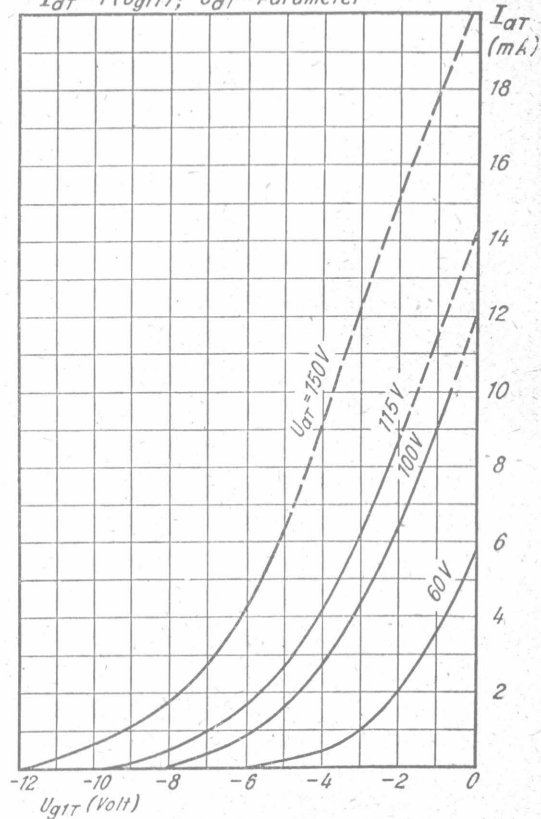
**Kennlinienfeld 4**

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



**Kennlinienfeld 5**

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



## Schirmgitterströme

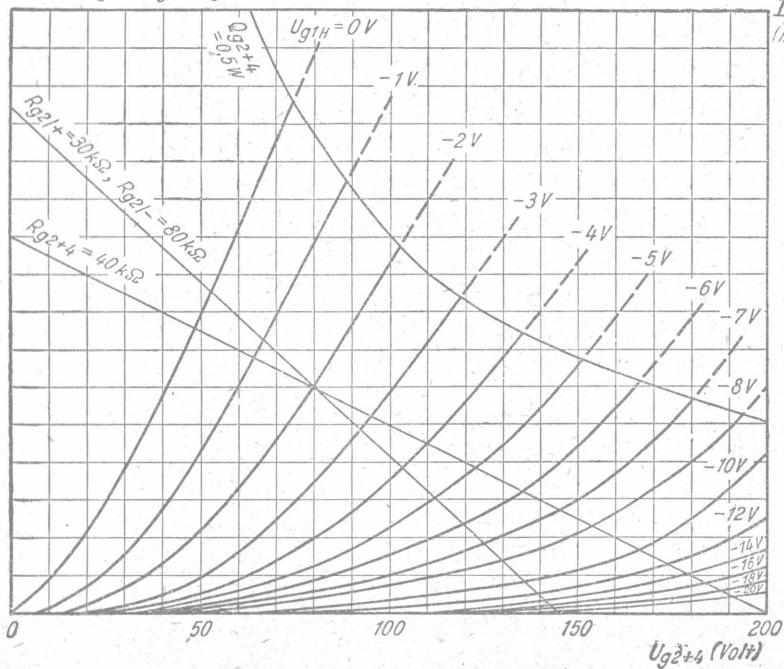
### Kennlinienfeld 6

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

$U_{g1H}$  = Parameter

$U_b = 200$  Volt

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



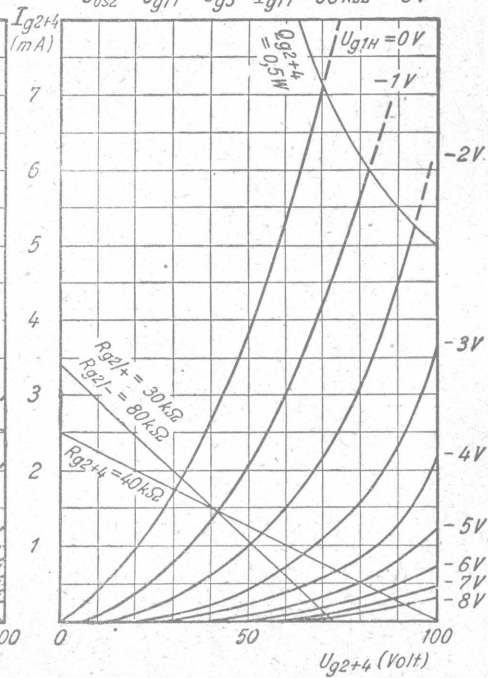
### Kennlinienfeld 7

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

$U_{g1H}$  = Parameter

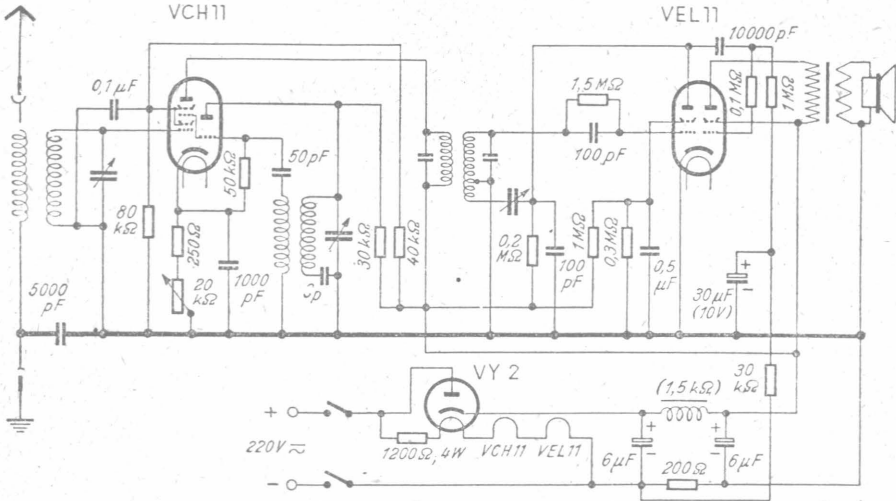
$U_b = 100$  Volt

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

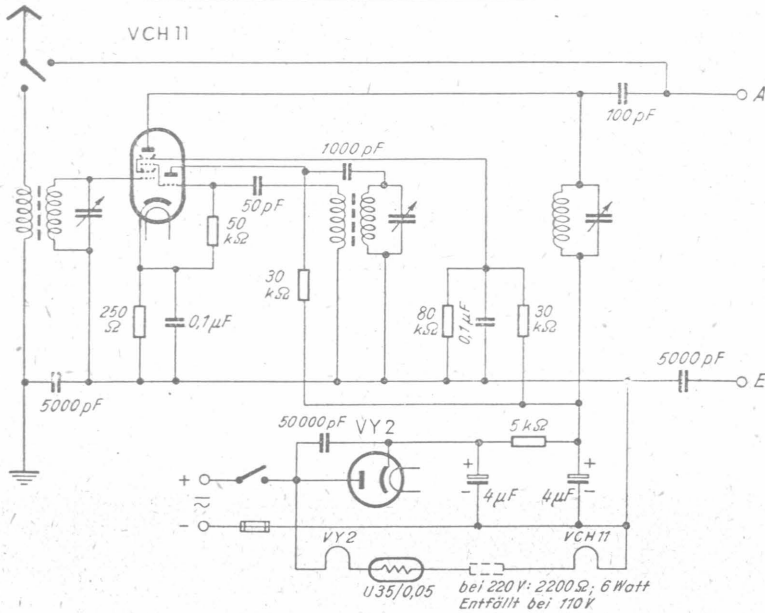


### 4 Kreis Kleinstsuper für Allstrom

Stromverbrauch nur 19 Watt!



### Supervorsatzgerät mit der vCH 11





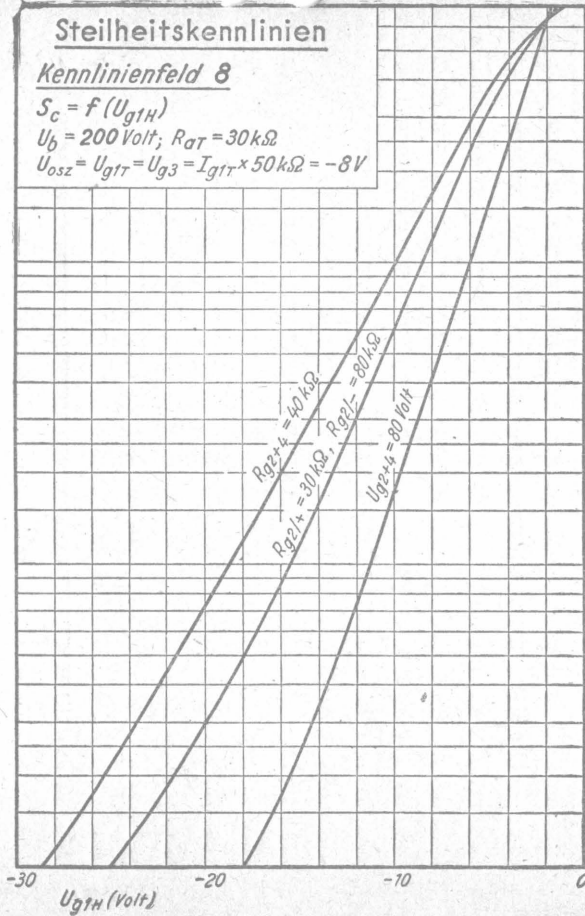
### Steilheitskennlinien

#### Kennlinienfeld 8

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

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

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



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

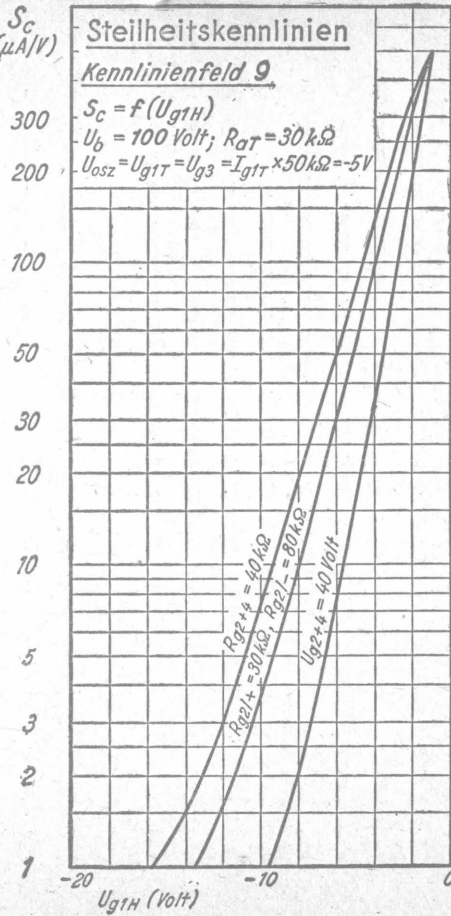
### Steilheitskennlinien

#### Kennlinienfeld 9

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

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

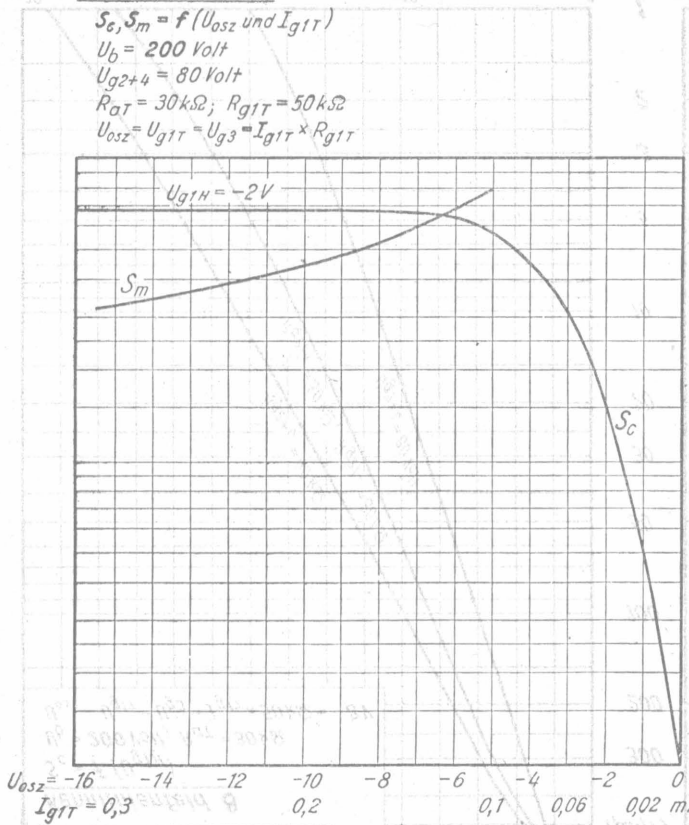
$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -5 \text{ V}$$



Steilheitskennlinien

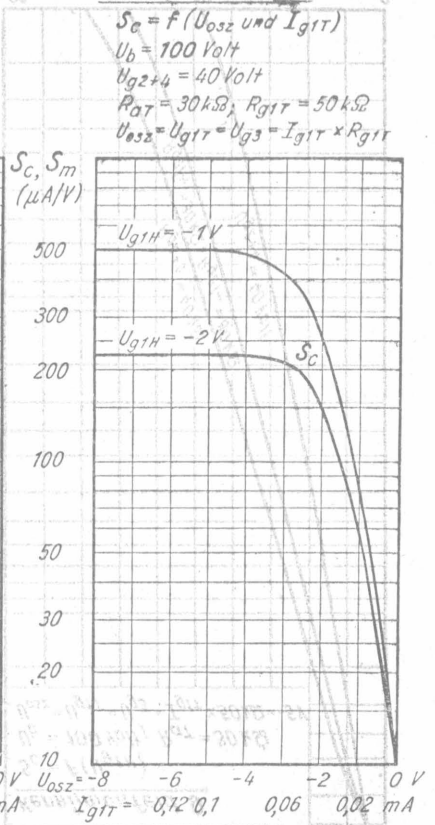
Kennlinienfeld 10

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



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

# VEL 11

Verbundröhre mit Hf-Tetrode u. Endtetrode,  
für Allstrombetrieb mit 50mA Heizstrom  
FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

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 $\Omega$
(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 $\Omega$
Anodenstrom	$I_a$	0,8	mA
Schirmgitterstrom	$I_{g2}$	ca 0,43	mA
Schirmgitterdurchgriff	$D_{g2}$	4	%
Innenwiderstand	$R_i$	280	k $\Omega$
Detektorverstärkung	$V$	17...20	fach

Siehe die Kennlinienfelder 1...3.

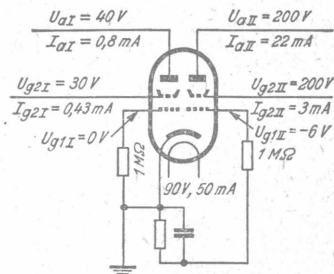
### 2. Endsystem (Endtetrode)

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

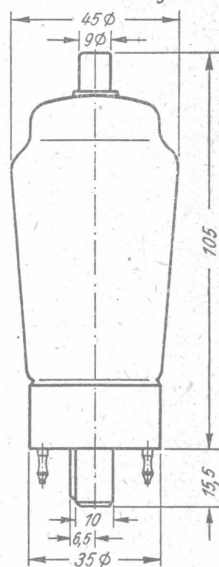
Siehe die Kennlinienfelder 4...5

## Grenzwerte:

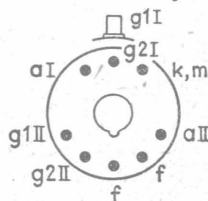
		Hf-Tetrode	Endtetrode	
Anodenspannung	$U_a \max$	250	250	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \max$	550	550	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2} \max$	100	250	Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L} \max$	250	550	Volt
Anodenverlustleistung	$Q_a \max$	1	5	Watt
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2} \max$	0,2	0,8	Watt
Gitterableitwiderstand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



## Kolbenabmessungen

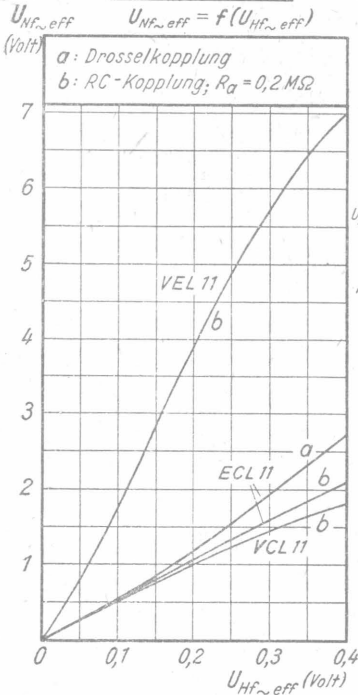


Sockel von unten gesehen

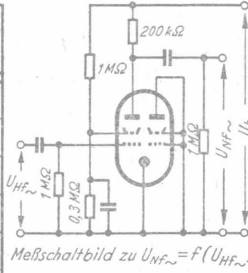
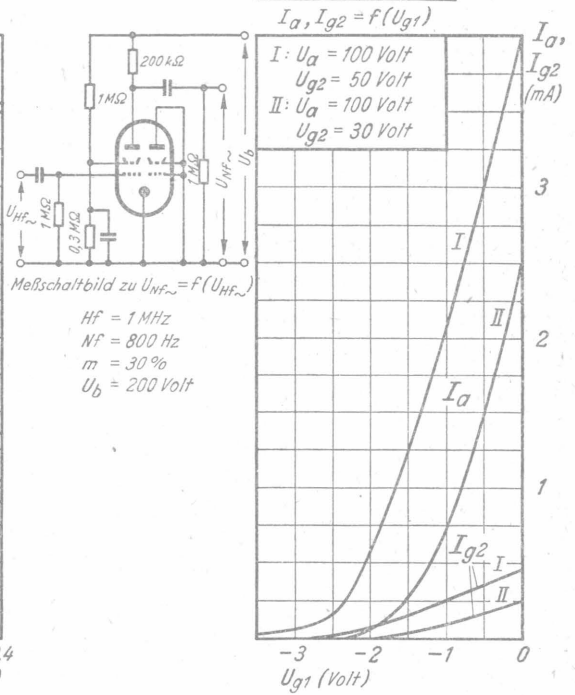




## Kennlinienfeld 1

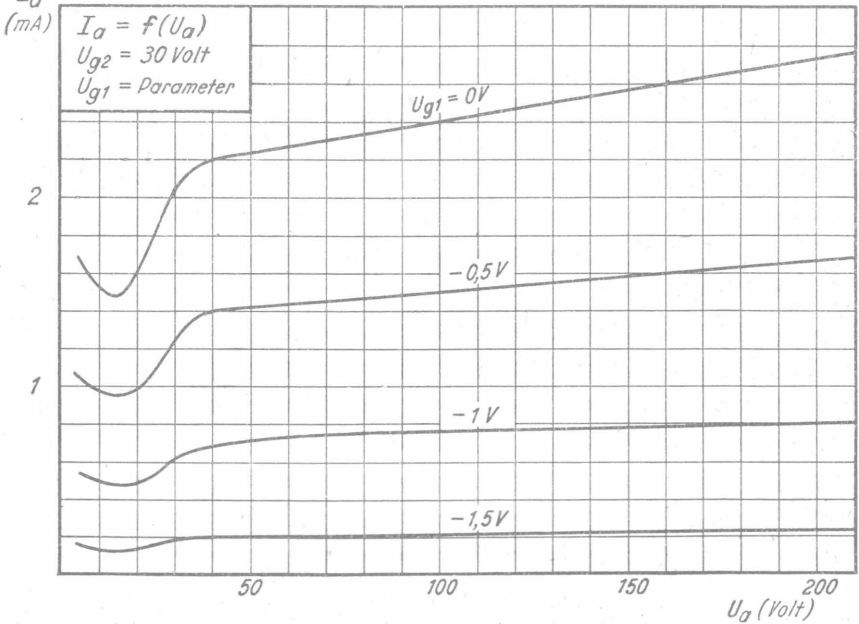


## Kennlinienfeld 2



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

## Kennlinienfeld 3

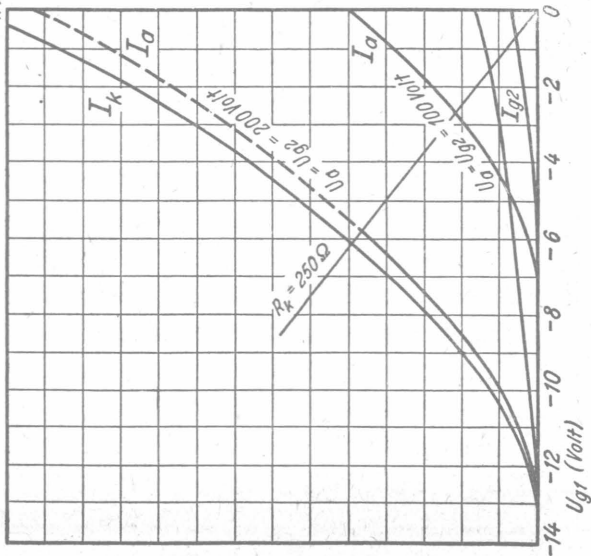


Das Endsystem der VEL 11

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.



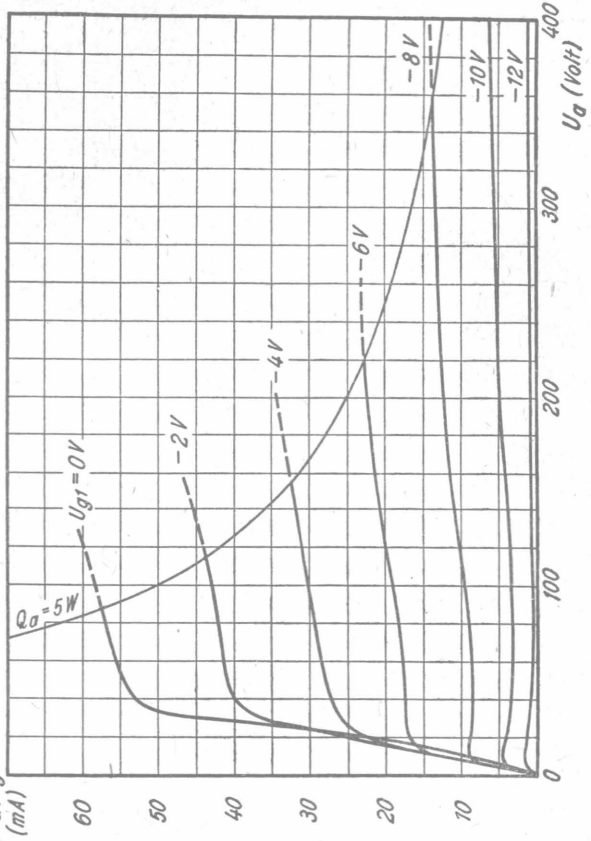
Kennlinienfeld 5

$I_a = f(U_a)$

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

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

$I_k, I_a, I_{g2}$





# Röhren-Dokumente

## Steile, rauscharme Universalpentode für Allstrom mit 50mA Heizstrom

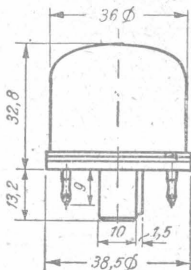
# VF 14

## 7 Blätter

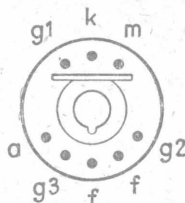
FUNKWERK - Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 7

Kolbenabmessungen



Socket 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	$\Omega$
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 $\Omega$
Auswiderstand	$R_{\bar{a}}$	1000	$\Omega$

Siehe die Kennlinienfelder 1, 2 und 10.

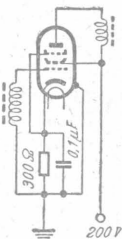
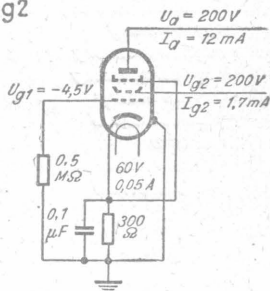
#### als Hf - Tetrode

als Antennenverstärker zur Kennlinienlinearisierung

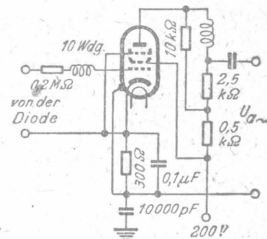
#### Bremsgitter an Anode

Anodenspannung	$U_a (+U_{g3})$	200	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	200	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-4,5	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	220	$\Omega$
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 $\Omega$
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	600	$\Omega$
Klirrfaktor bei $U_{a,eff} = 5V$	$K$	< 0,01	%

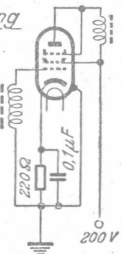
Siehe die Kennlinienfelder 3, 4 und 11.



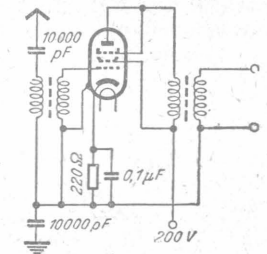
Meßschaltung



Betriebsschaltung



Meßschaltung



Betriebsschaltung

# VF14

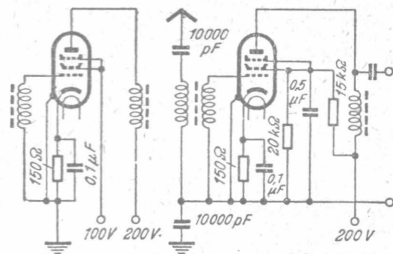
Betriebswerte (Fortsetzung):

## 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	$\Omega$
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 $\Omega$
Rauschwiderrstand	$r_{\dot{a}}$	650	$\Omega$

Siehe Kennlinienfeld 7.



Meßschaltung

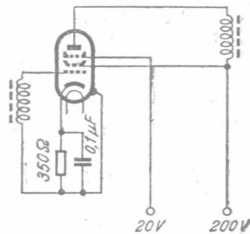
Betriebsschaltung

## 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	$\Omega$
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 $\Omega$
Rauschwiderrstand	$r_{\dot{a}}$	1200	$\Omega$

Siehe die Kennlinienfelder 5, 6 und 12

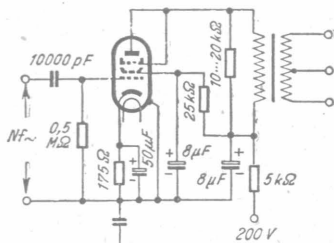


Meßschaltung

## e) als Nf-Tetrode mit Transformator-Kopplung

### Bremsgitter an Anode

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

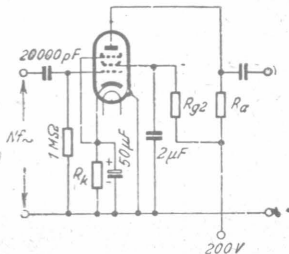


VF14 als Tetrode mit Transformator-Kopplung  
vor einer Gegenakt-Endstufe

## f) als Nf-Pentode mit RC-Kopplung

### Bremsgitter an Katode

Betriebsspannung	$U_b$	200	Volt		
Anodenwiderstand	$R_a$	10	k $\Omega$		
(Anodenspannung	$U_a$	125	100	100	Volt)
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	40	50	400	k $\Omega$
(Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	160	160	100	Volt)
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-3,4	-3,4	-3	Volt)
Katodenwiderstand	$R_k$	400	600	1250	$\Omega$
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



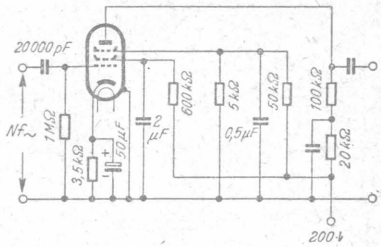
VF14 als Nf-Pentode  
mit RC-Kopplung



**g) als Nf-Pentode mit RC-Kopplung**

Bremsgitter mit positiver Vorspannung

Betriebsspannung	$U_b$	200	Volt
Anodenwiderstand	$R_a$	100	k $\Omega$
Anodensiebwiderstand	$R_{a\ sieb}$	20	k $\Omega$
(Anodenspannung)	$U_a$	135	Volt
Bremsgitterspannung	$U_{g3}$	20	Volt
Schirmgitterwiderstand	$R_{g2}$	600	k $\Omega$
(Schirmgitterspannung)	$U_{g2}$	85	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-3	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	3,5	k $\Omega$
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

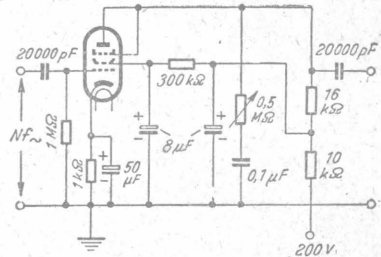


VF 14 als Nf-Pentode, Bremsgitter mit positiver Vorspannung, mit RC-Kopplung

**h) als Nf-Tetrode mit RC-Kopplung**

Bremsgitter an Anode

Betriebsspannung	$U_b$	200	Volt
Anodenwiderstand	$R_a$	76	k $\Omega$
Anodensiebwiderstand	$R_{a\ sieb}$	70	k $\Omega$
(Anodenspannung)	$U_a (+U_{g3})$	100	Volt
Schirmgitterwiderstand	$R_{g2}$	300	k $\Omega$
(Schirmgitterspannung)	$U_{g2}$	100	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-3	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	1	k $\Omega$
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

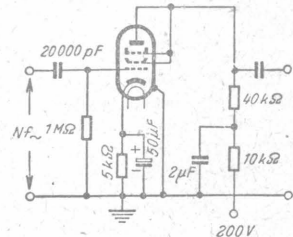


VF14 als Tetrode mit RC-Kopplung

**i) als Nf-Triode mit RC-Kopplung**

Schirmgitter und Bremsgitter mit Anode verbunden

Betriebsspannung	$U_b$	200	Volt
Anodenwiderstand	$R_a$	40	k $\Omega$
Anodensiebwiderstand	$R_{a\ sieb}$	70	k $\Omega$
(Anodenspannung)	$U_a (+U_{g3}+U_{g2})$	ca 130	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-5	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	5	k $\Omega$
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

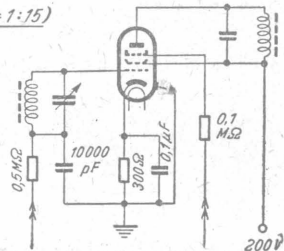


VF14 als Nf-Triode mit RC-Kopplung

**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	$\Omega$
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 <sup>1)</sup>	$R_i$	200	> 500 k $\Omega$
Klirrfaktor (3. Harmonische) bei $U_{a\sim\text{eff}} = 0,5$ Volt	$K_3$	1	< 3 %
Siehe Kennlinienfeld 14.			



Die VF 14 als Regelröhre

<sup>1)</sup> Der niedrigste Wert von  $R_i$  (bei  $U_{g3} = -40$  Volt) ist  $R_i > 40$  k $\Omega$

Betriebswerte (Fortsetzung):

**l) additive Mischverstärkung in Pentodenschaltung**

*Strahlstark! 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 $\Omega$

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 $\Omega$
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	2,5	k $\Omega$

γ) eigenerregt mit Katodenrückkopplung  
Heizeleitungen verdrösseln!

Anodenspannung	$U_a$	200	Volt
Bremsgitterspannung	$U_{g3}$	30	Volt
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2}$	100	k $\Omega$
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 $\Omega$
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	3	k $\Omega$

**m) multiplikative Mischverstärkung in Pentodenschaltung**

fremderregt; Oszillatortenspannung an g3

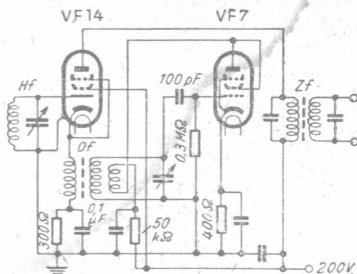
Anodenspannung	$U_a$	200	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	100	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-2,5	Volt
Oszillatortenspannung	$U_{osz}$	-18	Volt
Anodenstrom	$I_a$	2,8	mA
Schirmgitterstrom	$I_{g2}$	2,4	mA
Mischsteilheit	$S_c$	2,2	mA/V
Innenwiderstand	$R_i$	150	k $\Omega$
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$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

Siehe Kennlinienfeld 15

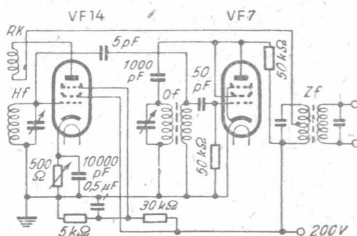
**n) additive Mischverstärkung in Triodenschaltung**

fremderregt; Oszillatortenspannung an g1

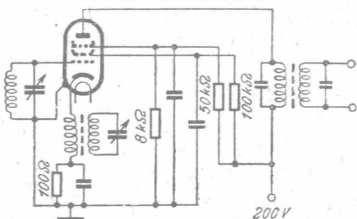
Anodenspannung	$U_a$ ( $+U_{g3}+U_{g2}$ )	150	Volt
Oszillatortenspannung	$U_{osz}$	-7	Volt
Anodenstrom	$I_a$ ( $+I_{g3}+I_{g2}$ )	8,8	mA
Mischsteilheit	$S_c$	2,8	mA/V
Innenwiderstand	$R_i$	50	k $\Omega$
Rauschwiderstand	$r_{\bar{a}}$	1000	$\Omega$



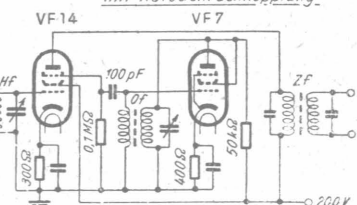
Additive Mischung, fremderregt,  
Oszillatortenspannung in die Katode



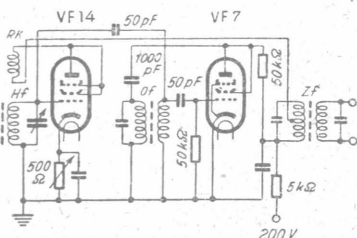
Additive Mischung, fremderregt,  
Oszillatortenspannung an g1



Additive Mischung, eigenerregt,  
mit Katodenrückkopplung



Multiplikative Mischung, fremderregt



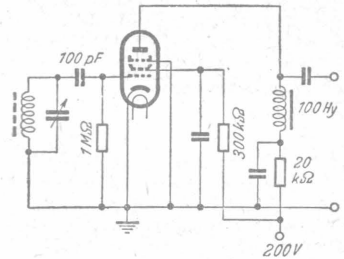
Additive Mischung in Triodenschaltung,  
fremderregt

Betriebswerte (Fortsetzung):

**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

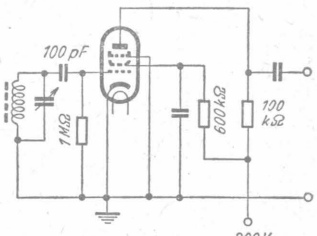


Audion mit Drosselkopplung

**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

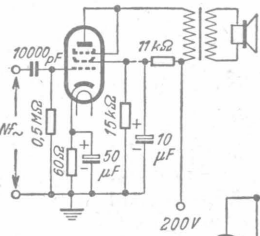


Audion mit RC-Kopplung

**q) als Endtetrode**

Bremsgitter an Anode

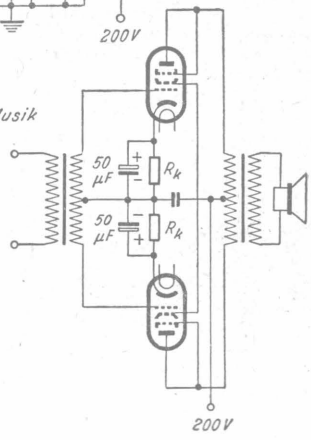
Anodenspannung	$U_a (+U_{g3})$	200	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2}$	100	Volt
Gittervorspannung	$U_{g1}$	-1,5	Volt
Katodenwiderstand	$R_k$	60	$\Omega$
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3})$	22	mA
Schirmgitterstrom	$I_{g2}$	2,5	mA
Außenwiderstand	$R_a$	10	$k\Omega$
Maximale Sprechleistung bei $K = 10\%$	$N_{a\sim}$	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	$R_k$	$2 \times 250$	$\Omega$
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3})$	$2 \times 17$	mA
Anodenstrom bei voller Aussteuerung	$I_{ad}$	$2 \times 20$	mA
Schirmgitterstrom	$I_{g2}$	$2 \times 2,5$	mA
Schirmgitterstrom bei voller Aussteuerung	$I_{g2d}$	$2 \times 4$	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	$N_{V\sim}$ $K_V$	5,1 < 3	Watt %



# VF 14

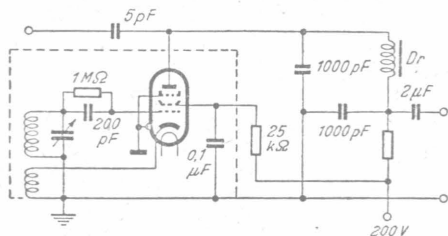
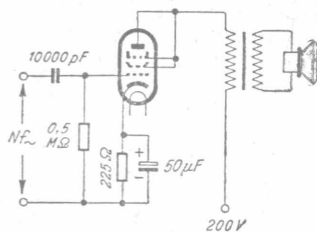
Betriebswerte (Fortsetzung):

## 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	$\Omega$
Anodenstrom	$I_a (+I_{g3} + I_{g2})$	20	mA
Außenwiderstand	$R_a$	5	k $\Omega$
Maximale Sprechleistung bei $K = 5\%$	$N_{a\sim}$	1	Watt

Siehe Kennlinienfeld 8.



Die VF14 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 $\Omega$
Gitterableitwiderstand $Q_a < 2$ Watt	$R_{g1\max}$	1	M $\Omega$
Bremsgitterableitwiderstand	$R_{g3\max}$	0,1	M $\Omega$
Gitterstrom bei $U_{g1} = -1,3$ Volt	$I_{ge}$	$\leq 0,3$	$\mu$ A
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k\max}$	100	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden und Schicht	$R_{f/k\max}$	20	k $\Omega$

Die VF 14 darf nur mit automatischer Gittervorspannung betrieben werden.

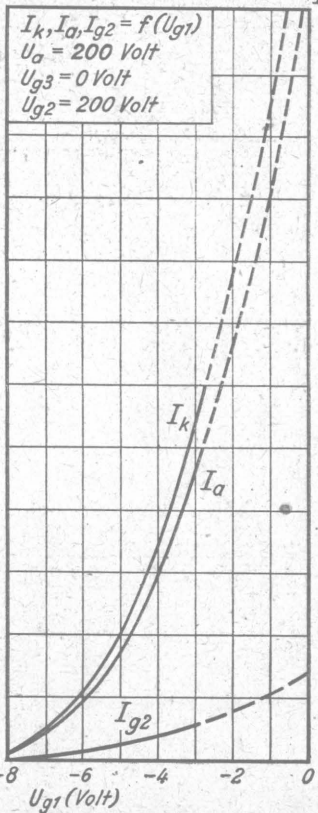
## Innere Röhrenkapazitäten:

		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	$c_{ra}$	$ca 3 \cdot \frac{S}{\sqrt{U_{g2}}}$	—	—	pF

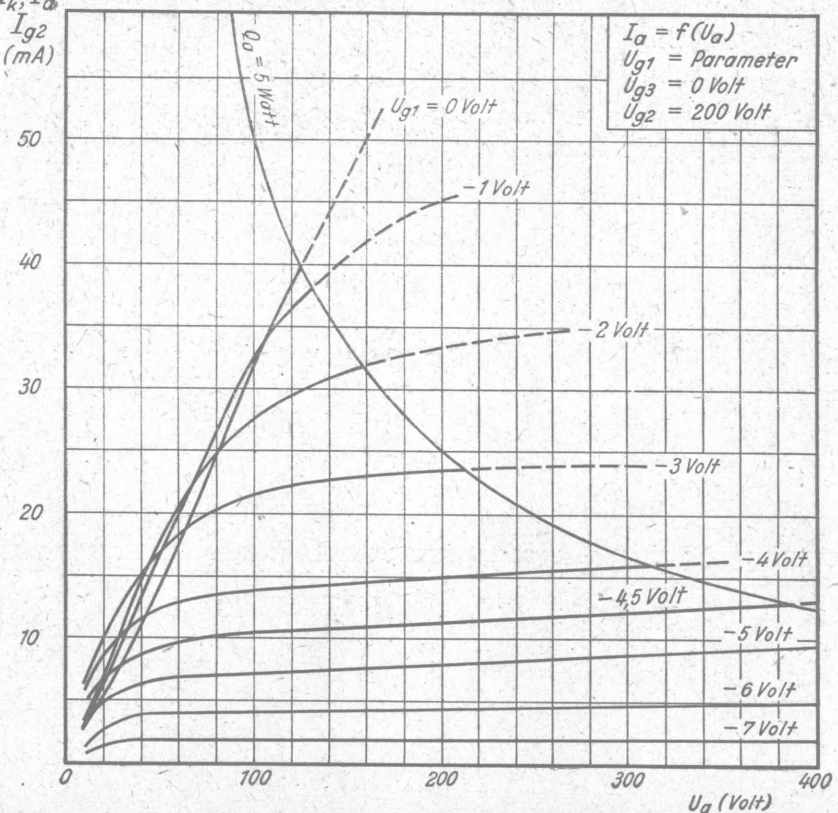
Fritz Künze

# Pentodenschaltung (Bremsgitter an Katode)

**Kennlinienfeld 1**

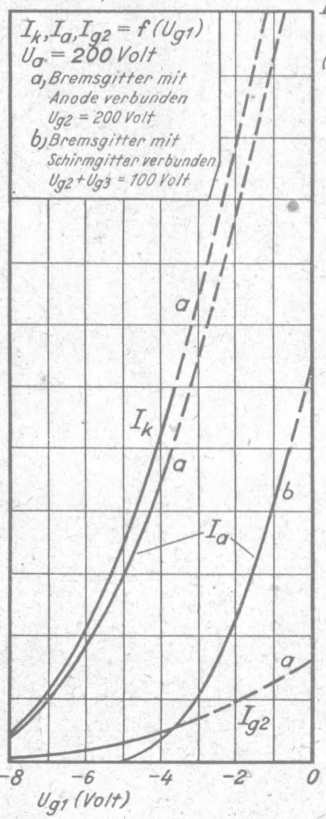


**Kennlinienfeld 2**

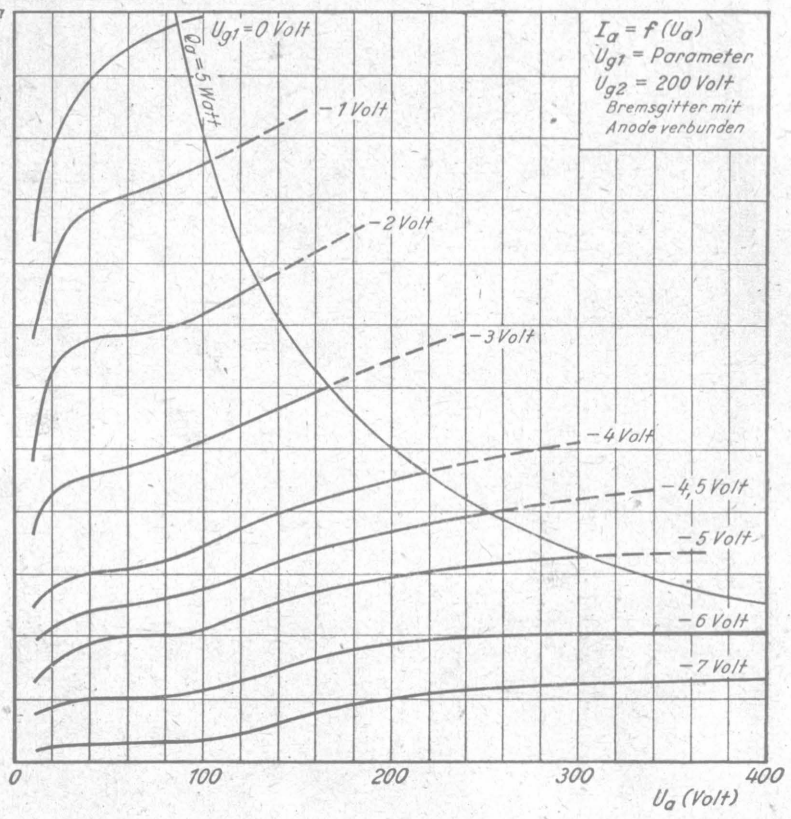


# Tetrodenschaltung

**Kennlinienfeld 3**

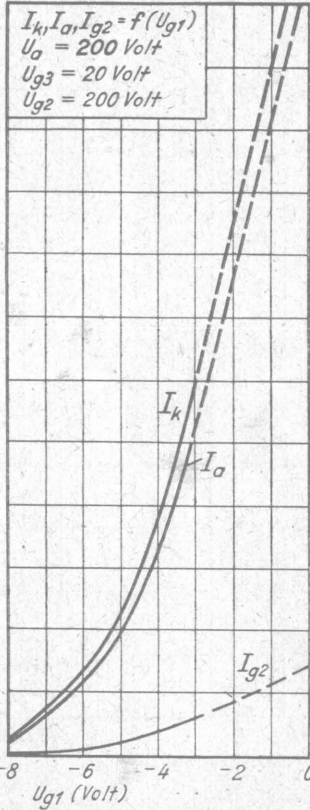


**Kennlinienfeld 4**

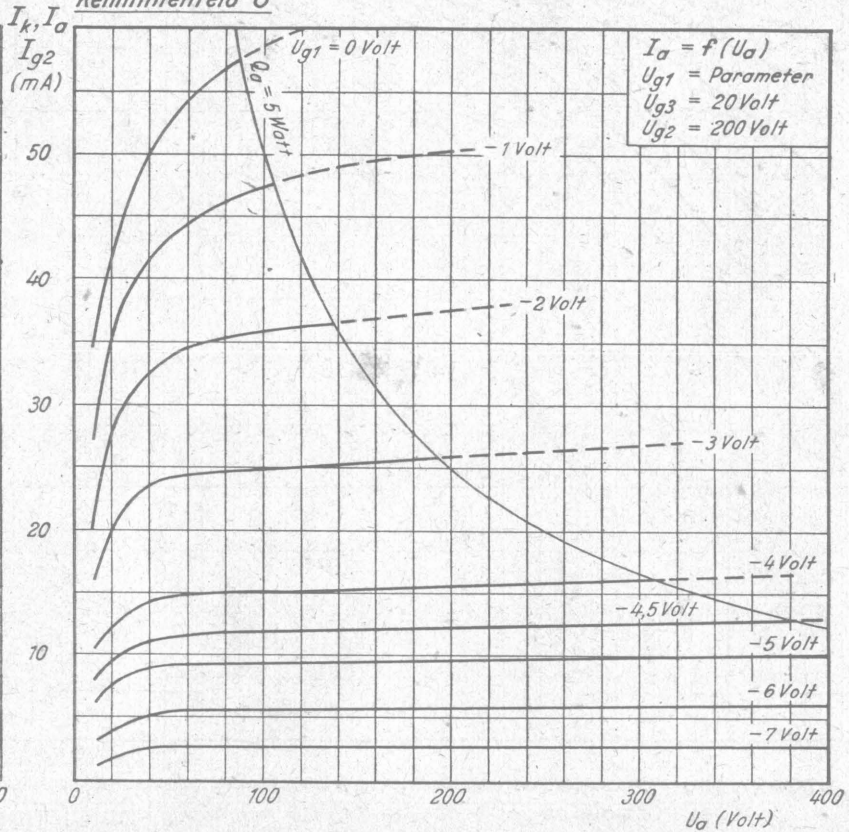


# Pentodenschaltung ( $U_{g3} = +20 \text{ Volt}$ )

Kennlinienfeld 5



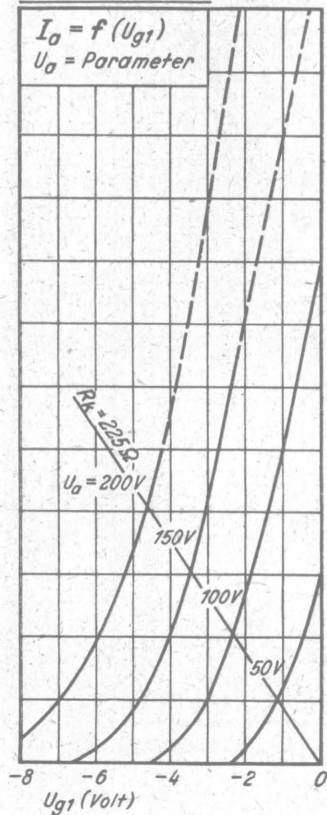
Kennlinienfeld 6



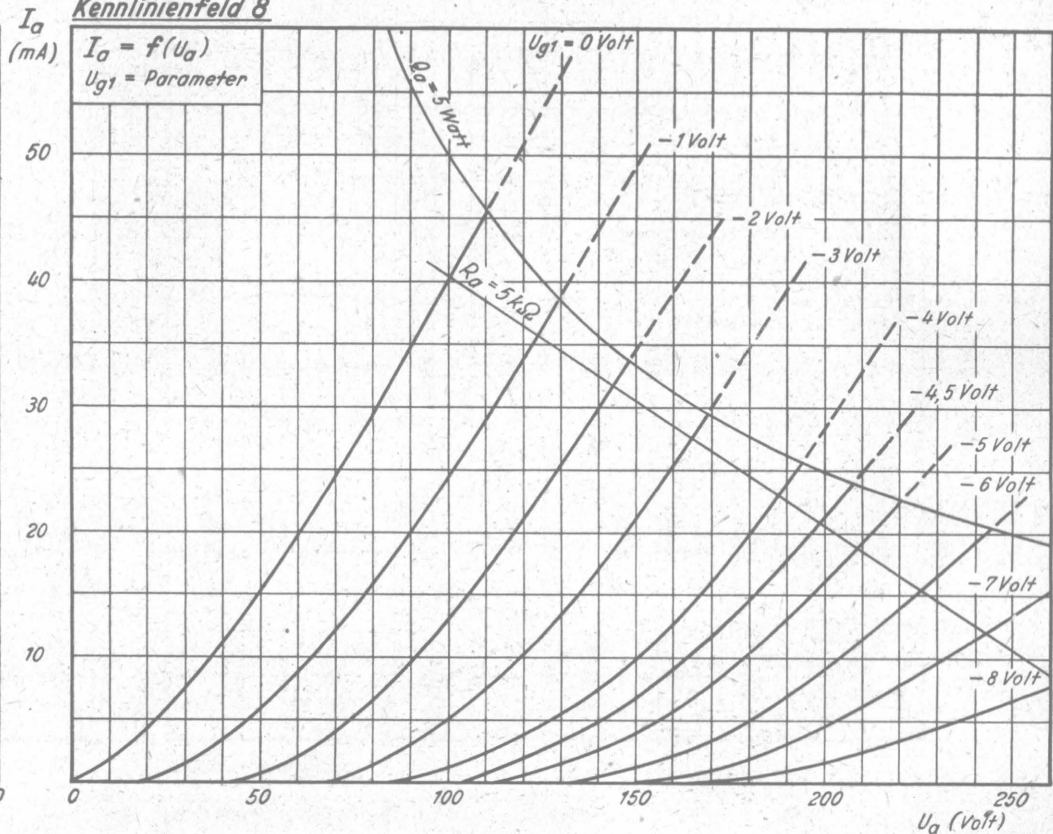
## Triodenschaltung (Bremsgitter, Schirmgitter und Anode miteinander verbunden)

Kennlinien der Tetrodenschaltung: Bremsgitter mit Schirmgitter verbunden siehe Kennlinienfeld 3

### Kennlinienfeld 7



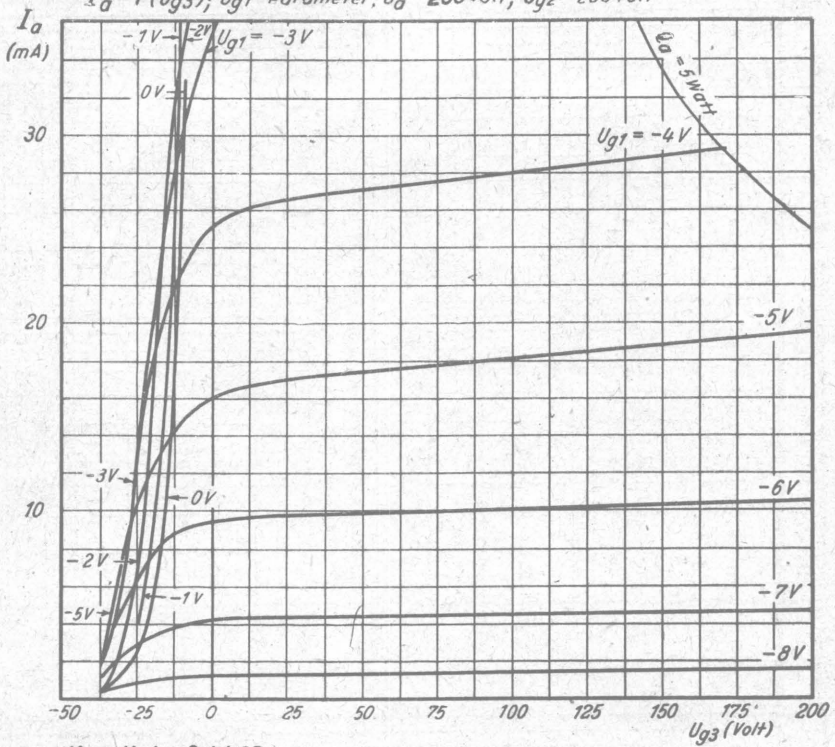
### Kennlinienfeld 8





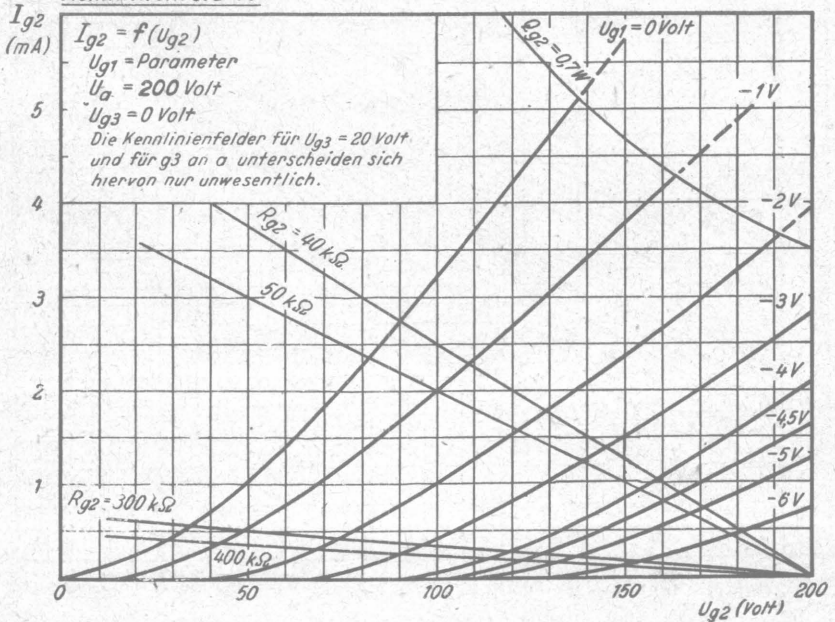
**Kennlinienfeld 9**

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

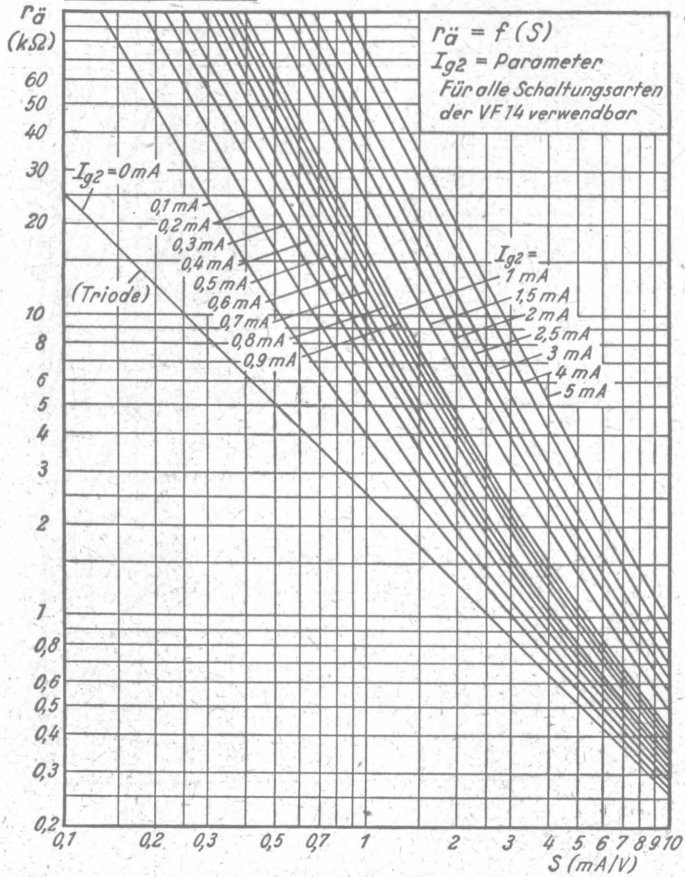


**Kennlinienfeld 10**

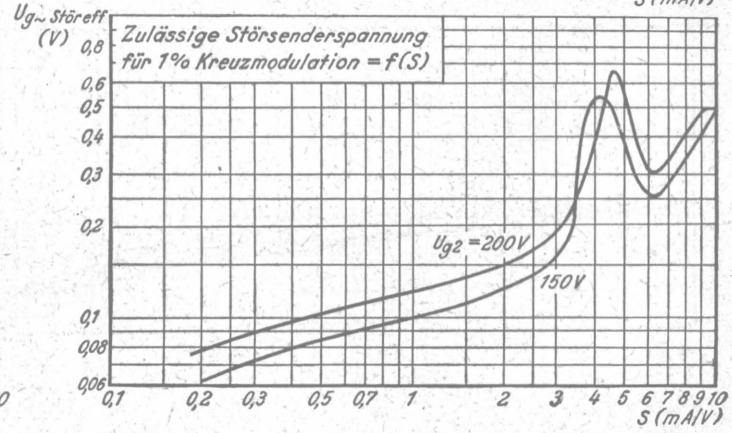
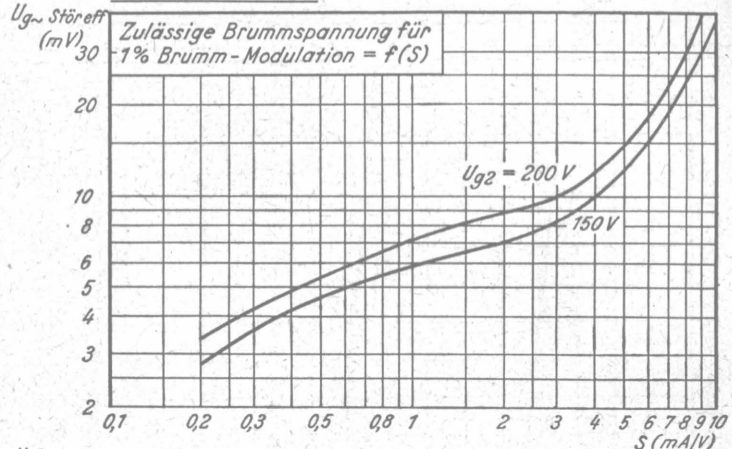
$I_{g2} = f(U_{g2})$   
 $U_{g1} = \text{Parameter}$   
 $U_a = 200 \text{ Volt}$   
 $U_{g3} = 0 \text{ Volt}$   
 Die Kennlinienfelder für  $U_{g3} = 20 \text{ Volt}$   
 und für  $g3$  an  $a$  unterscheiden sich  
 hiervon nur unwesentlich.



### Kennlinienfeld 11



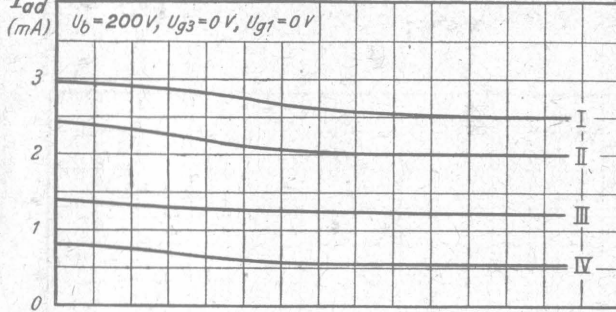
### Kennlinienfeld 12



# Die VF14 als Audion mit RC-Kopplung

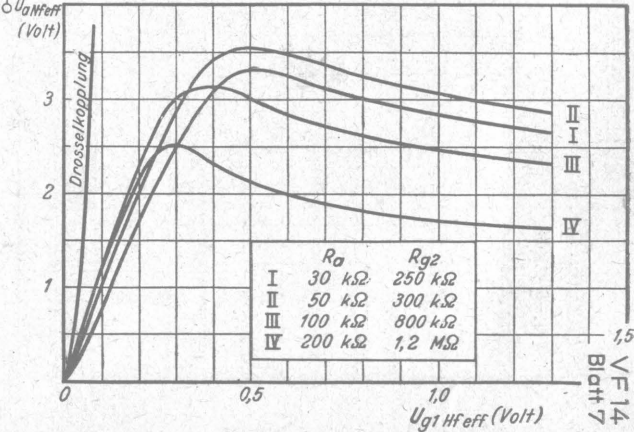
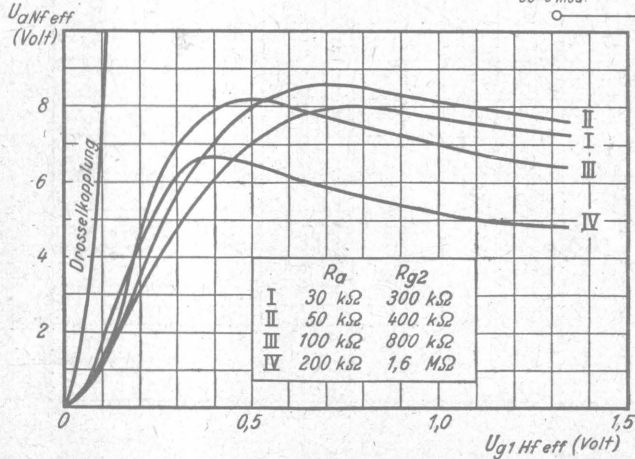
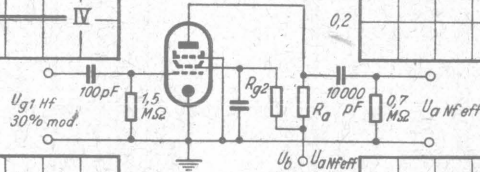
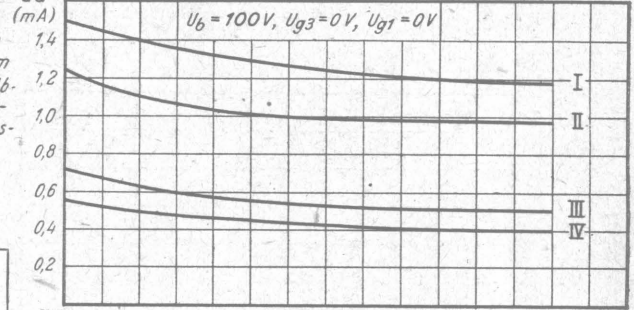
$I_{ad}, U_{aNeff} = f(U_{g1Hfeff}), 30\% \text{ moduliert}, R_a \text{ mit opt. } R_{g2} = \text{Parameter}$

**Kennlinienfeld 13**



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

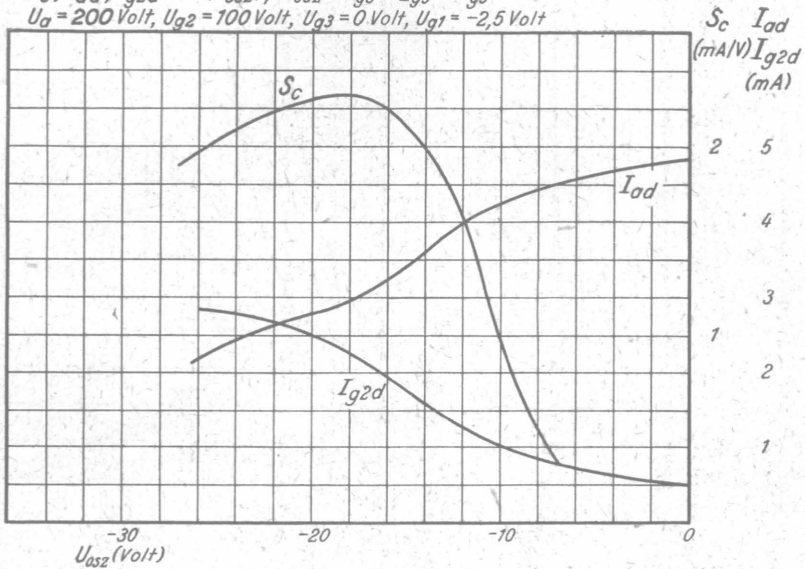
**Kennlinienfeld 14**



- Multiplikative MischungKennlinienfeld 15

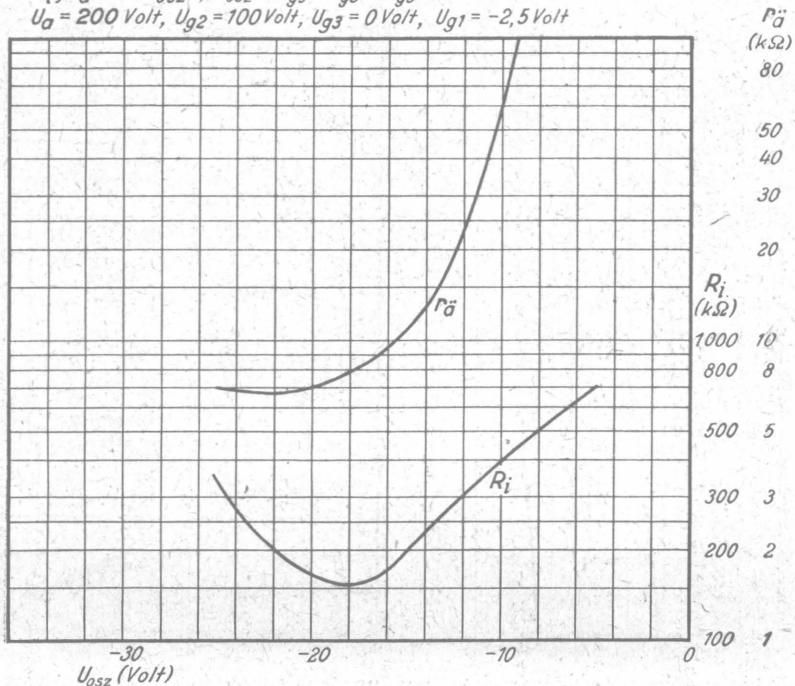
$$S_c, I_{ad}, I_{g2d} = f(U_{osz}); U_{osz} = U_{g3} = I_{g3} \times R_{g3}$$

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

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

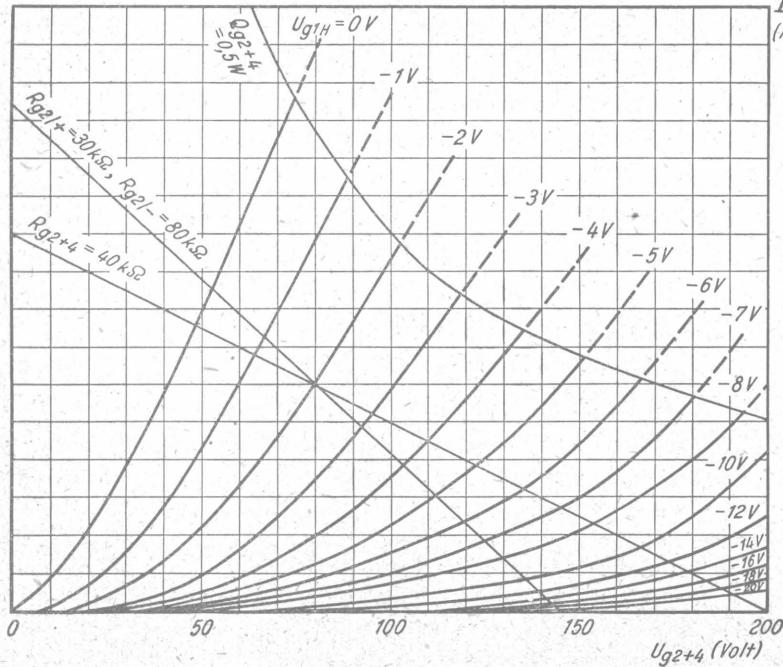
### Kennlinienfeld 1

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

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

$U_b = 200 \text{ Volt}$

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



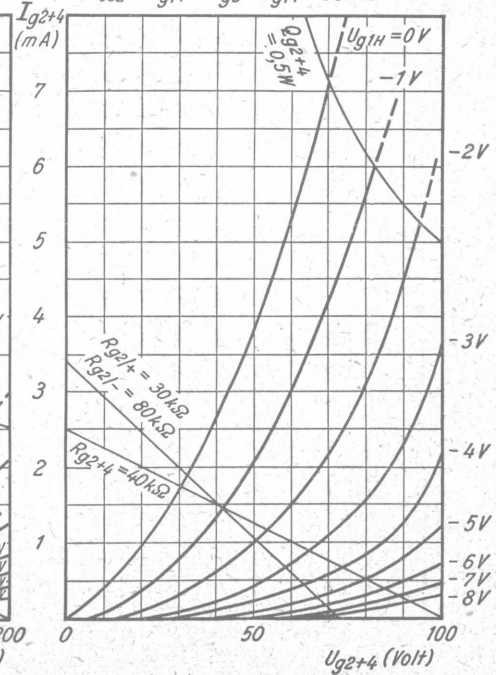
### Kennlinienfeld 2

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

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

$U_b = 100 \text{ Volt}$

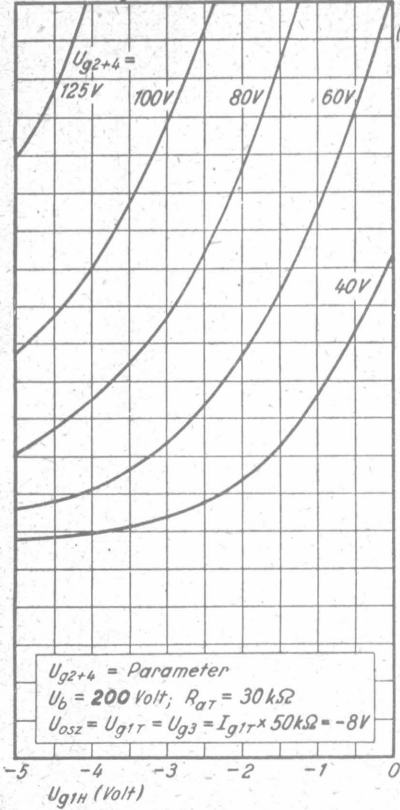
$$U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -5 \text{ Volt}$$



Katodenströme

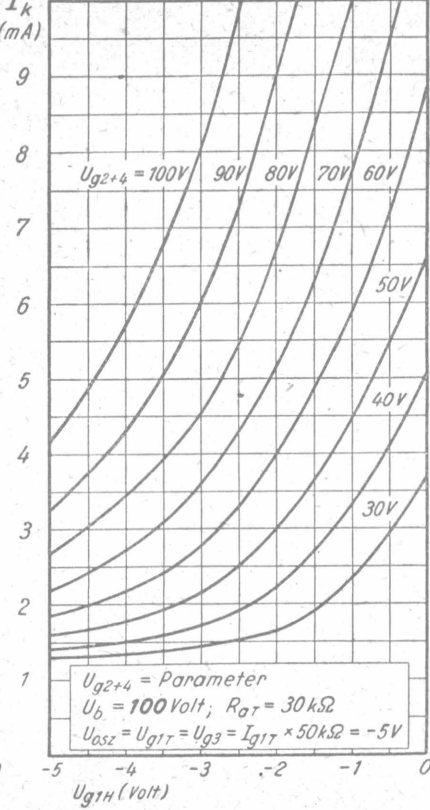
Kennlinienfeld 3

$I_k = f(U_{g1H})$



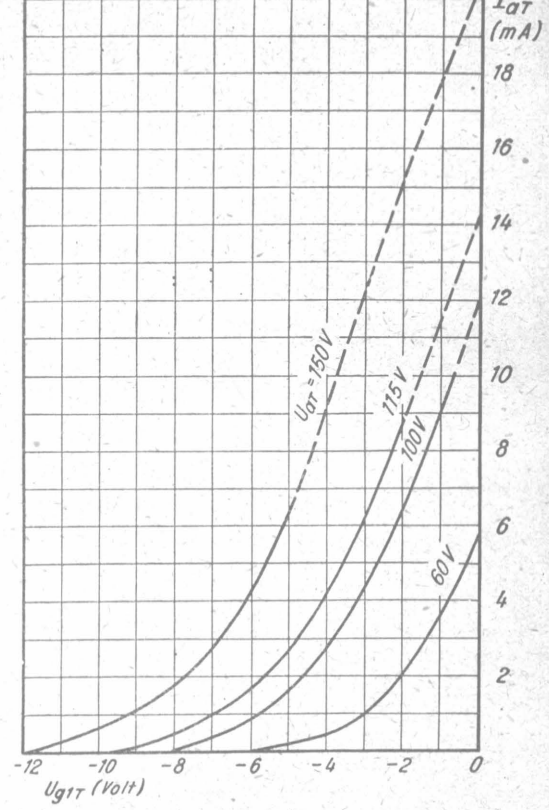
Kennlinienfeld 4

$I_k = f(U_{g1H})$

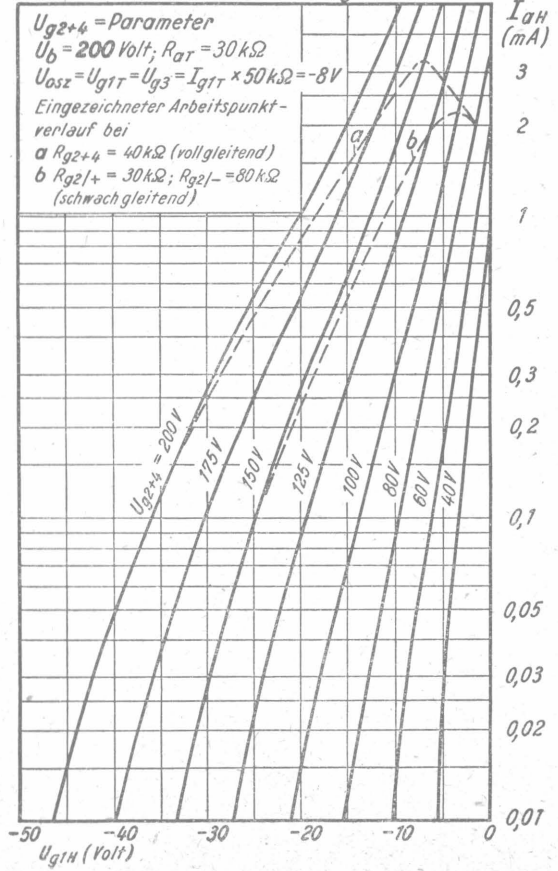


Kennlinienfeld 5

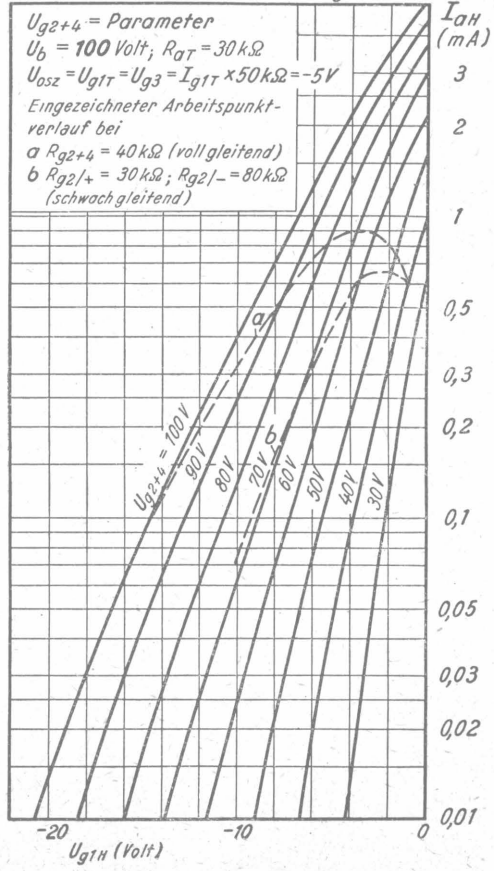
$I_{aT} = f(U_{g1T}); U_{aT} = \text{Parameter}$



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

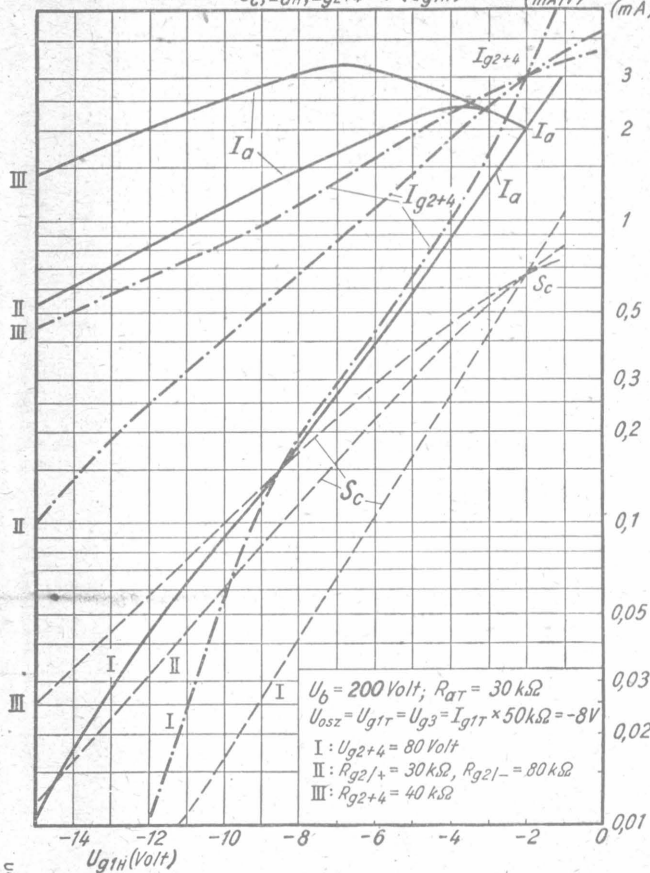


**Kennlinienfeld 7**  $I_{aH} = f(U_{g1H})$



### Kennlinienfeld 8

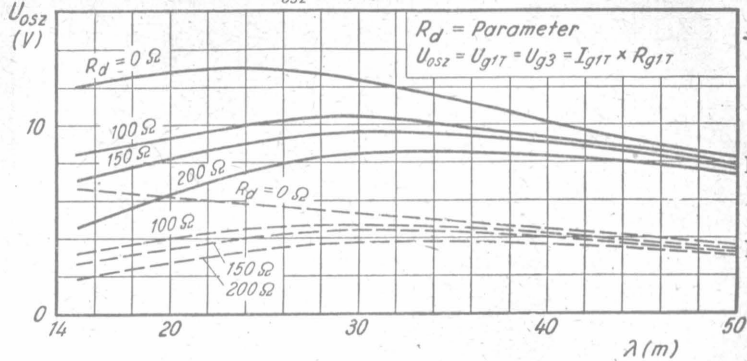
$$S_c, I_{aH}, I_{g2+4} = f(U_{g1H})$$



$U_b = 200 \text{ Volt}; R_{aT} = 30 \text{ k}\Omega$   
 $U_{osz} = U_{g1T} = U_{g3} = I_{g1T} \times 50 \text{ k}\Omega = -8 \text{ V}$   
 I:  $U_{g2+4} = 80 \text{ Volt}$   
 II:  $R_{g2+4} = 30 \text{ k}\Omega, R_{g2-} = 80 \text{ k}\Omega$   
 III:  $R_{g2+4} = 40 \text{ k}\Omega$

### Kennlinienfeld 9

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



$R_d = \text{Parameter}$

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

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:  $U_b = 200 \text{ Volt}$ , bei II:  $U_b = 100 \text{ Volt}$ .

### Meßschaltung

