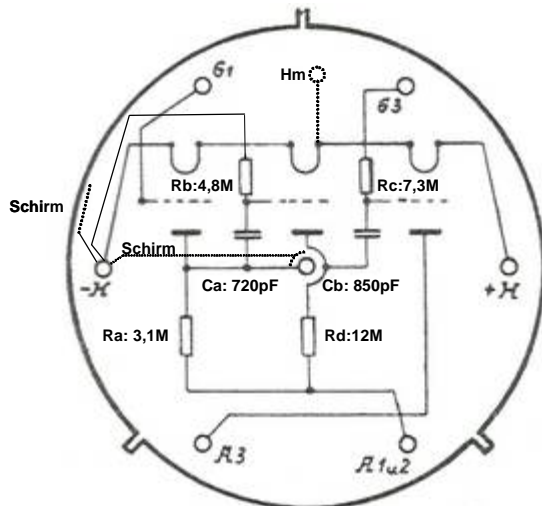
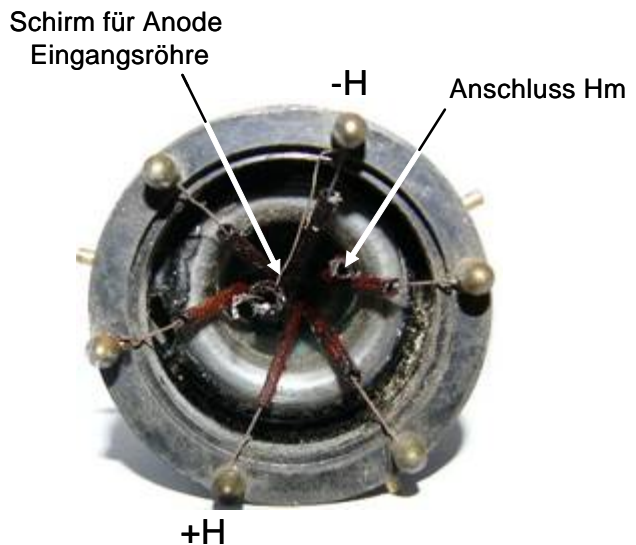


2) Ein mit Hm (Heizer Mitte) bezeichneter Anschluss ist aus der Röhre herausgeführt aber im Sockel nicht angeschlossen, siehe das Foto. Der herausgeführte Draht ist umgebogen und mit einem Isolierschlauch überstülpt.

Es lässt sich mit diesem Anschluss sowohl die Variante realisieren, bei der alle Heizer in Reihe geschaltet sind als auch die Variante, bei der die Endröhrenheizung parallel zu den in Reihe geschalteten Vorstufenröhren liegt. Allerdings muss man dann die Heizdrähte hinsichtlich der Betriebsspannung an den jeweiligen Fall anpassen. Der herausgeführte Anodenanschluss der Eingangsröhre (Mittenanschluss) ist zwecks Schirmung mit einem Draht über dem Isolierschlauch eng umwickelt. Darüber ist ein zweiter Isolierschlauch geschoben. Die Schirmwicklung ist am „-H“ Anschluss verbunden.



Komplettes Sockelschaltbild mit Werten



Blick in die Fassung

## Berechnung der wichtigsten Röhrendaten aus der Röhrenkonstruktion

Die Berechnung der Röhrendaten und Kennlinien mit vereinfachten Näherungsformeln [3,4] ist zwar mit Aufwand verbunden aber die Ergebnisse geben dann Einblicke in die damalige Welt der Röhrenentwicklung und Produktion bei Loewe. Die berechneten Kennlinien beziehen sich auf die Röhren des geöffneten Exemplars. Normalerweise sind Kennlinien als Mittelwerte aus den Zielkennwerten der Produktion angegeben (Propagandadaten). Dies muss man beim Umgang mit den folgenden Daten berücksichtigen.

Die Röhren können nach Angaben von Fa. Loewe bis 200V betrieben werden aber da alle mir bekannten Schaltungen bis max. 100V betrieben werden, habe ich die Kennlinienfelder für diesen Bereich berechnet. Welche Serienabweichungen in den elektrischen Werten damals bestanden oder üblich waren, ist mir nicht bekannt. Auch sind die statischen Messwerte und Kennlinien nicht generell nachprüfbar, weil die entsprechend notwendigen Anschlüsse zu den Röhrenelektroden nicht in allen Fällen zugänglich sind. Das dynamische Verhalten der einzelnen Röhrenstufen ist auf Basis der Kennlinien aber deutbar.

Beim Messen der Konstruktionsdaten mit dem Messmikroskop schaut man sich genau die Konstruktionsdetails an. Hier eine geringe Streubreite in den elektrischen Daten einer Röhre zu realisieren, war zu dem Zeitpunkt eine große Herausforderung für die Produktionsmitarbeiter/innen. Auch wenn ich mir die damaligen Röhrenpreise gegenüberstelle, waren die Mehrfachröhren günstig im Preis. Fa. Loewe konnte dies nur dadurch erreichen, das relativ hohe Stückzahlen produziert wurden in Verbindung mit dem Ziel, Konkurrenten aus dem Feld zu schlagen.

Die inneren Aufbauten sind recht stabil. Die Glaswiderstände und die Glimmerkondensatoren gehören zu den stabilen Bauteilen hinsichtlich Langzeitstabilität – auch heute noch. Die schwächste Stelle, gerade bei den sonst so stabilen Loewe-Mehrfachröhren, sind die Heizer. Hier dürften auch die höchsten Ausfälle bis heute zu verzeichnen sein.



### Die Leistungsröhre

Konstruktionsdaten:

Anodendurchmesser	8mm
Anodenlänge	50mm
Gitterdurchmesser	3mm
Gitterlänge	57mm
Anzahl Windungen	30
Windungssteigung	1,9mm
Aktive Gitterlänge	50mm
Anzahl aktiver Windungen	26
Gitterdrahtdurchmesser	0,2mm

### Die Berechnung der Röhrenkonstanten

#### Der Durchgriff

$$D = \frac{g}{2 \cdot \phi \cdot b} \left( \frac{\ln \left[ \frac{g}{d \cdot \phi} \right]}{\ln \left[ \frac{a}{b} \right]} \right) = \frac{1,9}{2 \cdot \phi \cdot 1,5} \left( \frac{\ln \left[ \frac{1,9}{0,2 \cdot \phi} \right]}{\ln \left[ \frac{4,0}{1,5} \right]} \right) = 0,2274$$

Anodenradius	a = 4,00 mm
Gitterradius	b = 1,50 mm
Steigung	g = 1,90 mm
Gitterdraht	d = 0,20 mm

D ~ 0,22 entspricht 22%

#### Die Konstante K

$$K = 2,34 \cdot 10^{-6} \frac{F \text{ (cm}^2\text{)}}{b^2 \text{ (cm)}} = 2,34 \cdot 10^{-6} \frac{d \cdot \phi \cdot l}{b^2}$$

$$= 2,34 \cdot 10^{-6} \frac{0,3 \text{ cm} \cdot \phi \cdot 5 \text{ cm}}{0,15 \text{ cm} \cdot 0,15 \text{ cm}} = 0,000491$$

F = Anodenfläche	cm <sup>2</sup>
b = Abstand Kathode – Anode, red.	0,15cm
d = Durchmesser Anode, red.	0,3 cm
l = Anodenlänge	5 cm

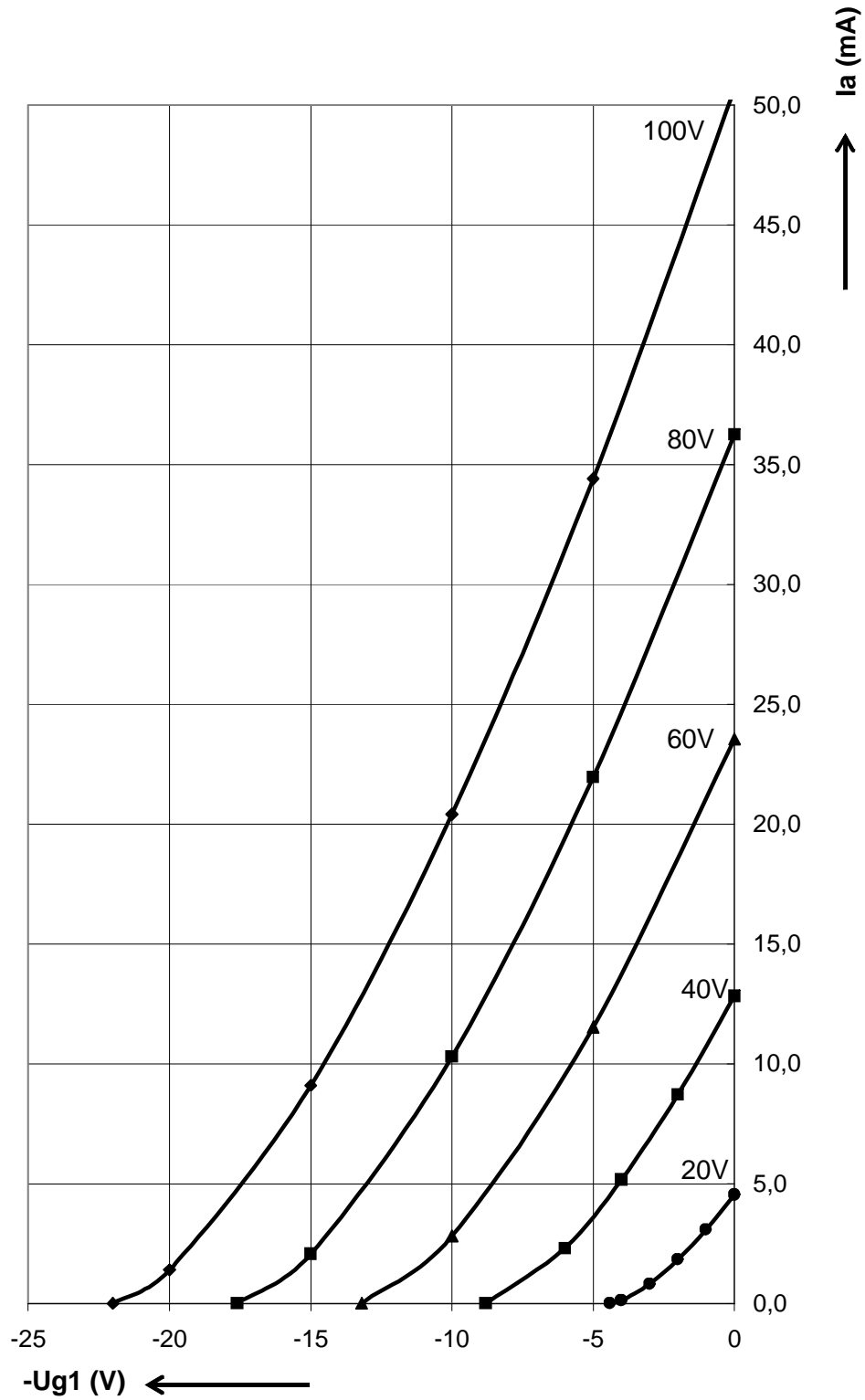
### Die Berechnung der Ia/Ug-Kennlinie

$$I_a = K \cdot (U_g + D \cdot U_a)^{3/2}$$

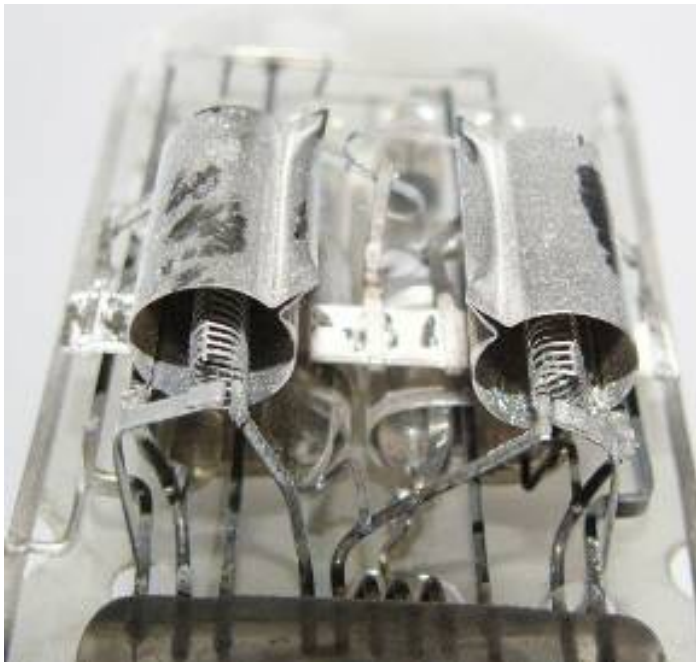
K = Konstante	0,000491
D = Durchgriff	0,22
U <sub>g</sub> = Gitterspannung	-0...-25V
U <sub>a</sub> = Anodenspannung	20...100V

Nach Einsetzen der berechneten Daten zur Erstellung der Grafik ergibt sich folgendes Bild

### Ug/la-Kennlinien der Endstufenröhre Loewe 3NFB



## Die Vorstufenröhren



### Konstruktionsdaten:

Anodendurchmesser	8,5mm
Anodenlänge	16mm
Gitterdurchmesser	3,0mm
Gitterlänge	20,3mm
Anzahl Windungen	26
Windungssteigung	0,78mm
Aktive Gitterlänge	16mm
Anzahl aktiver Windungen	21
Gitterdrahtdurchmesser	0,2mm

Die beiden Röhren sind identisch.

## Berechnung der Röhrenkonstanten

### Der Durchgriff

$$D = \frac{g}{2 \cdot \phi \cdot b} \left[ \frac{\ln \left[ \frac{g}{d \cdot \phi} \right]}{\ln \left[ \frac{a}{b} \right]} \right] = \frac{0,78}{2 \cdot \phi \cdot 1,5} \left[ \frac{\ln \left[ \frac{0,78}{0,2 \cdot \phi} \right]}{\ln \left[ \frac{4,25}{1,50} \right]} \right] = 0,01718$$

Anodenradius	a = 4,25 mm
Gitterradius	b = 1,50 mm
Steigung	g = 0,78 mm
Gitterdraht	d = 0,20 mm

$D \sim 0,0172$  entspricht ca. 1,75%

### Die Konstante K

$$K = 2,34 \cdot 10^{-6} \frac{F \text{ (cm}^2\text{)}}{b^2 \text{ (cm)}} = 2,34 \cdot 10^{-6} \frac{d \cdot \phi \cdot l}{b^2}$$

$$= 2,34 \cdot 10^{-6} \frac{0,3 \text{ cm} \cdot \phi \cdot 1,6 \text{ cm}}{0,15 \text{ cm} \cdot 0,15 \text{ cm}} = 0,000157$$

F = Anodenfläche	cm <sup>2</sup>
b = Abstand Kathode – Anode, red.	0,15cm
d = Durchmesser Anode, red.	0,3 cm
l = Anodenlänge	1,6 cm

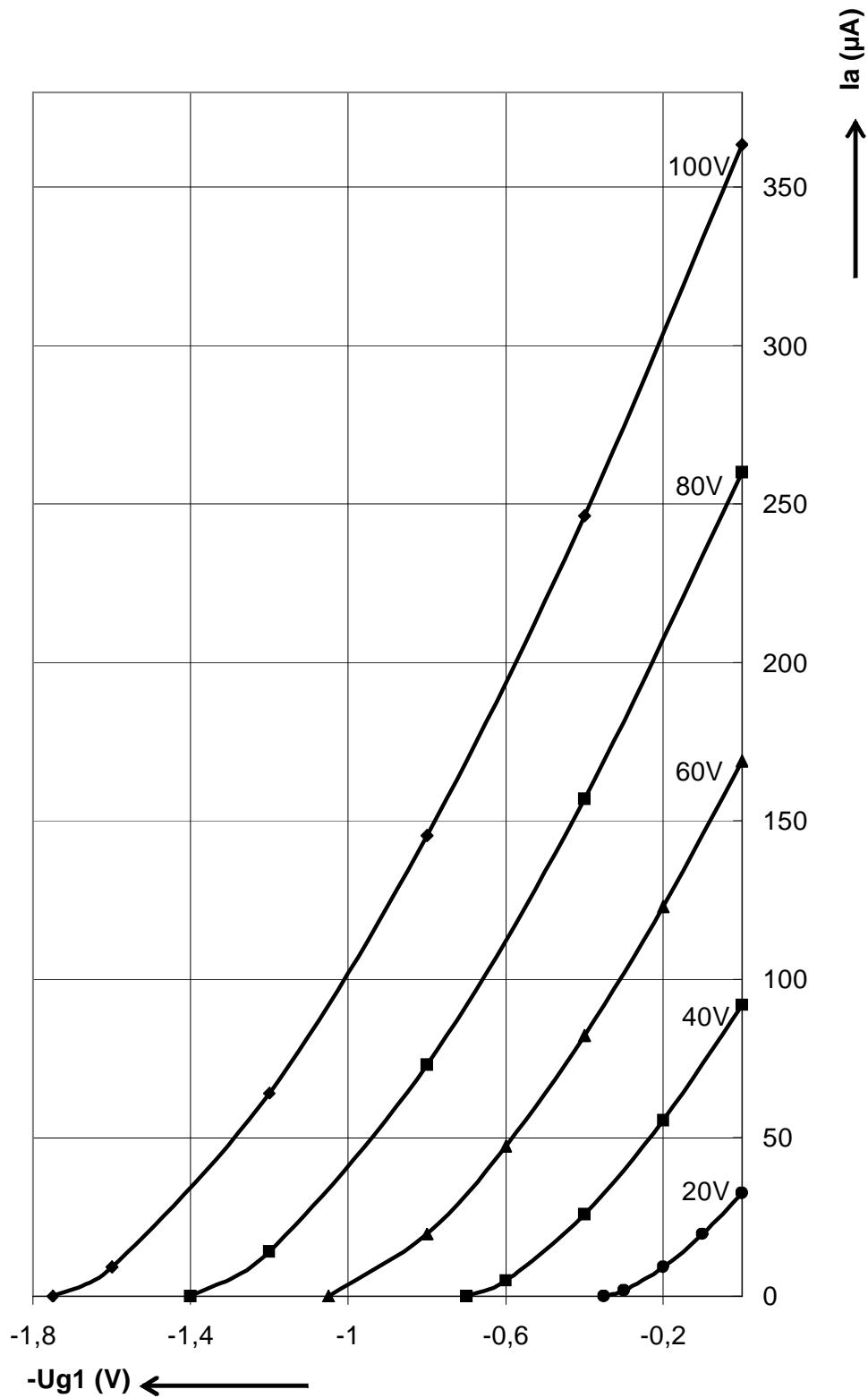
## Berechnung der Ia/Ug-Kennlinien

$$I_a = K \cdot (U_g + D \cdot U_a)^{3/2}$$

K = Konstante	0,000157
D = Durchgriff	0,0175
U <sub>g</sub> = Gitterspannung	-0...-1,8V
U <sub>a</sub> = Anodenspannung	20...100V

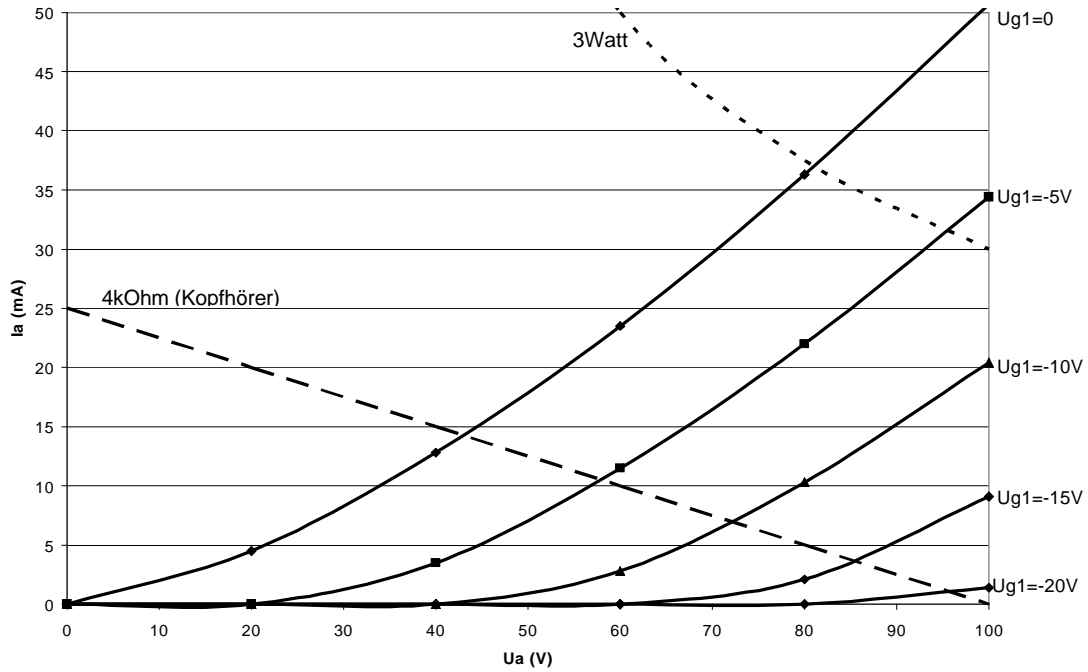
Nach Einsetzen der berechneten Daten zur Erstellung der Grafik ergibt sich folgendes Bild

### $U_g/I_a$ -Kennlinien der Vorstufenröhre Loewe 3NFB

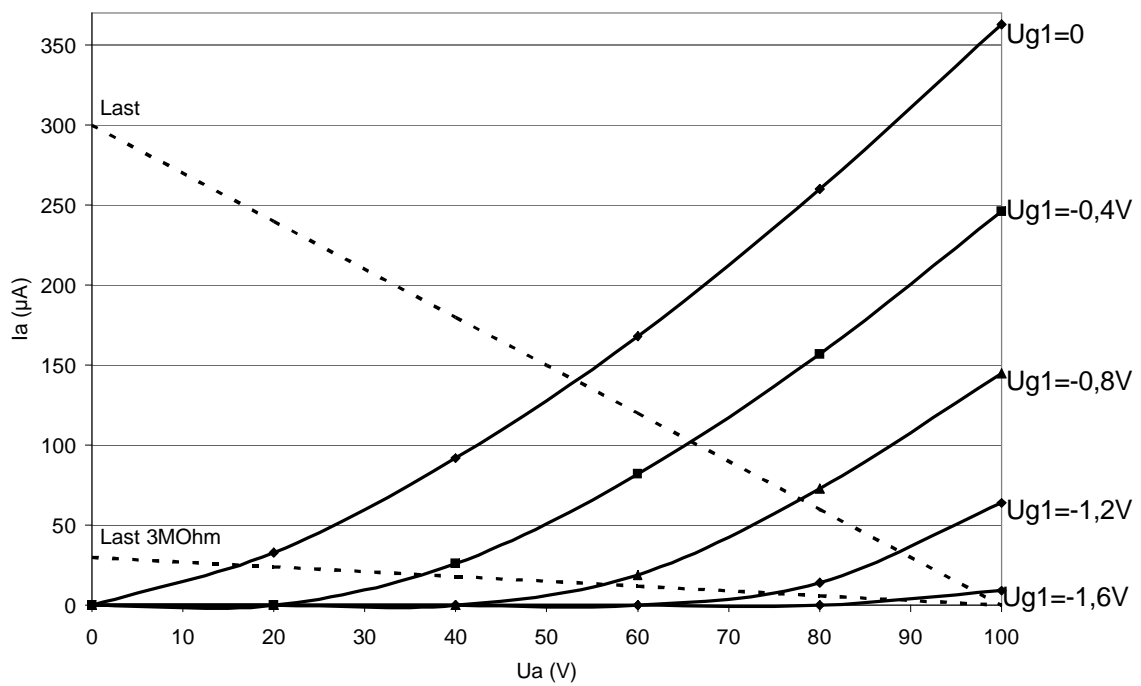


Zur Vollständigkeit noch die berechneten  $U_a/I_a$ -Kennlinien mit  $U_g$  als Parameter

**$U_a/I_a$ -Kennlinienfeld der Endstufenröhre Loewe 3NFB**



**$U_a/I_a$ -Kennlinienfeld der Vorstufenröhre Loewe 3NFB**



## Ausblick

Die Familie der 3NFx-Typen ist die größte Typenreihe von Loewe-Mehrfachröhren. Sie umfasst die folgenden Typen:

3NF  
RNF7  
3NFBat  
3NFNet  
3NFB  
3NFK  
3NFL  
3NFW

Ist diese Aufstellung vollständig?

Innerhalb der Typen gibt es noch geringe Typenunterschiede und Bauvarianten, die in ihrer Gesamtheit nirgends dokumentiert sind.

Man kann nicht den Aufwand treiben, alle Typen so intensiv zu analysieren, wie dies in diesem Dokument dargelegt ist. Dem Anwender einer 3NFB möge diese Dokumentation eine Hilfe sein, diese Röhre korrekt betreiben zu können und dem Benutzer von Geräten, die eine 3NFB enthalten, möge diese Dokumentation bei der Beurteilung und Beseitigung von Fehlverhalten der Geräte unterstützen.

Von meiner Seite sind in Zukunft noch einige Dokumentationen zu erwarten, die vom Innenleben interessanter Röhren berichten. Immer wenn ich eine wirklich defekte Mehrfachröhre in die Hand bekomme, die den Blick ins Innenleben durch Schichten auf dem Glaskolben versperren, werde ich diese öffnen, eine Dokumentation davon verfassen und veröffentlichen.

Wenn jemand eine defekte Loewe-Mehrfachröhre hat, mit der er nichts mehr anzufangen weiß und sie auch nicht mehr in seiner Vitrine unterbringt, der hat jetzt einen Anhaltspunkt für eine mögliche Verwendung.

## Literaturhinweise

- [1] Das Herz des Empfängers sind die Röhren, Datenbuch Loewe Radio, 1940, Berlin
- [2] Der Bau von Widerstandsverstärkern, Manfred von Ardenne, 1926, R.C.Schmidt & Co, Berlin
- [3] Berechnung und Konstruktion von Elektronenröhren, B.M. Zarew, 1955, VEB Verlag Technik, Berlin
- [4] Grundlagen und Kennlinien der Elektronenröhren, Rothe-Kleen, 1943, AVG Leipzig
- [5] Röhrenhandbuch für Röhrensammler, Gerhard Eisenbarth, Privatausgabe