



Röhren-Dokumente

Regelpentode

EF 11

5 Blätter

FUNKWERK-Sammlung, Gruppe Röhrentechnik

Blatt 1

Allgemeines:

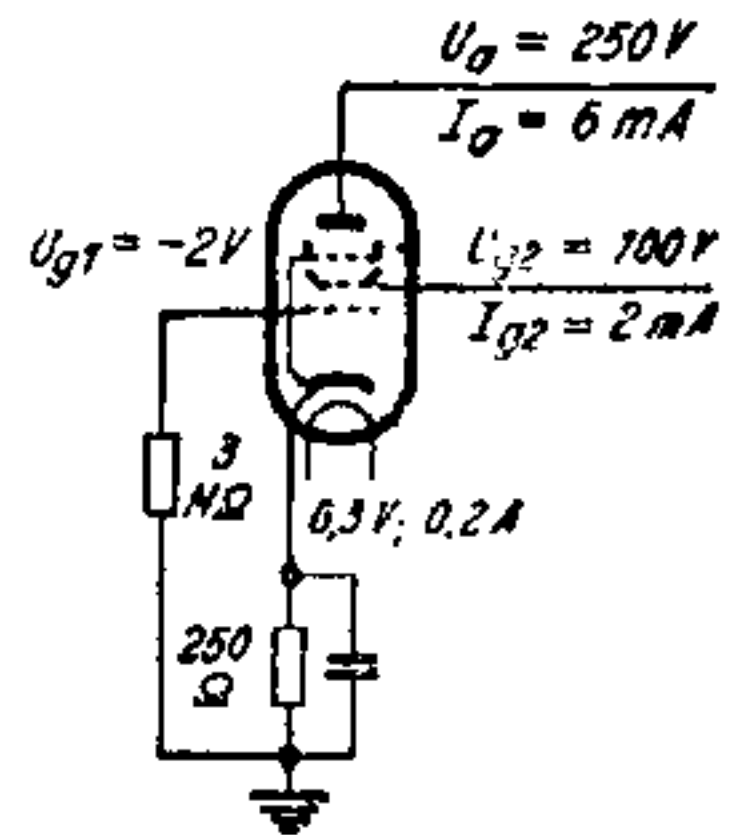
Stahlröhre Stahlmantel, Abschirmung und g_3 im Innern der Röhre mit k verbunden. Gute Regeleigenschaften und gute Steilheit bei geringem Anodenstrombedarf.

Heizung:

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

Meßwerte:

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



Betriebswerte:

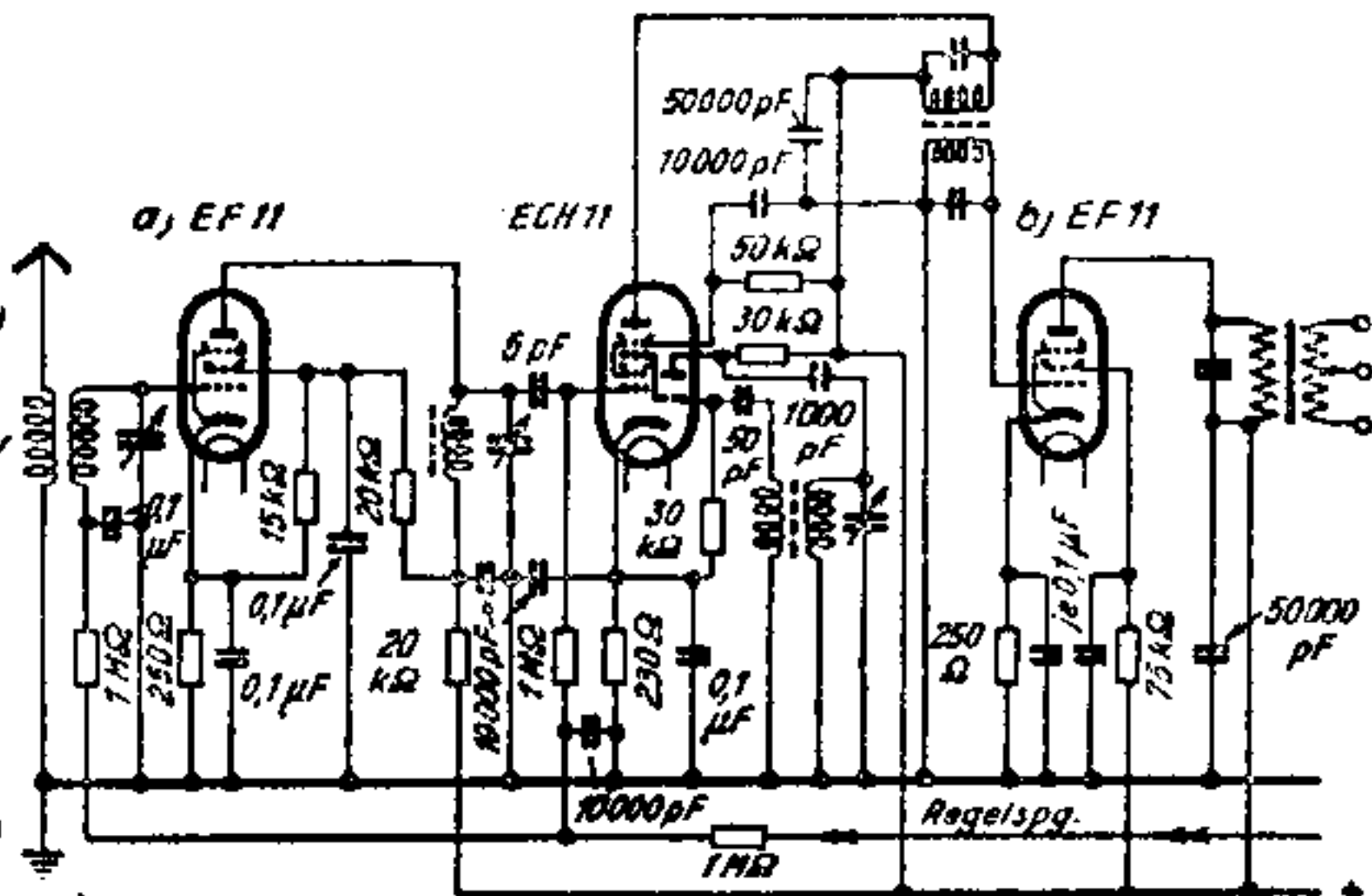
a. als Hf- und Zf-Regelröhre

α) Schirmgitterspannung fest

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

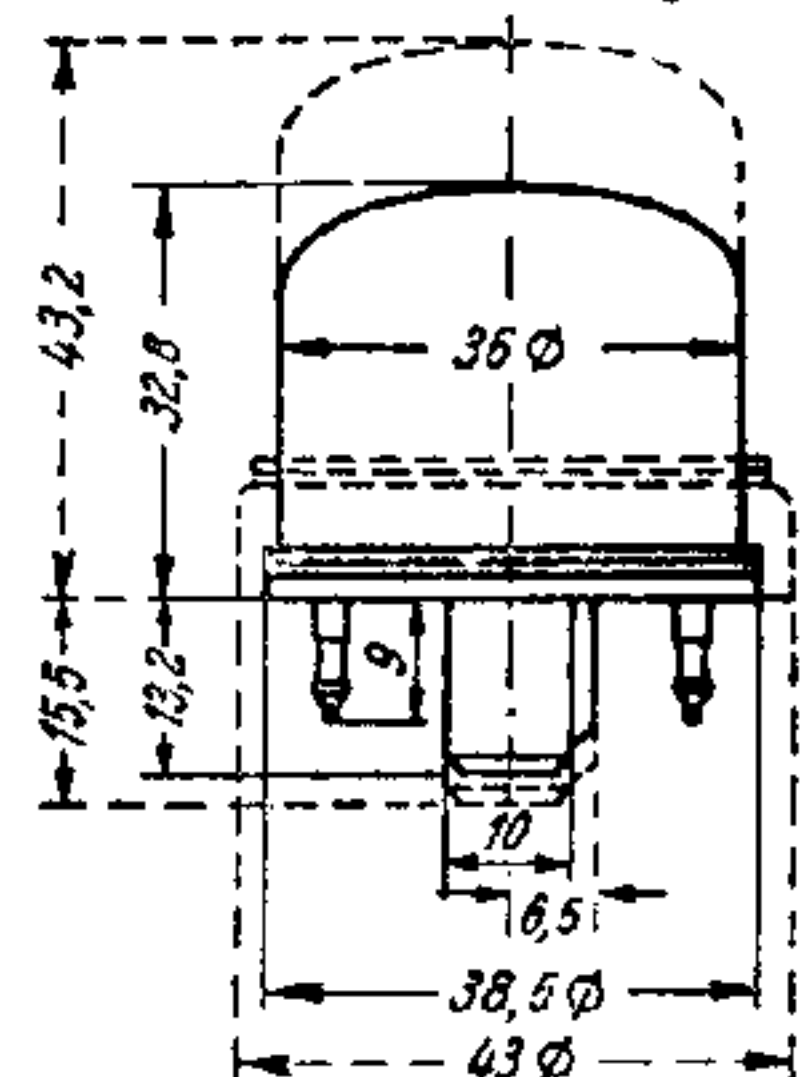
β) Schirmgitterspannung gleitend

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



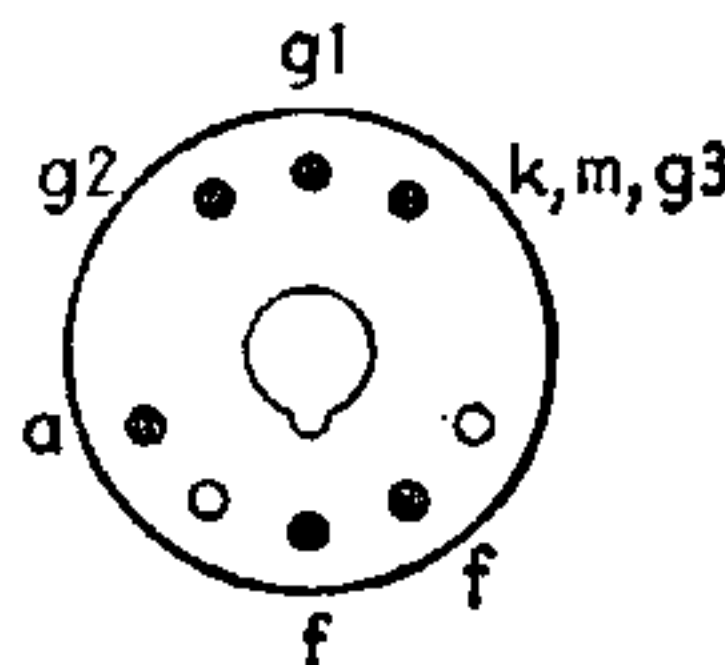
Schaltung der EF 11 a) als Hf-Regelröhre (feste Schirmgitterspannung) b) als Zf-Regelröhre (gleitende Schirmgitterspannung)

Kolbenabmessungen



Gestrichelt: Ältere Ausführung Ausgezogen: Neue Ausführung

Socket von unten gesehen



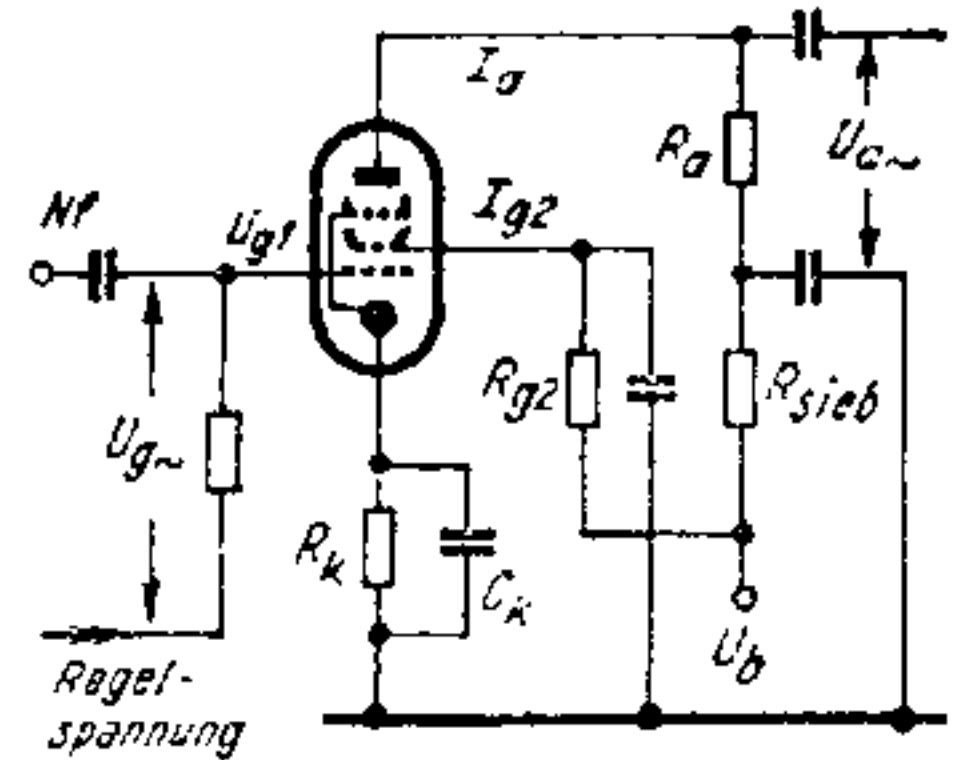
Betriebswerte (Fortsetzung)

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

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

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

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



Schaltung der EF11 als NF-Regelröhre

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

c. als Regeltriode (g_2 an a):

Anodenspannung	U_a	200	250	100	Volt
Anodenwiderstand	R_a	-	200	-	k Ω
Gittervorspannung	U_{g1}	-6,5	-2 -40	-2 -15	Volt
Katodenwiderstand	R_k	0,68	1,0	0,25	k Ω
Anodenstrom	I_a	10	1,1 0,1	8 0,05	mA
Steilheit	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 ¹⁾	200	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \max$	550	550	Volt
Schirmgitterspannung ($I_a = 6 \text{ mA}$)	$U_{g2} \max$	125	-	Volt
($I_a \leq 3 \text{ mA}$)	$U_{g2} \max$	300	-	Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L} \max$	550	-	Volt
Anodenverlustleistung	$Q_a \max$	2	2	Watt
Schirmgitterverlustleistung	$Q_{g2} \max$	0,3	-	Watt
Innenwiderstand				
bei $I_a = 6 \text{ mA}$, $U_{g2} = 100 \text{ V}$ u. $U_a = 250 \text{ V}$:	$R_i \min$	1,5	-	M Ω
$U_a = 200 \text{ V}$:	$R_i \min$	1,5	-	M Ω
$U_a = 100 \text{ V}$:	$R_i \min$	0,3	-	M Ω
Katodenstrom	$I_k \max$	10	10	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1} \max$	3	3	M Ω
Gitterstrom - Einsatzpunkt				
bei $I_{g1} \leq 0,3 \mu\text{A}$ ist U_{g1} nie negativer als -1,3 Volt				
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k} \max$	100	100	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht	$R_{f/k} \max$ ²⁾	20	20	k Ω

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

²⁾ Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden 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/Gitter1	$C_{f/g1}$	<0,03	pF

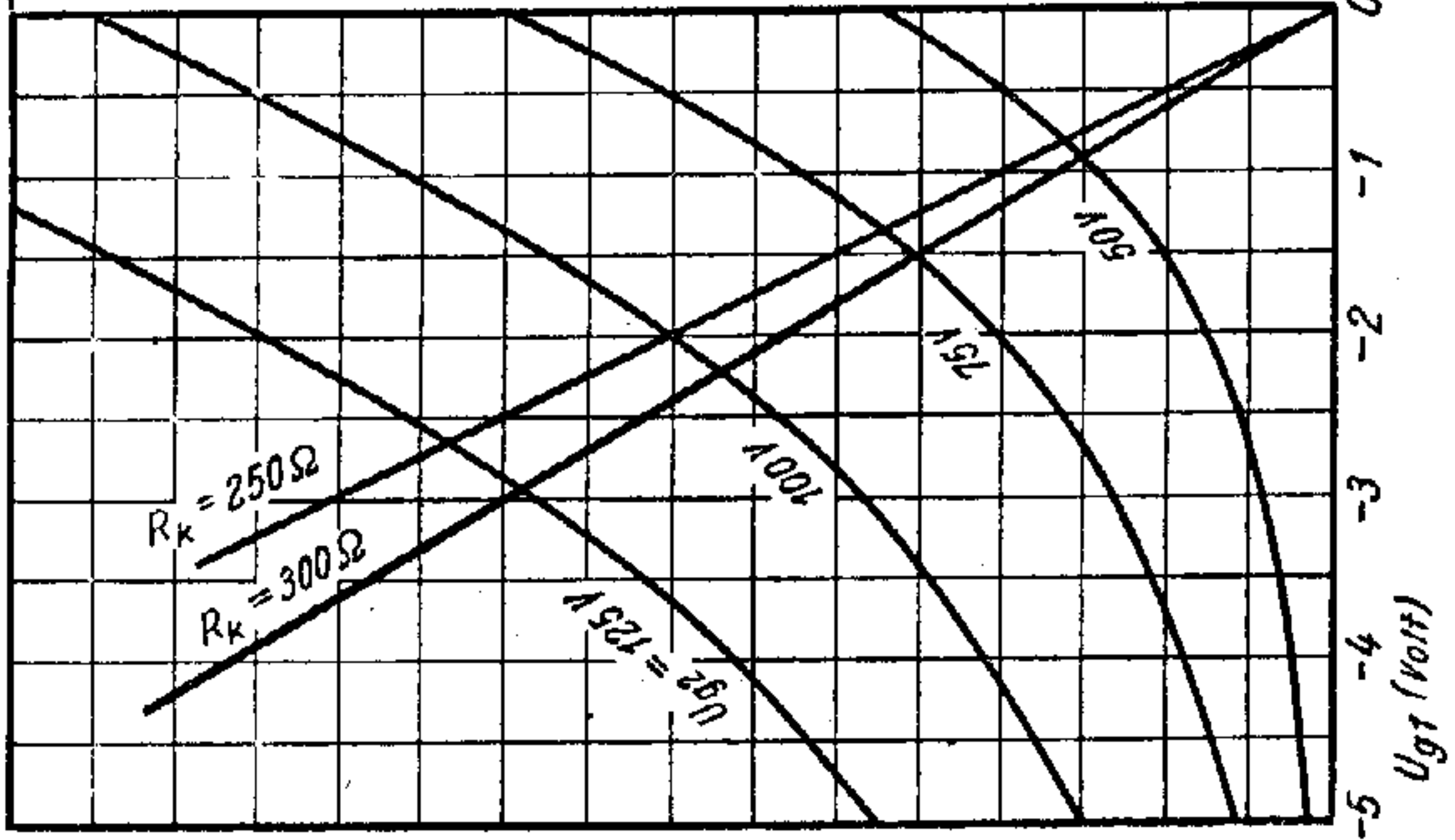
Fritz Künze

Kennlinienfeld 1

$I_k = f(U_{g1})$

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

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

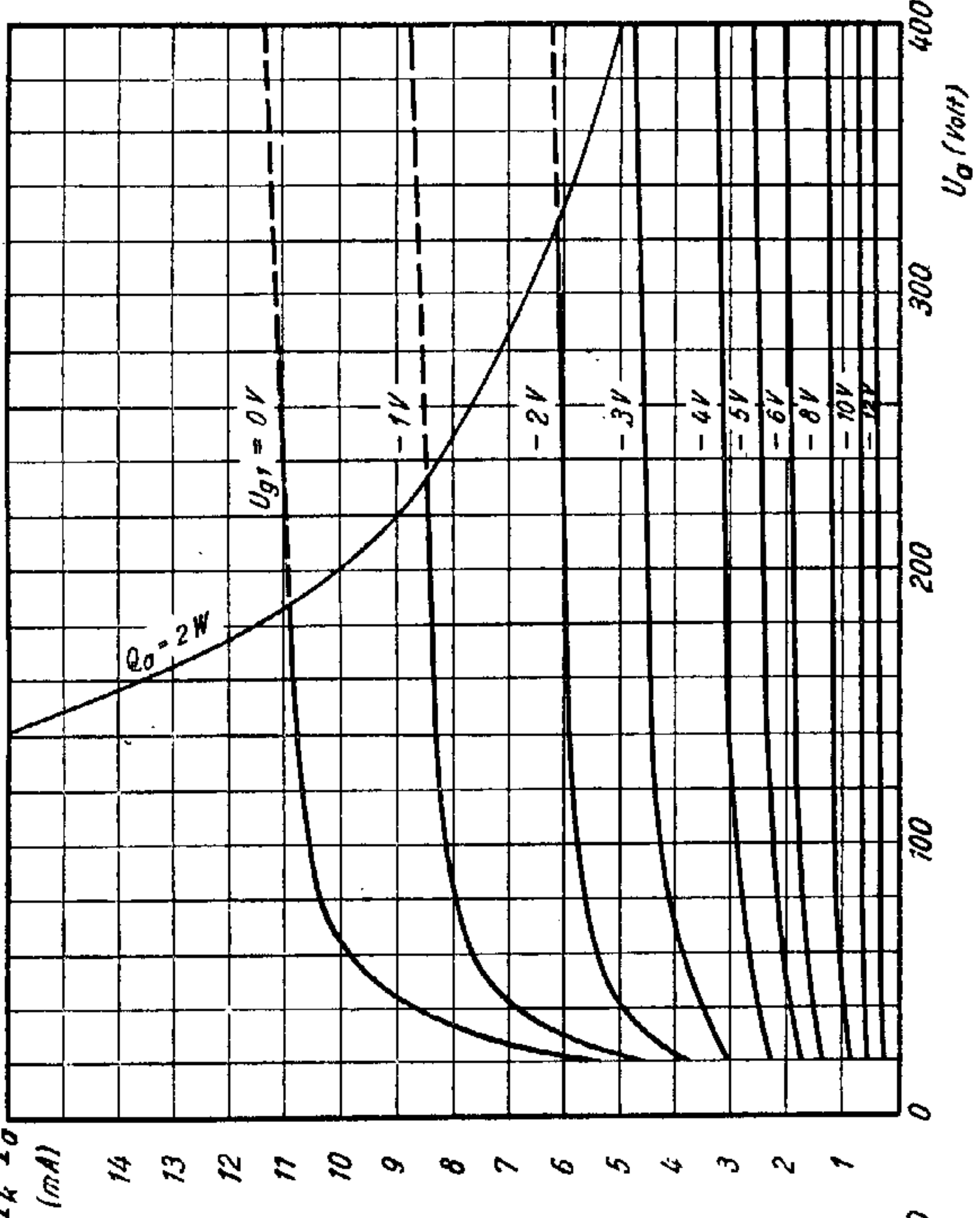


Kennlinienfeld 2

$I_a = f(U_a)$

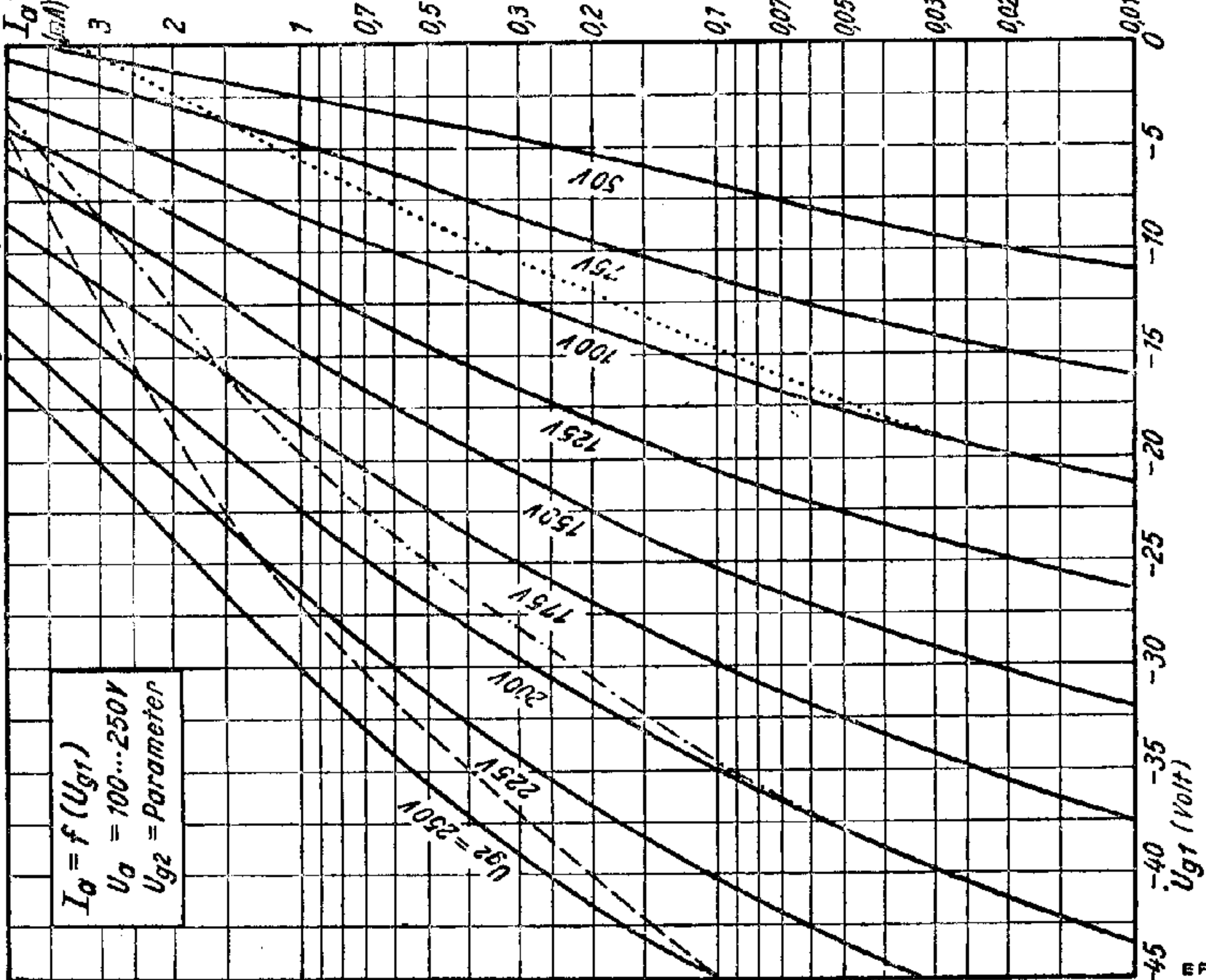
$U_{g2} = 100 \text{ Volt}$

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



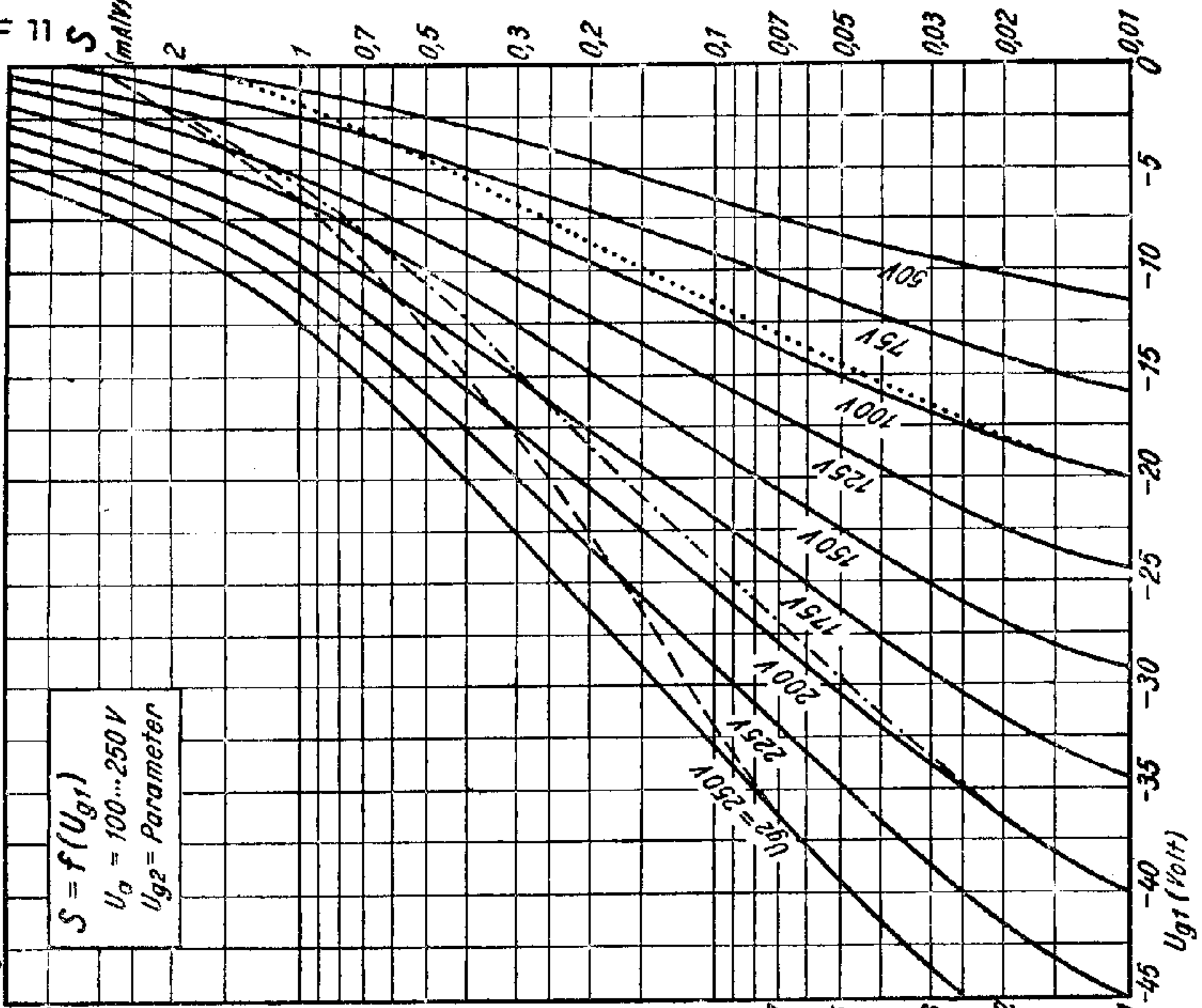
Kennlinienfeld 3

Arbeitskennlinienverlauf:
 --- $U_b = 250V, R_{g2} = 75k\Omega;$
 - - - $U_b = 200V, R_{g2} = 50k\Omega;$



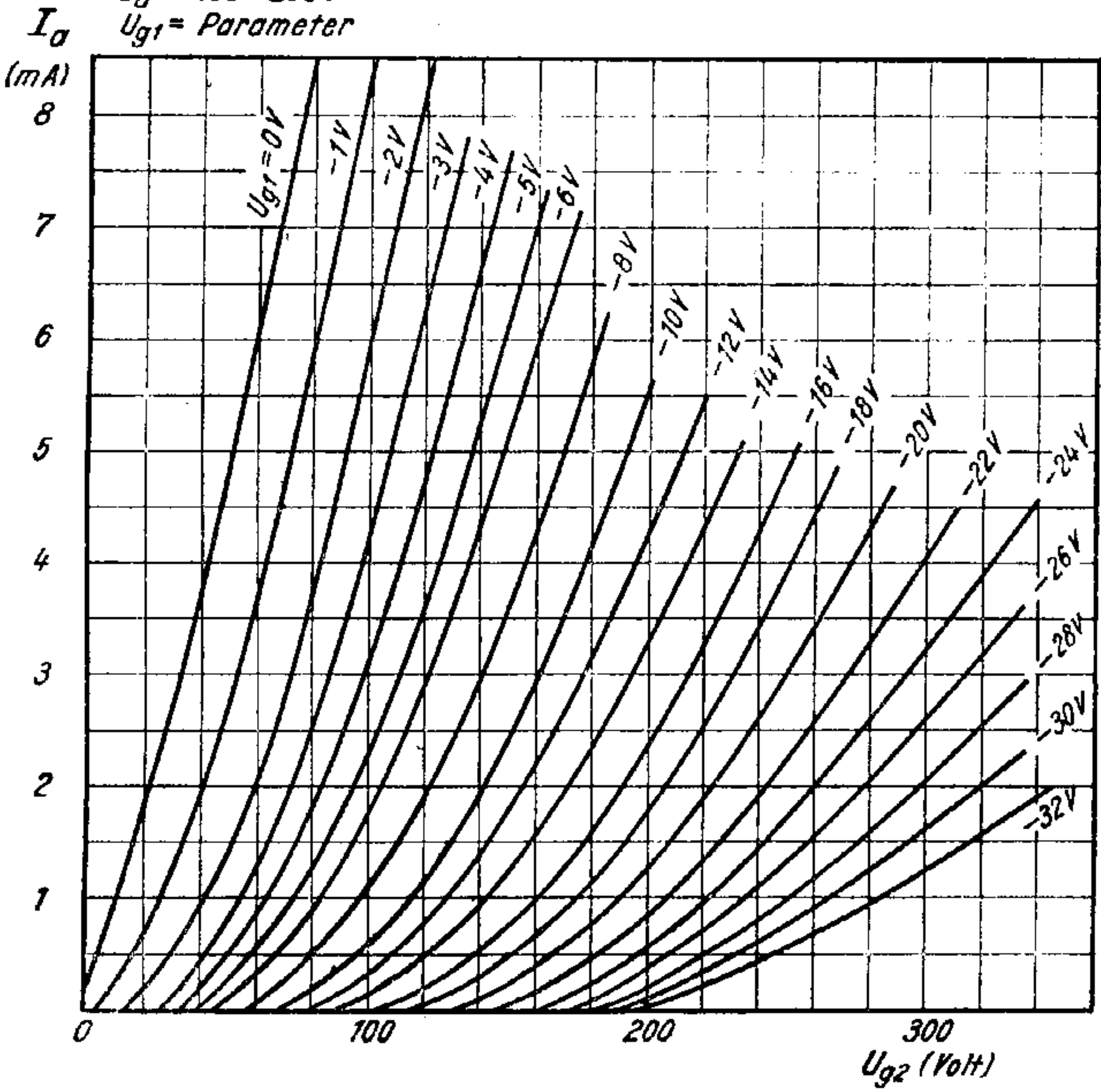
Kennlinienfeld 4

Arbeitskennlinienverlauf:
 $U_b = 100V, R_{g2} = 50k\Omega;$



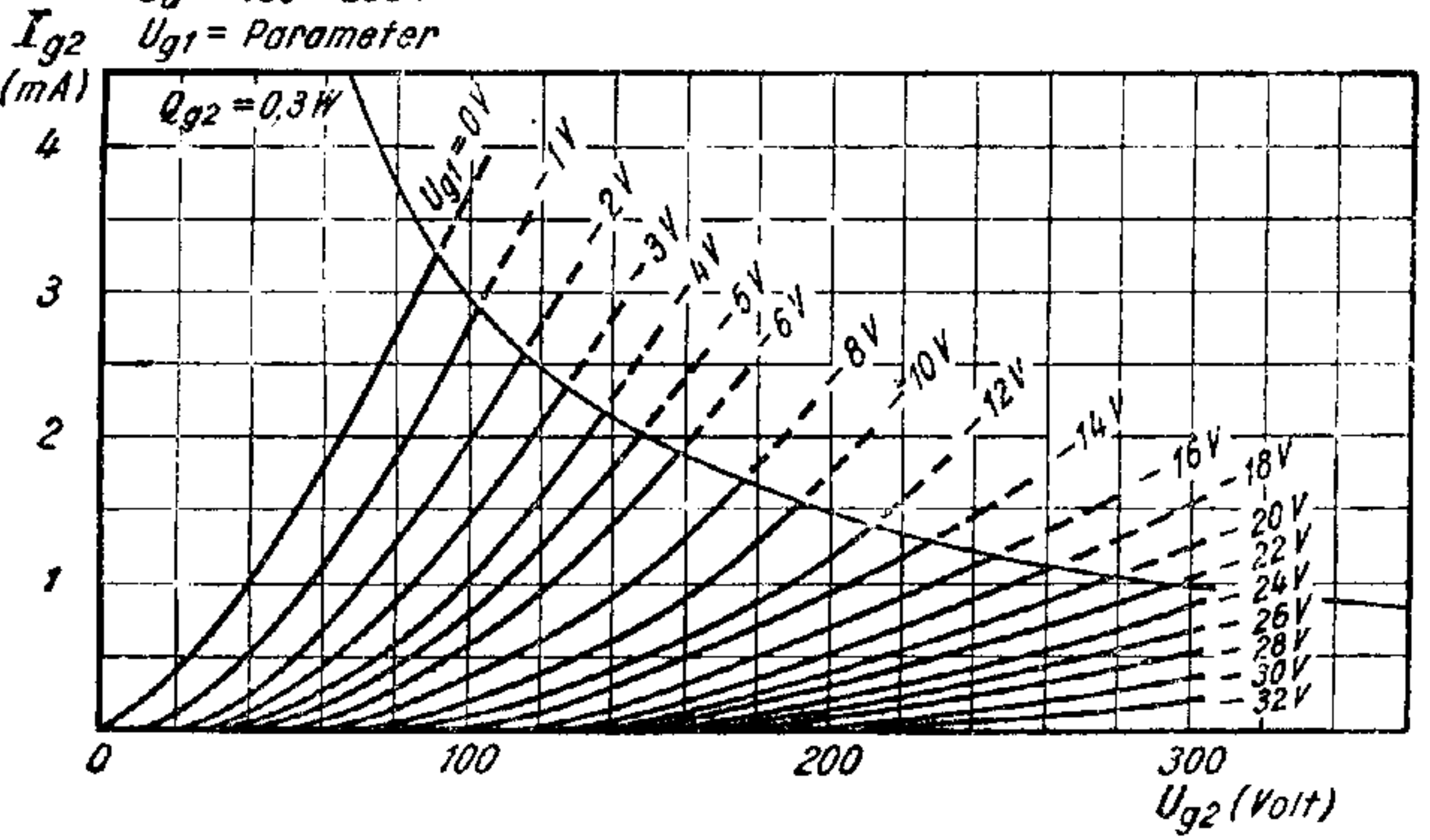
Kennlinienfeld 5

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



Kennlinienfeld 6

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



Steilheitskennlinien

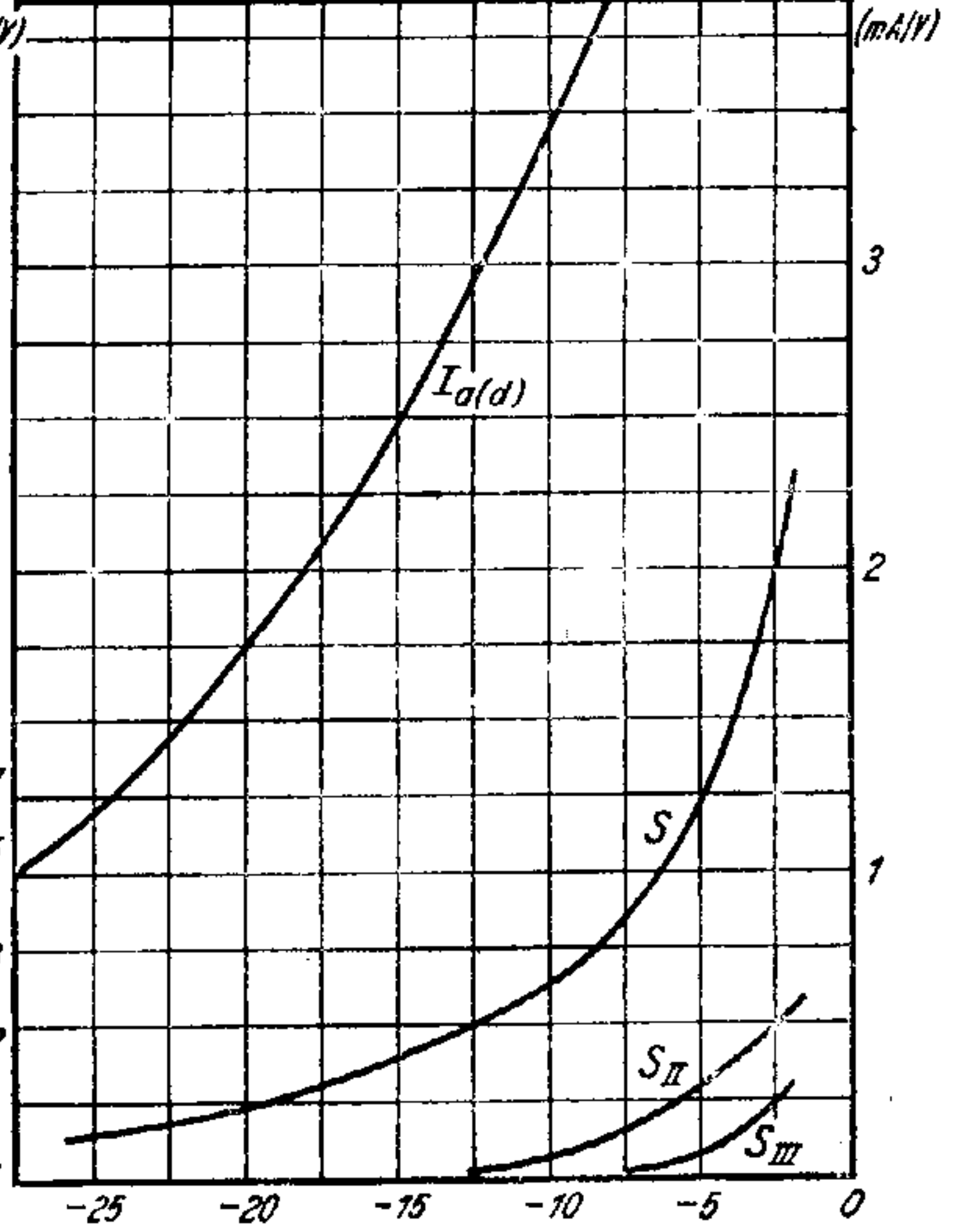
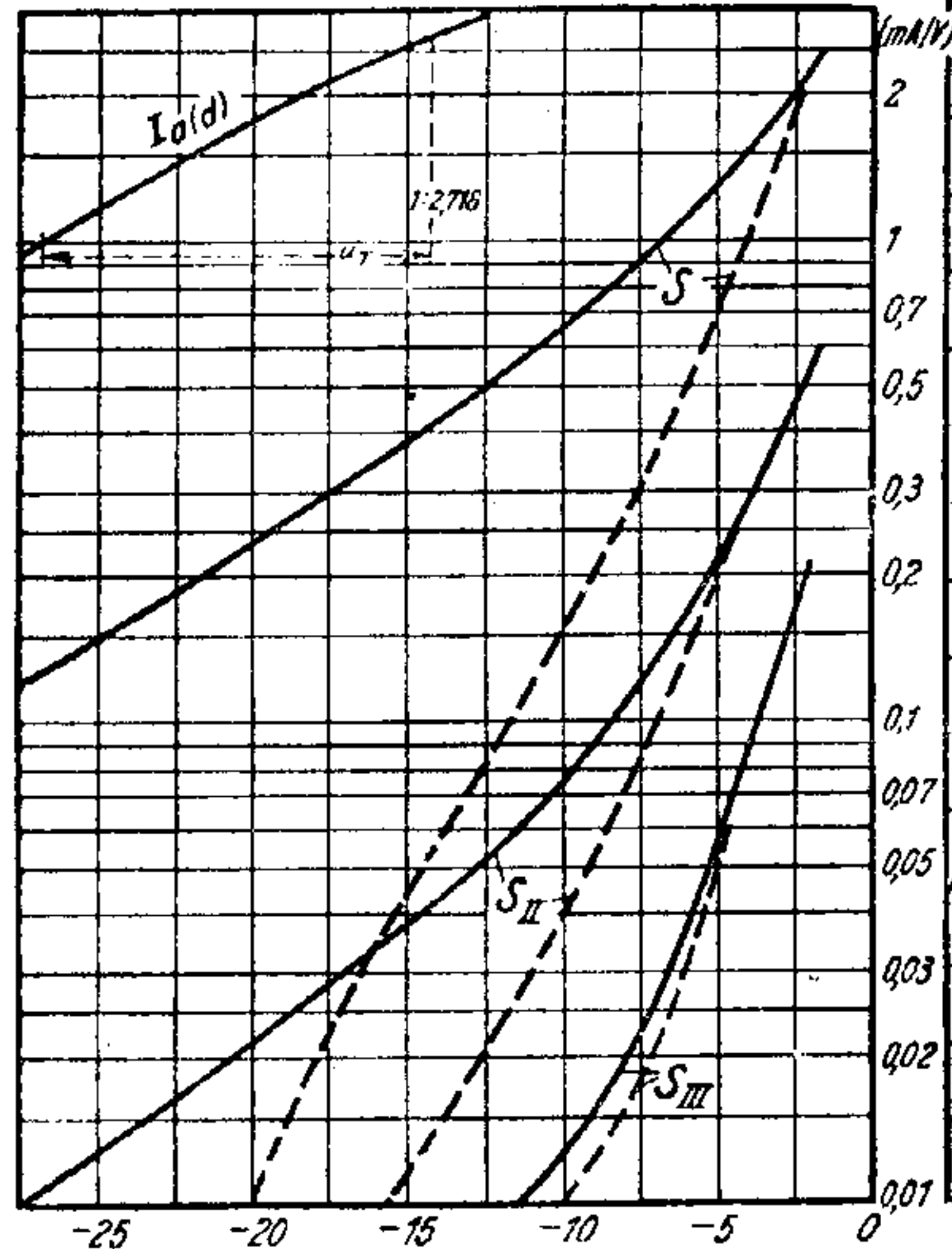
$I_a(d), S, S_{II}, S_{III} = f(U_{g1})$

I_a (mA) Kennlinienfeld 8

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

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

Kennlinienfeld 7
in halblogarithmischem Maßstab

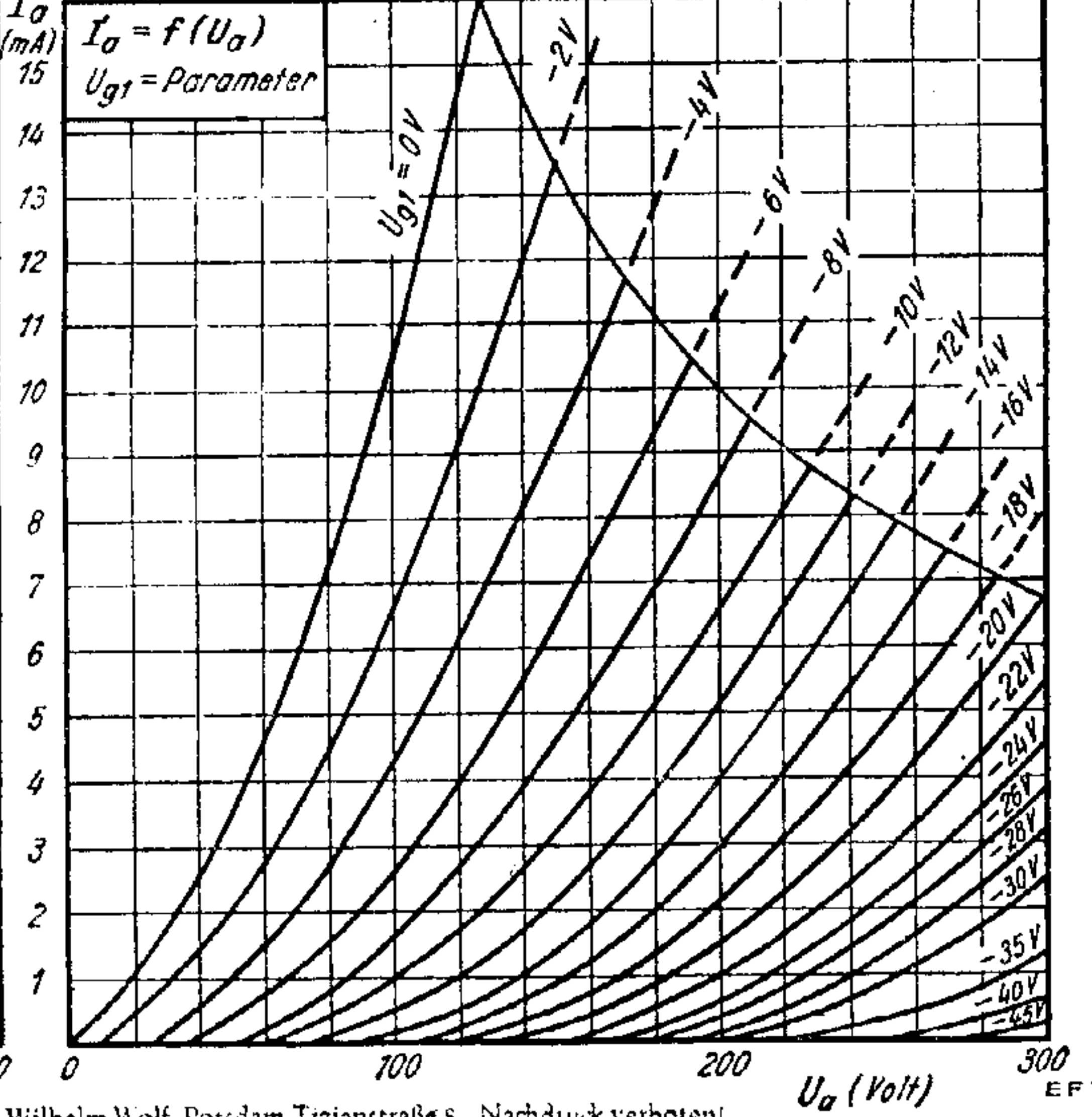
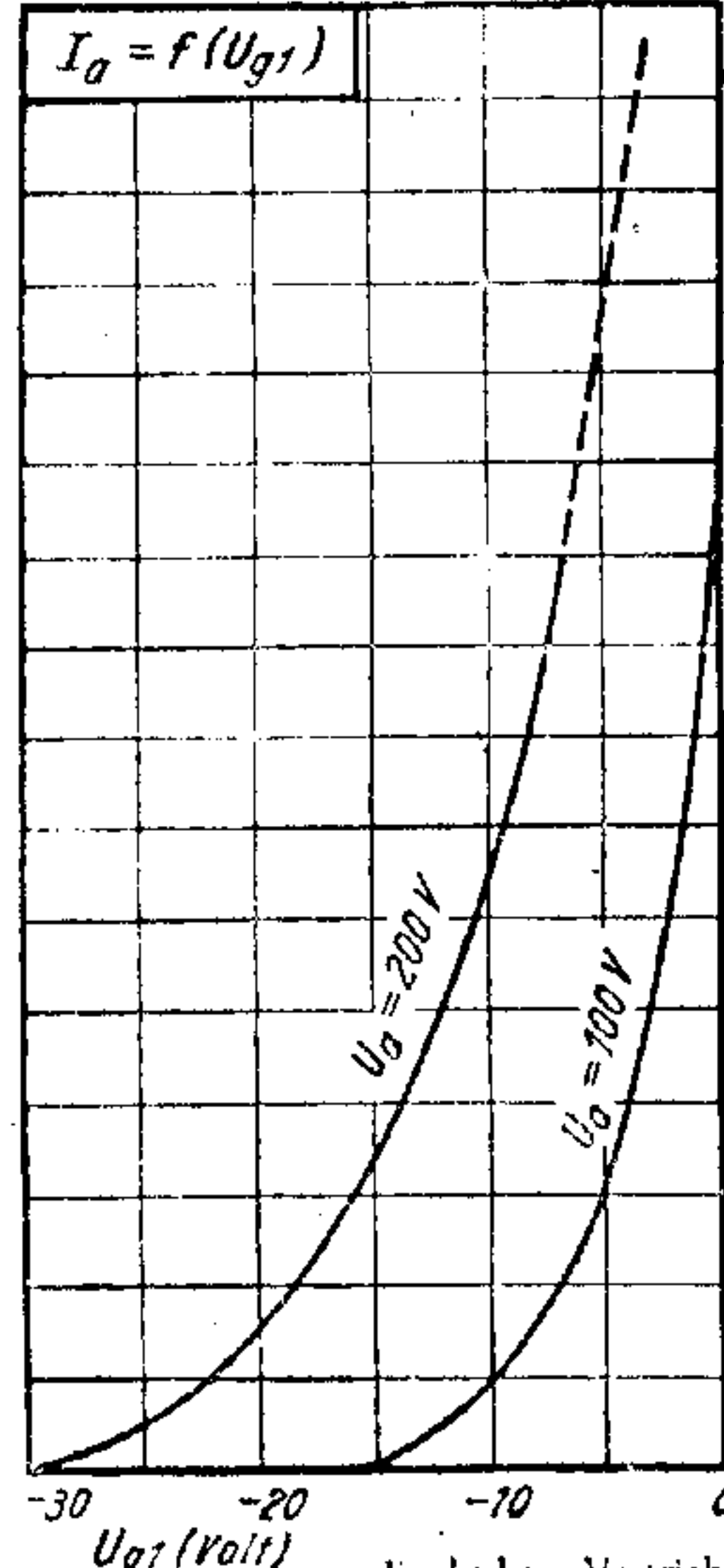


U_{g1} (Volt) — bei gleitender Schirmgitterspannung
--- bei $U_{g2} = 100$ Volt

EF 11 in Triodenschaltung

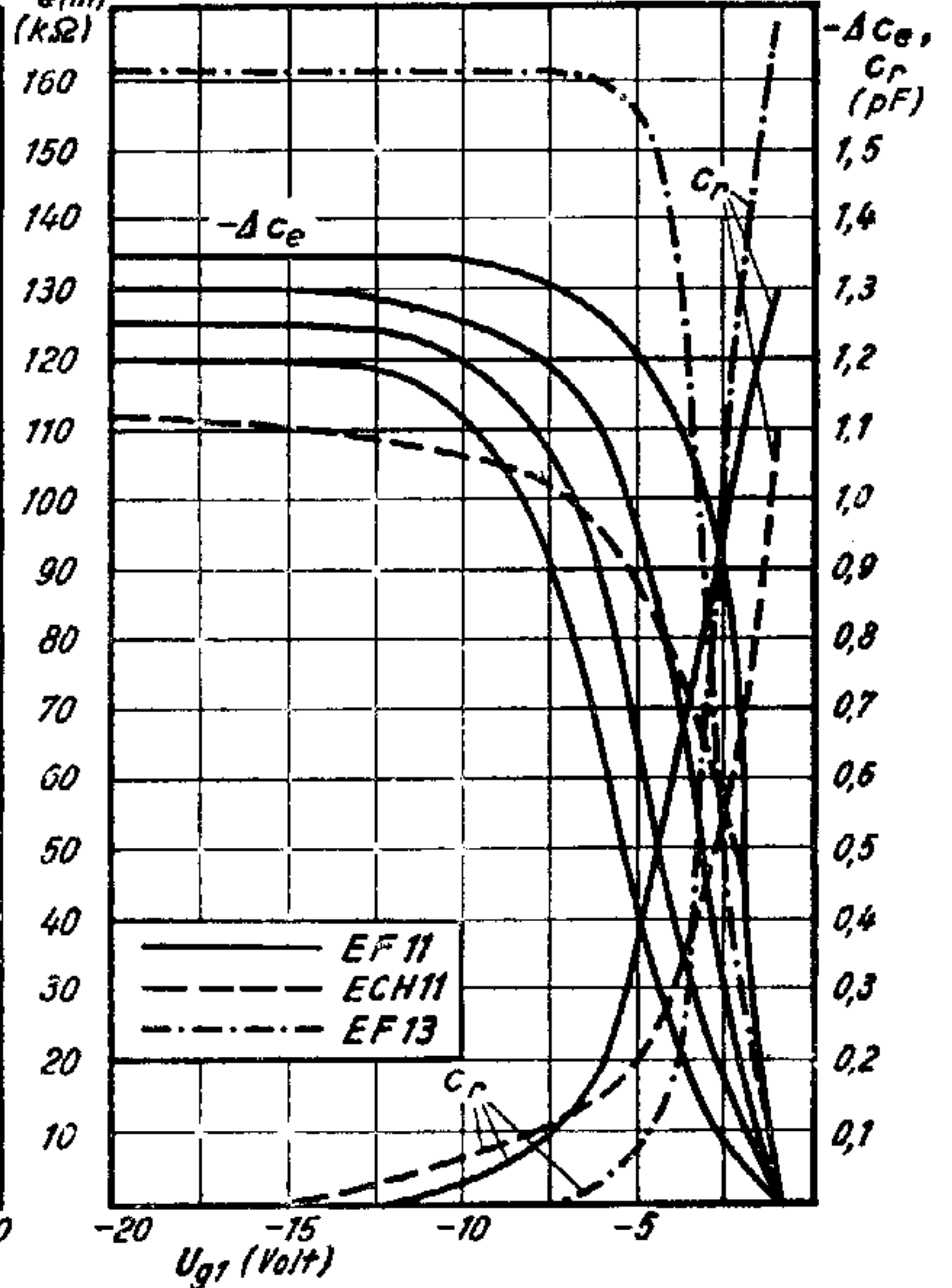
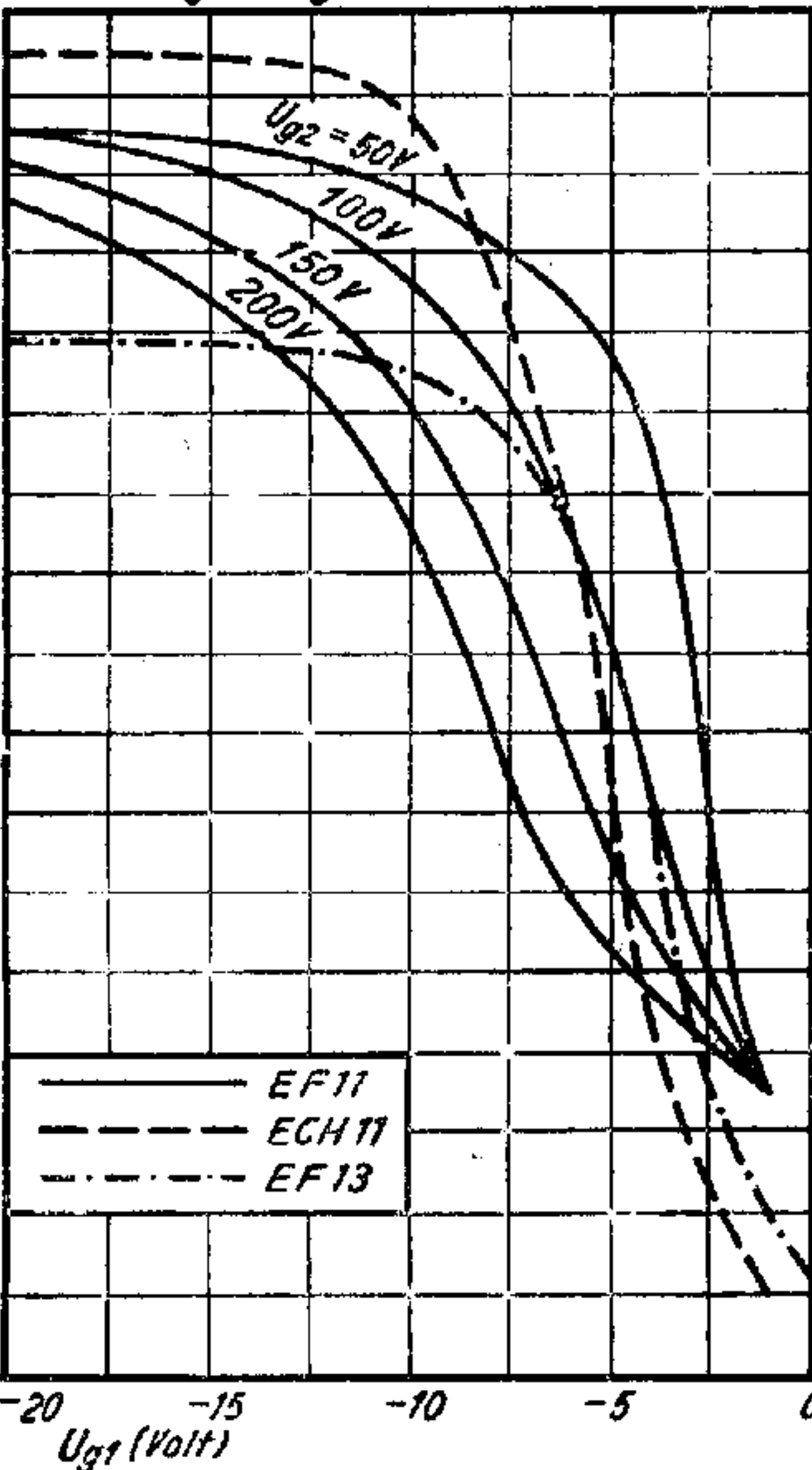
Kennlinienfeld 9

Kennlinienfeld 10



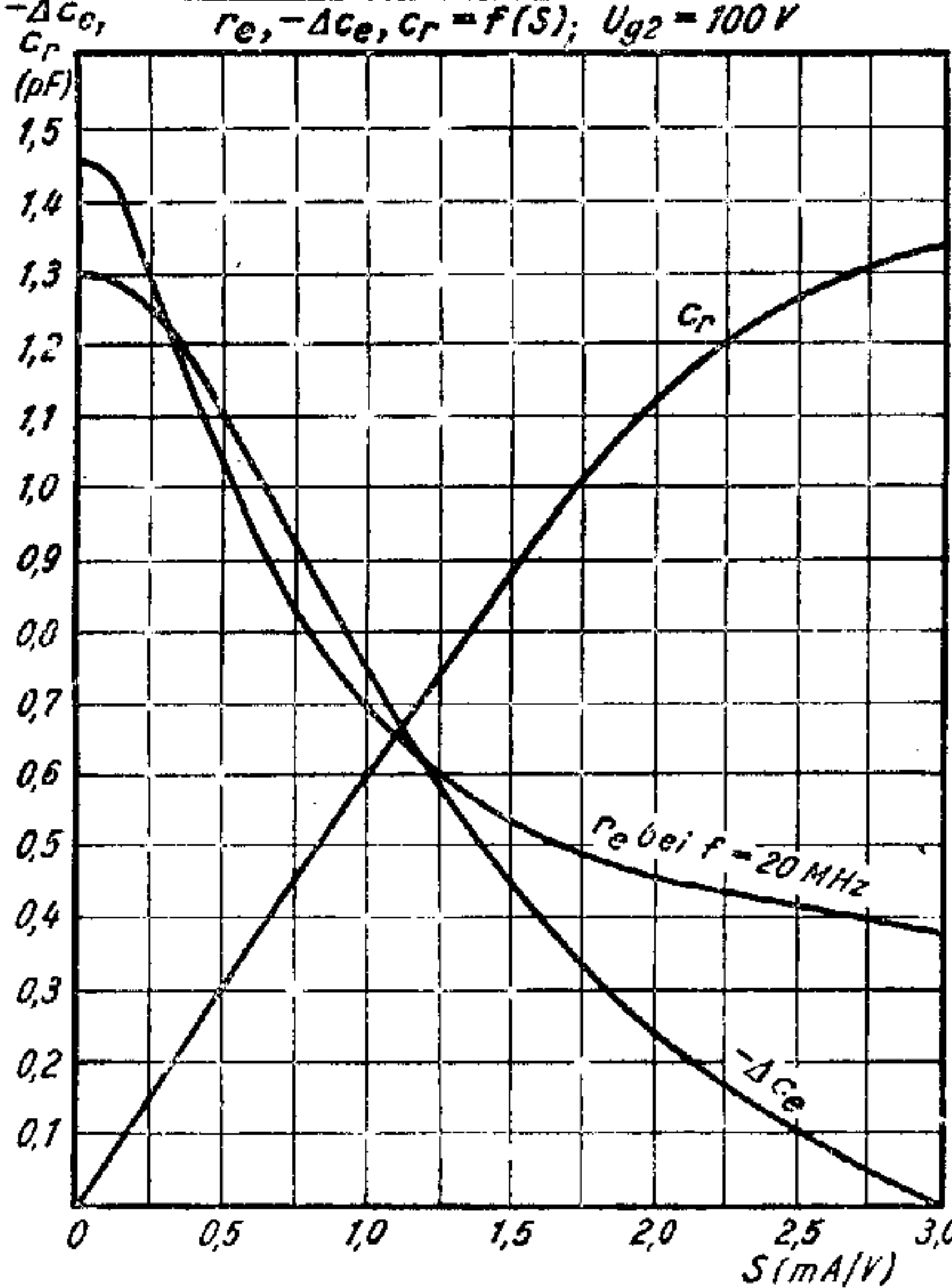
$r_e = f(U_{g1}); U_{g2} = 100V; f = 20\text{ MHz}$

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



Kennlinienfeld 13

$r_e, -\Delta C_e, C_r = f(S); U_{g2} = 100V$



Eingangswiderstand r_e :
 Es ist bei gegebener Wellenlänge λ_x (meter):

$$r_e(x) = r_e(m) \cdot \frac{\lambda_x}{165}$$
 r_e liegt parallel dem Kreiswiderstand R_{kr} .

Wirksame Eingangskapazität ΣC_e
 liegt parallel dem Abstimmkreis und verstimmt ihn.
 Es ist $\Sigma C_e = C_{g1k} + C_{g1m} + C_{g1f} + C_{g1g3} + C_{g1g2} + C_r$. Die Raumladungskapazität C_r ändert sich beim Regeln; bei negativer werdender Gitterspannung wird C_r kleiner. Die wirksame Eingangskapazität ΣC_e wird durch C_r um den Betrag ΔC_e verkleinert. Es ist $C_r =$ der Differenz von $-\Delta C_e$ bei voller Regelung und $-\Delta C_e$ im jeweiligen Arbeitspunkt. Durch Ankopplung des Abstimmkreises über einen Kondensator $C_{\bar{u}}$ kann man die Verstimmung verringern. Es ist der Kopplungsgrad

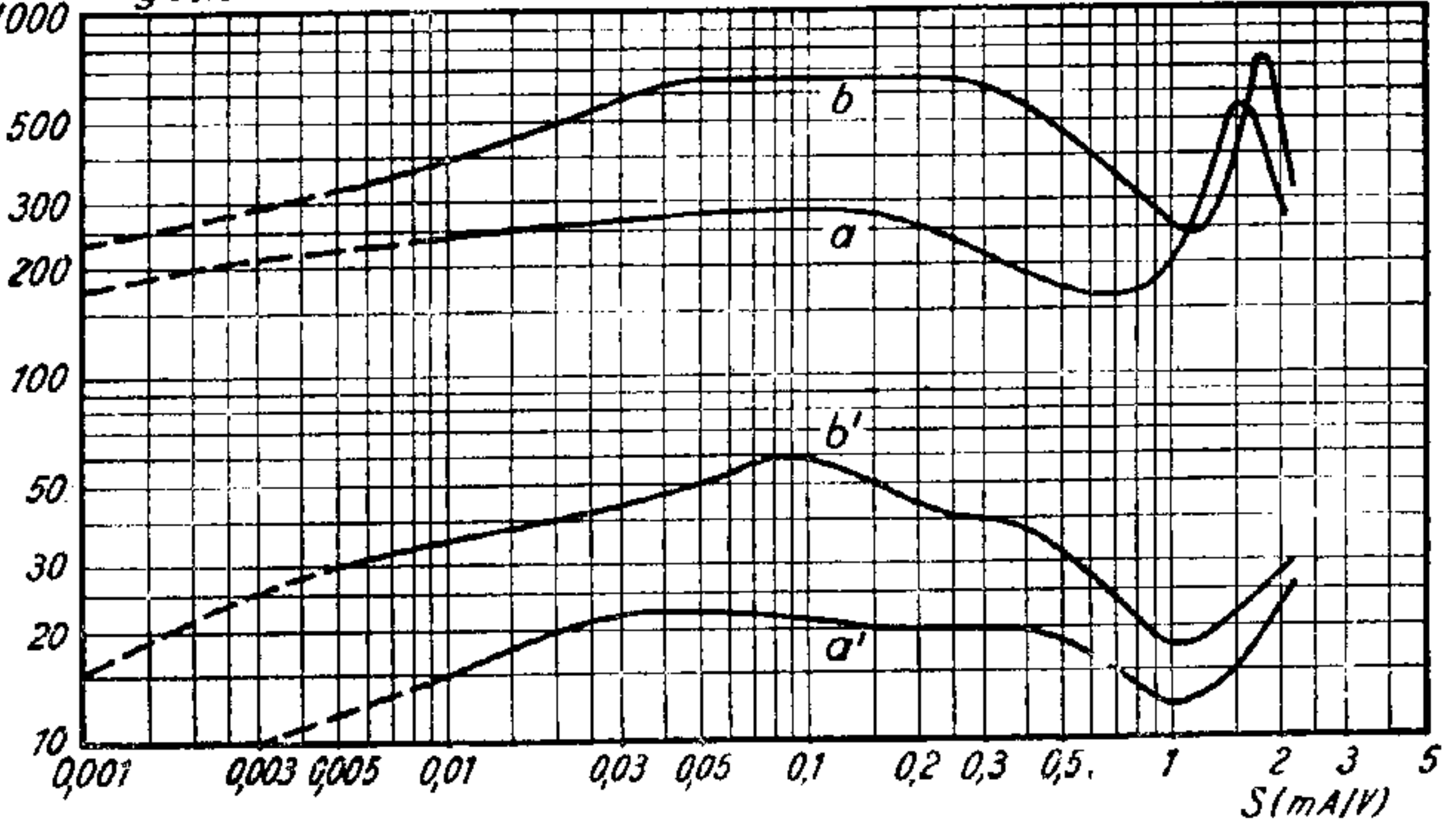
$$K = \frac{C_{\bar{u}}}{C_{\bar{u}} + \Delta C_e}$$

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

Kennlinienfeld 14

$U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$

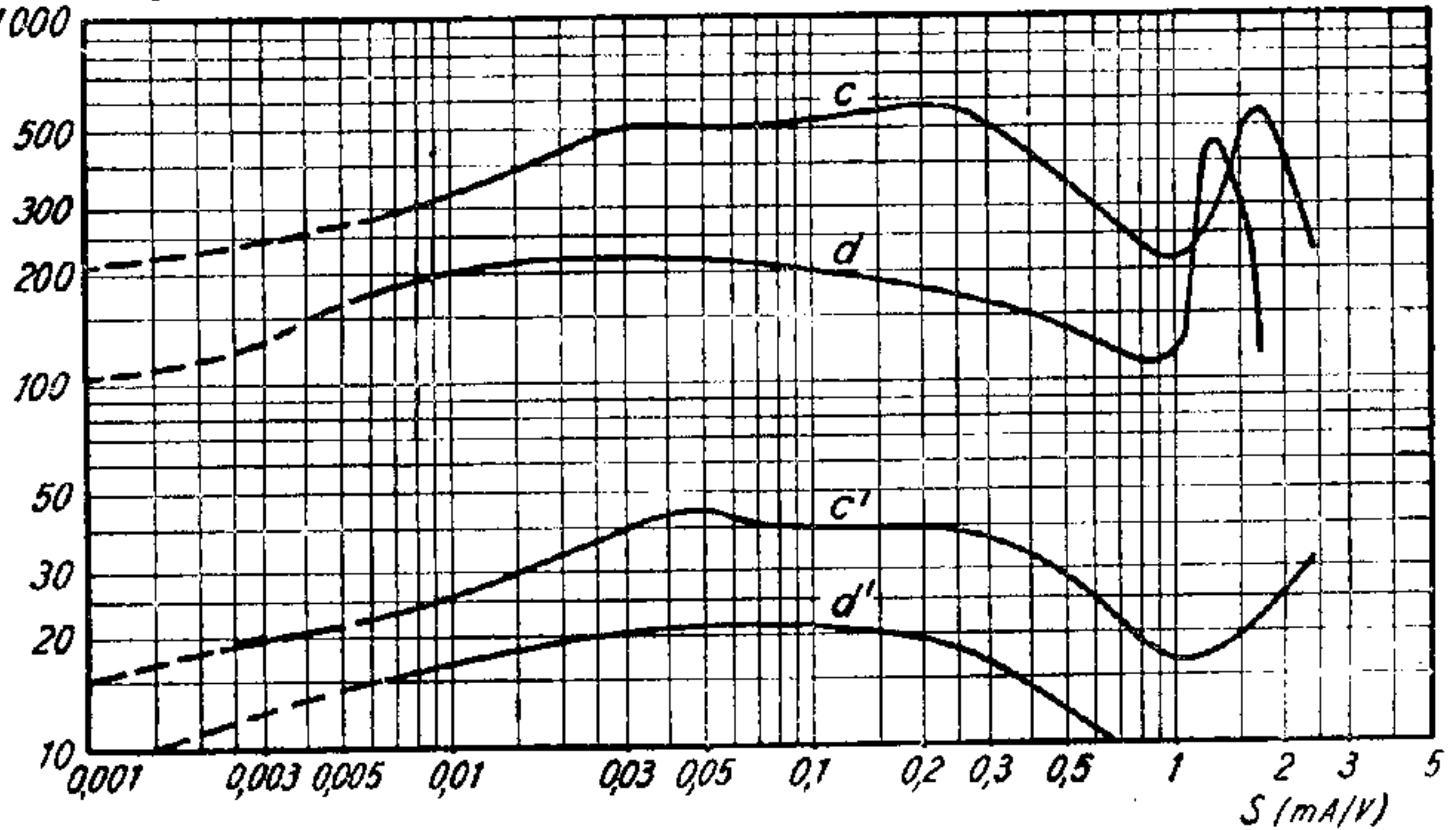
$U_{g\sim\text{Stör eff}}$
(mV) 1000



Kennlinienfeld 15

$U_{g\sim\text{Stör eff}} = f(S)$

$U_{g\sim\text{Stör eff}}$
(mV) 1000



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
---------------------------	---------------------------	---

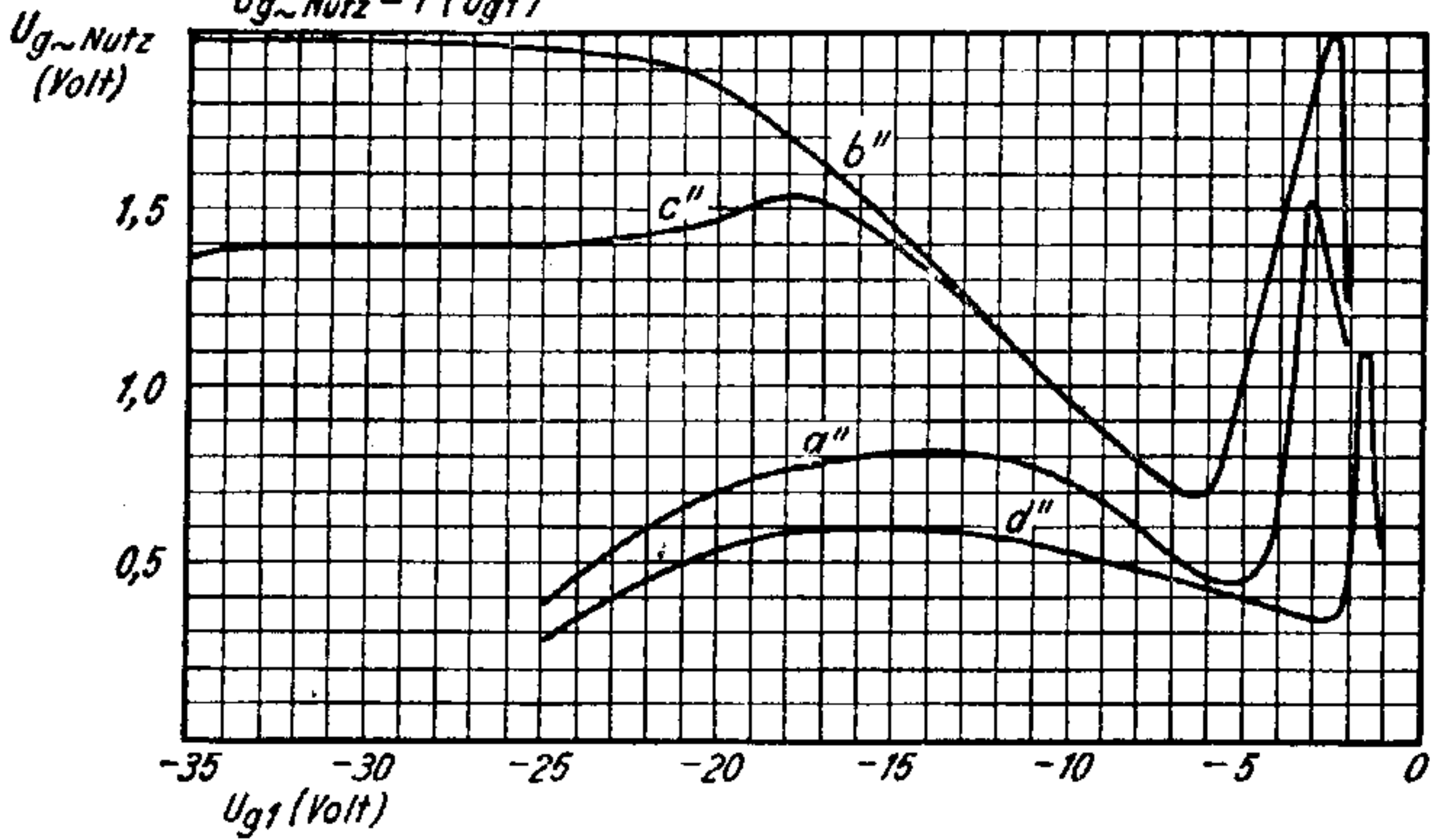
- $U_b = 100 \dots 250 \text{ V}, U_{g2} = 100 \text{ V} \dots a$ a' a''
- $U_b = 250 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 25 \text{ k}\Omega \dots b$ b' b''
- $U_b = 200 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 50 \text{ k}\Omega \dots c$ c' c''
- $U_b = 100 \text{ V}, \text{ gleitende Schirmgitterspannung über } R_{g2} = 50 \text{ k}\Omega \dots d$ d' d''

Zulässige Gitterwechselspannung

Erklärung siehe auf Blatt 4, Rückseite

Kennlinienfeld 16

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

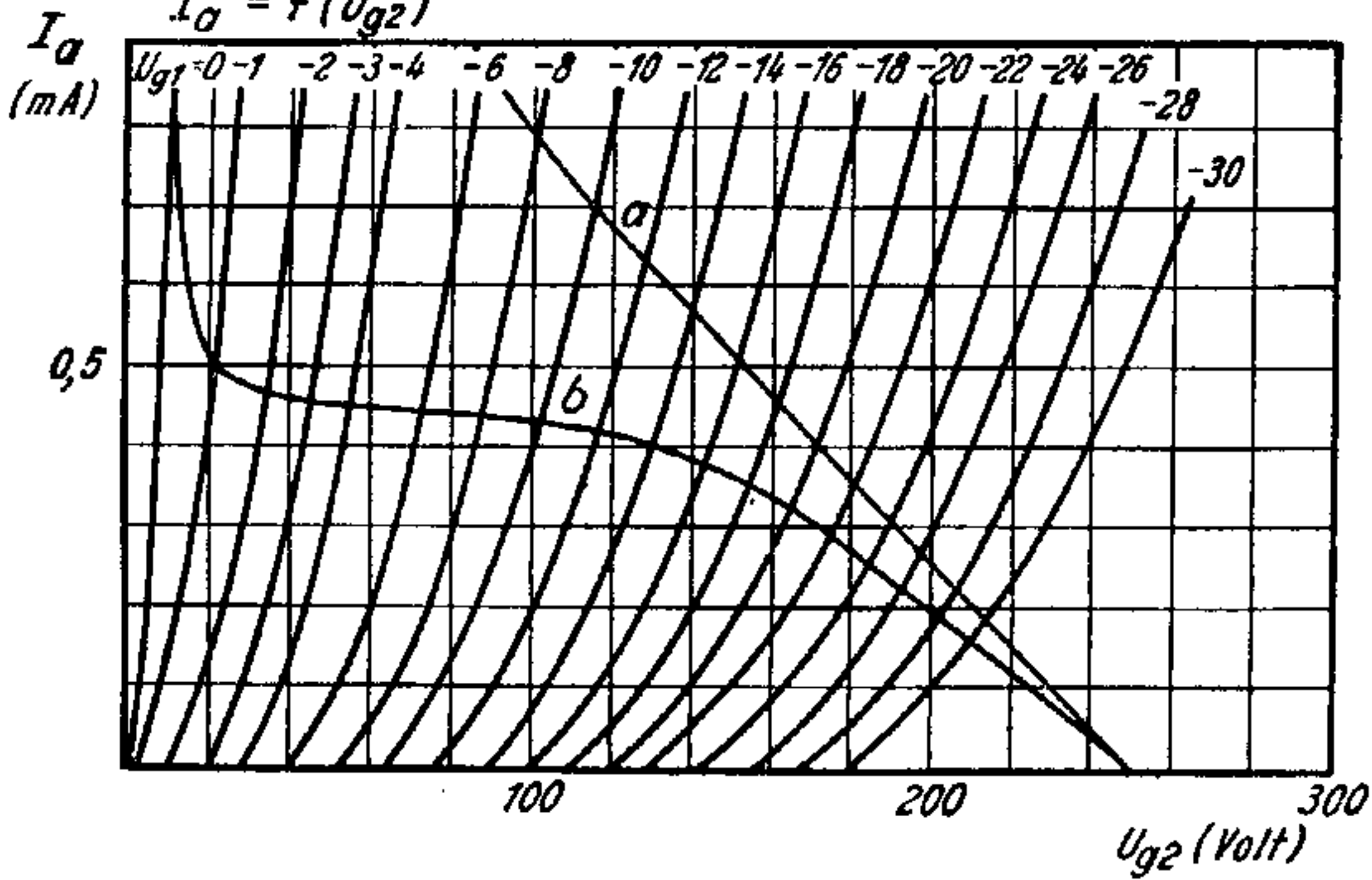


Doppelt gleitende Schirmgitterspannung

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

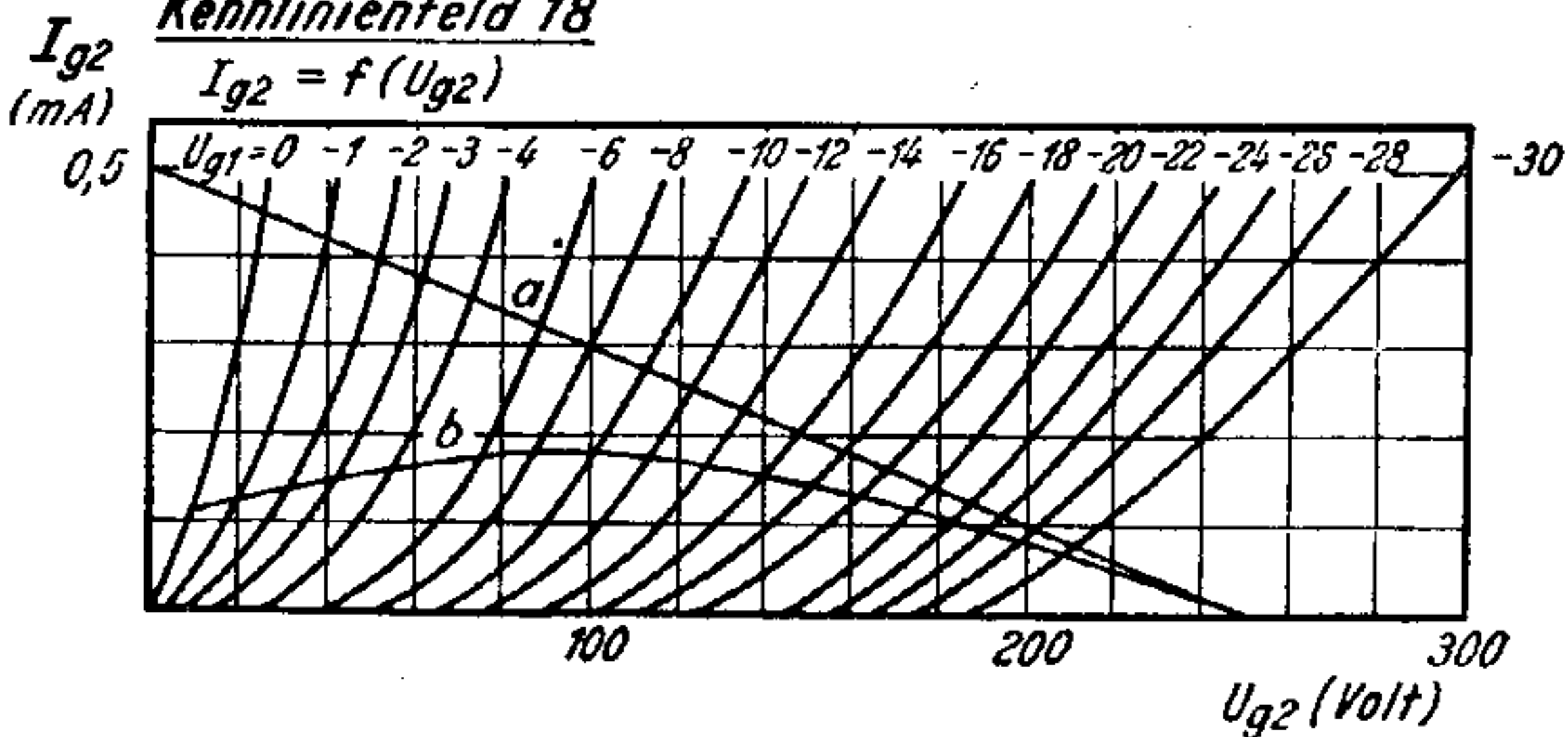
Kennlinienfeld 17

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



Kennlinienfeld 18

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



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

6,3 V \cong 200 mA
indirekt

Stahlröhre

Regelpentode / Fünfpol-Regelröhre

Anwendung: Regelbare HF- oder ZF-Verstärkung. Für Wechselstromnetzempfänger, Allstrom- und Autoempfänger geeignet.

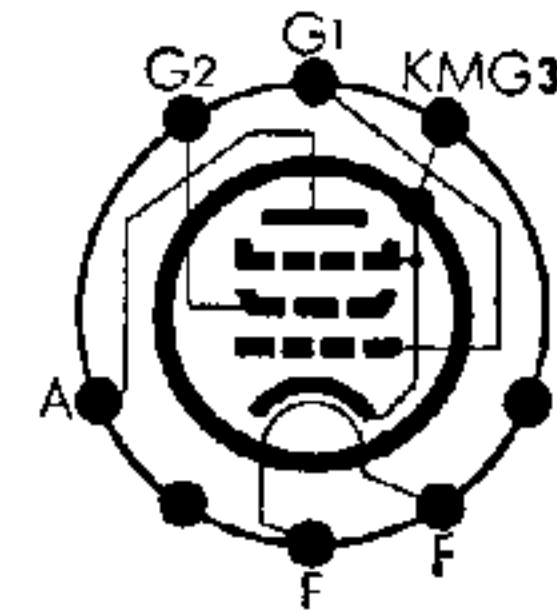


Bild 328. Sockelschaltung für EF 11

Eigenschaften: Kleine Heizleistung, kleine Abmessungen. Günstigste Regeleigenschaft mit guter Anpassungsfähigkeit durch gleitende Schirmgitterspannung. Geringer Anodenruhestrom und großer Regelbereich (optimaler Regelbereich 1:200 mit 18 V Regelspannung bei fester bzw. bis zu 50 V Regelspannung bei gleitender Schirmgitterspannung. Opt. Regelbereich 1:300 bei fester Schirmgitterspannung mit 20 V, bei gleitender 1:500 mit 50 V Regelspannung). Hoher Innenwiderstand und kleinste Gitter-Anode-Kapazität sichern vorzügliche Verstärkungseigenschaften (auch im Kurzwellengebiet).

Aufbau: Indirekt geheizt, Sparkathode, Systemaufbau wie AF 3 bzw. CF 3, jedoch in waagerechter Anordnung. Sämtliche Elektroden an Sockelstifte geführt, jedoch Bremsgitter G₃, Abschirmung und Metallmantel M im Innern mit der Kathode K verbunden. Neuer Stiftsockel (8polig, mit Führungsstift), Stahlkolben.

Vorläufertypen: AF 3 für Wechselstrom- bzw. CF 3 für Allstrom- und EF 3 Cu-Bi für Autoempfänger (Glasröhren mit 8poligem Außenkontaktsockel und Kolbenanschluß des Steuergitters). Nur für feste Schirmgitterspannung geeignet mit wesentlich anderen technischen Daten. Im übrigen ist die EF 11 auch als Nachfolgetype der Hexoden AH 1 bzw. CH 1 und EH 1 zu betrachten, die in der neuen Serie in dieser Ausführung nicht mehr erscheinen.

Hinweise für die Verwendung: Die EF 11 stellt eine Regelröhre dar, deren Konstruktion insofern als neuartig zu betrachten ist, da sie speziell im Hinblick auf die Verwendung mit gleitender Schirmgitterspannung entwickelt wurde. Die gleitende Schirmgitterspannung, auf die im Abschnitt III (S. 40) Grundsätzliches gesagt wird, ermöglicht es durch empfängerseitige Dimensionierung des Umfanges, in dem die Schirmgitterspannung mitläuft, die Wahl zu treffen zwischen einer schnellen und verzerrungsarmen Regelung. Demzufolge konnte auch auf die Entwicklung einer besonderen Regelhexode verzichtet werden, da man bei fester Schirmgitterspannung mit der EF 11 fast die Regeleigenschaften einer Hexode erreichen kann.

Die feste Schirmgitterspannung, bei der sich schon mit einer Regelspannung von ca. 20 V die Steilheit im Verhältnis 1:300 ändern läßt, wird man wegen der größeren Verzerrungen allerdings nur dann anwenden, wenn man eine äußerst wirksame Regelung benötigt, z. B. im Autoempfänger mit seinen kleinen Eingangsspannungen, oder wenn man die EF 11 als HF-Röhre im 3-Röhren-Geradeusempfänger einsetzt. Der Umfang, in dem man die Schirmgitterspannung gleiten läßt, wird durch die Bemessung des Spannungsteilers

1. Grenzwerte			
U _a	300 V		
U _{g2} *	300 V		
N _a	2 W		
N _{g2}	0,3 W		
R _{g1}	3 MΩ		
U _{f/s}	100 V		
R _{f/s}	20 000 Ω		
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	6	mA	
I _{g2}	2	mA	
S	2,2	mA/V	
R _i	1,5	1,2	0,8 MΩ
3. Opt. Regelbereich			
bei U _{g2}	100	200	250 V
U _{g1}	-21	-42	-52 V
S	7,5	5,5	4,5 μA/V
Regelverh.	1:300	1:400	1:500
4. Kapazitäten max.			
C _{g/a}	0,002 pF		
C _e	6,1 pF		
C _a	6,5 pF		

* nur wenn J_a ≤ 2 mA
sonst U_{g2} max. = 125 V

EF 11 festgelegt, der zur Herabsetzung der Schirmgitterspannung vorgesehen ist. Je geringer man den Querstromwert, d. h. je höher man den Querwiderstand bemißt, um so stärker steigt die Schirmgitterspannung mit wachsender Regelspannung an (Berechnungsbeispiele s. S. 103). Ein weiterer Vorzug der EF 11 ist ihre geringe Rauscheigenschaft ($R_{\text{äq}}$ ca. 10 k Ω). Als grundsätzliche Anwendungsbeispiele kann man die Prinzipschaltungen für die AF 3 zugrunde legen (s. S. 136), wobei man für gleitende Schirmgitterspannung auf den Querwiderstand verzichtet.

Die EF 11 kann auch ohne weiteres als Eingangsröhre im Super an Stelle der EF 13 Verwendung finden. Ihr äquivalenter Rauschwiderstand beträgt zwar ca. 10 k Ω , doch wird dieser Wert oft ausreichen, insbesondere wenn kein Kurzwellenbereich vorgesehen ist. Zur Erzielung der nötigen Regelfähigkeit wird man die Schirmgitterspannung allerdings nicht voll gleiten lassen.

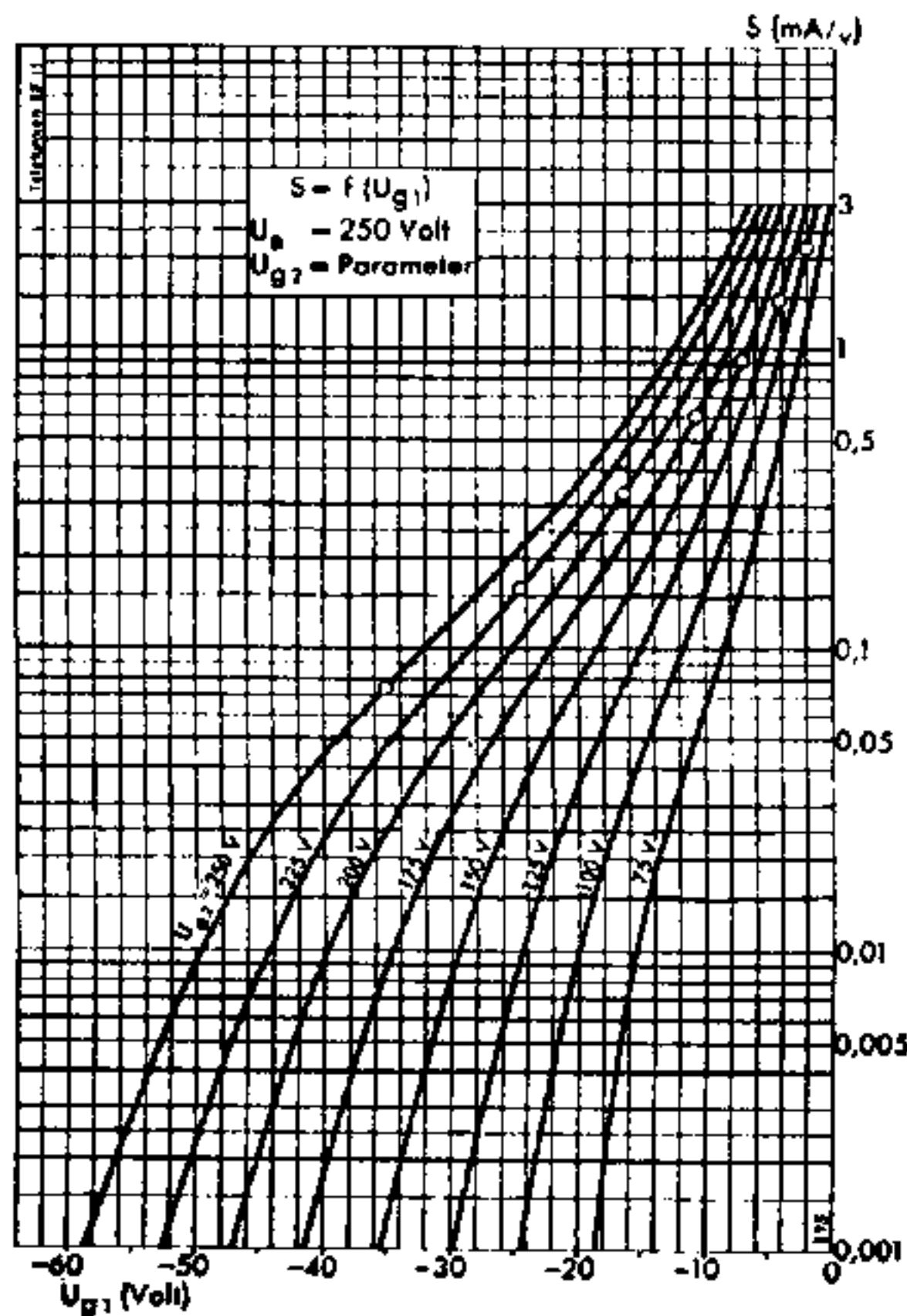


Bild 329. Zusammenhang zwischen Steilheit S und Vorspannung des Steuergitters U_{g1} für verschiedene Schirmgitterspannungen U_{g2}

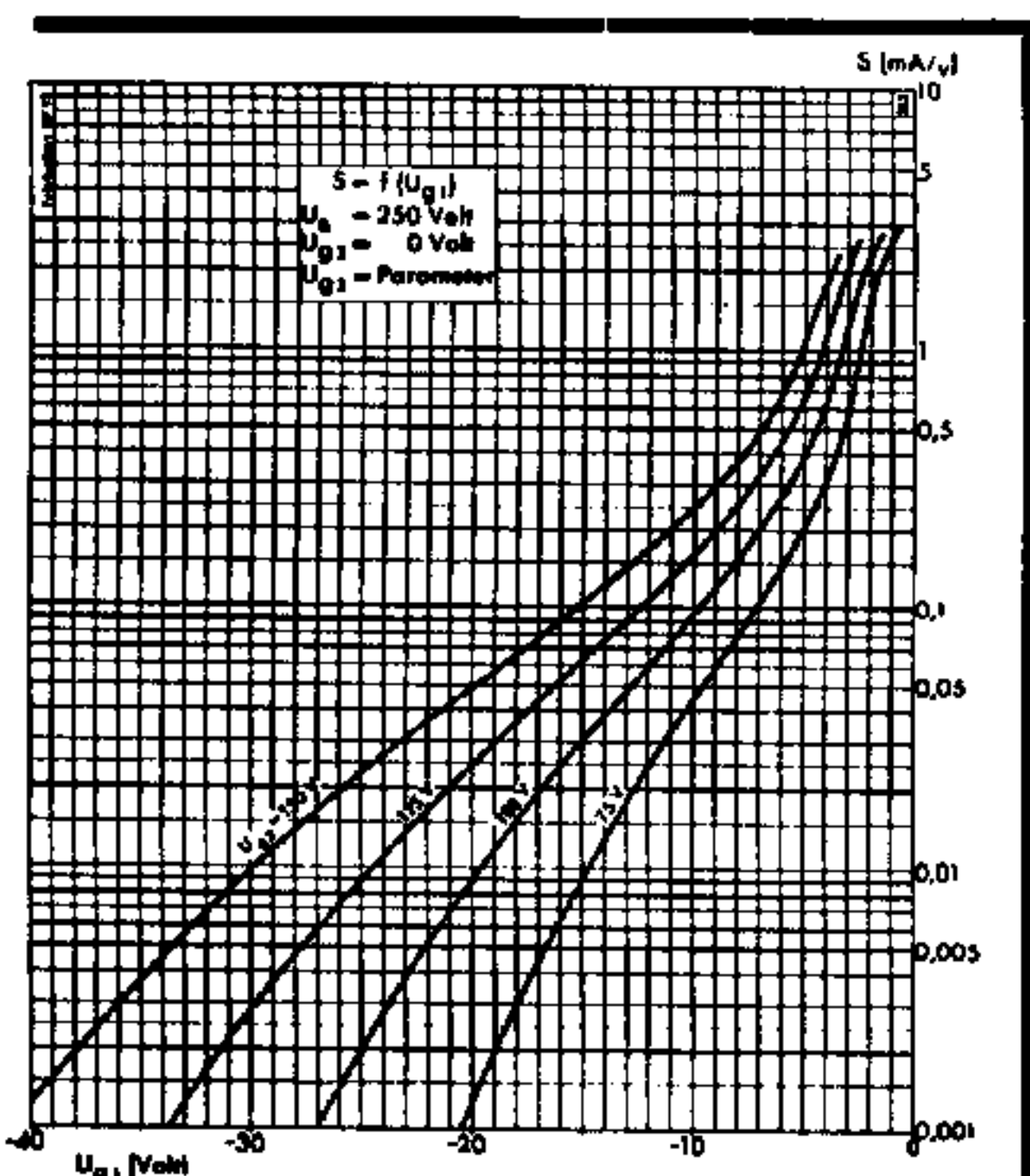


Bild 329c. Zusammenhang zwischen Steilheit S_c und Vorspannung des ersten Steuergitters U_{g1} für EF 13 (S. 174)

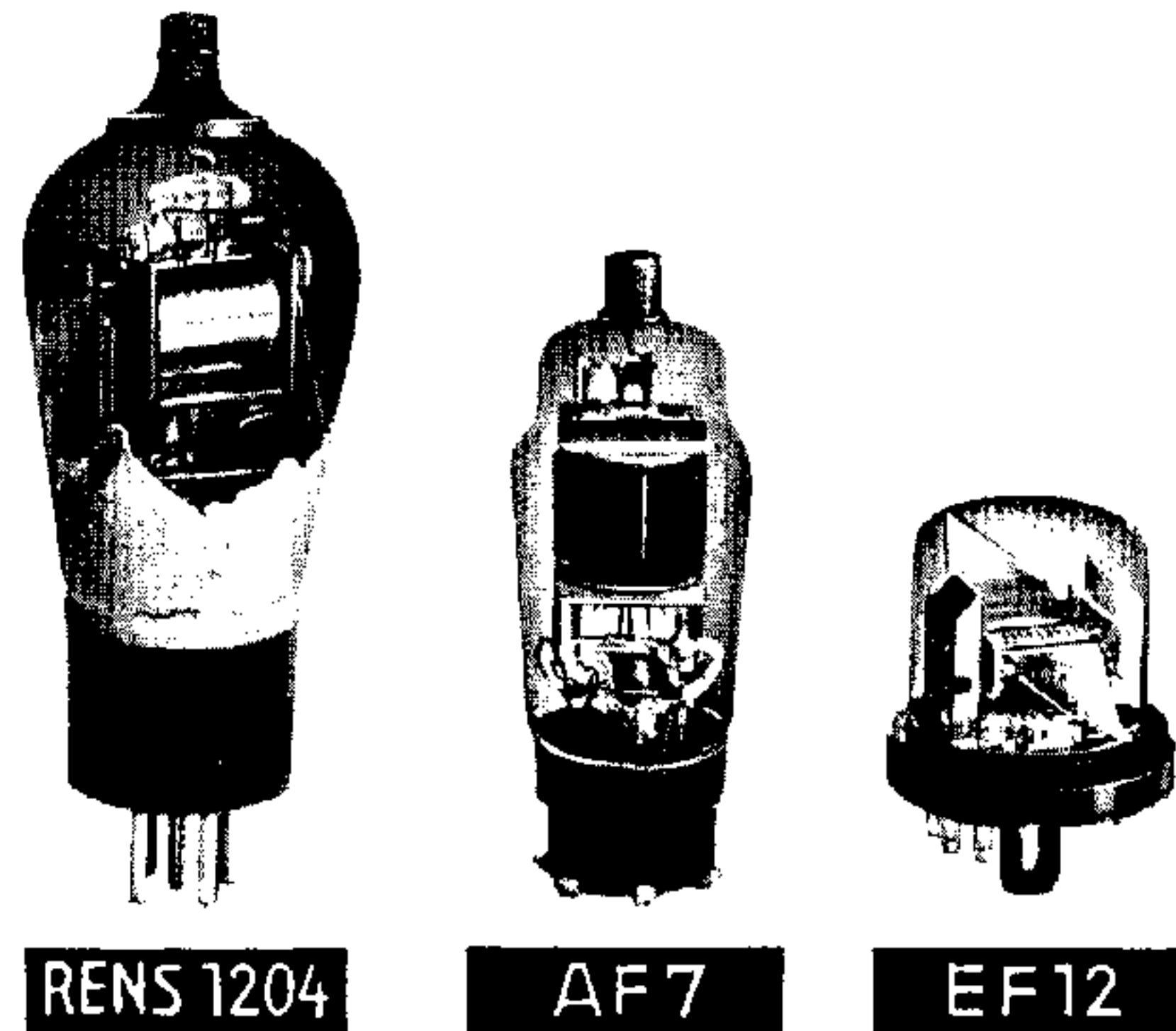


Bild 329 a. Drei Entwicklungsstufen der HF-Röhre

RENS 1204; HF-Tetrode (ohne Bremsgitter). Anode an Kolbenkappe angeschlossen, waagerechter Aufbau, Stiftsockel.

AF 7; HF-Pentode, Steuergitter an Kolbenkappe angeschlossen, senkrechter Aufbau, Außenkontaktsockel.

EF 12; HF-Pentode in Stahlkolbenausführung ohne Kolbenkappe, waagerechter Aufbau, neuer Stiftsockel

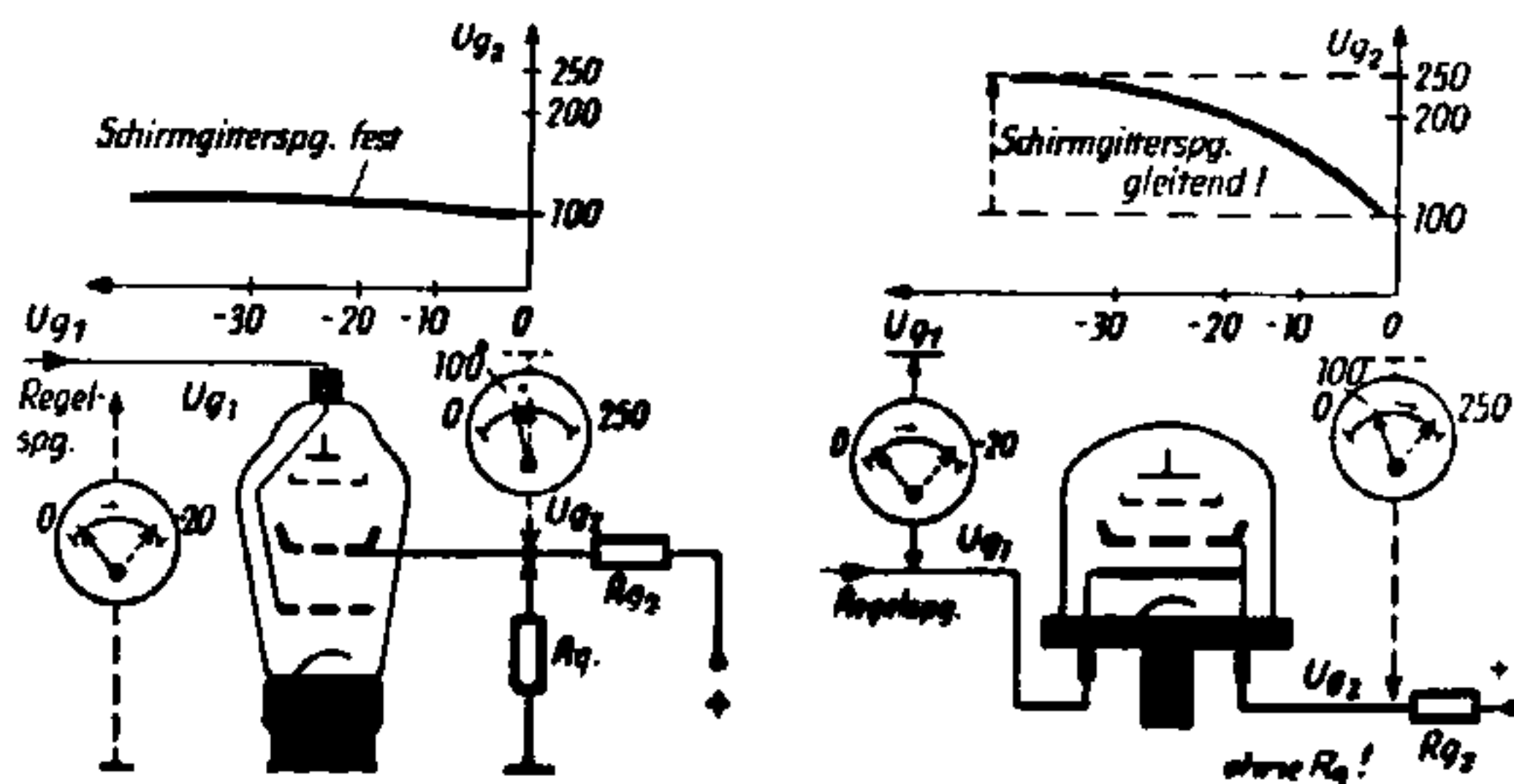
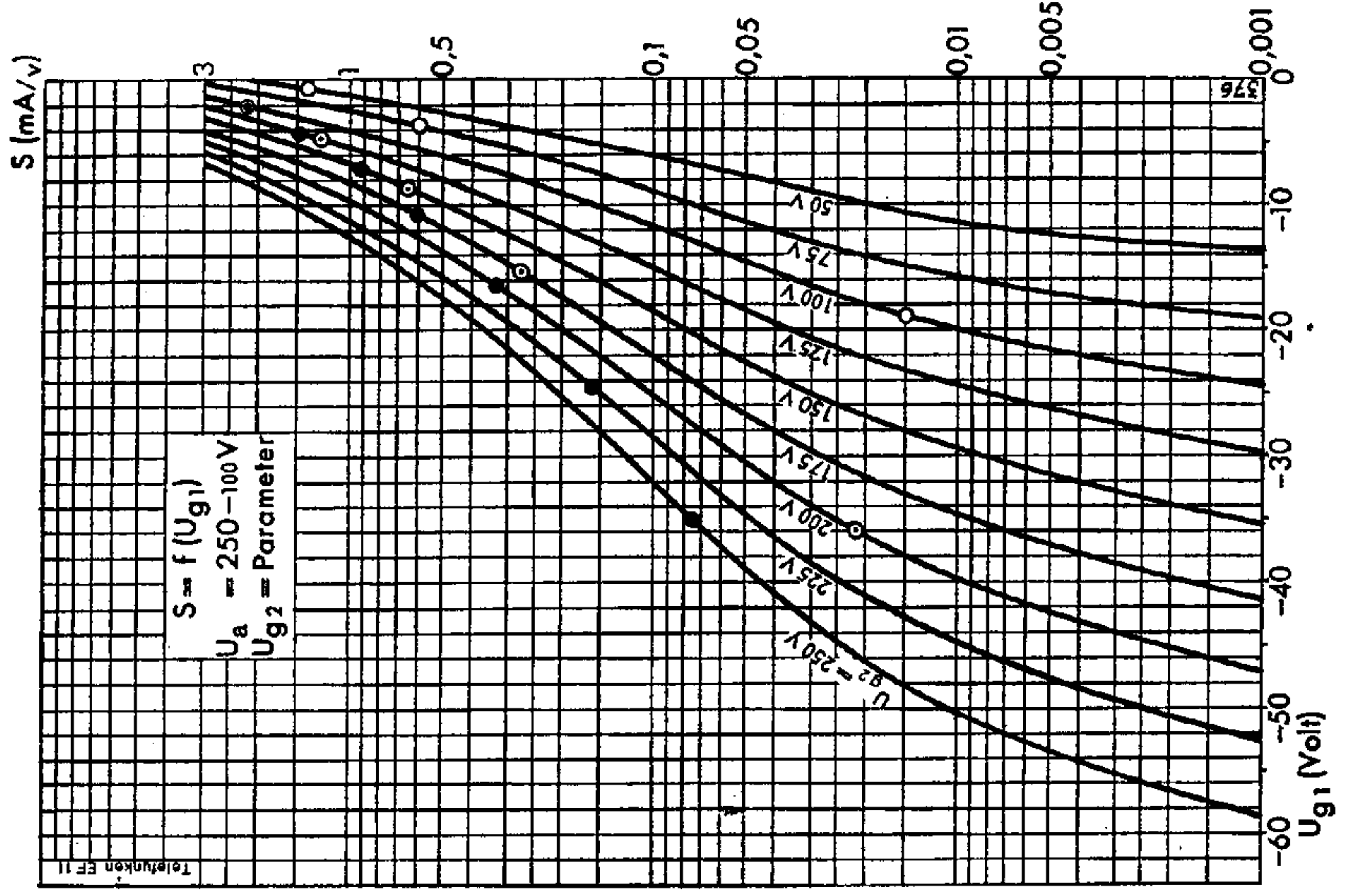
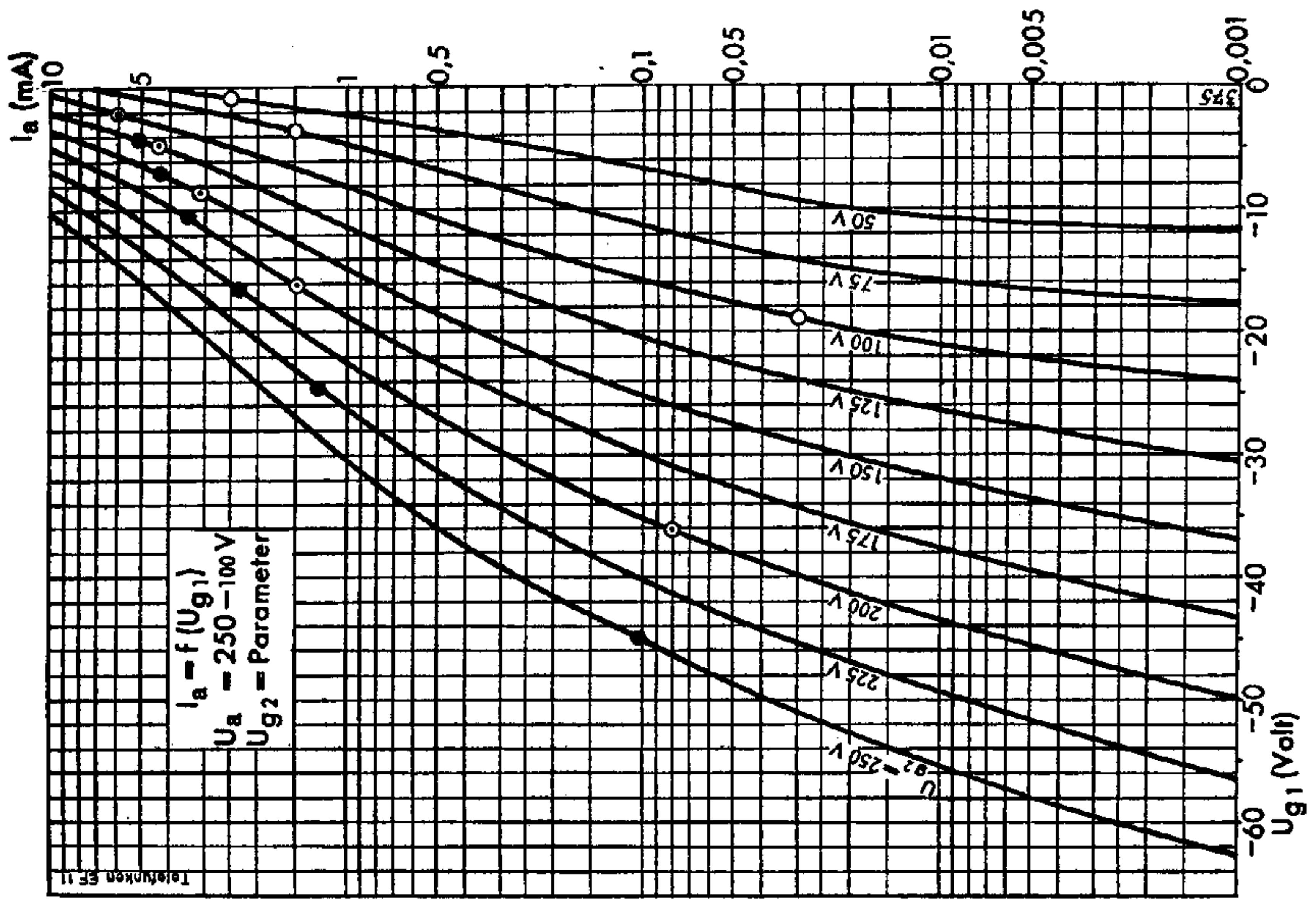


Bild 329 b. Prinzipielle Darstellung der festen und gleitenden Schirmgitterspannung (s. a. Bild 75 bis 80)

EF II



Arbeitskennlinienverlauf: ● $U_B = 250$ Volt, $R_{g2} = 75$ k Ω . ○ $U_B = 200$ Volt, $R_{g2} = 50$ k Ω . ○ $U_B = 100$ Volt, $R_{g2} = 50$ k Ω