



Röhren - Dokumente

Duodiode + Regelpentode (Verbundröhre)

EBF 11

5 Blätter

FUNKWERK-Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Allgemeines:

Strahlröhre. Stahlmantel, Abschirmung und g_3 im Innern der Röhre mit k verbunden. Diodenteil gegen Pentodenteil abgeschirmt. Pentodensystem hat gute Regaleigenschaften trotz geringem Anodenstrombedarf.

Heizung:

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

Meßwerte:

1. der Diodenstrecken:

Werte und Kennlinien siehe Kennlinienfelder 2 und 3

2. des Pentodenteils (Regelröhre)

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

Siehe Kennlinienfeld 6

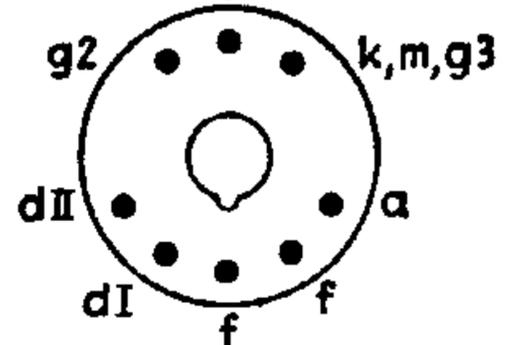
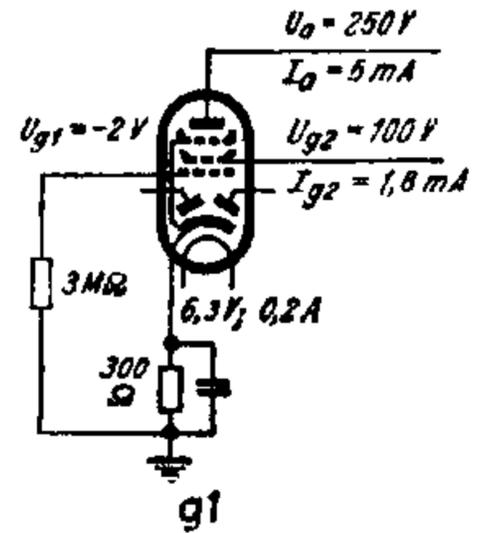
Betriebswerte:

1. der Diodenstrecken:

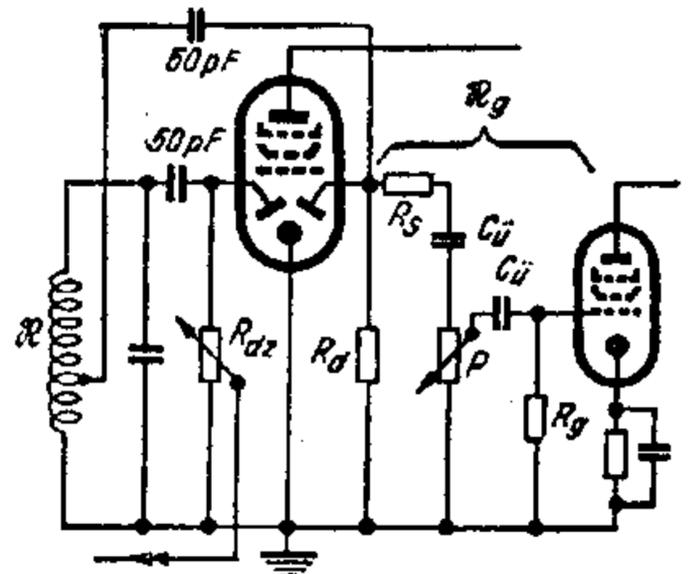
Im allgemeinen verwendet man den Pentodenteil der EBF 11 zur Zf-Verstärkung und die Diodenstrecken zur Gleichrichtung der Zwischenfrequenz und zur Regelspannungserzeugung. Zur Gleichrichtung der Zwischenfrequenz (bzw. der Hochfrequenz) nimmt man dII , zur Regelspannungserzeugung (und andere Zwecke) dI . dII liegt bei der Fünferreihe des Röhrensockels (von unten betrachtet) am weitesten außen, dI liegt zwischen dII und Heizfaden. Das Kennlinienfeld 2 zeigt die erzielbare Gleichspannung ($\Delta U_{m\sim}$), die Regelspannung ($U_{m\sim}$) und die Niederfrequenzspannung ($U_{NF\sim}$) in Abhängigkeit von der Hochfrequenzspannung ($U_{HF\sim}$) 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 $R_s + R_{Gü} + (P || [R_{Gü} + R_g])$ - 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_g durch $25 pF + R_{d2}$ um ungefähr 5%, also unwesentlich. Genau so kann der Einfluß des Zf-Kreises vernachlässigt werden, da er auch über $C = 50 pF$ angeschlossen ist.

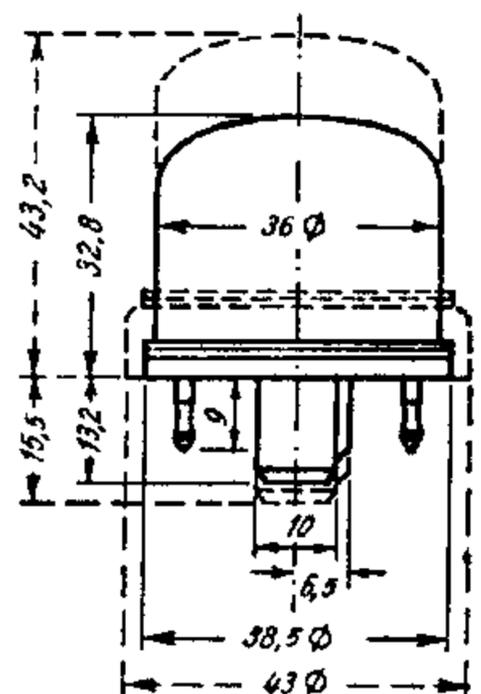
Ein Beispiel: $R_d = 0,2 M\Omega$, $R_s = 0,2 M\Omega$, $P = 1 M\Omega$, $R_g = 0,7 M\Omega$, $R_{d2} = 1 M\Omega$. Es ist $P || R_g = 1 M\Omega || 0,7 M\Omega = 0,41 M\Omega$, in Reihe mit $R_s = 0,2 M\Omega$: $0,6 M\Omega$ (C kann vernachlässigt werden). $R_d || 0,6 M\Omega = 0,15 M\Omega$. Fehlt R_s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



Sockel
von unten gesehen



Kolbenabmessungen

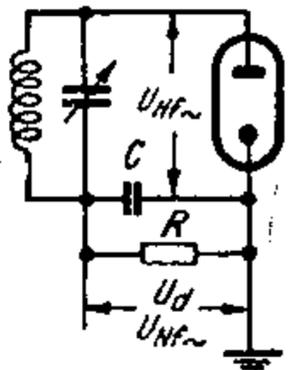


Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

$R_d = 0,2 \text{ M}\Omega$. Durch diesen Arbeitspunkt geht die Widerstandsgerade von $R_d = 0,15 \text{ M}\Omega$. Die Niederfrequenz schwankt bei $m = 30\%$ um $\pm 5,03 = \pm 1,5 \text{ V}$. Die Trägerwelle schwankt also um $5 \pm 1,5 \text{ V} = 3,5 \dots 6,5 \text{ V}_{\text{eff}}$. Durch $U_{\text{HF}} = 5 \text{ V}$ wird eine Gleichspannung von $-6,7 \text{ V}$ erzeugt. Ein Schwanken der modulierten Trägerfrequenz von $3,5 \dots 6,5 \text{ V}_{\text{eff}}$ 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 ($C_{\text{MF}} \cdot R_{\text{MF}}$) von $0,1 \dots 0,2 \text{ s}$ zugrunde. Die Zeitkonstante gibt den Zeitabschnitt an, in dem sich der Kondensator über den Widerstand auf $2/3$ der angelegten Spannung aufgeladen bzw. auf $1/3$ der an ihm stehenden Spannung entladen hat. Vorteilhaft ist es, den Siebwiderstand möglichst groß zu nehmen. Die Regelspannung, U_{reg} , setzt sich zusammen aus der gleichgerichteten Spannung, ΔU_{reg} , und der Anlaufspannung (im Mittel $0,6 \text{ V}$). Bei der Berechnung des zulässigen Gitterwiderstandes der zu regelnden Röhren ist zu berücksichtigen, daß deren Gitterwiderstand sich zusammensetzt aus der Serienschaltung des Siebwiderstandes mit dem Widerstand der Diodenstrecke. Letztere ist mit $0,1 \text{ M}\Omega$ anzusetzen, sofern keine Verzögerungsspannung wirksam ist. Evtl. kommt noch die abgegriffene Strecke des Diodenpotentiometers oder ein besonderer Gitterwiderstand hinzu.

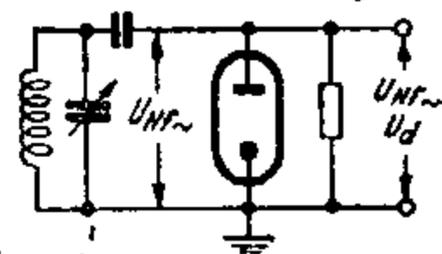
Regelung bedeutet Schwächung des Empfangs. Bei kleinen Empfangslautstärken ist eine Schwächung nicht ratsam, deshalb wird die Regelung durch eine negative Spannung bis zu einer gewissen Grenze aufgehoben. Diese sogenannte „Verzögerungsspannung“ wird bei der EBF 11 einfach dadurch gewonnen, daß man den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

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



Reihenschaltung

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



Parallelschaltung

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 Katode 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 $R''_d = \frac{200000}{3} = 67 \text{ k}\Omega$. Der ZF-Kreis habe einen Resonanzwiderstand von $250 \text{ k}\Omega$. Sein Widerstand würde sich durch $R''_d = 67 \text{ k}\Omega$ auf $53 \text{ k}\Omega$ verringern. Eine nicht tragbare Dämpfung. Bei Anzapfung der Spule bei der Hälfte würde 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 R''_d bei Anzapfung bei $1/2$ R des ZF-Kreises $= 130 \text{ k}\Omega$, bei $1/3 = 177 \text{ k}\Omega$, bei $1/4 = 203 \text{ k}\Omega$.

2. des Pentodenteils:

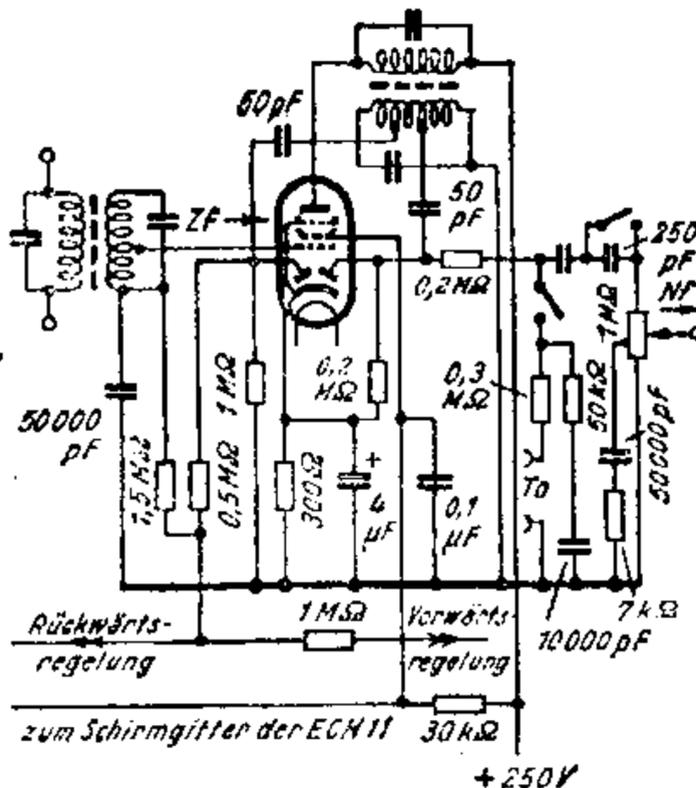
a. als HF- und ZF-Verstärker

α) Schirmgitterspannung fest

| | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-----------------------|
| Anodenspannung | U_a | 250 ... 100 | Volt |
| Schirmgitterspannung | U_{g2} | 100 | Volt |
| Katodenwiderstand | R_k | 300 | Ω |
| | Reelbereich | 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 | > 10 $\text{M}\Omega$ |

β) Schirmgitterspannung gleitend

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



Schaltbild der EBF 11 als ZF-Verstärker

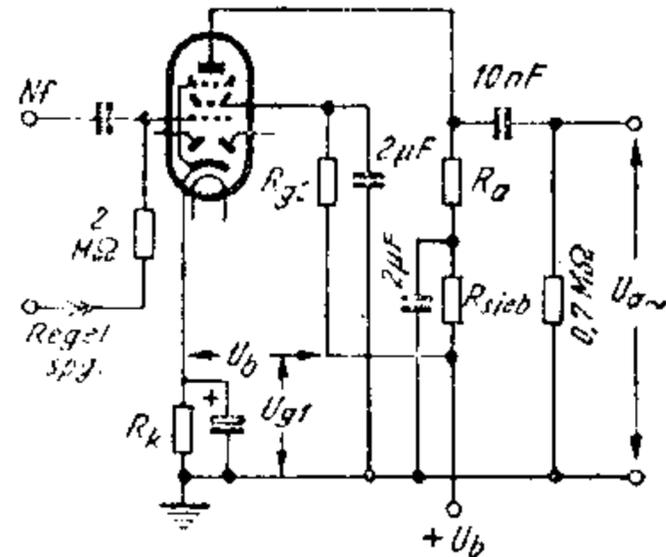
β) Schirmgitterspannung gleitend (Fortsetzung)

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

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 | MΩ | | | | |
| Siebwiderrstand | R_{sieb} | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | MΩ | | | | |
| Schirmgittervorwiderst. | R_{g2} | 1 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | MΩ | | | | |
| Katodenwiderstand | R_k | 2,5 | 1,6 | 1 | 0,6 | kΩ | | | | |
| 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 ($U_{a\sim} = 3V_{eff}$) | K | 0,4 | 0,9 | 0,4 | 0,9 | 0,4 | 1,2 | 0,4 | 1,5 | % |
| Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 5V_{eff}$) | 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 | 100 | 100 | 100 | 100 | Volt | | | | |
| Außenwiderstand | R_a | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,05 | MΩ | | | | |
| Siebwiderrstand | R_{sieb} | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | MΩ | | | | |
| Schirmgittervorwiderst. | R_{g2} | 1 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 1 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | MΩ | | | | |
| Katodenwiderstand | R_k | 3 | 2 | 1,6 | 0,8 | 3 | 2 | 1,6 | 0,8 | kΩ | | | | |
| Gittervorspannung | U_{g1} | -2 -20 | -2 -20 | -2 -20 | -2 -20 | -1 -10 | -1 -10 | -1 -10 | -1 -10 | Volt | | | | |
| Anodenstrom | I_a | 0,52 | 0,75 | 1 | 2 | 0,25 | 0,4 | 0,5 | 1 | mA | | | | |
| Schirmgitterstrom | I_{g2} | 0,15 | 0,25 | 0,35 | 0,7 | 0,09 | 0,1 | 0,17 | 0,32 | mA | | | | |
| Spannungsverstärkung | V | 90 | 10 | 80 | 10 | 70 | 7 | 70 | 7 | 60 | 5 | 45 | 3 | |
| Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 3V_{eff}$) | K | 0,8 | 2 | 0,8 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 0,7 | 5 | 0,5 | 6 | % |
| Klirrfaktor ($U_{a\sim} = 5V_{eff}$) | K | 1,3 | 4 | 1,3 | 4 | 1,3 | 4 | 1,3 | 4 | - | - | - | - | % |

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 kΩ 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 | MΩ |
| $U_a = 200 V$: | $R_i min$ | 1 | MΩ |
| $U_a = 100 V$: | $R_i min$ | 0,3 | MΩ |

| | | | |
|------------------------|--------------|----|----|
| Katodenstrom | $I_k max$ | 10 | mA |
| Gitterableitwiderstand | $R_{g1} max$ | 3 | MΩ |

Gitterstrom-Einsatzpunkt:

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

Grenzwerte (Fortsetzung):

3. allgemein:

Spannung zwischen Faden und Schicht $U_{f/k \text{ max}}$ 100 Volt
 Außenwiderstand zwischen Faden und Schicht $R_{f/k \text{ max}}$ 20 k Ω
 Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die die Gittervorspannung bzw. Verzögerungsspannungen erzeugen.

Innere Röhrenkapazitäten:

1. des Diodenteils:

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

2. des Pentodenteils:

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

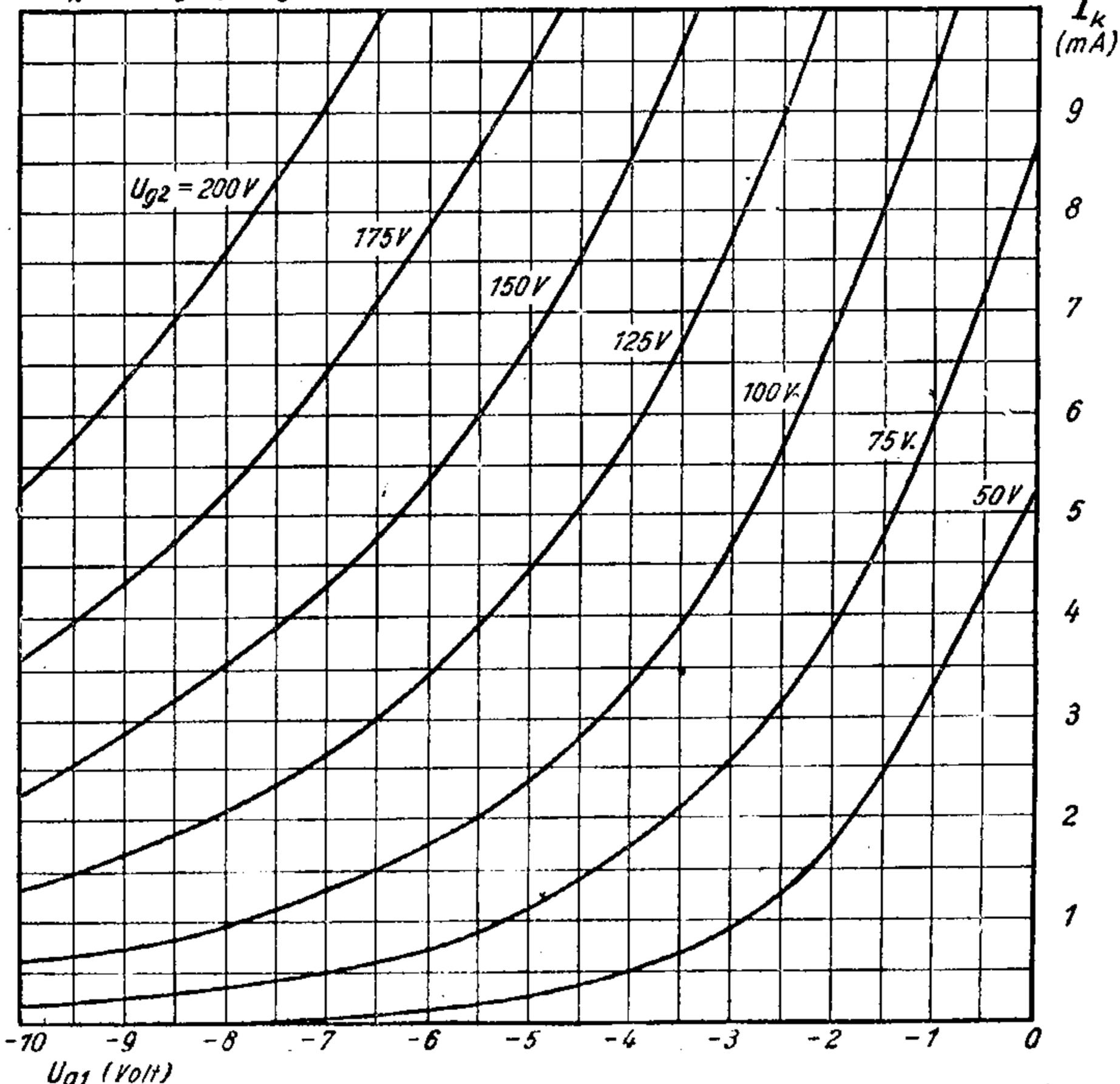
3. allgemein:

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

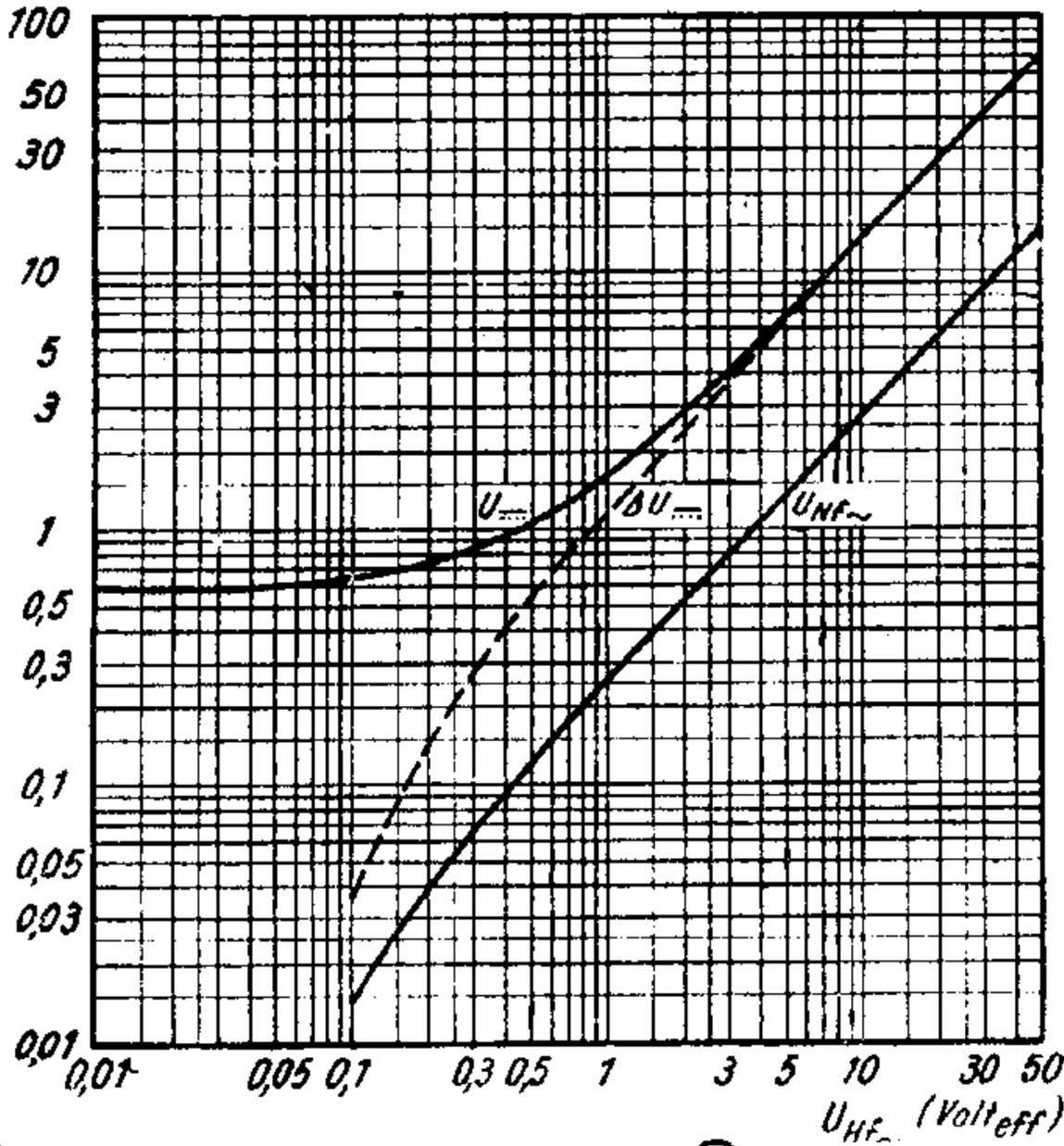
Kennlinienfeld 1

Fritz Künze

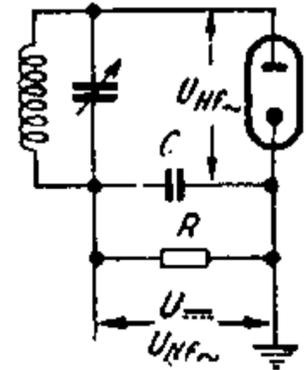
$I_k = f(U_{g1}), U_{g2} = \text{Parameter}$



$U_{\sim}, \Delta U_{\sim}$ (Veff)
 $U_{NF\sim}$ (Veff) Kennlinienfeld 2



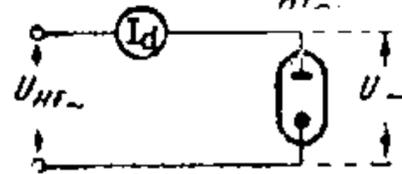
$U_{\sim}, \Delta U_{\sim} = f(U_{HF\sim})$
 $R = 0,1 \dots 1 M\Omega$
 $C = 100 pF$
 $U_{NF\sim} = f(U_{HF\sim})$
 $m = 0,3$
 $R = 0,5 M\Omega$
 $C = 100 pF$



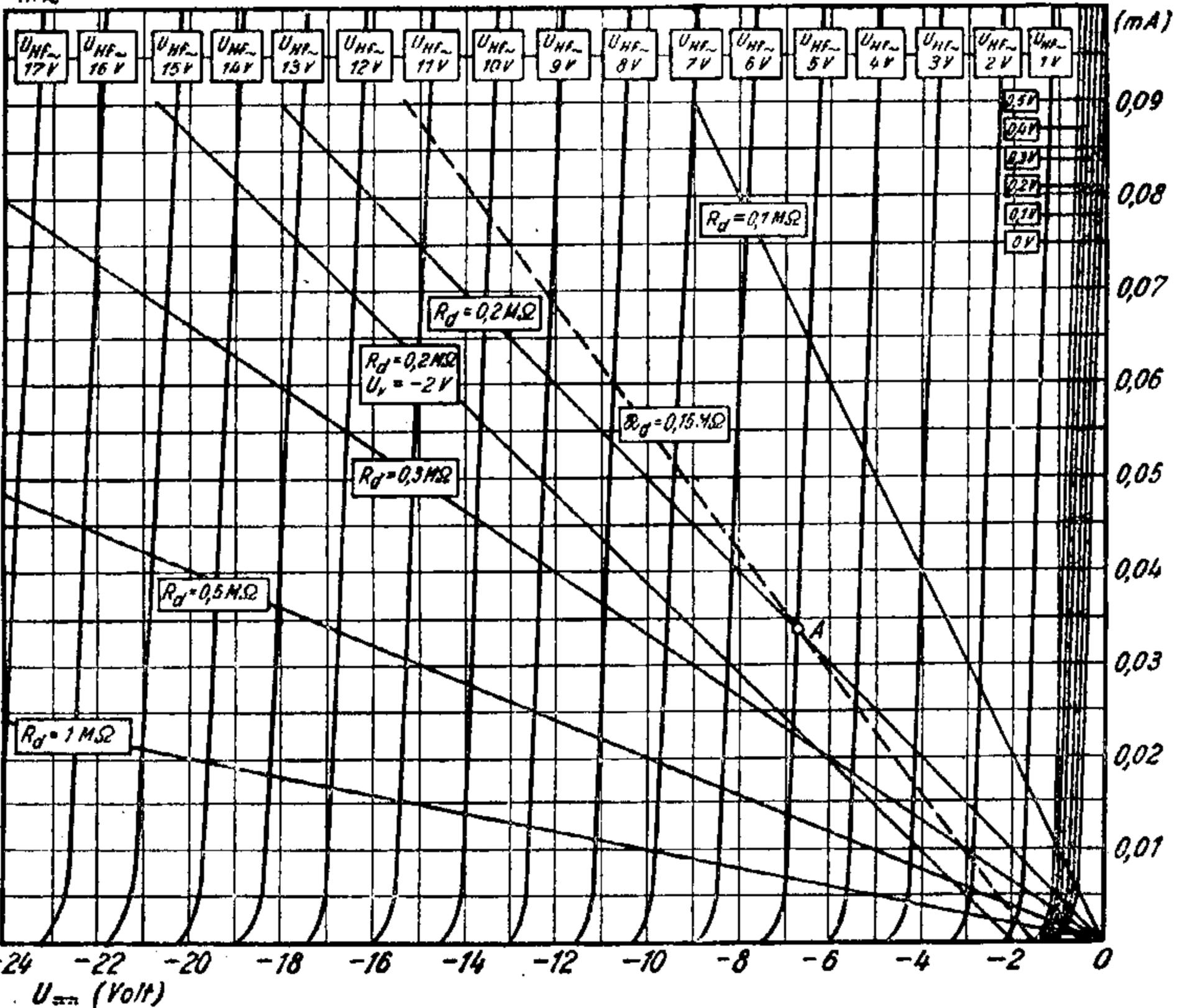
Meßschaltung zu Kennlinienfeld 2

Kennlinienfeld 3

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

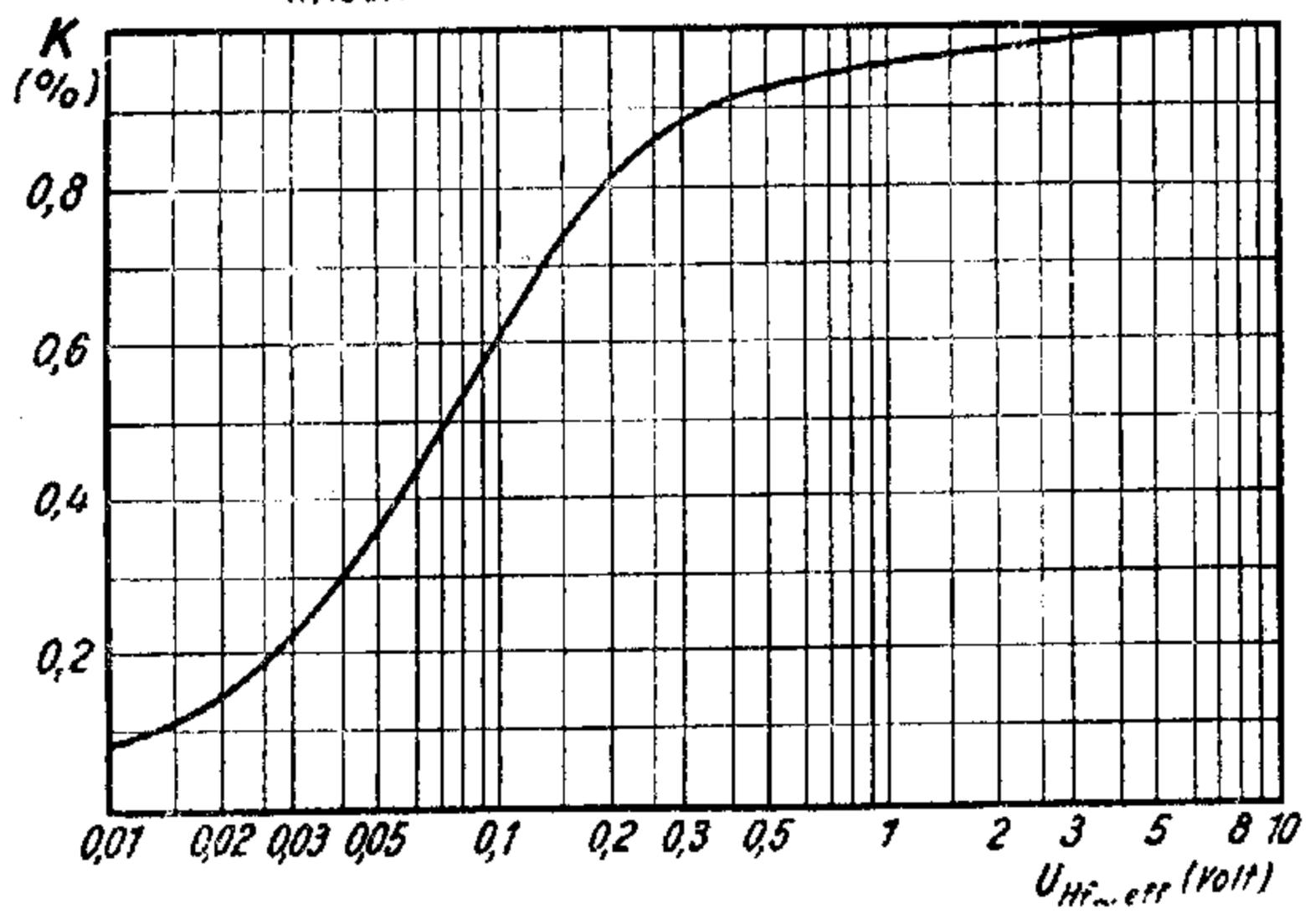


Meßschaltung zu Kennlinienfeld 3



Kennlinienfeld 4

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

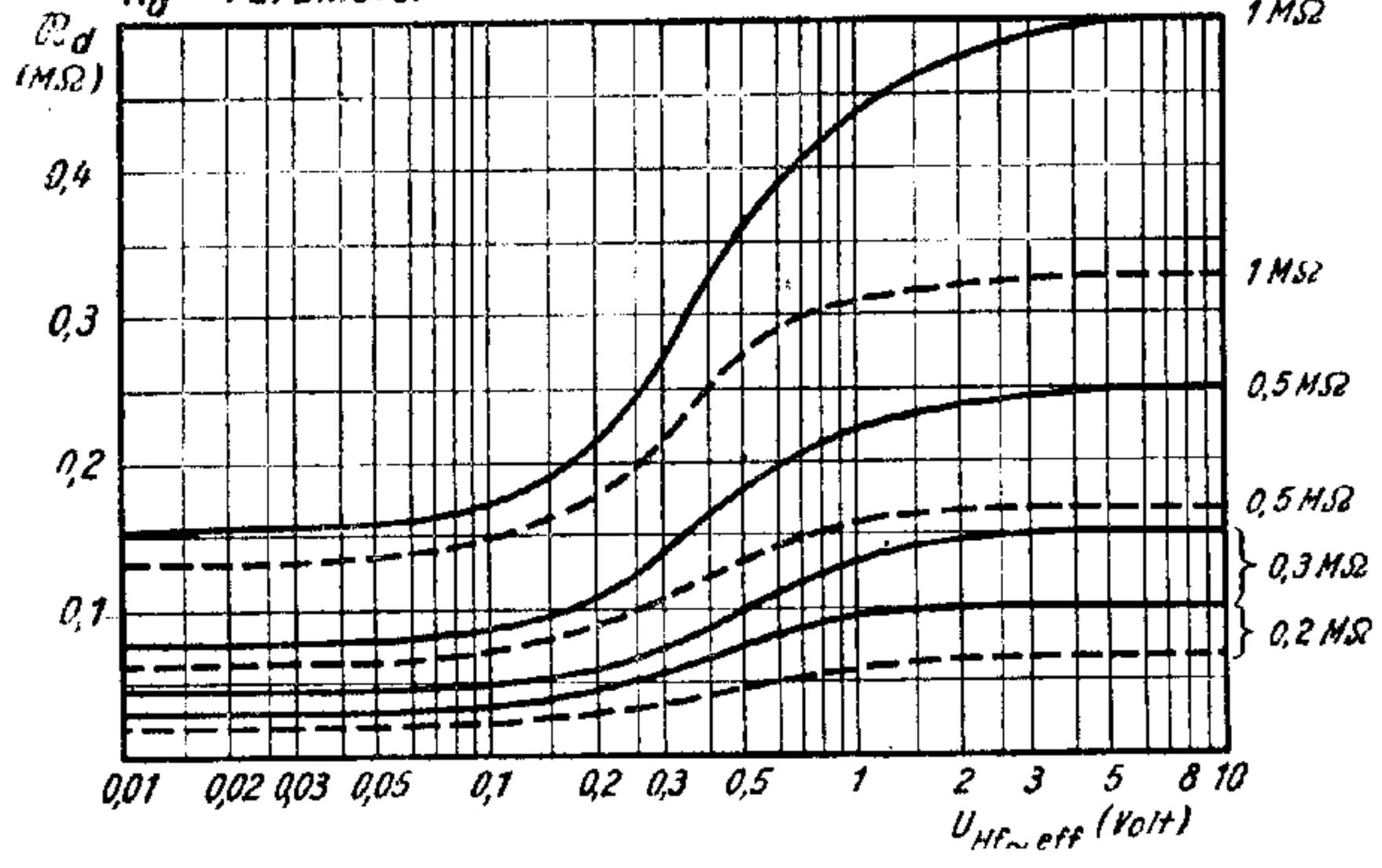


Kennlinienfeld 5

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

$R_d = \text{Parameter}$

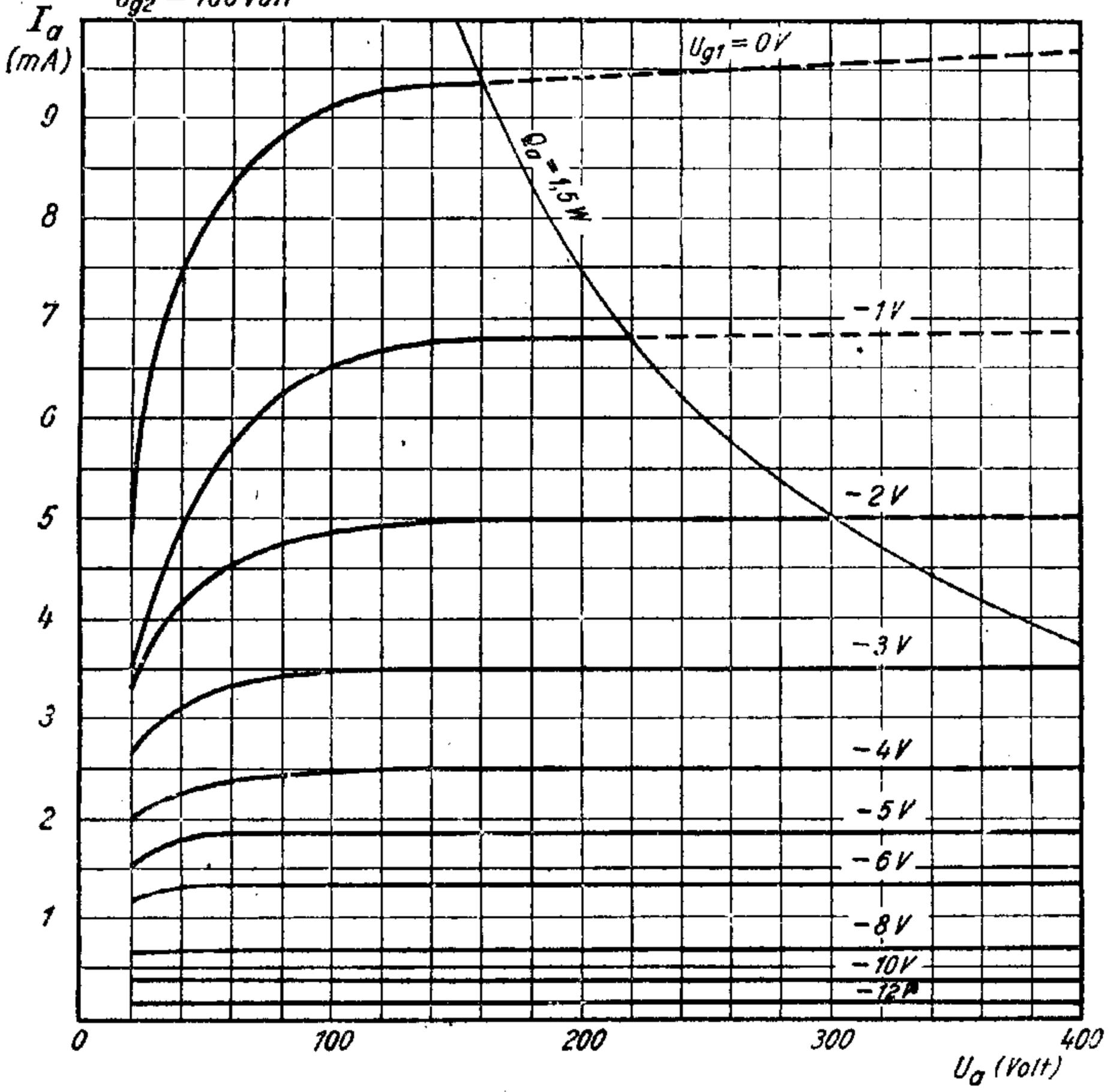
$R_d = 1\text{ M}\Omega$



————— in Reihe geschaltet
 - - - - - parallel geschaltet

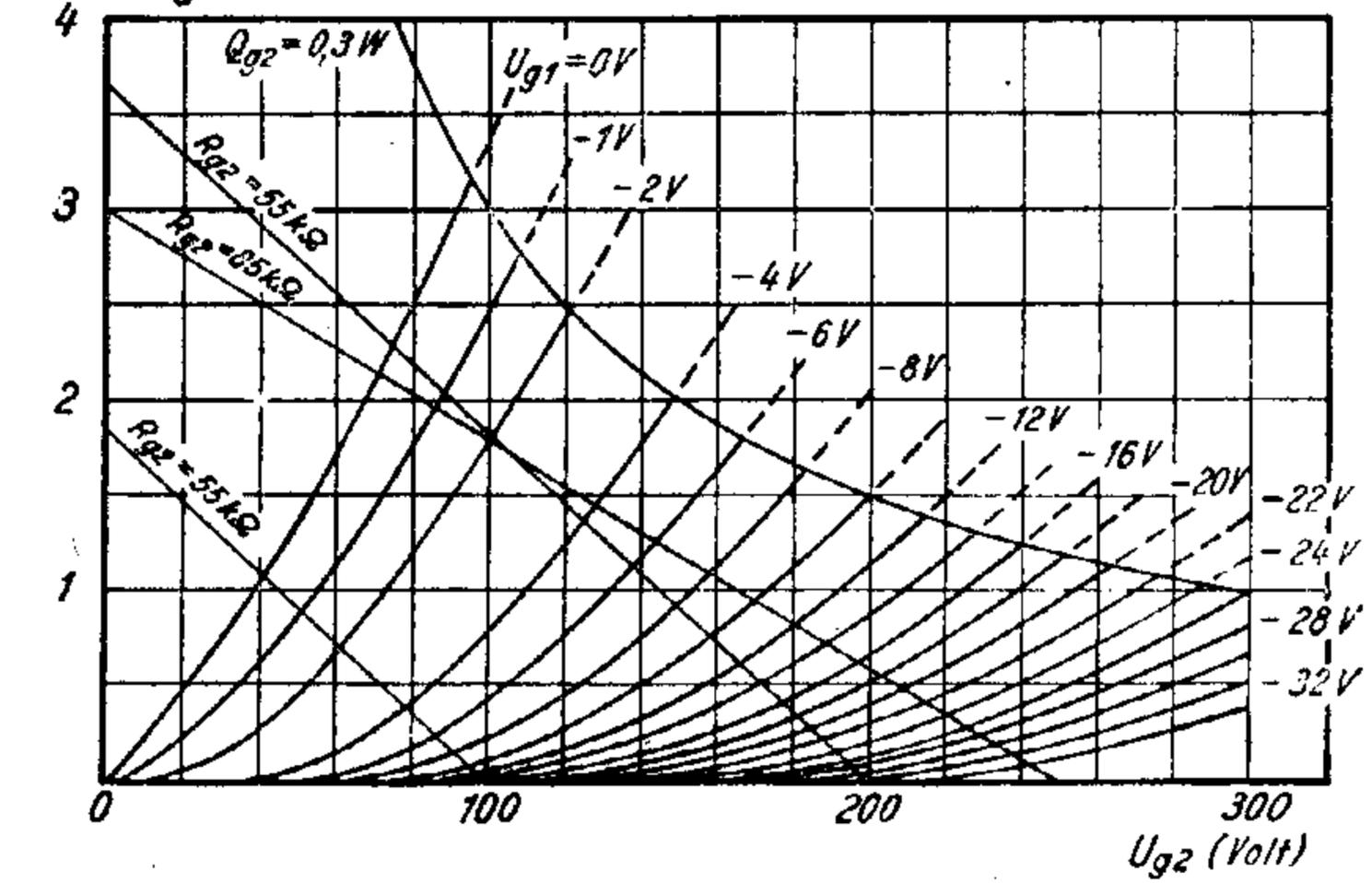
Kennlinienfeld 6

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



Kennlinienfeld 7

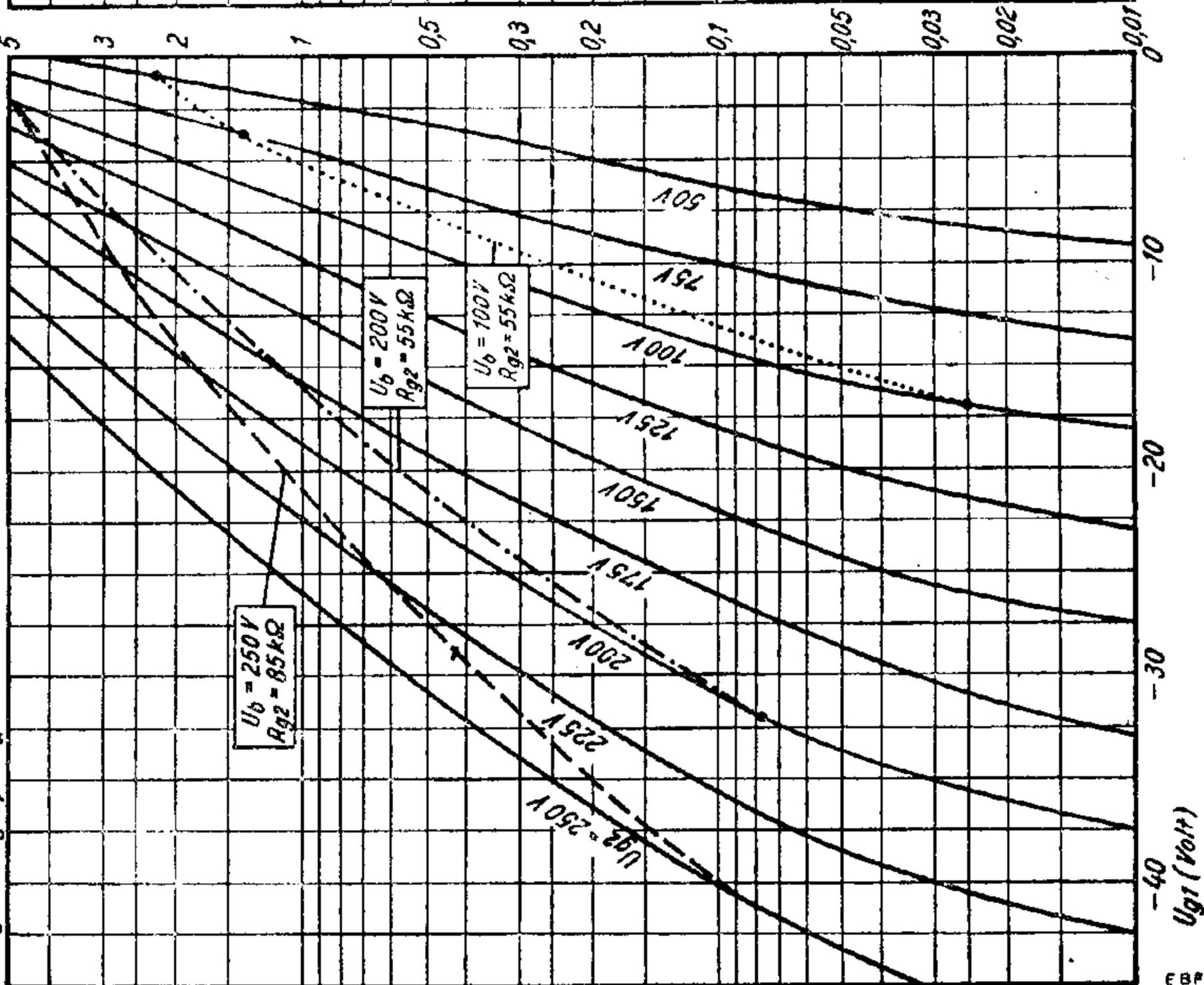
$I_{g2} = f(U_{g2})$
 $U_a = 100 \dots 250 \text{ Volt}$



Kennlinienfeld 8

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

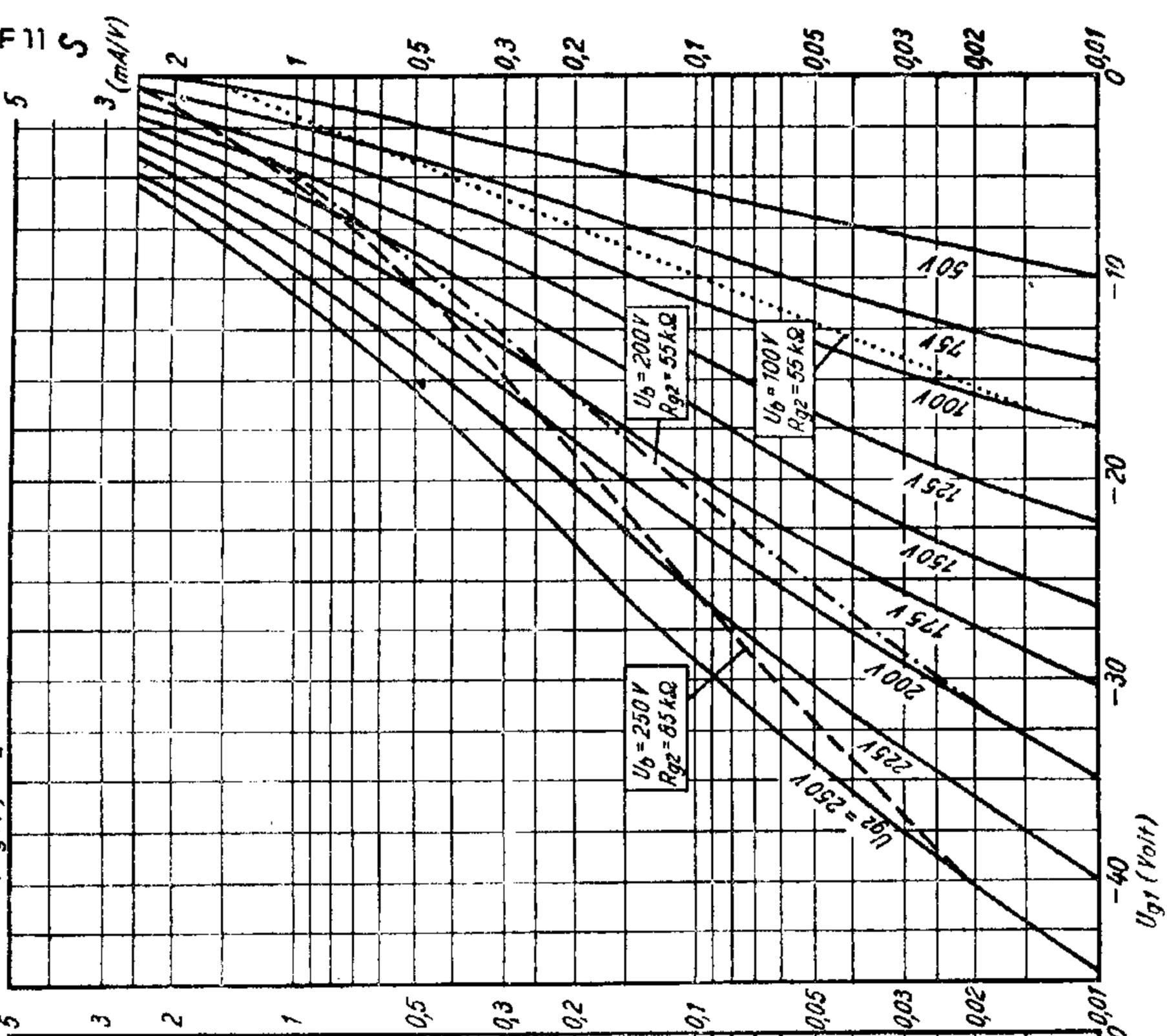
Verlauf der Arbeitskennlinien
eingezeichnet



Ia Kennlinienfeld 9

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

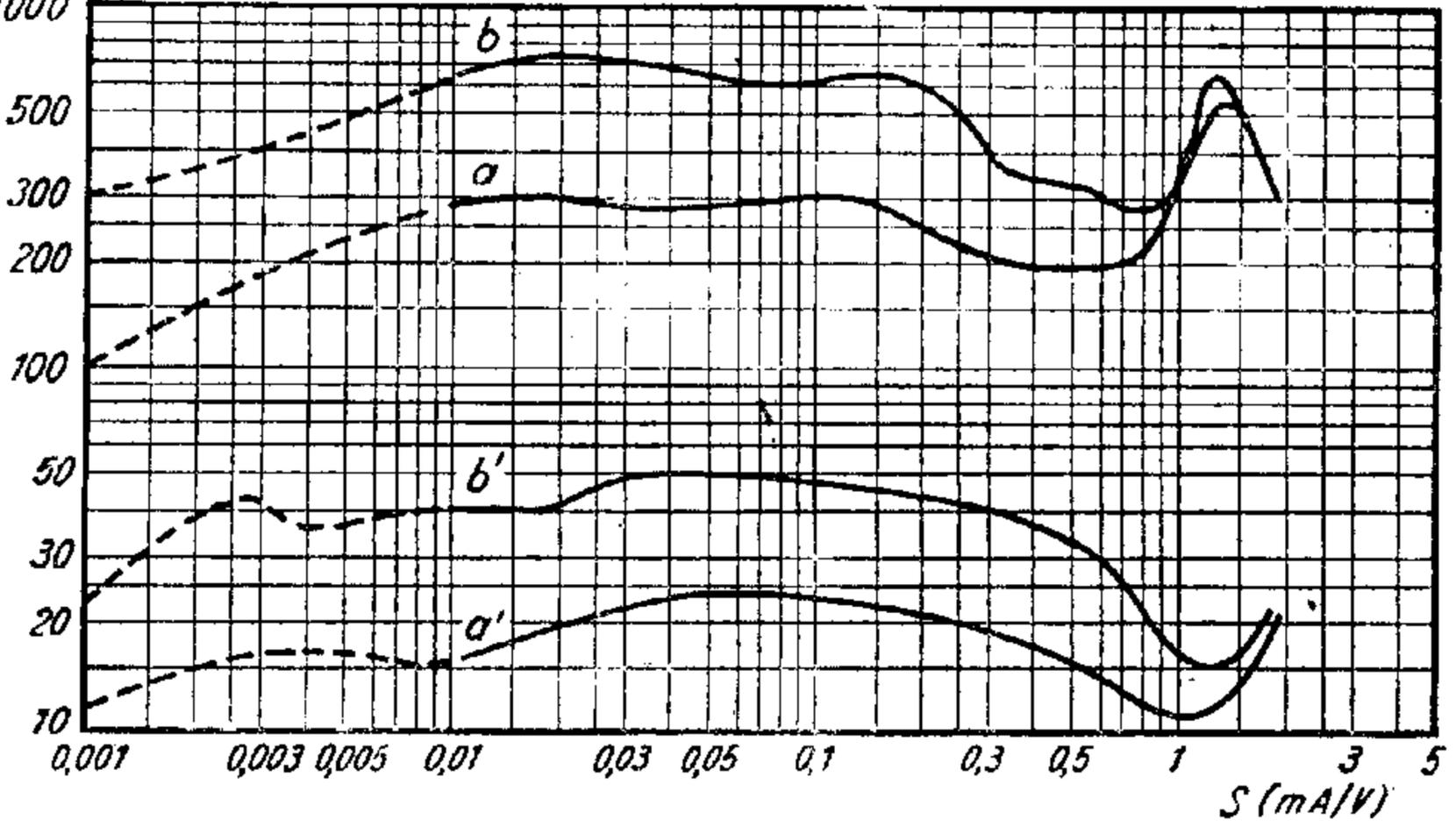
Verlauf der Arbeitskennlinien
eingezeichnet



Kennlinienfeld 10

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

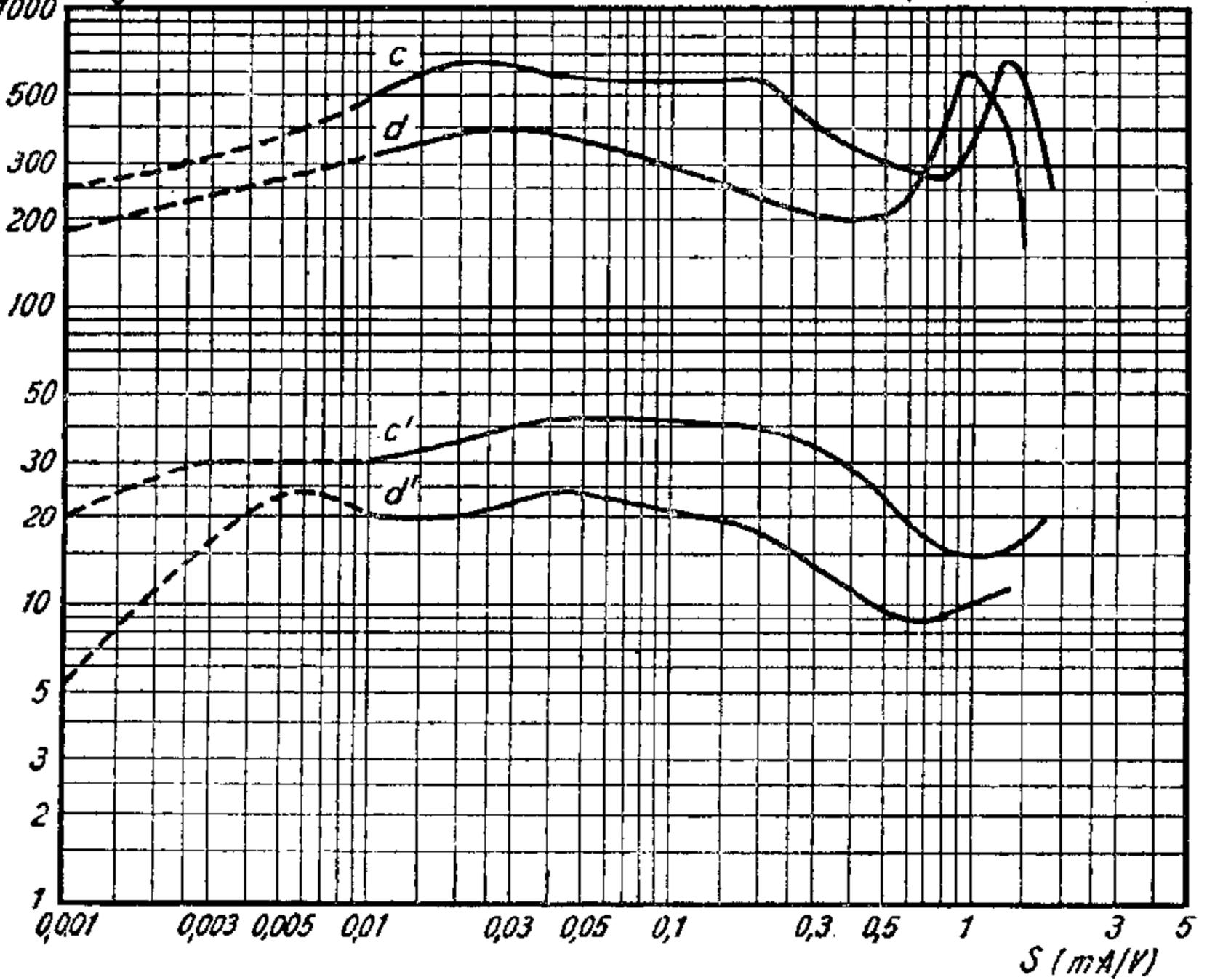
$$U_{g_{\sim}} \text{Stör eff} = f(S)$$



Kennlinienfeld 11

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

$$U_{g_{\sim}} \text{Stör eff} = f(S)$$

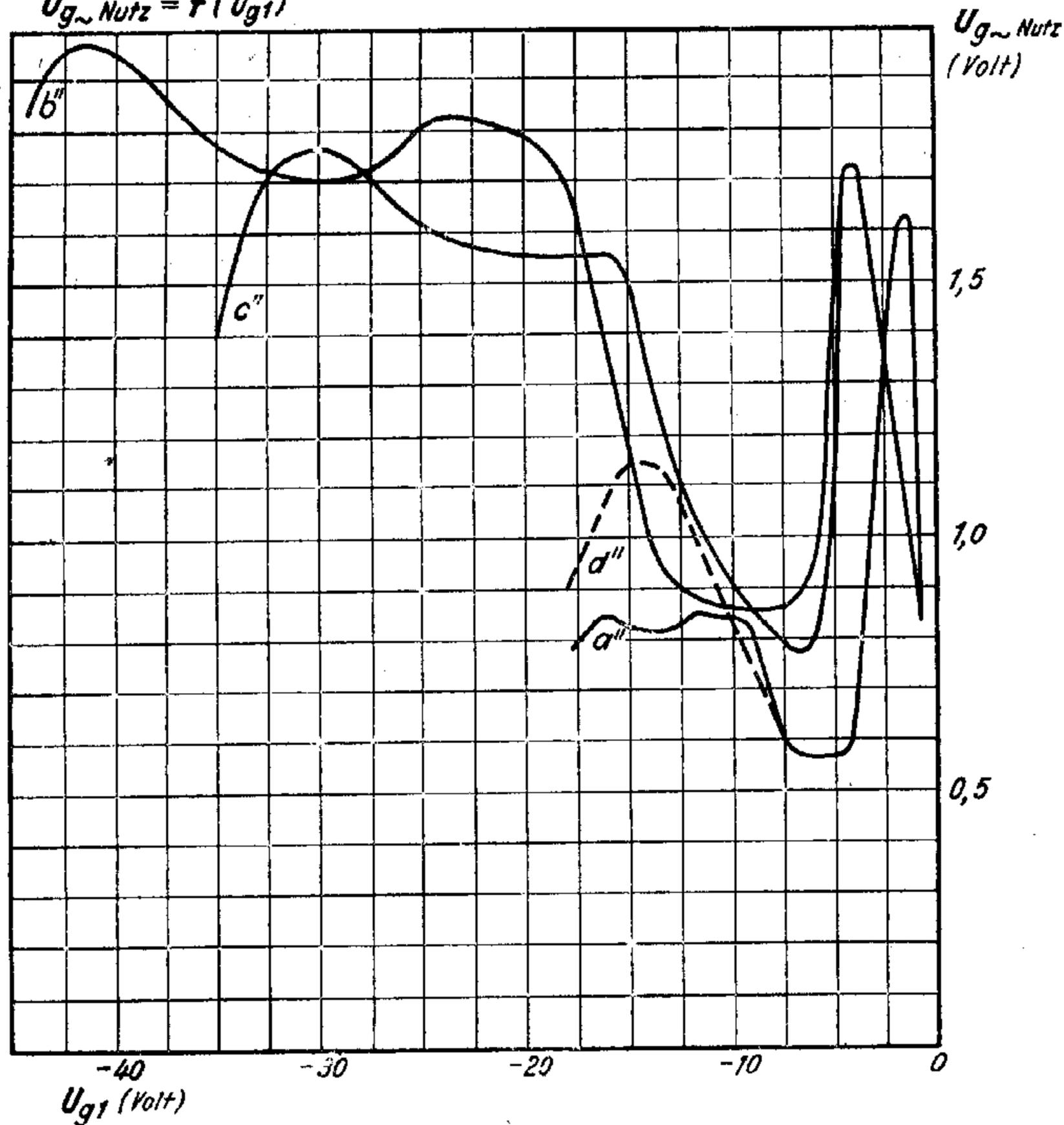


Kurven bei 1% Kreuzmodulation ($m_{\text{Stör}} = m_{\text{Nutz}}$)
bzw. bei 1% Brummmodulation ($m_{\text{Stör}} = 1$)

| | Kreuz- modulation | Brumm- modulation | Zulässige Gitterwechsel- spannung |
|---|----------------------|----------------------|---|
| $U_b = 100 \dots 250V, U_{g2} = 100V \dots$ | a | a' | a'' |
| $U_b = 250V, \text{gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 85 \text{ k}\Omega \dots$ | b | b' | b'' |
| $U_b = 200V, \text{gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 55 \text{ k}\Omega \dots$ | c | c' | c'' |
| $U_b = 100V, \text{gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 55 \text{ k}\Omega \dots$ | d | 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 $U_{g_{\sim} \text{Stör}}^{\text{eff}}$ 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 Brummmodulationskurven geben die Größe der effektiven Störspannung $U_{g_{\sim} \text{Stör}}$ in Abhängigkeit von der Steilheit bei einem Brummmodulationsgrad von 1% an, vorausgesetzt, daß $m_{\text{Nutz}} = 100\%$. Ist m_{Nutz} kleiner, so ist $U_{g_{\sim} \text{Stör}}$ noch mit m_{Nutz} zu multiplizieren. Eigentlich kennzeichnen die Kurven ja das Verhältnis der Störspannung zur Nutzträgerwelle, unabhängig vom Modulationsgrad. Nun ist es natürlich klar, daß eine Brummstörung viel unangenehmer in Erscheinung tritt, wenn der Nutzsender nur 30prozentig moduliert ist, als bei 100prozentiger Modulation. Deshalb wird die Forderung gestellt, daß der Modulationsbrumm höchstens $1/100$ der Sendermodulation beträgt. Bei einer 30prozentigen Sendermodulation darf der Brummmodulationsfaktor entsprechend auch nur $\frac{0,3}{100} = 0,3\%$ der Nutzträgerwelle betragen, also nur $0,3 \cdot U_{g_{\sim} \text{Stör}}$ der Brummmodulationskurven. Die Brummmodulationskurven entsprechen außerdem noch zugleich einem Gehalt an K_2 von $0,25\%$.

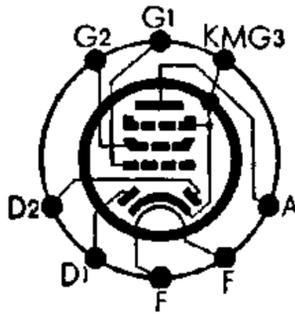
6,3 V \cong 200 mA
indirekt**Stahlröhre**

Bild 314. Sockelschaltung für BF 11

Anwendung: Regelbare HF- oder ZF-Verstärkung mit anschließender Empfangsgerichtung und Regelspannungserzeugung. Für Wechselstromnetz- bzw. für Allstrom- oder Autoempfänger geeignet.

Eigenschaften: Verbundröhre (Duodiode + Regelpentode), kleine Heizleistung, kleine Abmessungen, Vereinigung der regelbaren HF-Verstärkung mit der HF-Gleichrichtung und dadurch Verbilligung, Vereinfachung und Heizleistungersparnis. Regelpentodensystem zur Verwendung für gleitende Schirmgitterspannung durchgebildet mit geringem Anodenruhestrombedarf und vorzüglichen Regeleigenschaften (optimaler Regelbereich 1:100) mit ca. 15 V Regelspannung bei fester, bis zu etwa 40 V Regelspannung bei gleitender Schirmgitterspannung.

Aufbau: Indirekt geheizt, Sparkathode, zwei getrennte Gleichrichterstrecken, Pentodenteil in der Ausführung wie EF 11, beide Systeme zu einer Verbundröhre mit gemeinsamer Kathode vereinigt. Sämtliche Elektroden zu Sockelstiften geführt, jedoch Bremsgitter G_2 zusammen mit Metallmantel M und Abschirmung im Innern der Röhre mit der Kathode K verbunden. Sorgfältige Abschirmung zwischen Dioden- und Pentodenteil. Neuer Stiftsockel (8polig, mit Führungsstift), Stahlkolben.

Vorläufertypen: Die EBF 11 stellt eine Verbundröhre dar, die den Glasröhren AF 3 bzw. CF 3 bzw. EF 3 Cu-Bi und AB 2 bzw. CB 2 bzw. EB 2 Cu-Bi entspricht. Diese Röhren besitzen jedoch 8poligen Außenkontaktsockel und die Pentoden Kolbenanschluß des Steuergitters. In den technischen Daten sind für die Pentoden wesentliche Unterschiede vorhanden, in erster Linie in bezug auf den Anodenruhestrom, der bei der EBF 11 wesentlich kleiner ist. Außerdem besteht bei der EBF 11 die Möglichkeit, gleitende Schirmgitterspannung anzuwenden. Außerdem ist die Verwendung der EBF 11 sowohl in Serien- als auch in Parallelschaltung möglich und die Röhre dadurch für Wechselstrom, Allstrom und Autoempfänger universell geeignet, während bei den älteren Typen hierfür entweder die Röhren der A-, C- oder E-Serien gewählt werden mußten. Die Diodenstrecken unterscheiden sich elektrisch gegenüber den Vorläufertypen AB 2 bzw. CB 2 nur hinsichtlich der Kapazitätswerte.

Hinweise für die Verwendung: Die EBF 11 stellt eine neuartige Verbundröhre dar, bei der die vor den Gleichrichter geschaltete HF- bzw. ZF-Stufe mit zwei Diodenstrecken vereinigt ist. Diese Vereinigung dürfte sich in der Praxis als äußerst vorteilhaft erweisen, nicht nur in bezug auf eine Verringerung des Aufwandes an Röhren und Heizleistung, sondern auch hinsichtlich einer Stabilisierung der Empfängerschaltung. Durch Verwendung dieser Verbundröhre und den Fortfall der Gitterkappe ist es möglich, die Leitungsführung zwischen HF- und Gleichrichterteil so kurz wie möglich zu halten, die Abschirmung weitgehend zu vereinfachen und gegebenenfalls die Röhre mit den Bandfiltersätzen zu einem einfachen und leicht abschirmbaren Aggregat zu vereinigen, das gegen störende Einflüsse außerordentlich unempfindlich ist. Außerdem ist bei Verwendung der EBF 11 die Möglichkeit gegeben, vor der Endstufe die NF-Regelröhre EFM 11 zu verwenden. Für die schaltungsmäßige Verwendung der Gleichrichterstrecken gelten die gleichen Überlegungen wie für die AB 2. Die Verzögerungsspannung für die Schwundregelung wird man am einfachsten durch den Kathodenwiderstand der EBF 11 gewinnen, der so bemessen sein soll, daß er eine Grundgittervorpannung von ≈ 2 V ergibt. Dadurch ist auch die Verzögerungsspannung mit 2 V gegeben, ein Wert, der im allgemeinen bei Verwendung einer Endpentode mit vorgeschalteter Triode bzw. bei der EFM 11 mit Gegenkopplung einigermaßen richtig sein dürfte. Für die Dimensionierung des Pentoden-

teiles gelten die auf S. 42 gegebenen Hinweise. Man wird im allgemeinen die gleitende Schirmgitterspannung verwenden, bei der die Schirmgitterspannung über einen Vorwiderstand bzw. einen schwach dimensionierten Spannungsteiler zugeführt wird. Der sogenannte optimale Regelbereich, bei dessen Überschreiten die zulässigen Gitterwechselspannungen kleiner werden, liegt bei fester Schirmgitterspannung bei — 16 V und läßt sich durch gleitende Schirmgitterspannung bis zu — 32 bzw. — 41 V hinauschieben. Da derartige Regelspannungen im allgemeinen nicht zur Verfügung stehen, besteht die Gefahr einer verzerrungsmäßigen Übersteuerung im allgemeinen nicht. Die beiden Systeme sind, wie aus den Kapazitätswerten hervorgeht, weitgehend entkoppelt, so daß störende Rückwirkungen und Beeinflussungen mit Sicherheit vermieden werden. Ebenso sorgfältig ist die Abschirmung zwischen Pentoden- und Diodenanoden. Ein praktisches Schaltbeispiel gibt Bild 316.

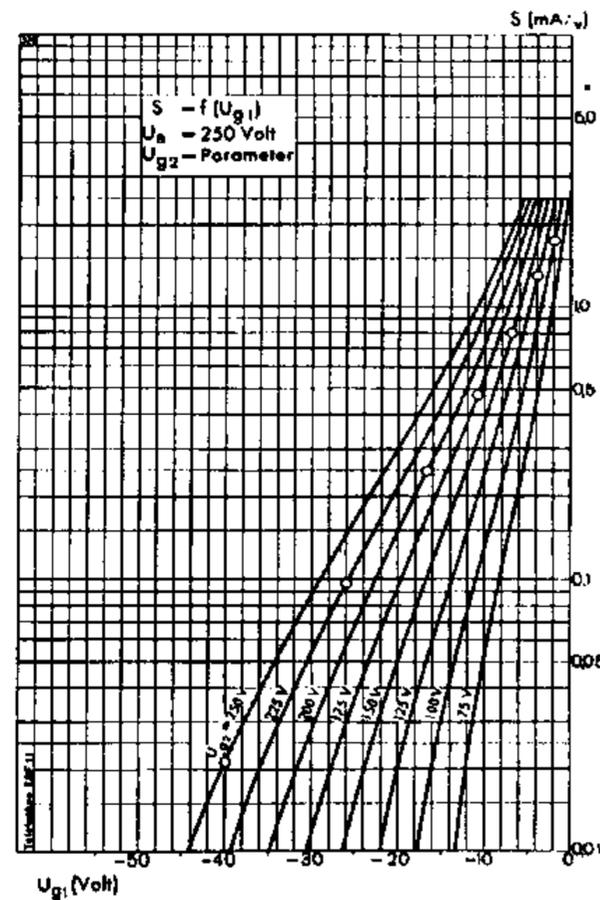


Bild 315. Zusammenhang zwischen Steiheit S und Vorspannung des Steuergitters U_{g1} für verschiedene Schirmgitterspannungen U_{g2} (Punkte für voll gleitende Schirmgitterspg.)

Bild 315. Zusammenhang zwischen Steiheit S und Vorspannung des Steuergitters U_{g1} für verschiedene Schirmgitterspannungen U_{g2} (Punkte für voll gleitende Schirmgitterspg.)

| 1. Grenzwerte | |
|------------------------|------------------------|
| U_a | 300 V |
| U_{g2}^* | 300 V |
| N_a | 1,5 W |
| N_{g2} | 0,3 W |
| R_{g1} | 3 M Ω |
| $U_{f/s}$ | 100 V |
| $R_{f/s}$ | 20 000 Ω |
| Diodensystem wie EB 11 | |
| 2. Betriebswerte | |
| U_f | 6,3 V |
| I_f | 200 mA |
| bei U_a | 250 200 100 V |
| und U_{g2} | 100 V |
| U_{g1} | —2 V |
| I_a | 5 mA |
| I_{g2} | 1,8 mA |
| S | 1,8 mA/V |
| R_i | 1,5 1,2 0,8 M Ω |
| R_k | 300 Ω |
| 3. Opt. Regelbereich | |
| bei U_{g2} | 100 200 250 V |
| und U_{g1} | —16 —32 —41 V |
| S | 0,018 mA/V |
| Regelverh. | 1:100 |
| 4. Kapazitäten max. | |
| $C_{g/a}$ | 0,002 pF |
| C_e | 4,9 pF |
| C_a | 6,2 pF |
| $C_{d/g}$ | 0,001 pF |
| $C_{d1/k}$ | 2,3 pF |
| $C_{d2/k}$ | 2,7 pF |
| $C_{d1/2}$ | 0,5 pF |
| $C_{d/a}$ | 0,015 pF |
| $C_{f/g}$ | 0,001 pF |

* nur zul., wenn $I_a \leq 2$ mA, sonst U_{g2} max. = 125 V

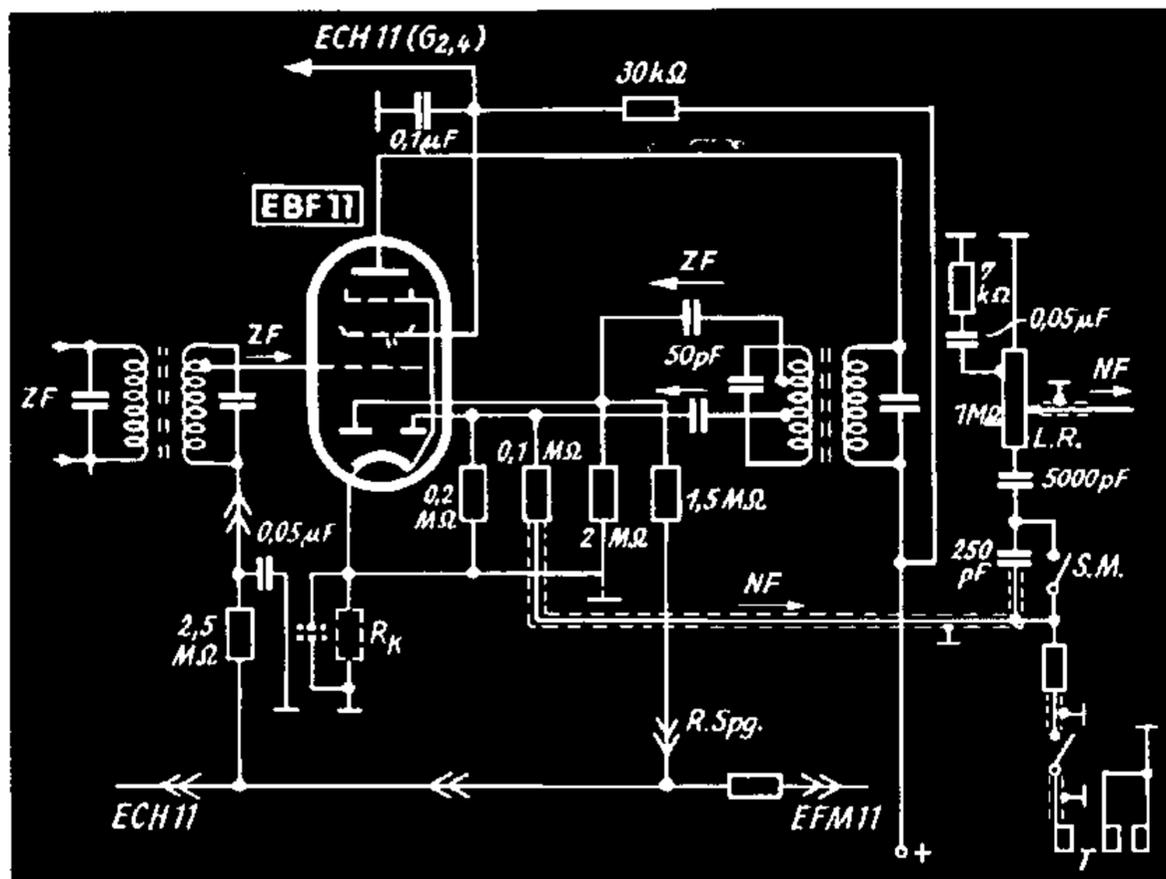


Bild 316. Schaltbeispiel für EBF 11 zur ZF-Verstärkung, Empfangsrichtung und Regelspannungserzeugung. Für verzögerte Regelspannungserzeugung ist Widerstand 2 M Ω an Chassis zu legen (gestrichelt gezeichnet). Schallplattenanschluß (T), Sprach- und Musikschalter (S.M.) und gehörrichtige Lautstärkeregelung (L.R.)

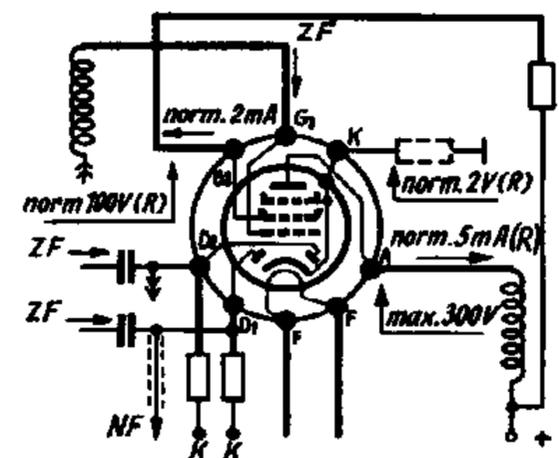
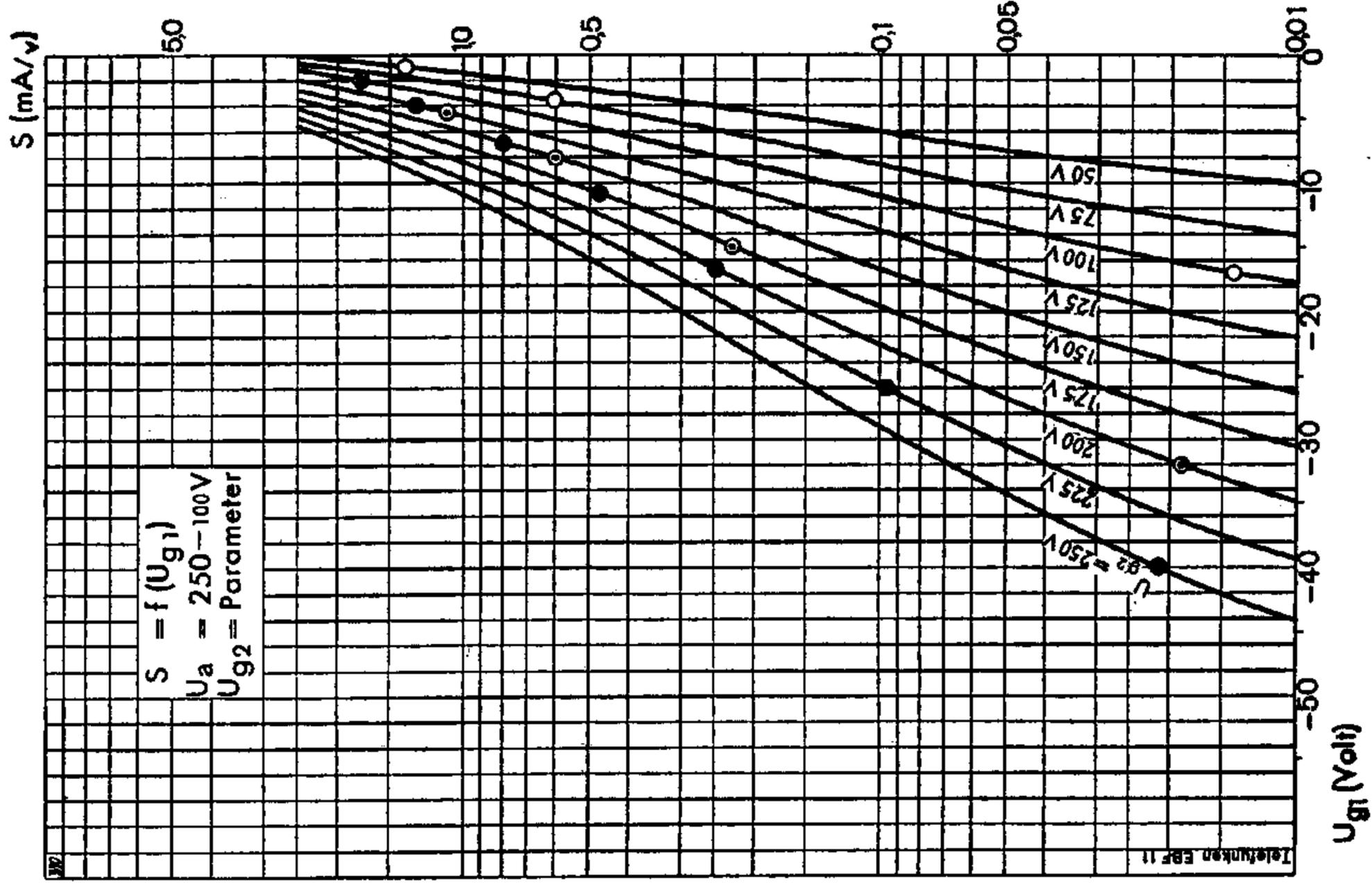
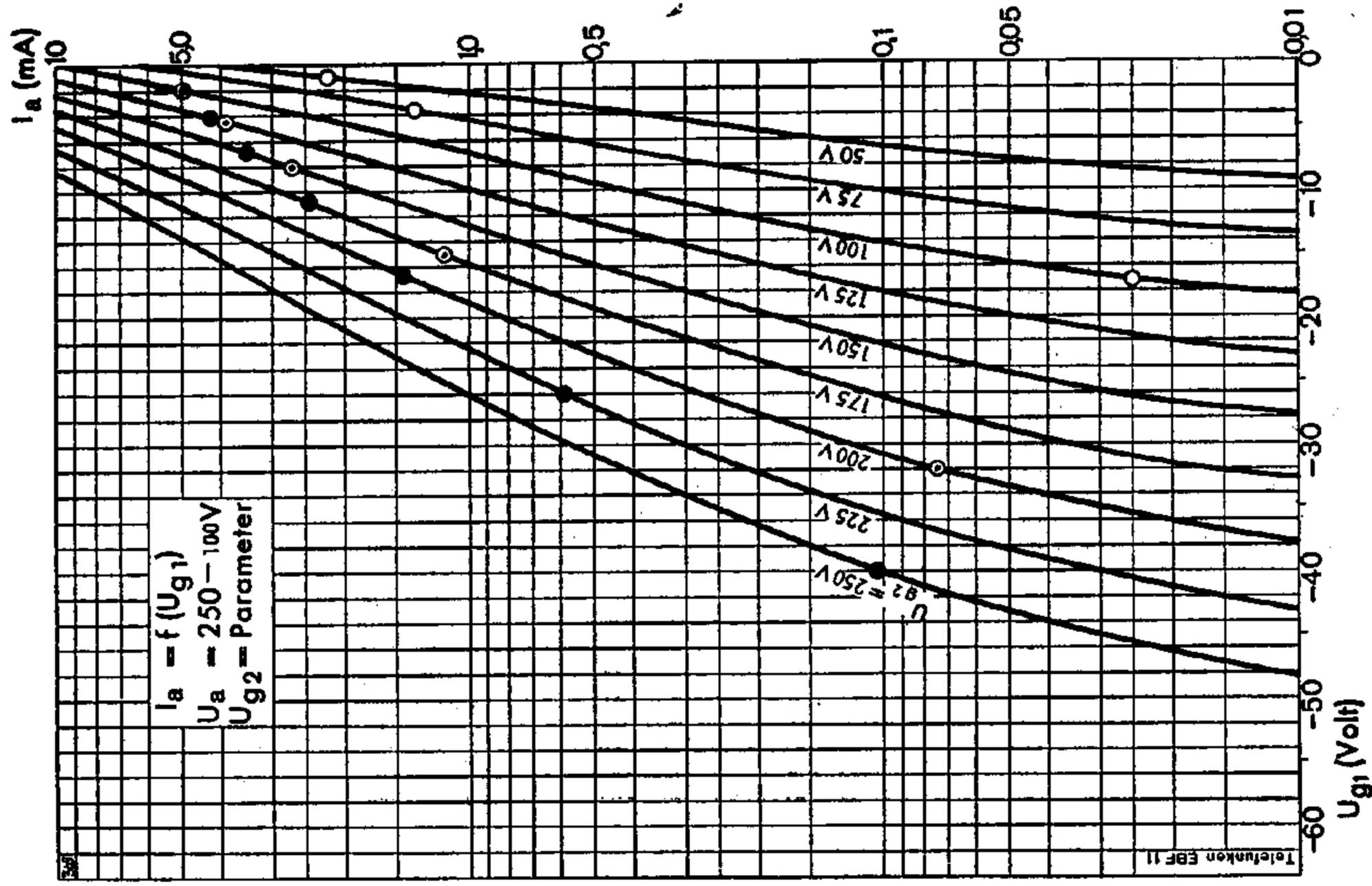


Bild 317. Sockelanschlüsse mit normalen Betriebswerten für Bild 316

EBF 11



Arbeitskennlinienverlauf: ● $U_b = 250$ Volt, $R_{g2} = 85$ k Ω . ○ $U_b = 100$ Volt, $R_{g2} = 55$ k Ω .