



Röhren-Dokumente

Stahlröhre, Universalpentode

EF12

7 Blätter

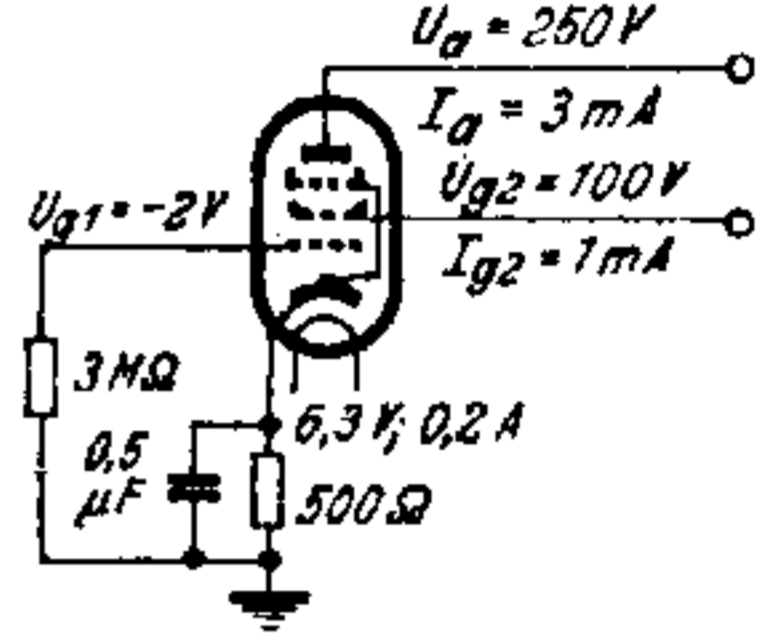
FUNKWERK-Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Heizung:

Indirekt geheizte Katode

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

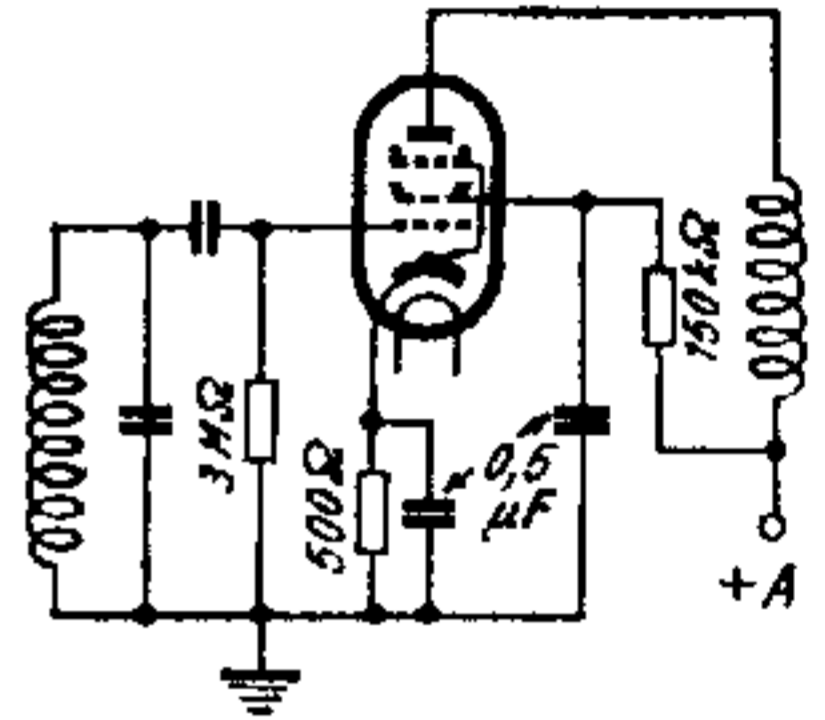


Betriebswerte:

1. als Hf- oder Zf-Verstärker (auch für statische Messungen)

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

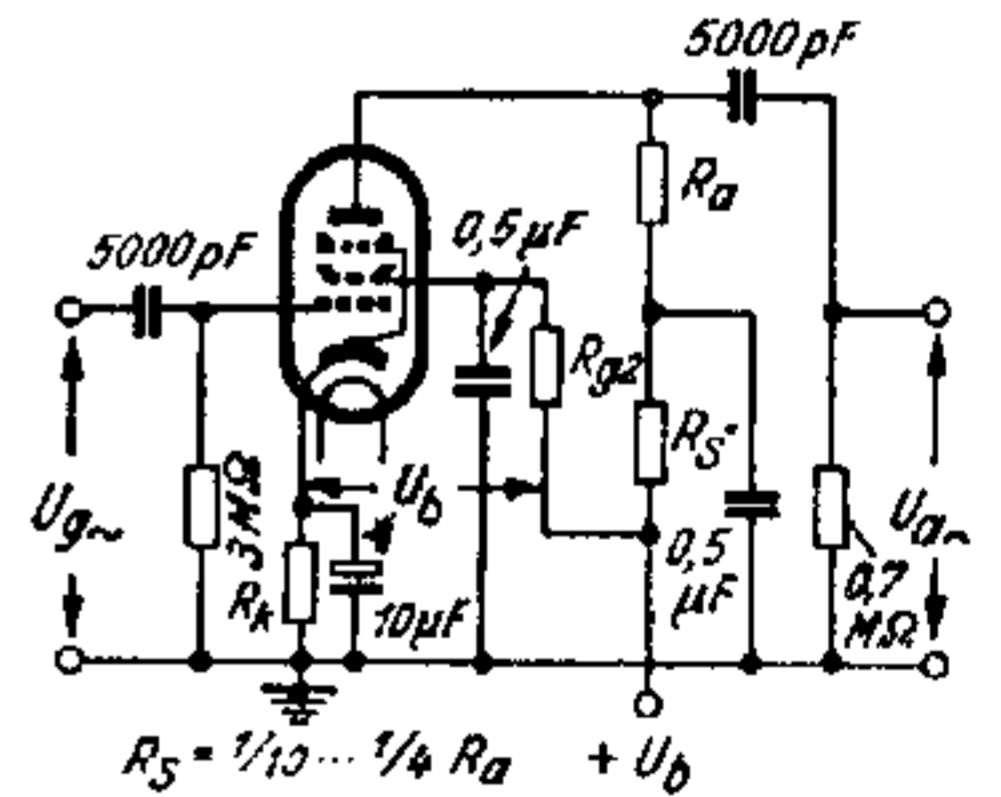
Siehe die Kennlinienfelder 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.



2. als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung

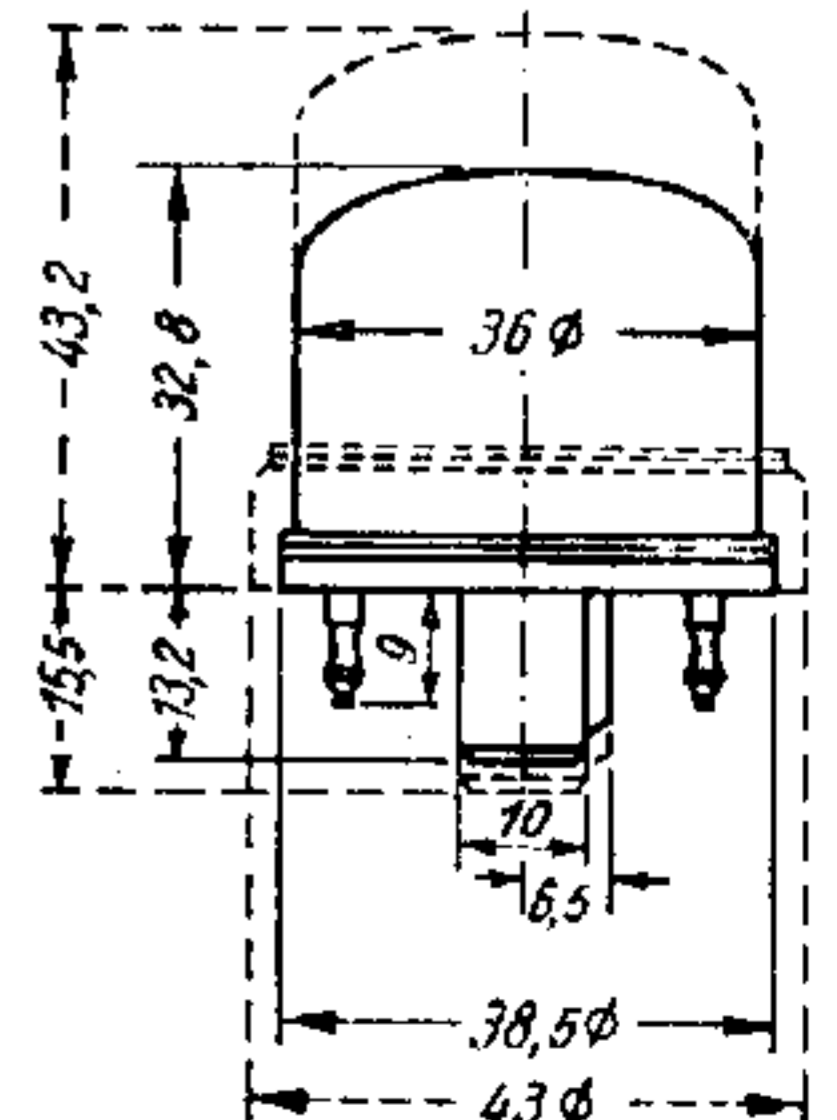
Betriebsspannung	U_b	250	250	250	250	Volt
Außenwiderstand	R_a	0,3	0,2	0,1	0,05	MΩ
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	0,8	0,5	0,3	0,2	MΩ
Katodenwiderstand	R_k	4000	3000	1600	1000	Ω
Anodenstrom	I_a	0,6	0,9	1,5	2,0	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,2	0,3	0,5	0,7	mA
Spannungsverstärkung	V	180	135	100	70	
Betriebsspannung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

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



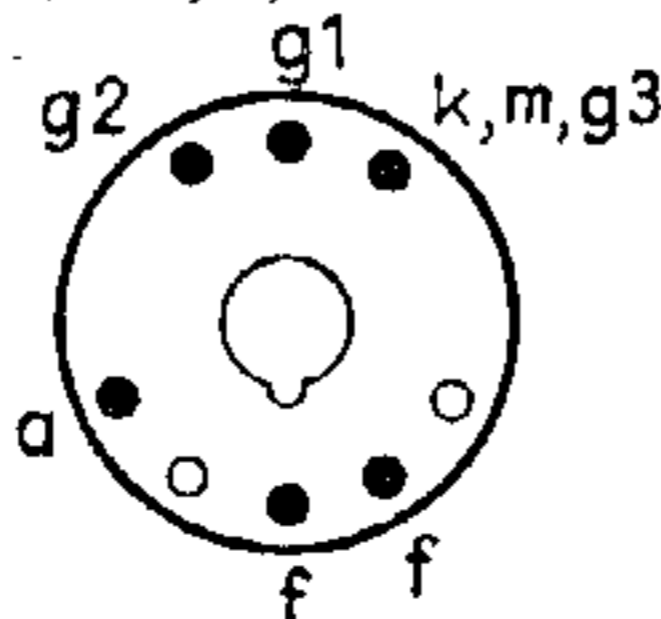
$$R_s = 1/10 \dots 1/4 R_a + U_b$$

Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung
Ausgezogen: Neue Ausführung

Sockel
von unten gesehen

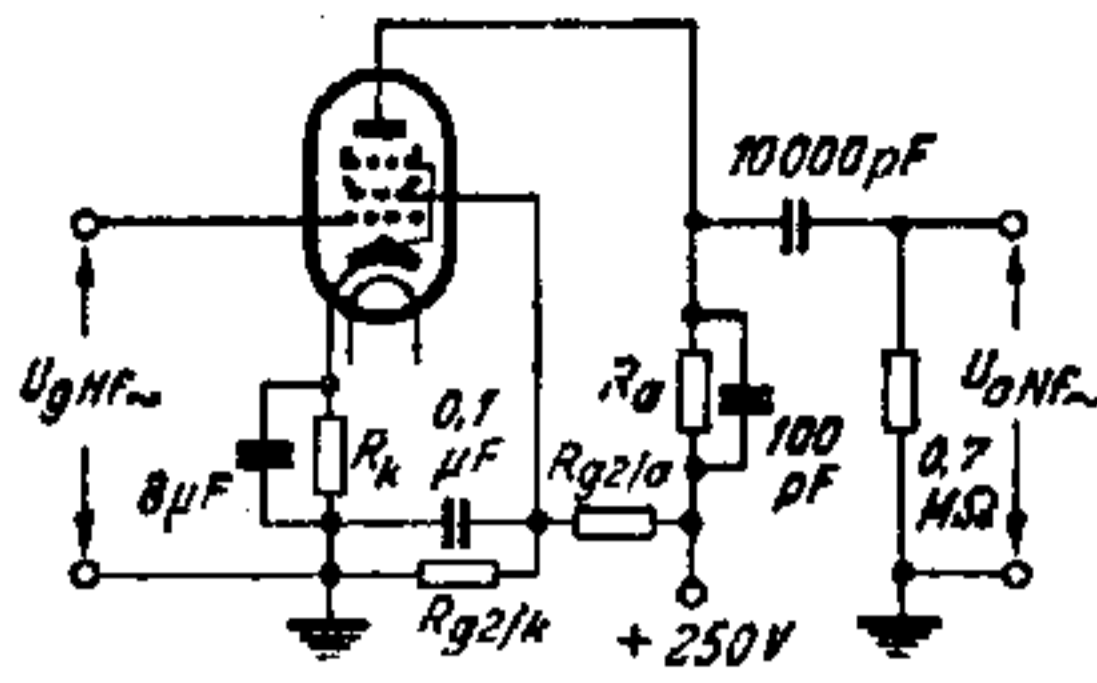


Betriebswerte (Fortsetzung):

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

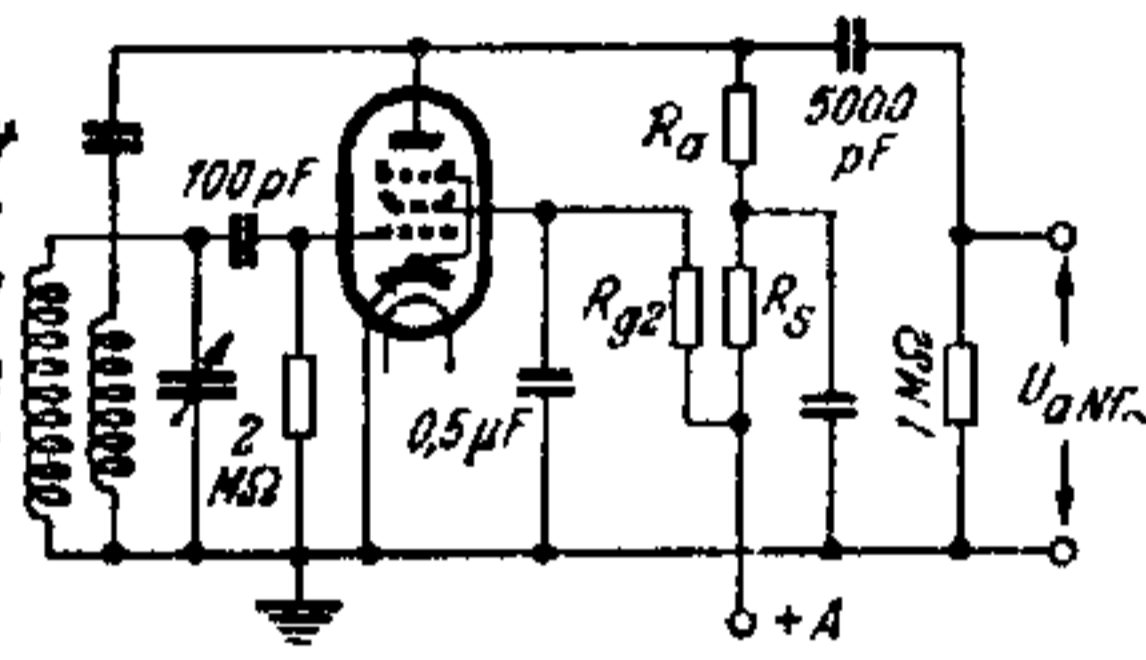


Bei Anodengleichrichtung nie gleitende Schirmgitterspannung, sondern feste Schirmgitterspannung!

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
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	0,5	0,8	1,0	$M\Omega$
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,45	0,3	0,25	mA
Audionverstärkung	V_{gl}	17	19	18,5	

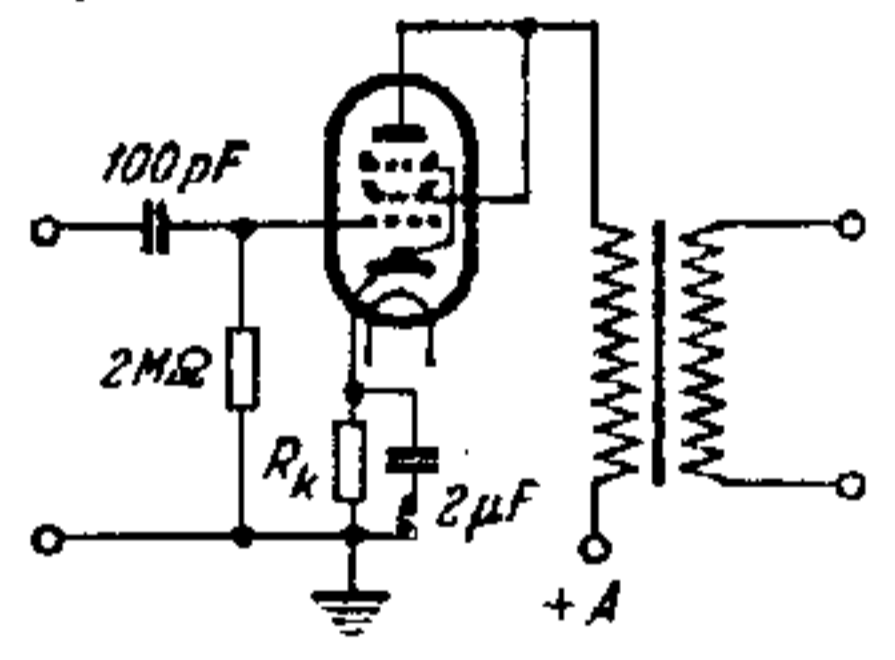
Siehe die Kennlinienfelder 14, 15.



5. in Triodenschaltung (Schirmgitter mit Anode direkt verbunden)

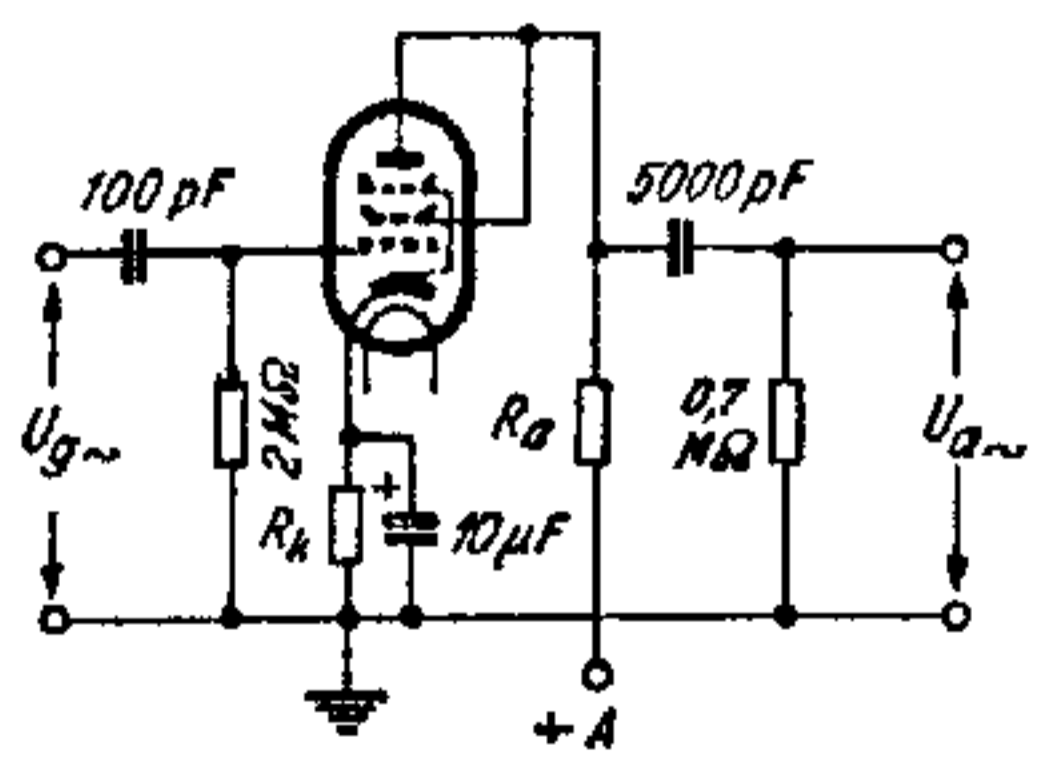
a. als HF- oder ZF-Verstärker oder bei Transformatorkopplung)

Anodenspannung	U_a	200	100	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	-5	-2	Volt
Katodenwiderstand	R_k	800	600	Ω
Anodenstrom	$I_a + I_{g2}$	6	3,5	mA
Steilheit	S	3	2,5	mA/V
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	

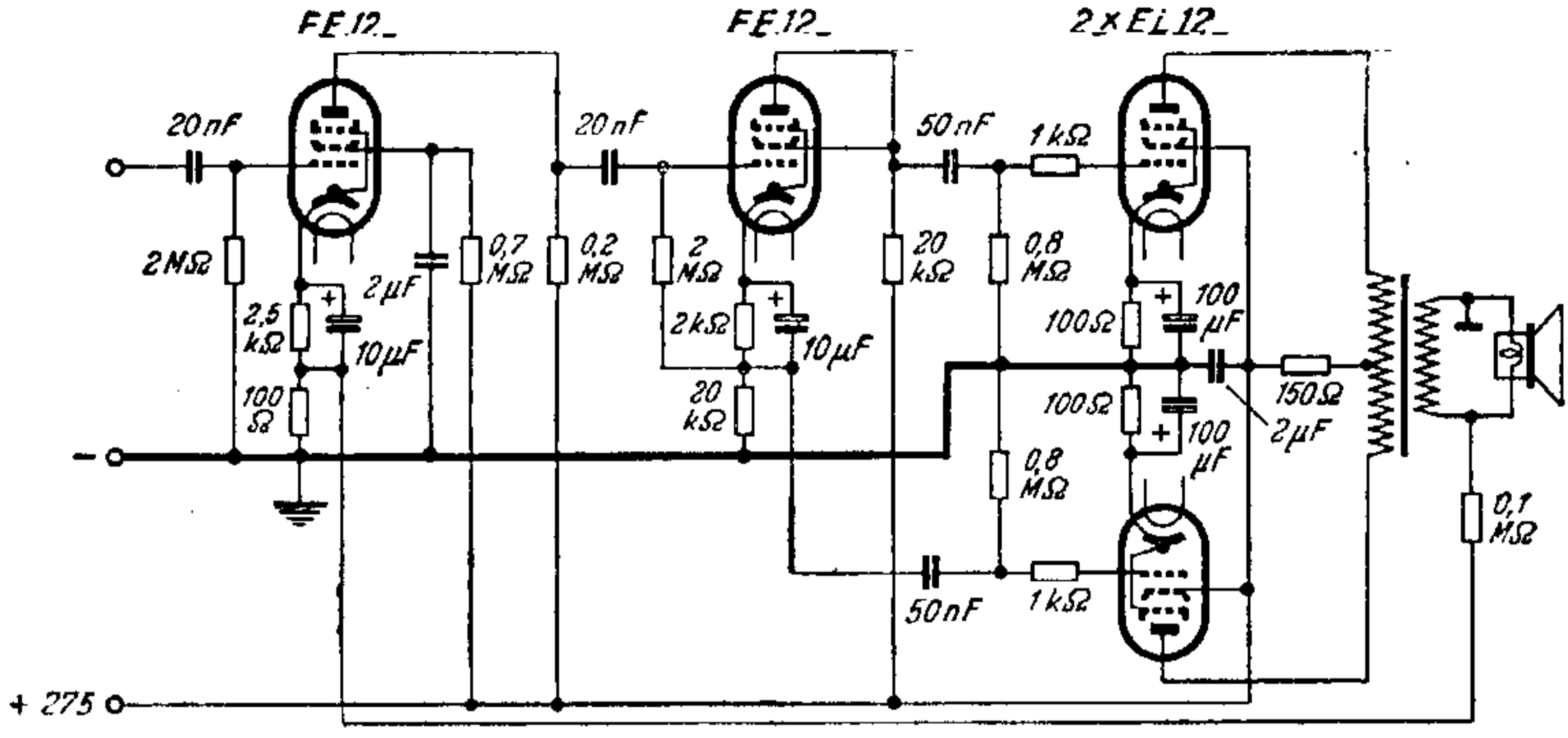


Betriebsspannung	U_b	150	150	150	Volt
Außenwiderstand	R_a	200	100	50	$k\Omega$
Anodenstrom	I_a	0,4	0,83	1,3	mA
Katodenwiderstand	R_k	6	3	2	$k\Omega$
Gittervorspannung	U_{g1}	-2,5	-2,5	-2,5	Volt
Spannungsverstärkung	V	16,8	16,8	16,8	

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 ¹⁾	$R_{f/k} \text{ max}$		20	kΩ

Innere Röhrenkapazitäten:

		als Pentode	als Triode	
Eingang	$C_e (C_{g1/k})$	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	210	Volt		S	1,7 ... 2,5	mA/V
U_{g2}	100	Volt		$R_{i \text{ min}}$	1,3	MΩ
I_a	3	mA				
Bei I_g	= 0,3	μA	ist			U_{g1} nie negativer als -1,3 Volt

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

Die EF 12 als Impedanz (Strecke g - a)

U_{g2} fest (z.B. $R_k/g_2 = 15 \text{ k}\Omega$, $R_a/g_2 = 30 \text{ k}\Omega$);

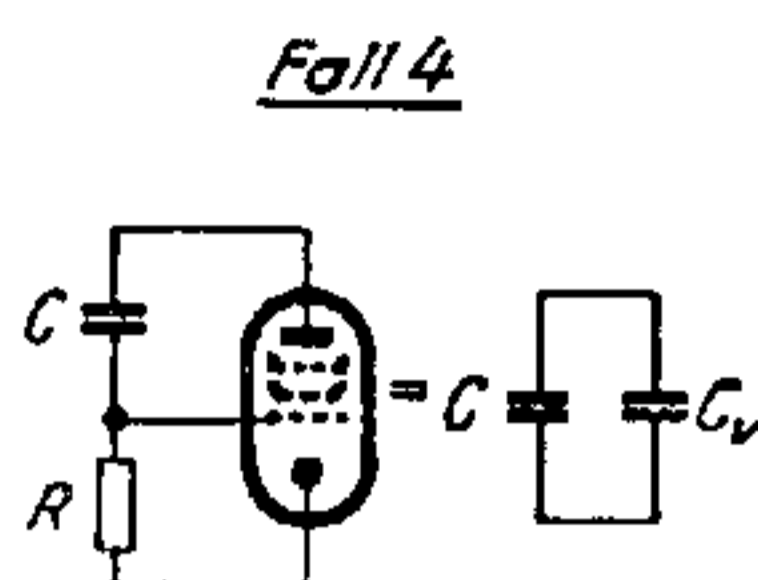
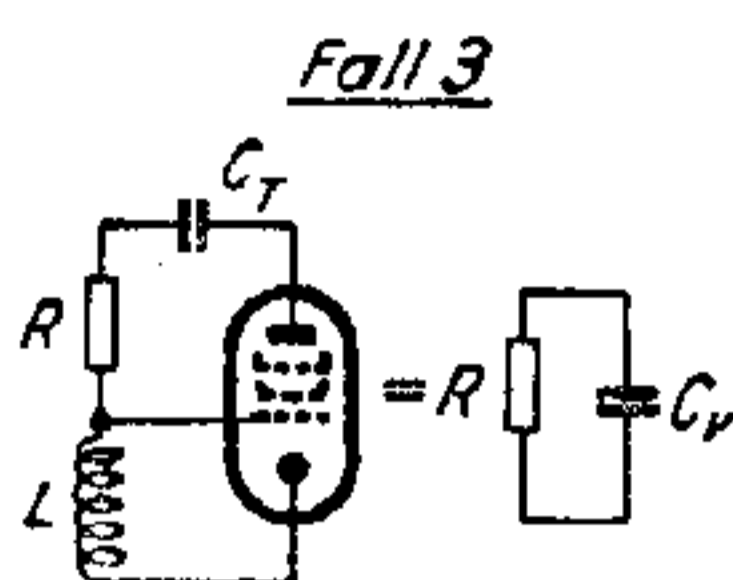
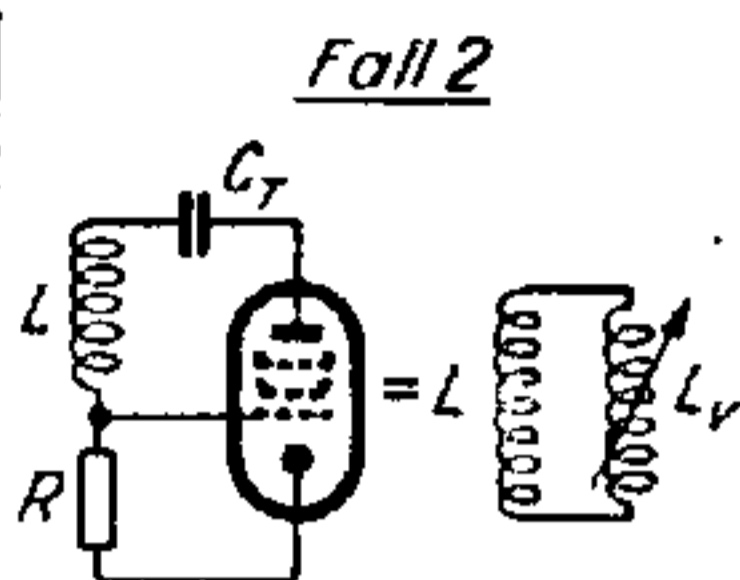
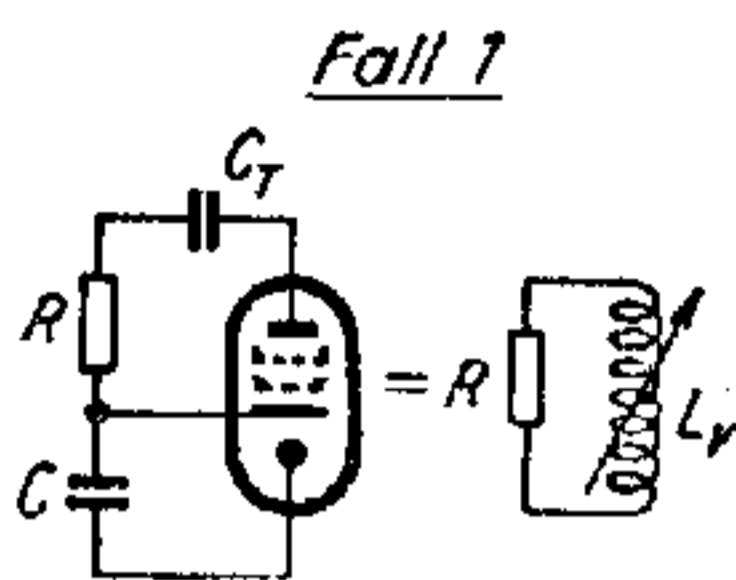
C_T = Trennkondensatoren zur gleichstrom - mäßigen Trennung ($R_C \gg R_L$ bzw. R).

a) als veränderliche Induktivität

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

b) als veränderliche Kapazität

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$C_v = CRS \text{ (großes } C)$$

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

Kleinsten Verlustwinkel: Fall 4

Praktische Anwendungen:

Fall 3 für selbsttätige Scharfabstimmung.

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

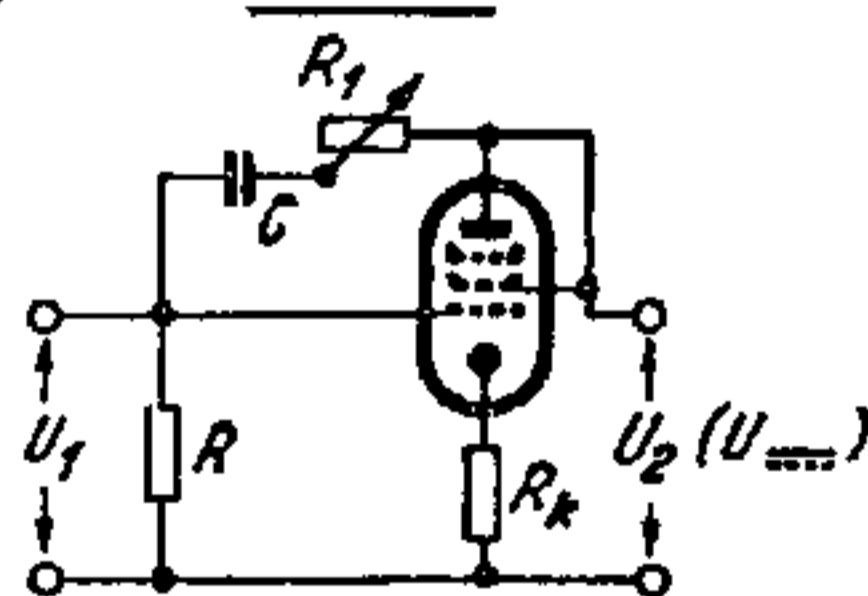
Fall 4 als Siebkondensator im Netzteil.

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_{an} nie $> I_a$ der Röhre, und $U_{an,max} = U_{a,max}$ der Röhre. Bei der EF 12 (Triode) also $I_{an,max} = 7,5 \text{ mA}$, $U_{an} = 200 \text{ Volt}$. Für größere Ströme und höhere Spannungen nehme man große Endtrioden.

Fall 4a



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

$$\text{Ist } R_1 \ll R_2, \text{ dann ist } G_a = \frac{1}{R_2} + \frac{S \cdot R_1}{R_2}. R_1 = R_k/g_1, R_2 = R_a/g_2$$

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

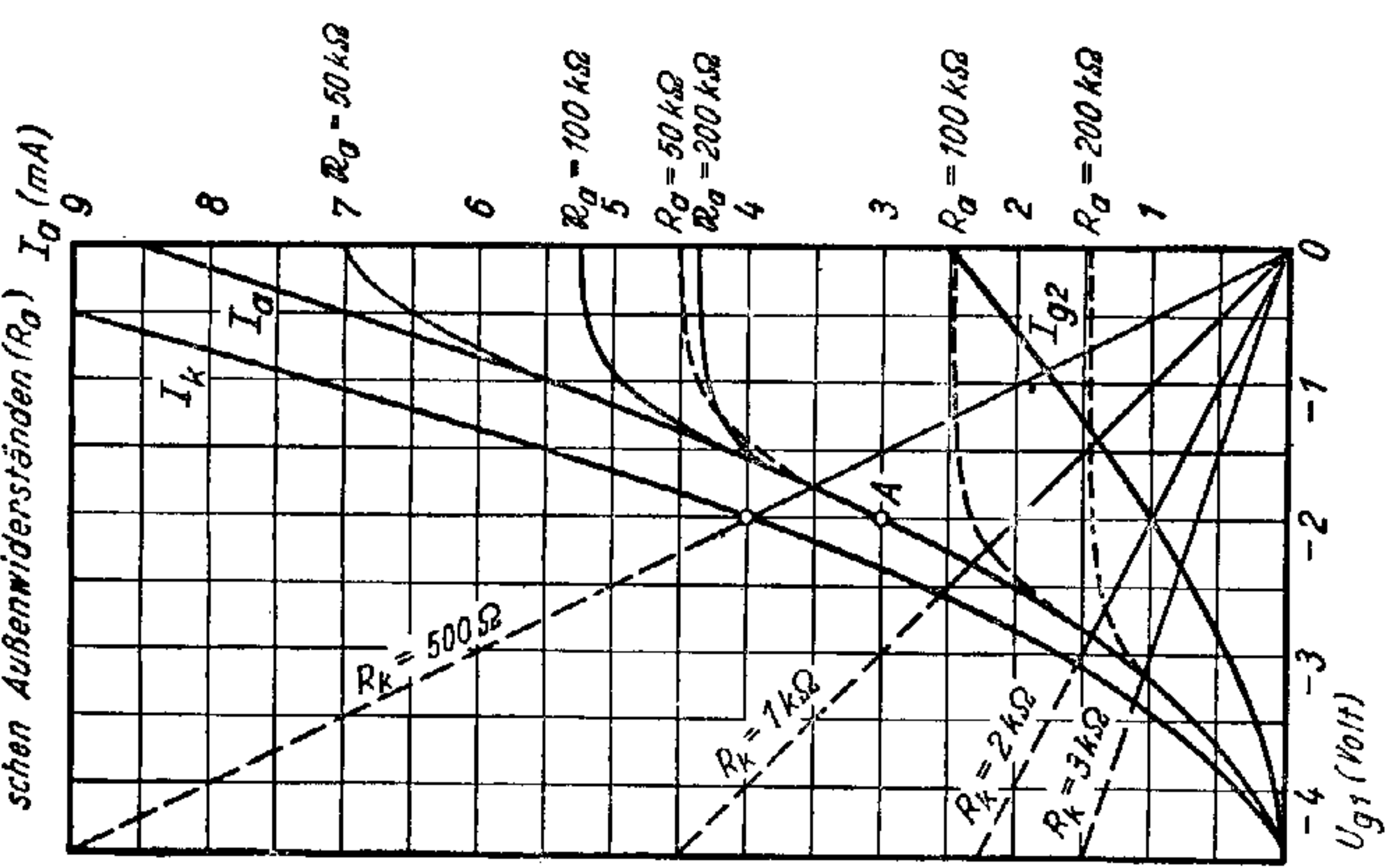
Die angegebenen Anwendungen und Formeln gelten nicht nur für die EF 12, sondern für alle Pentoden. Im Fall 4 ist es besser, eine Triode zu nehmen, da $U_2 = U_1 - (R_i \cdot I_a)$. Bei einer Pentode wäre infolge hohen R_i der Spannungsabfall zu hoch.

Fritz Künze

Kennlinienfeld 1

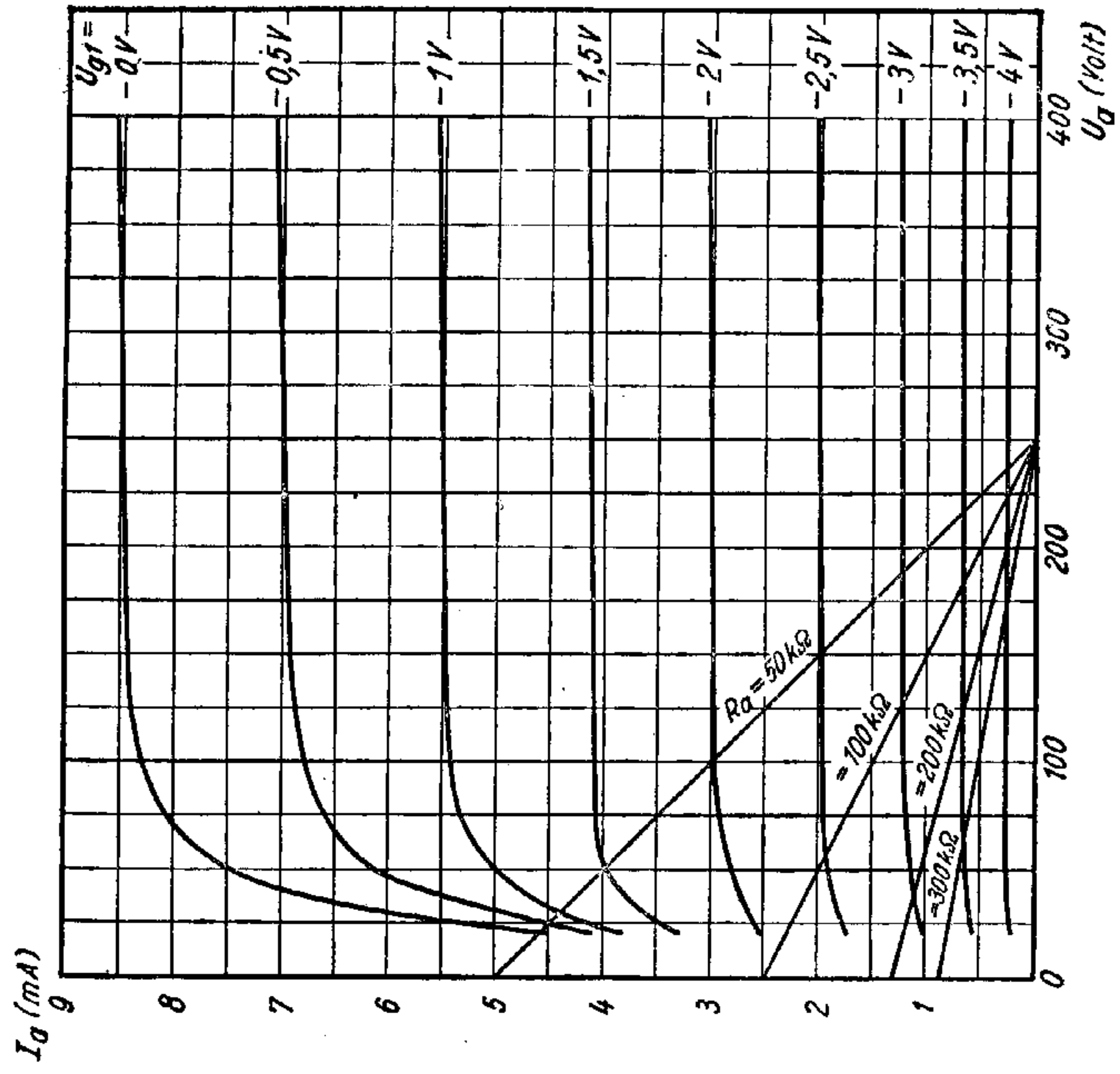
$I_k, I_a, I_{g2} = f(U_{g1}), U_a = 100 \dots 250 \text{ V}$

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



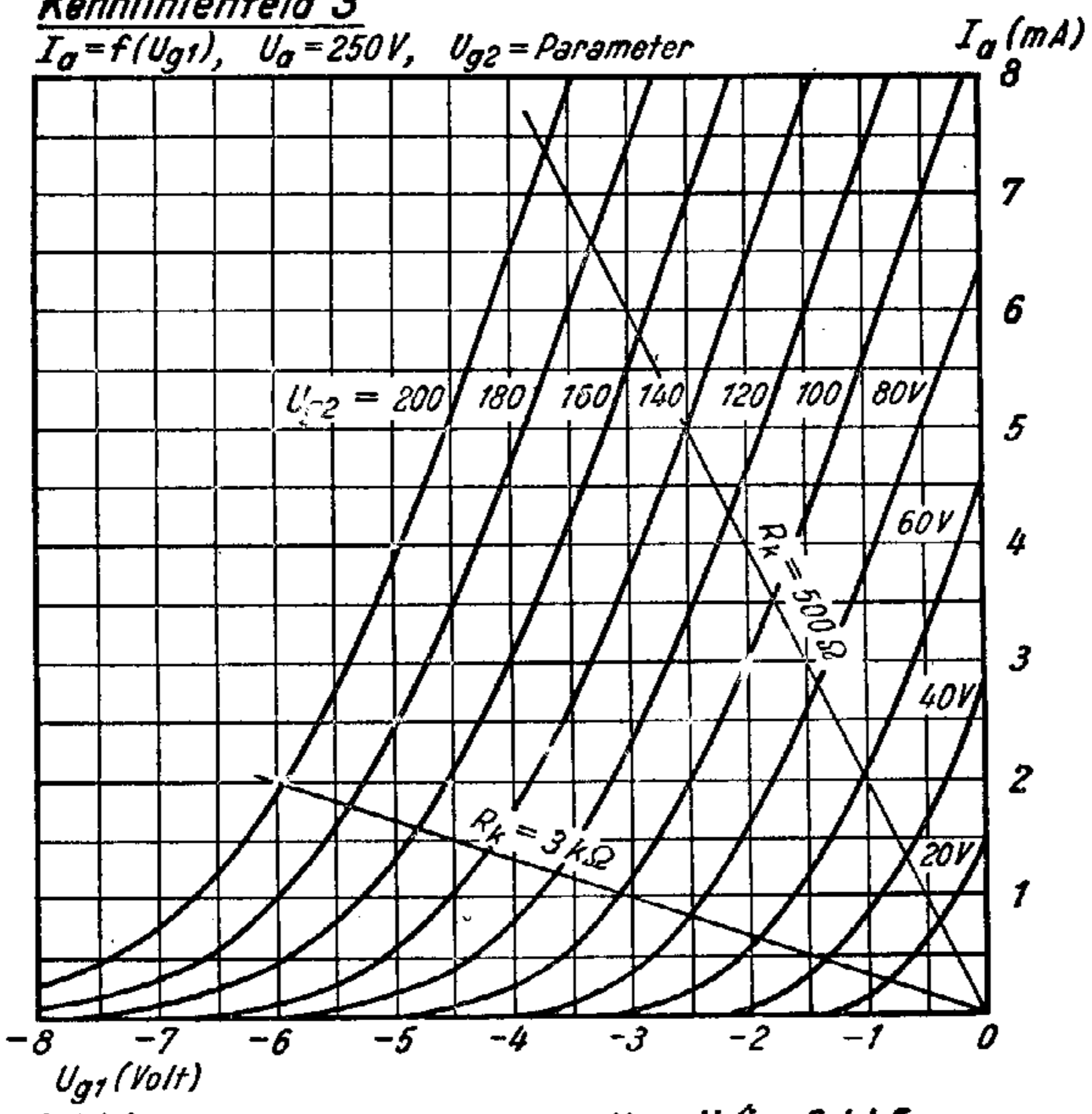
Kennlinienfeld 2

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



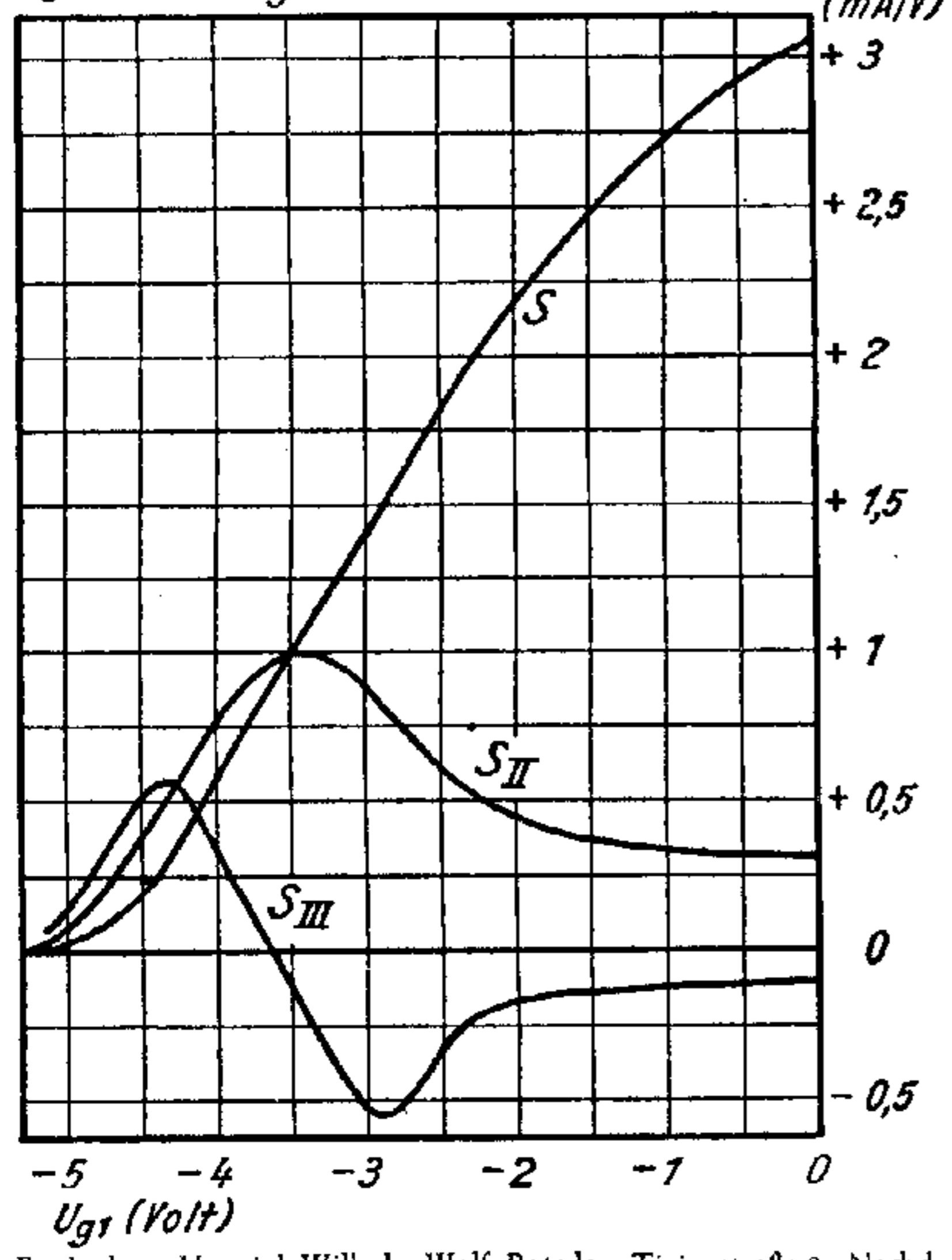
Kennlinienfeld 3

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



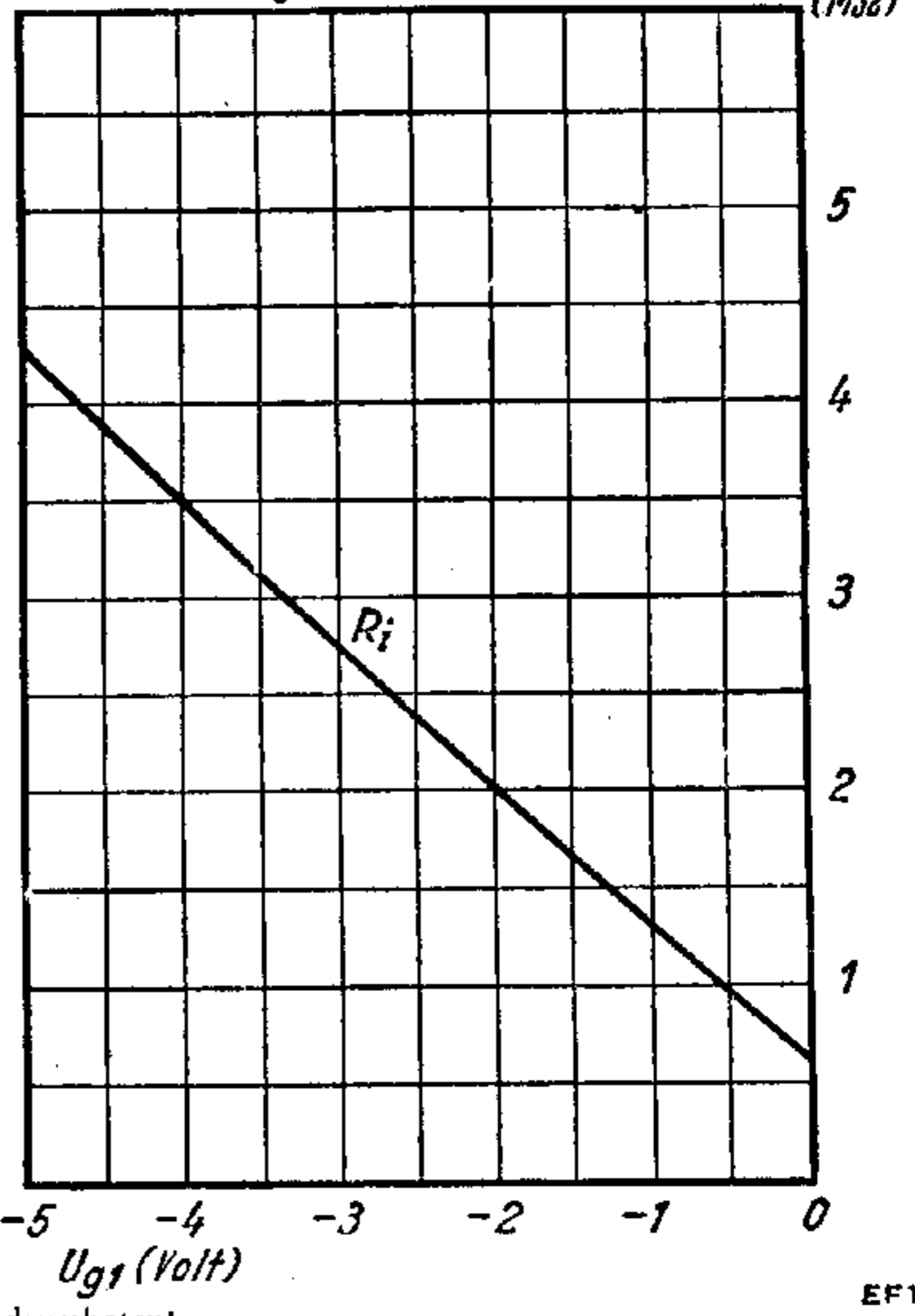
Kennlinienfeld 4

$S, S_{II}, S_{III} = f(U_{g1})$ (als Pentode)
 $U_a = 250V, U_{g2} = 100V$



Kennlinienfeld 5

$R_i = f(U_{g1})$
 $U_a = 250V, U_{g2} = 100V$

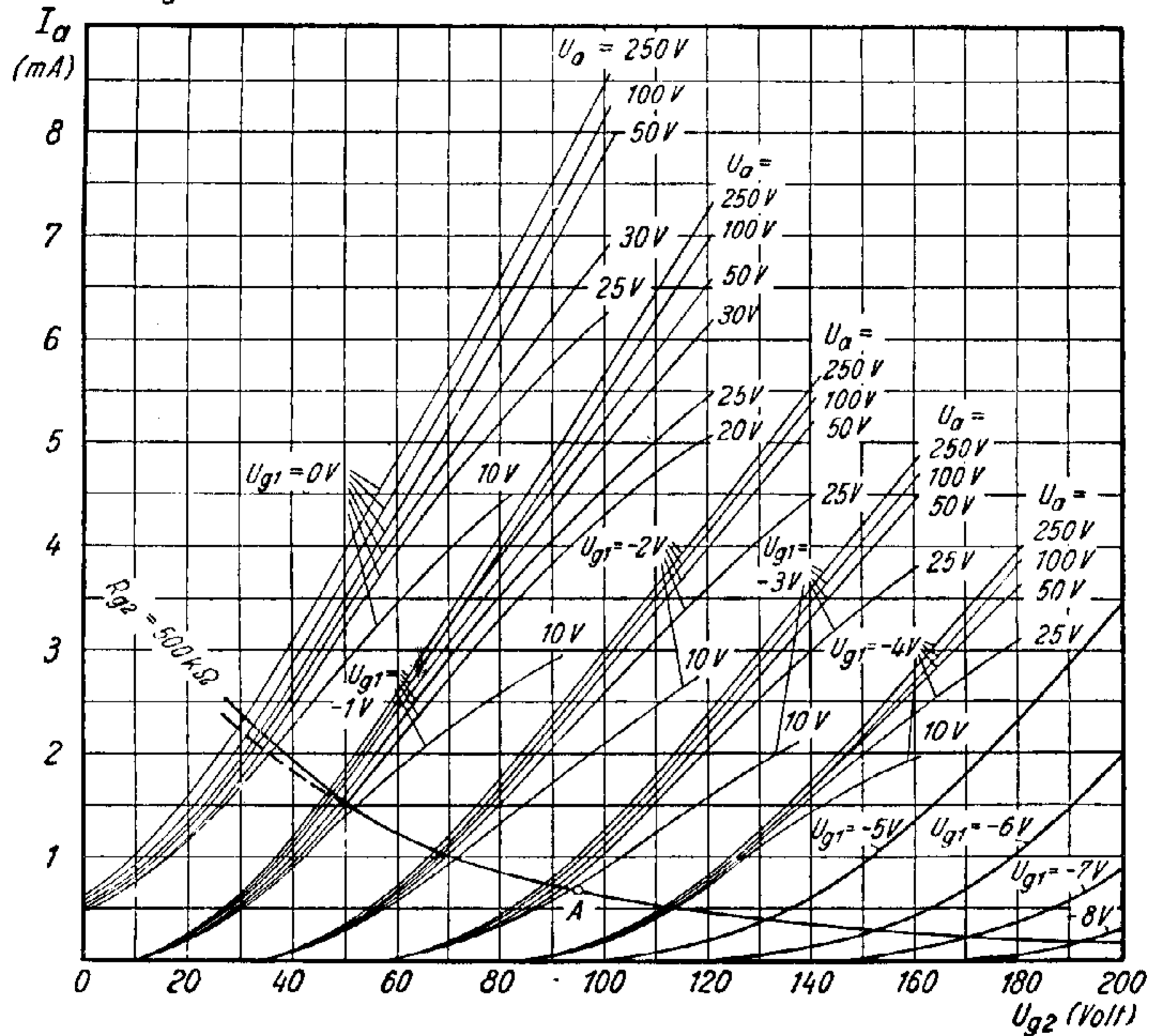


Die Ströme bei kleineren Schirmgitterspannungen

Kennlinienfeld 6

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

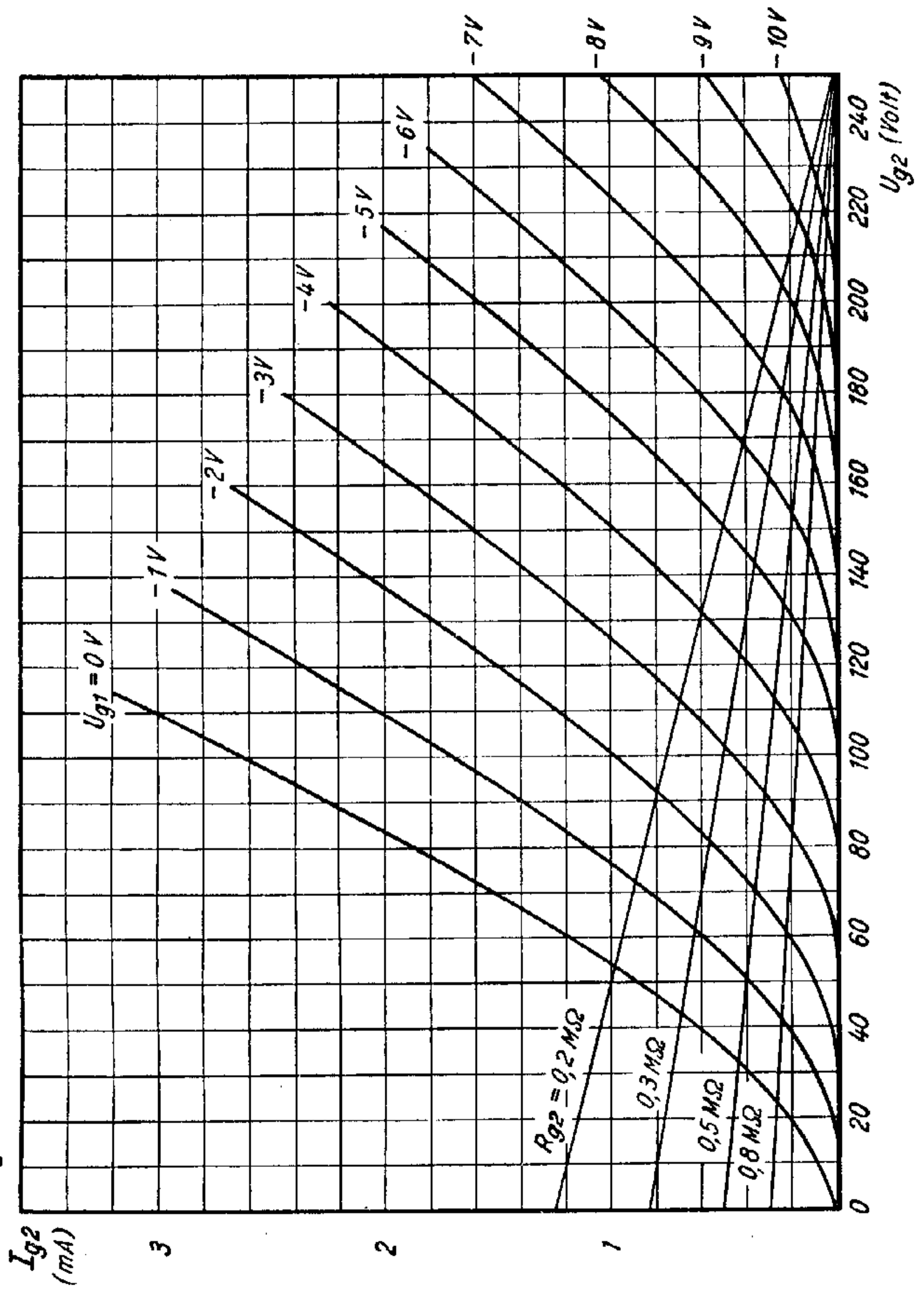
$$U_a = 100 \dots 250 \text{ V}$$



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

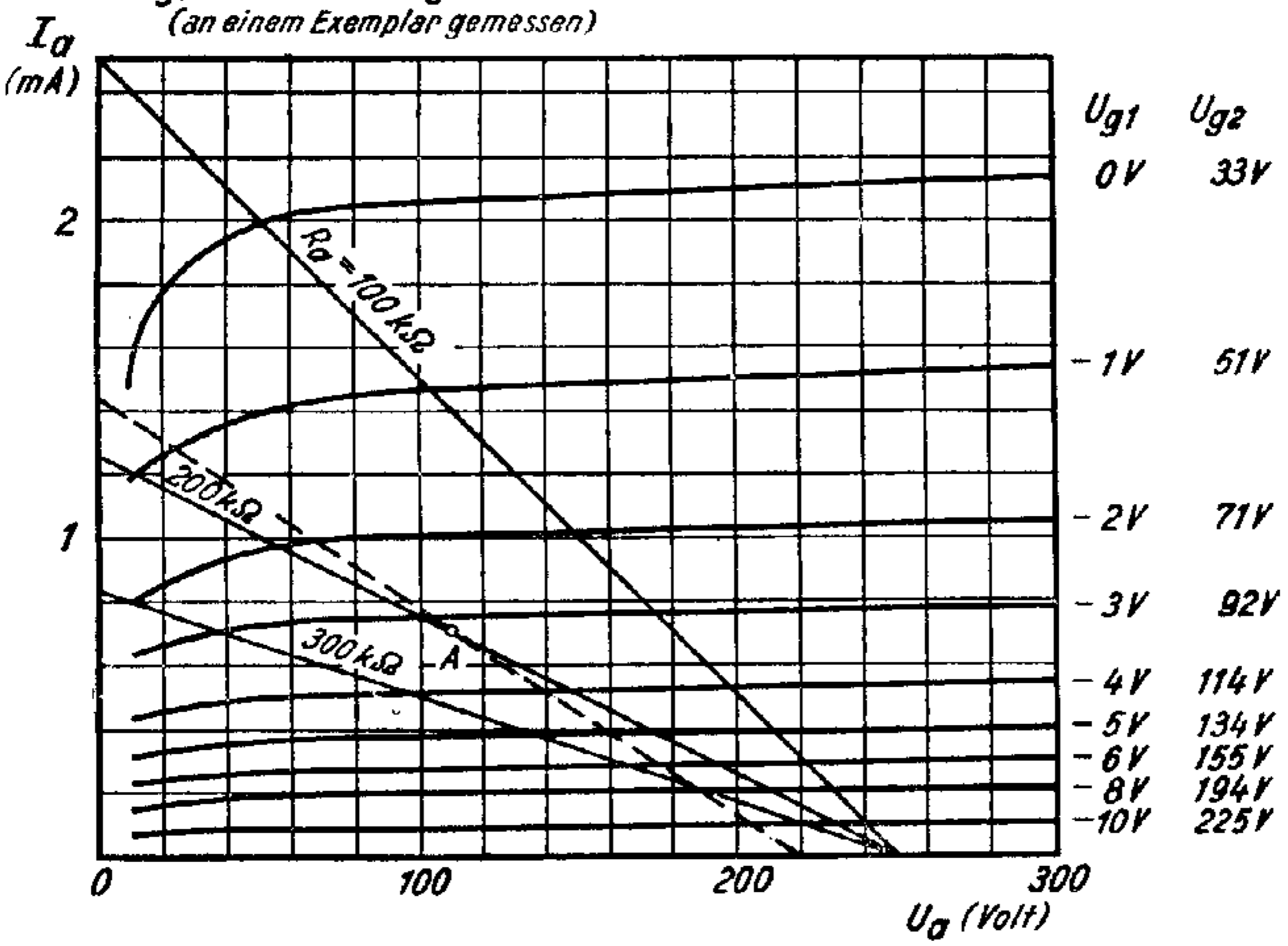
$I_{g2} = f(U_{g2})$
 $U_{g1} = 100 \dots 250V$



Schirmgitterspannung über Vorwiderstand

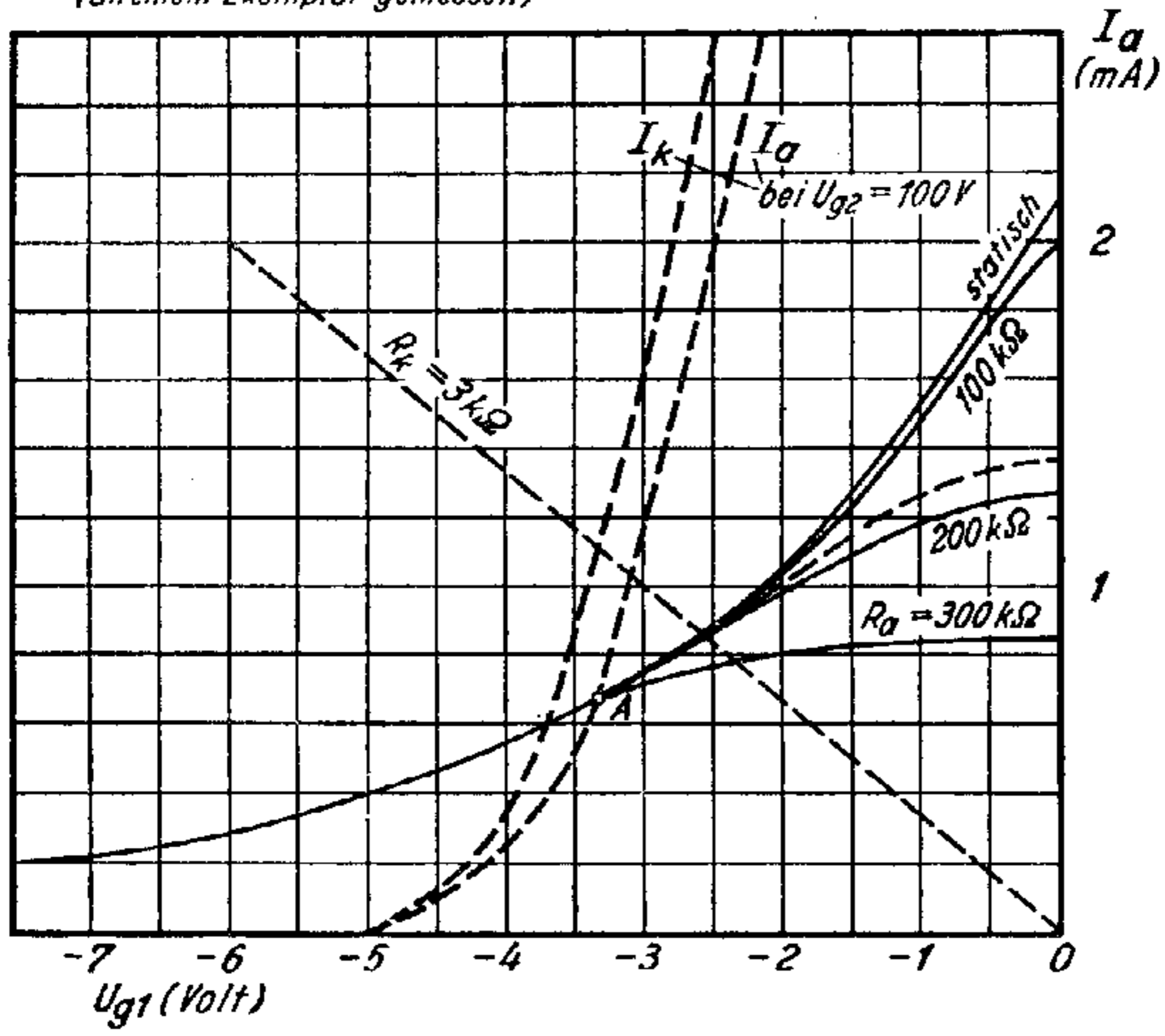
Kennlinienfeld 8

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



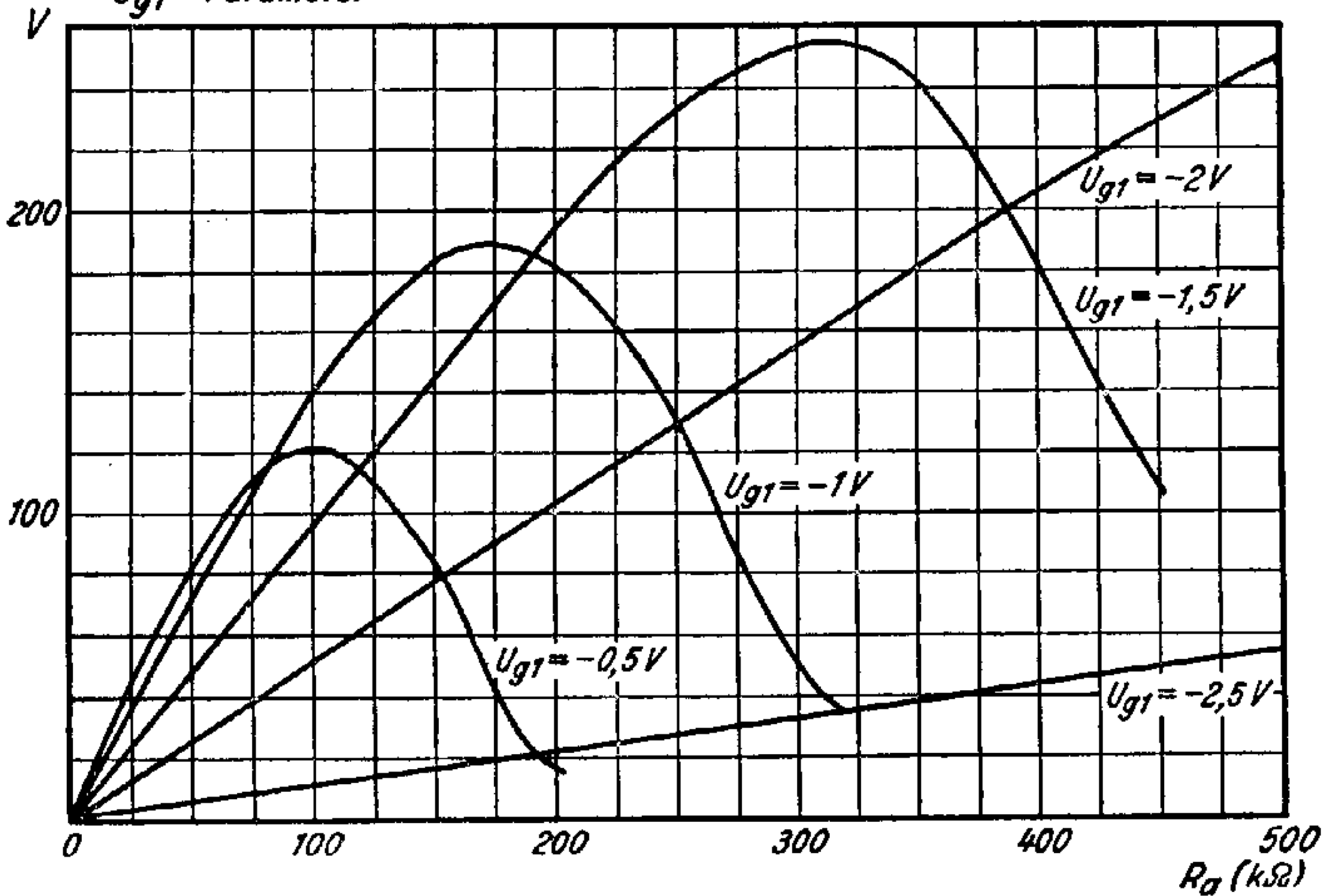
Die EF12 bei Nf-Verstärkung (RC-Kopplung)

Kennlinienfeld 10

$V = f(R_a)$

$U_b = 250\text{V}$

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

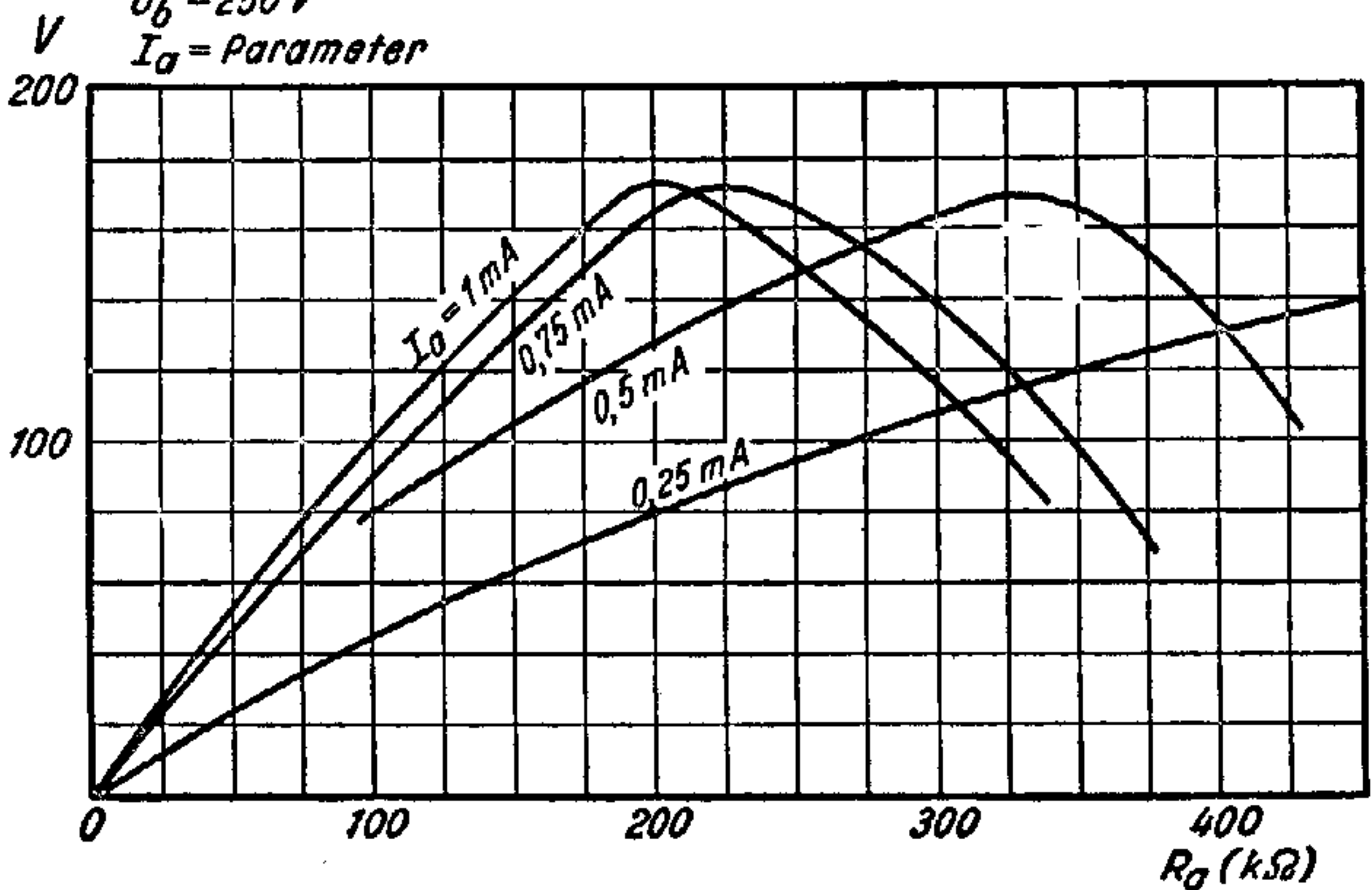


Kennlinienfeld 11

$V = f(R_a)$

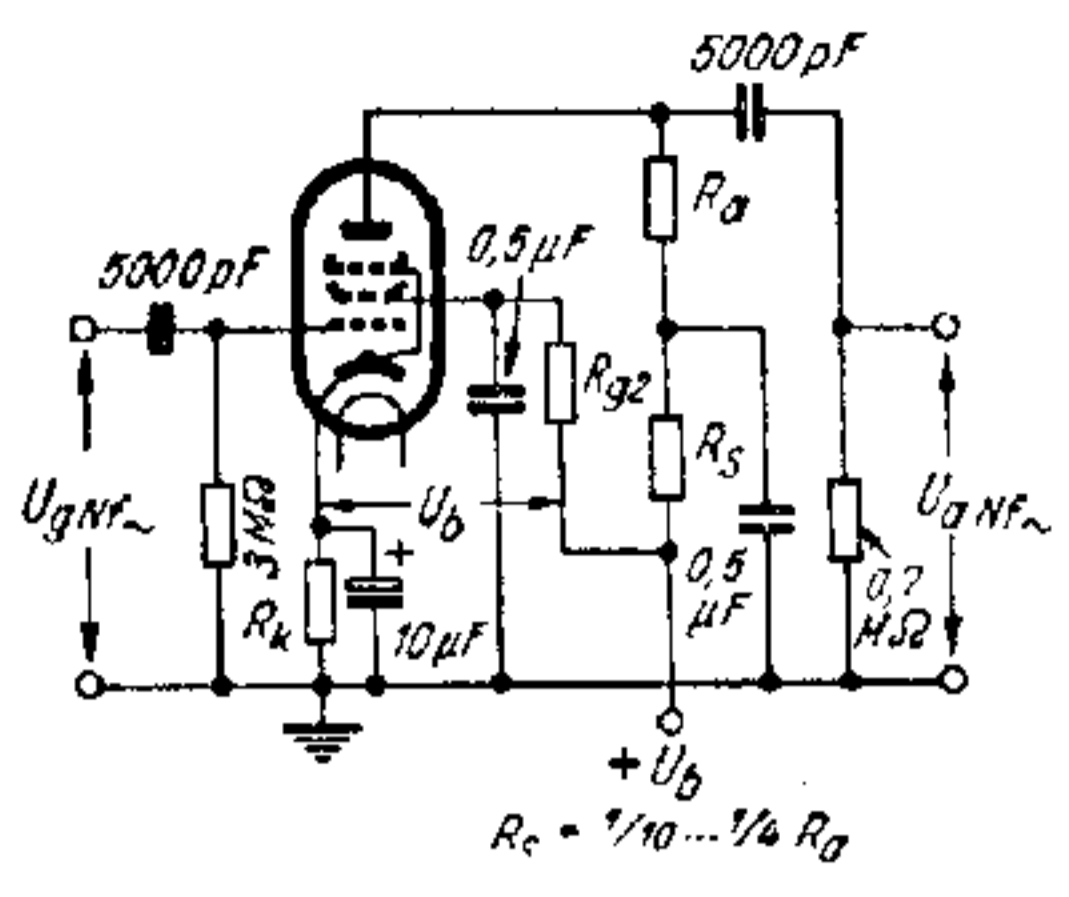
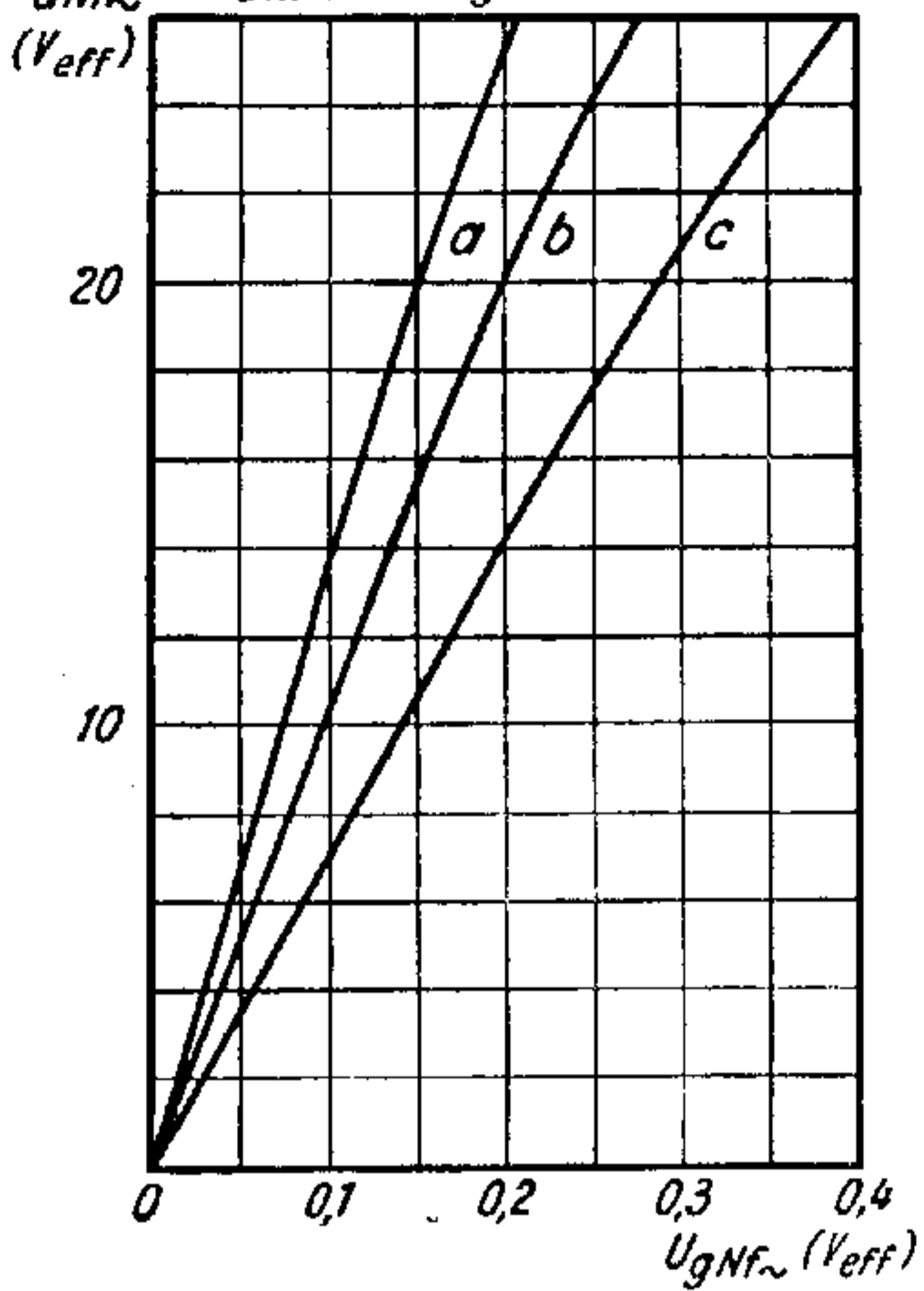
$U_b = 250\text{V}$

$I_a = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 12

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

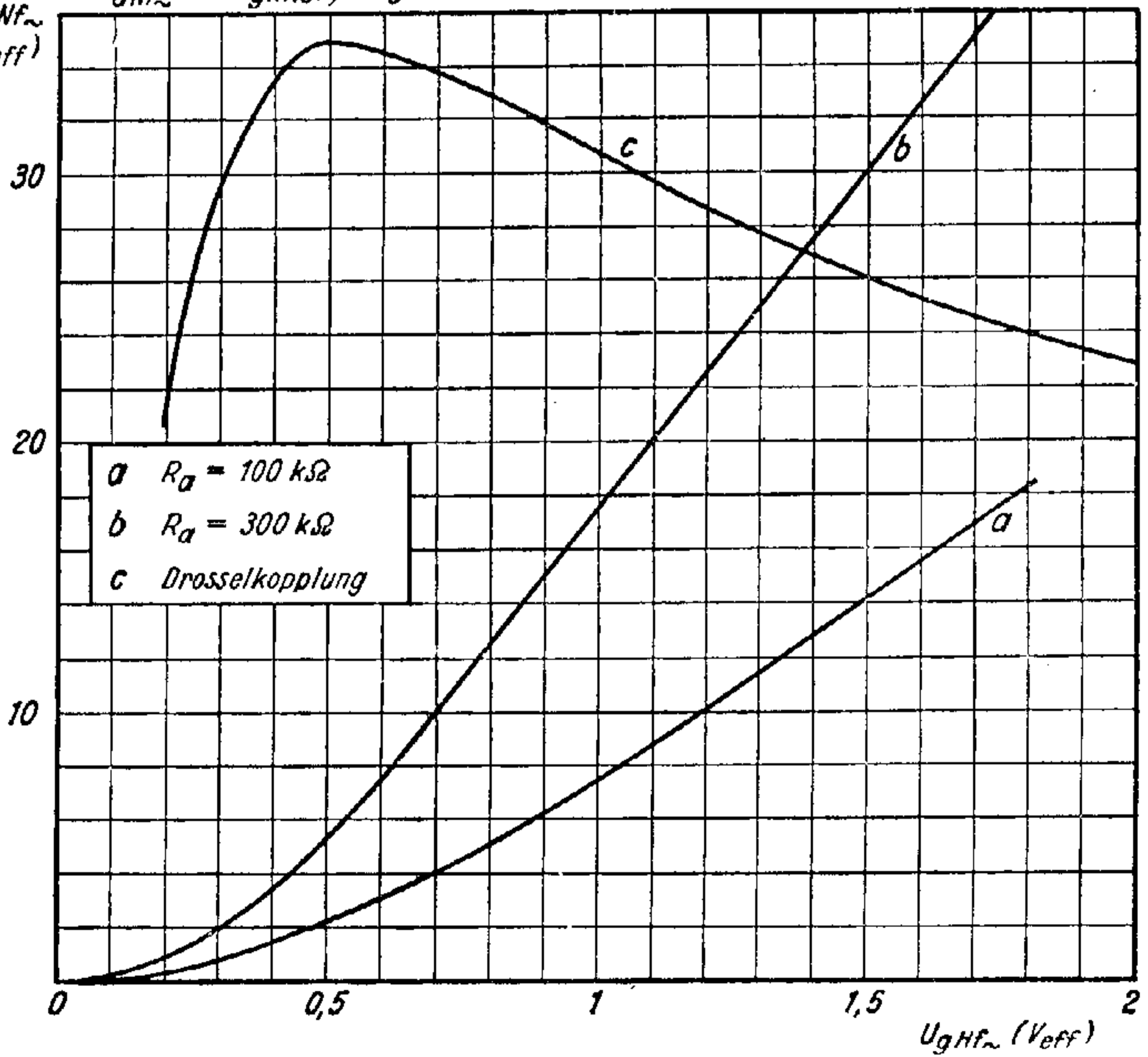


	a	b	c
R_a	0,2	0,1	0,05 MΩ
R_{g2}	0,5	0,3	0,2 MΩ
R_k	3,0	1,6	1,0 MΩ
V	135	100	70

Die EF12 bei Anodengleichrichtung

Kennlinienfeld 13

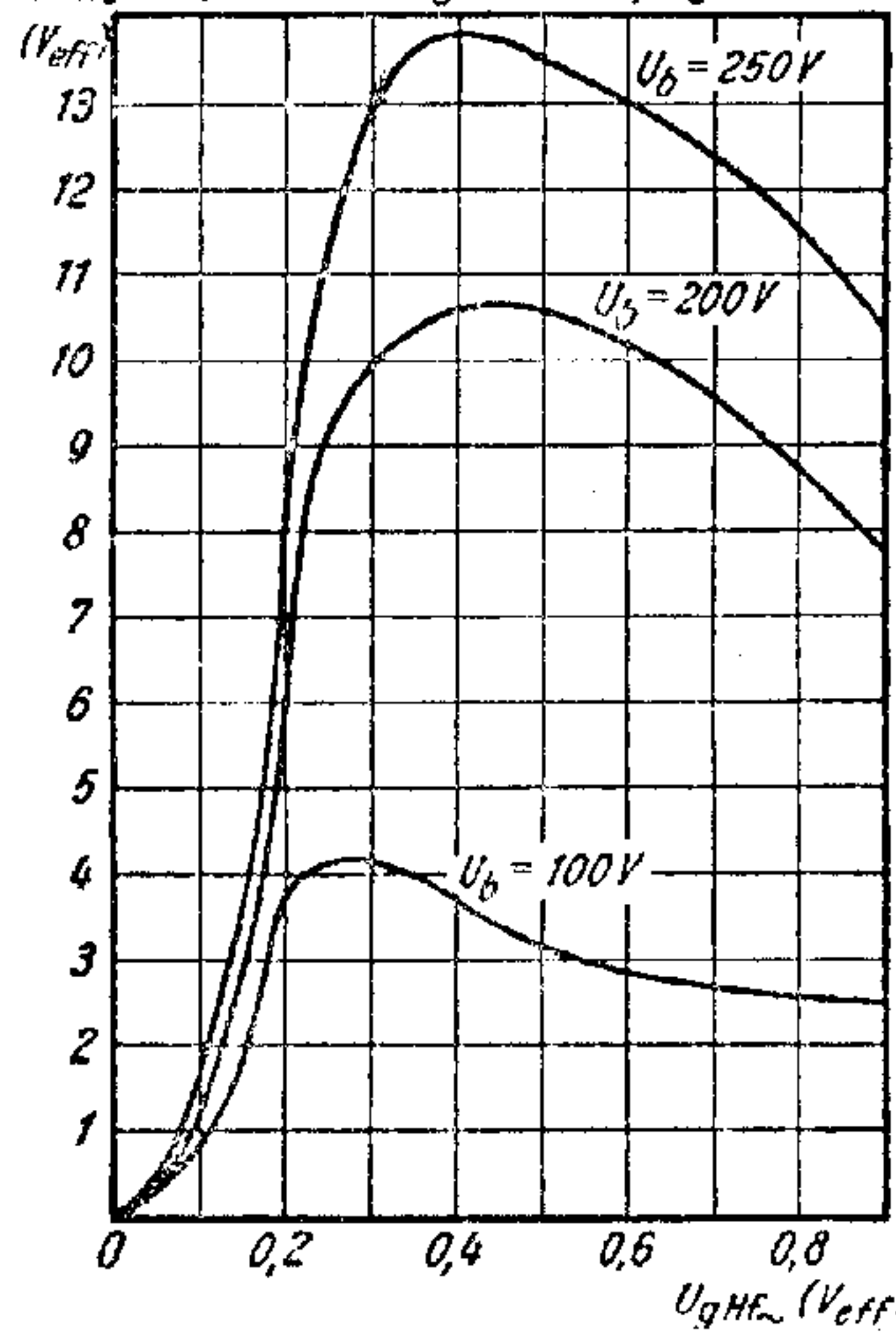
$U_{aNF\sim} = f(U_{gHF\sim})$, $U_b = 250 V$



Kennlinienfeld 14

$U_{aNF\sim} = f(U_{gHF\sim})$

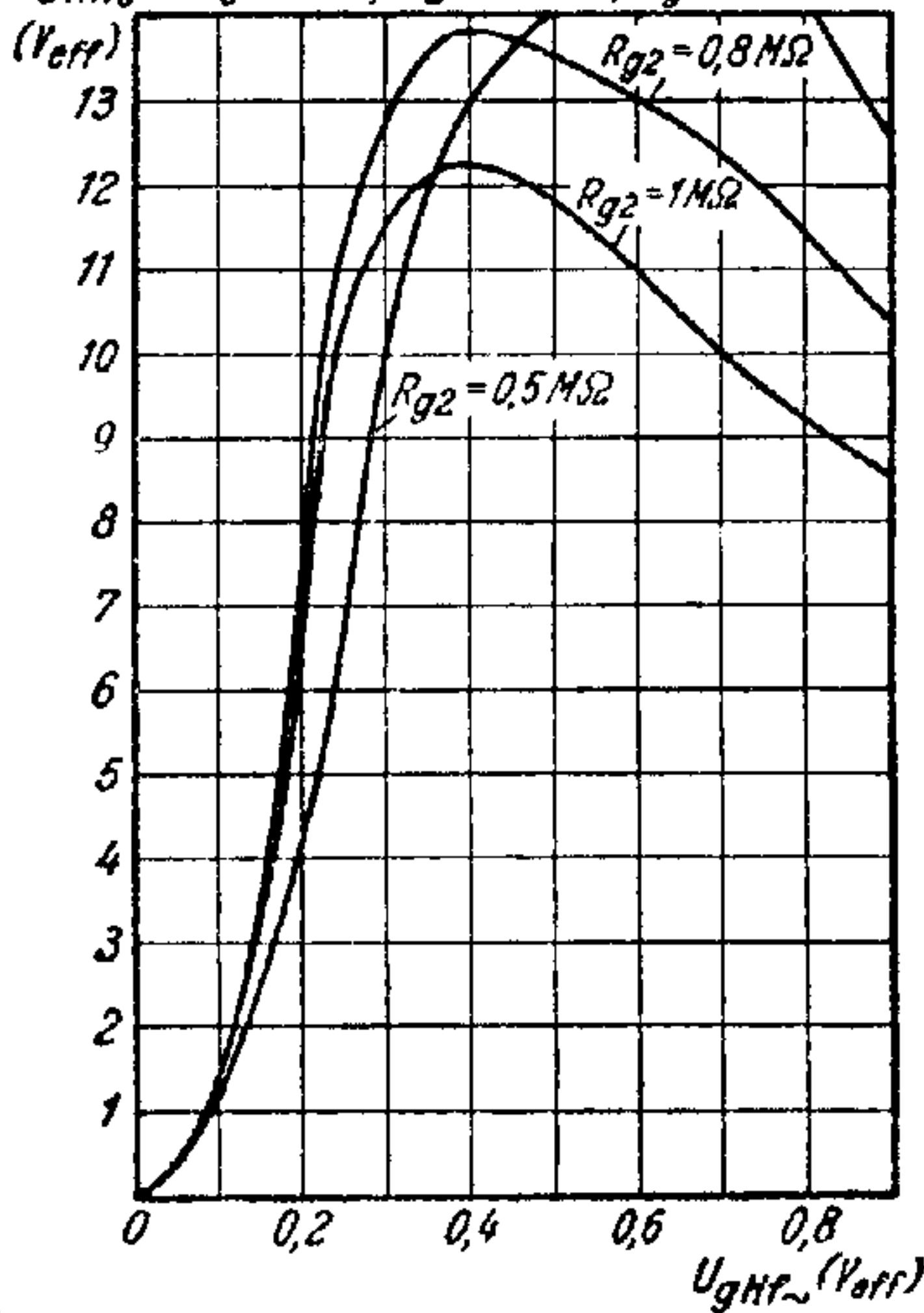
$R_g = 0,2 M\Omega, R_{g2} = 0,8 M\Omega, U_b = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 15

$U_{aNF\sim} = f(U_{gHF\sim})$

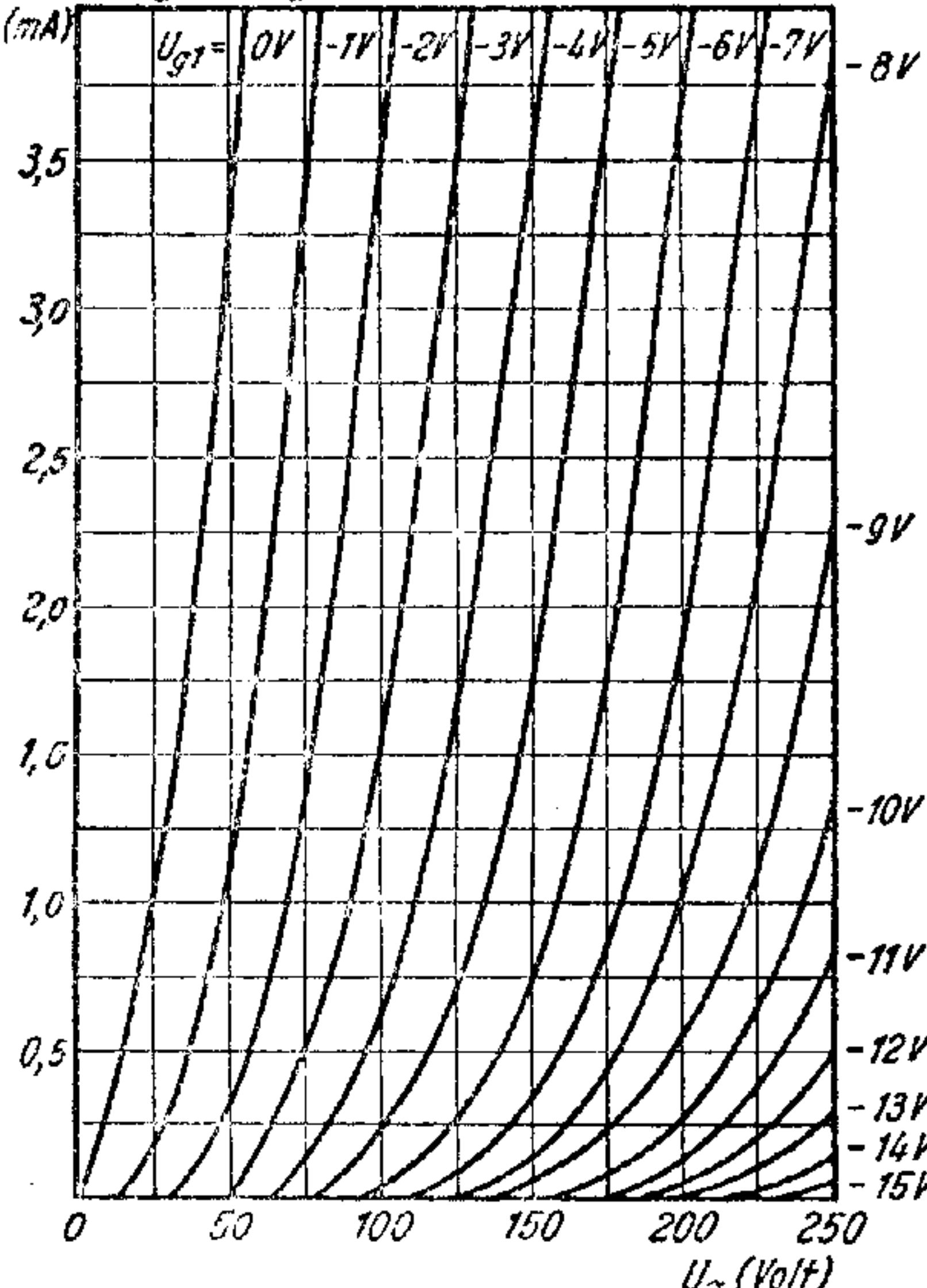
$U_b = 250V, R_g = 0,2 M\Omega, R_{g2} = \text{Parameter}$



Die EF12 als Triode geschaltet

Kennlinienfeld 16

$I_a = f(U_a)$

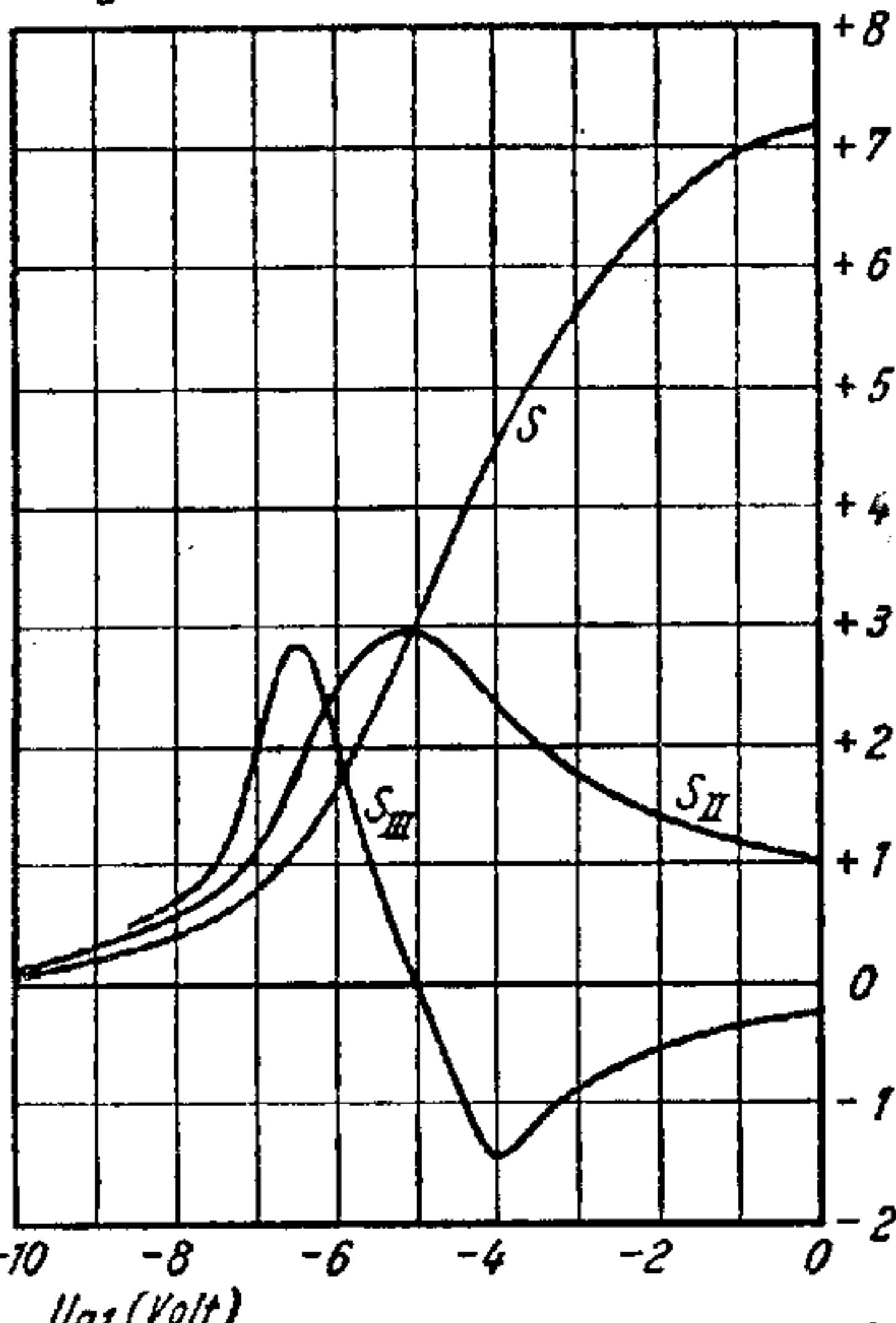


Kennlinienfeld 17

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

$U_a = 250V$

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

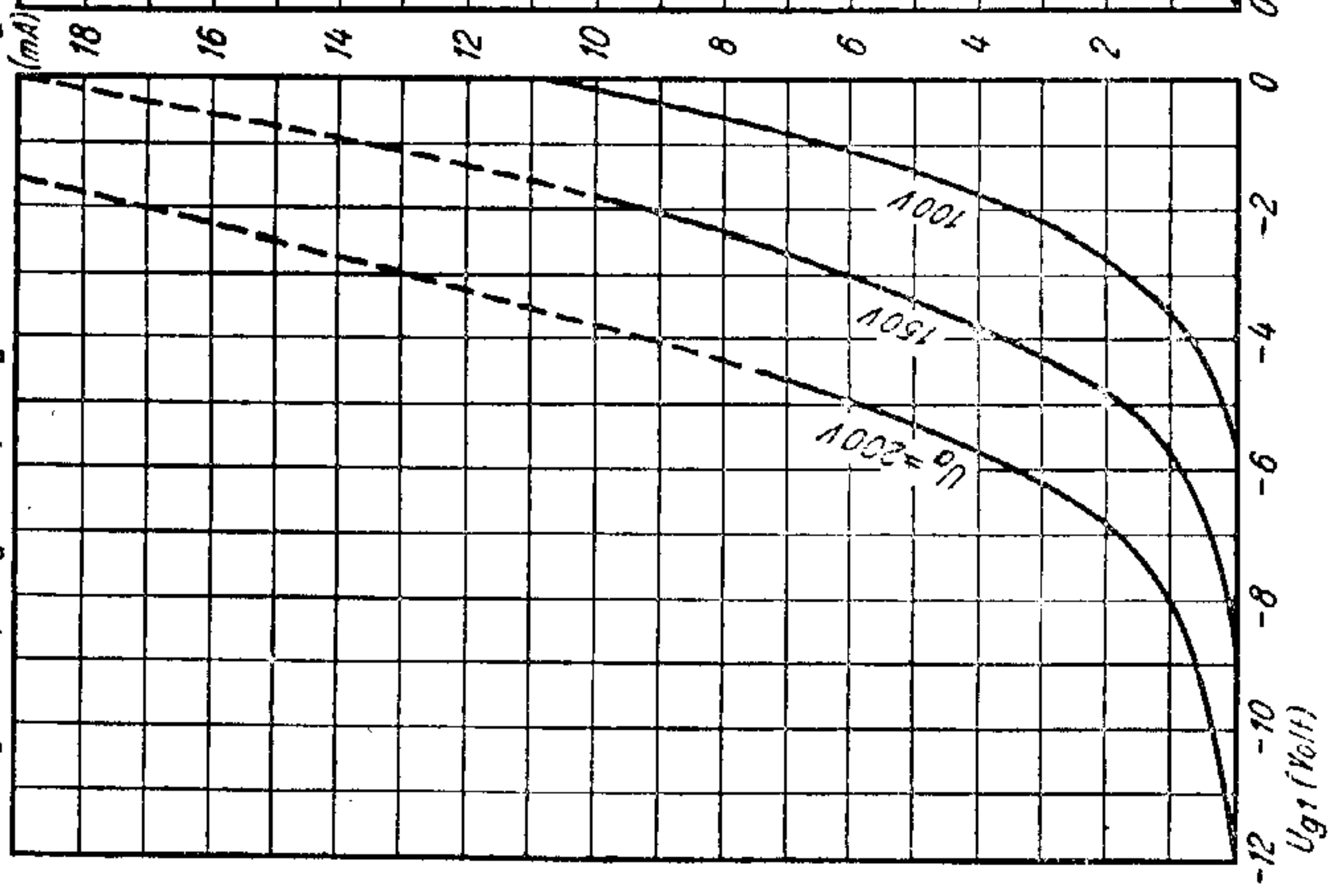


Die EF12 als Triode geschaltet (Gitter mit Anode verbunden)

Kennlinienfeld 78

$I_a = f(U_{g1})$

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

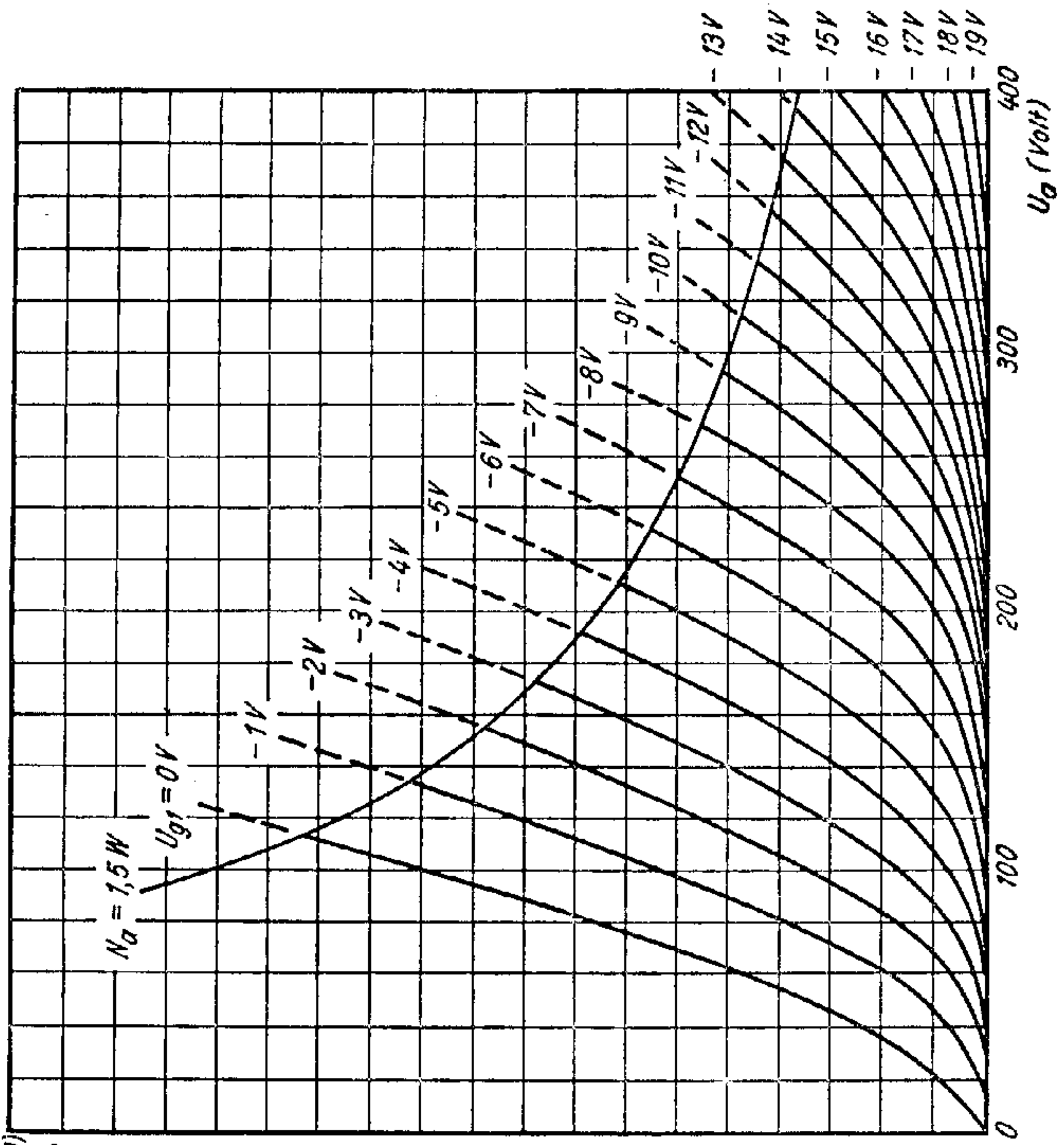


Kennlinienfeld 79

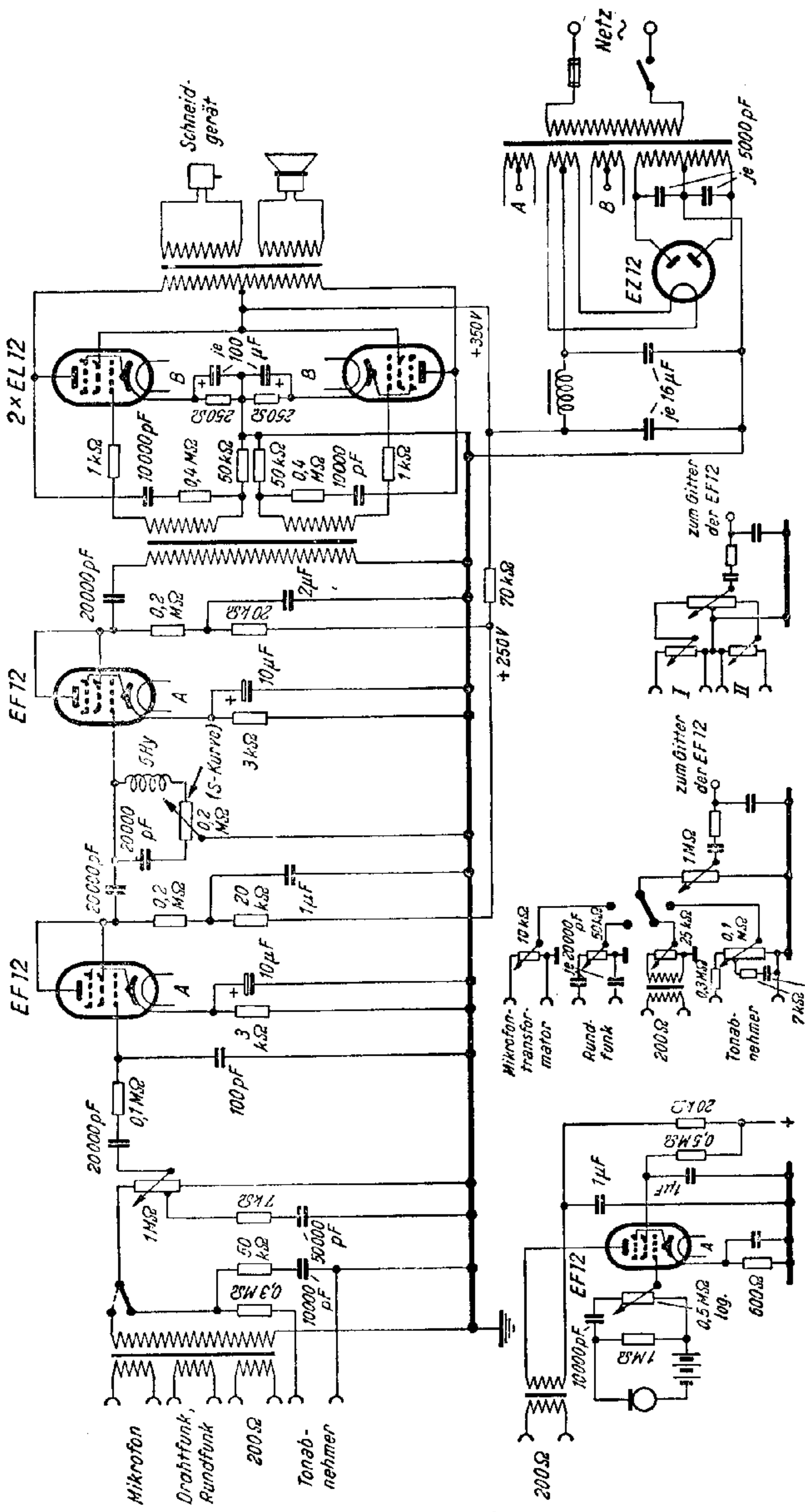
$I_a = f(U_a)$

$N_a = 1,5W$

$U_{g1} = 0V$



Kraftverstärker 35 Watt mit EF12 in Triodenschaltung als Vorröhren



Kontinuierliche Mischung

Mischeinrichtung

Die EF12 als Mikrofonverstärker

HF-Pentode / Fünfpol-Schirmröhre

EF 12

6,3 V \cong 200 mA
indirekt

Stahlröhre

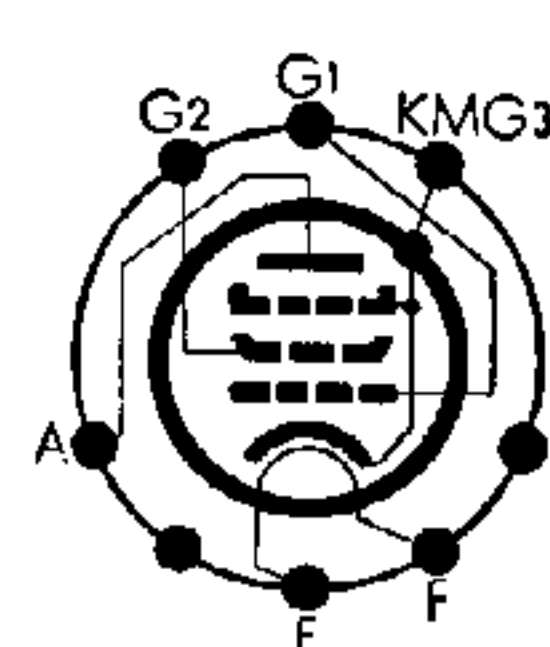


Bild 330. Sockelschaltung für EF 12

Anwendung: HF- oder ZF-Verstärkung, Empfangsgerichtung mit gleichzeitiger NF-Verstärkung, NF-Verstärkung in Trioden- oder Pentodenschaltung. Nachstimmröhre für Scharfabstimmung. Für Wechselstromnetzempfänger bzw. für Allstrom- oder Autoempfänger geeignet.

Eigenschaften: Kleine Heizleistung, kleine Abmessungen, vorzügliche Verstärkungseigenschaften auch für Kurzwellen. Sowohl als Pentode als auch Triode (Schirmgitter mit Anode verbinden) zu verwenden.

Aufbau: Indirekt geheizt, Sparkathode ($1\frac{1}{4}$ W Heizleistung), Systemaufbau wie AF 7, jedoch in waagerechter Anordnung. Sämtliche Elektroden an Sockelstifte geführt, jedoch Bremsgitter G₂, Abschirmung und Metallmantel M im Innern mit der Kathode K verbunden. Neuer Stiftsockel (8polig, mit Führungsstift), Stahlkolben.

Vorläufertypen: Pentoden AF 7 für Wechselstrom- bzw. CF 7 für Allstrom- und EF 7 Cu-Bi für Autoempfänger; AC 2, CC 2 bzw. EC 2 (Glasröhren mit 8poligem Außenkontaktsockel und Kolbenanschluß des Steuergitters). Die technischen Daten dieser Röhren unterscheiden sich nur geringfügig von denen der EF 12.

Hinweise für die Verwendung: Die EF 12 ist eine Universal-Pentode, die sowohl zur HF- als auch zur NF-Verstärkung benutzt werden kann und außerdem in Pentoden- und Triodenschaltung zu verwenden ist. Benutzt man sie als Triode, so verbindet man einfach das Schirmgitter mit der Anode. Auf diese Art stellt sie eine bedeutende Vereinfachung des Röhrenprogramms dar, da die Entwicklung einer besonderen Triode überflüssig wurde. Als Pentode wird sie in erster Linie wie bisher in kleineren Empfängern zur Gittergleichrichtung, bei den größeren Geräten für eine nicht geregelte HF- oder ZF-Stufe Verwendung finden. In Triodenschaltung kommt ihre Verwendung wohl ausschließlich als NF-Vorstufe für eine Endröhre in Betracht. Bei Endstufen, die mit Gegenkopplung ausgerüstet sind, wird man allerdings unter Umständen auch eine NF-Verstärkung in Pentodenschaltung vorsehen, um den notwendigen Verstärkungsgrad sicherzustellen. Für die grundsätzliche Schaltungsanordnung der EF 12 können die bei der AF 7 angegebenen Prinzipschaltbilder zugrunde gelegt werden. In Triodenschaltung kann man die EF 12 wie jede normale Triode (s. AC 2), also z. B. auch in Transformatorkopplung verwenden.

I. Pentodenschaltung

1. Grenzwerte

U_a	300 V
U_{g2}	200 V
N_a	1,5 W
N_{g2}	0,4 W
R_{g1}	3 M Ω
$U_{f/s}$	100 V
$R_{f/s}$	20 000 Ω

2. Betriebswerte **

U_a	250	200	100 V
U_{g2}	100		V
U_{g1}	-2		V
I_a	3		mA
I_{g2}	1		mA
D_2	4		%
S	2,1		mA/V
R_i	1,5	1,2	0,8 M Ω
R_k		500	Ω

3. Kapazitäten

$C_{g/a}$	0,002 pF
C_e	6,3 pF
C_a	6,5 pF

II. Triodenschaltung

$$U_{g2} = U_a$$

1. Grenzwerte

$U_a = U_{g2}$	200 V
$N_a + N_{g2}$	1,5 W
	sonst. s. o.

2. Betriebswerte

U_a	200	100 V
U_{g1}	-5	-2 V
$I_a + I_{g2}$	6	3,5 mA
S	3	2,5 mA/V
D	4	4 %
R_i	8,5	10 k Ω

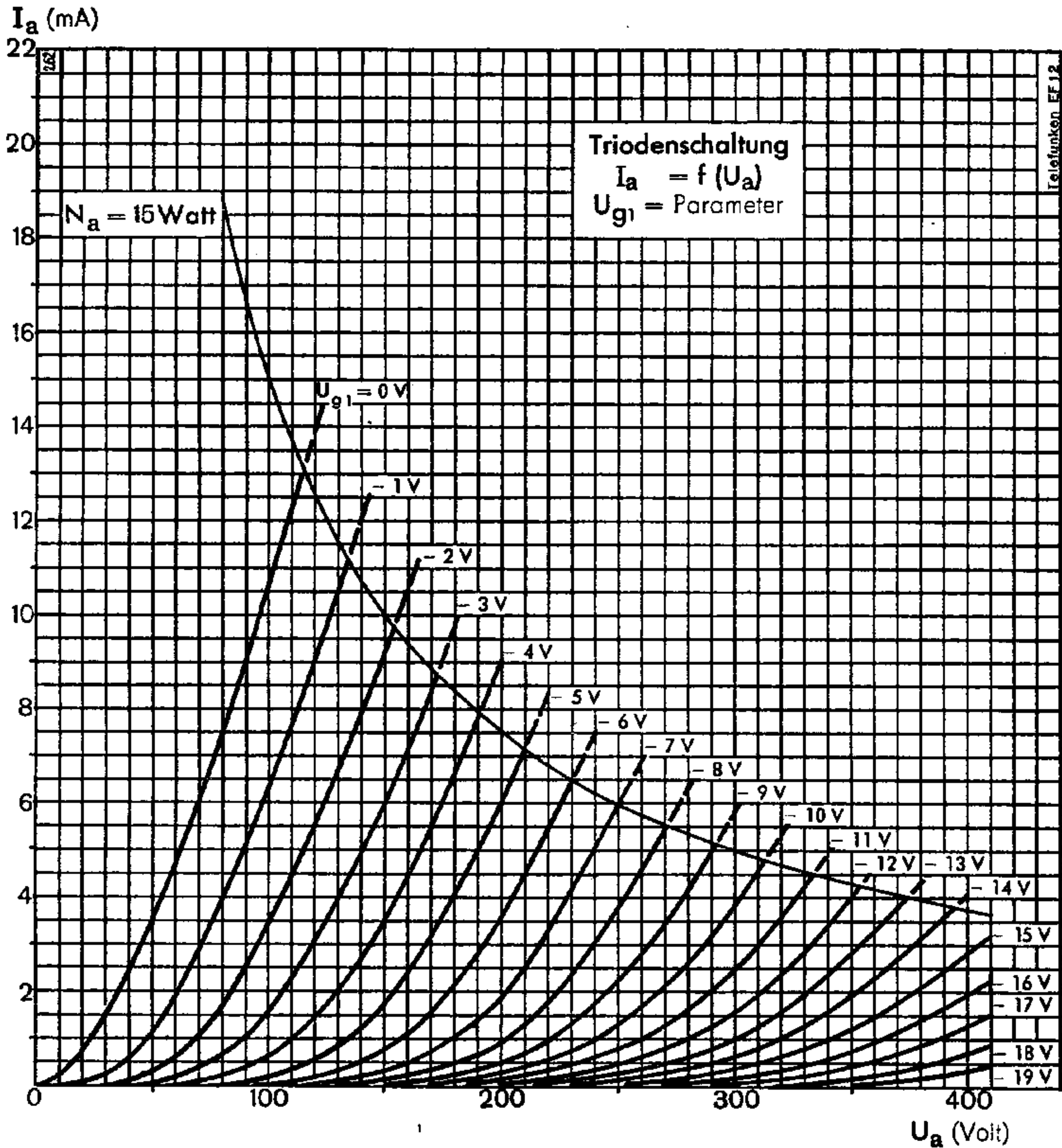
** Bei $U_f = 6,3$ V, $I_f = 200$ mA.

NF-Verstärkung mit Widerstandskopplung (Pentodenschaltung)

U_b	250			200			100			V
R_a^*	0,2	0,1	0,05	0,2	0,1	0,05	0,2	0,1	0,05	M Ω
R_{g2}	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,2	M Ω
I_a	1	1,5	2	0,6	1	1,25	0,3	0,5	0,65	mA
I_{g2}	0,3	0,5	0,7	0,2	0,3	0,4	0,1	0,17	0,22	mA
V_u	135	100	70	110	80	50	90	60	40	fach

* Gemessen bei $R_g = 0,7$ M Ω ($R_g \parallel R_a$).

EF 12



EF 12

