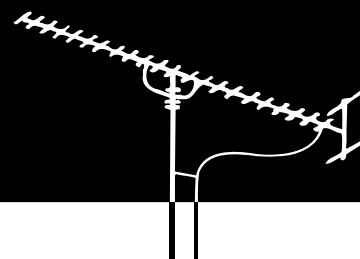
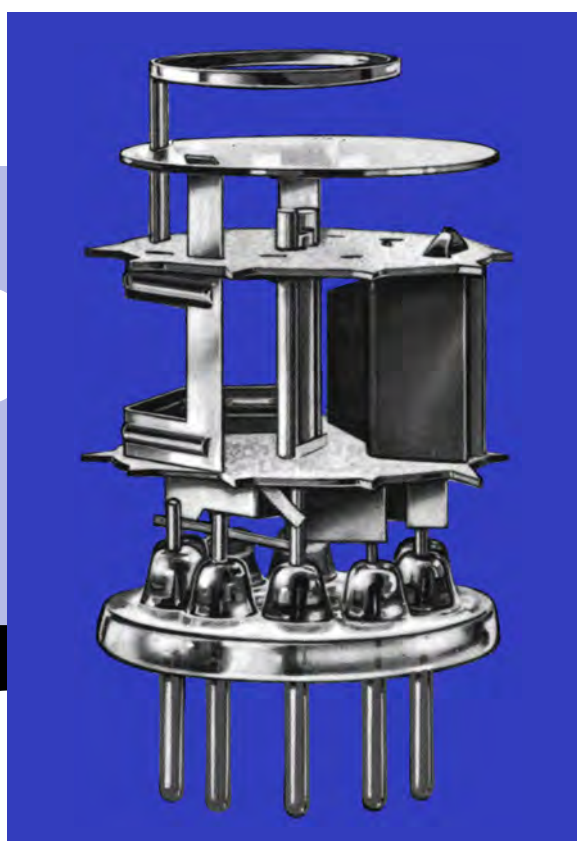


TELEFUNKEN

RÖHRENMITTEILUNGEN
FÜR DIE INDUSTRIE



**PC 88, eine neue Triode für UHF-Vorstufen
in Gitterbasisschaltung**



2. PROGRAMM



PC 88

PC 88, eine neue Triode für UHF-Vorstufen in Gitterbasisschaltung

Zusammenfassung:

In der vorliegenden Röhrenmitteilung wird der Systemaufbau der UHF-Triode PC 88 beschrieben, die speziell für die Anwendung Gitterbasisschaltung konstruiert wurde und als Vorstufenröhre in Verstärkern für die Fernsehbänder IV und V geeignet ist.

Die Röhre zeichnet sich durch eine kleine Gitter-Zuleitungsinduktivität, eine kleine Gitter-Anoden-Kapazität und eine kleine Anoden-Kathoden-Kapazität aus, was durch die günstige Sockelschaltung und durch den einseitigen Systemaufbau, sowie durch Verwendung von fünf Gitter-Zuleitungen erreicht wurde.

Im Anhang sind die „Vorläufigen technischen Daten“ zusammengestellt.

Inhalt:

1. Einleitung
2. Anforderungen an die UHF-Triode PC 88
3. Systemaufbau
4. Elektrische Daten und Kennlinien
5. Anhang

1. Einleitung

Für den Fernsehempfang in den Frequenzbereichen von 470 . . . 860 MHz (Band IV und V) werden Eingangsschaltungen verwendet, von denen ge-

ringes Rauschen, eine große Leistungsverstärkung und eine kleine Störstrahlung gefordert wird. Hierfür sind UHF-Tuner mit Vorstufe und selbstschwingender Mischstufe üblich. Die Vorstufe arbeitet in Gitterbasisschaltung, mit der eine wirk-same Entkopplung von Aus- und Eingangskreis erreicht wird.

Durch Verwendung einer PC 88 in der Vorstufe können eine größere Eingangsempfindlichkeit, eine kleinere Störstrahlung und eine höhere Stabilität als mit der Vorgängertypen PC 86 erreicht werden. Die Röhre braucht im Tuner nicht neutralisiert zu werden, und ein mit einer PC 88 bestückter Tuner verhält sich auch bei extremer Fehlanpassung seines Eingangs stabil. Die verbesserten UHF-Eigenschaften dieser Triode gestatten auch den Bau von Konvertern, für die verschärfte Störstrahlungsbedingungen gelten. Für die Bestückung der Konverter steht eine Röhre für 6,3 V Heizspannung mit der Bezeichnung EC 88 zur Verfügung.

2. Anforderungen an die UHF-Triode PC 88

Die Entwicklung der Gitterbasistriode PC 88 wurde im wesentlichen durch folgende Forderungen bestimmt:

1. geringe Rückwirkung zwischen Aus- und Eingangskreis
2. kleine Rauschzahl
3. hohe Leistungsverstärkung
4. genügend hohe Kurzschluß-Resonanz-Frequenzen der Kathoden-Gitter- und der Anoden-Gitter-Strecke

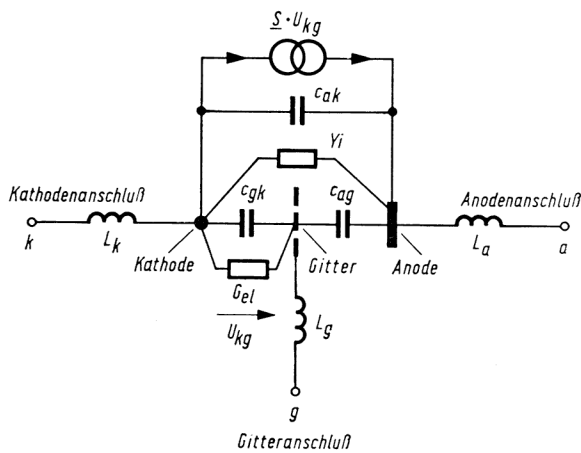


Bild 1 Ersatzschaltbild einer Triode bei hohen Frequenzen

Zum Erreichen einer hohen Stabilität und zur Unterdrückung der Oszillatorstörstrahlung müssen Aus- und Eingangskreis gut voneinander entkoppelt sein. Nach **Bild 1** sind für eine Rückwirkung im betrachteten Frequenzbereich bis etwa 1000 MHz im wesentlichen drei Kopplungswege vorhanden:

- durch die dem Aus- und Eingangskreis gemeinsame Gitterzuleitungsinduktivität L_g
- über die Kapazität c_{ak} zwischen Anode und Kathode
- über den Innenleitwert Y_i

In **Bild 1** bedeuten L_a und L_k die Anoden- bzw. Kathoden-Zuleitungsinduktivität zwischen Sockelstift und der entsprechenden Elektrode, c_{ag} und c_{gk} die Kapazität zwischen Anode und Gitter bzw. zwischen Gitter und Kathode im Betriebszustand der Röhre, G_{el} den elektronischen Eingangsleitwert und \underline{S} die komplexe Steilheit der Röhre. Damit Aus- und Eingangskreis gut voneinander entkoppelt sind, müssen die Werte von L_g , c_{ak} und Y_i möglichst klein sein, was hier durch eine geeignete Konstruktion erreicht wurde. Z. B. für einen

kleinen Innenleitwert $Y_i = \frac{\underline{S}}{\mu}$ kommt es bei vorgegebener Steilheit \underline{S} auf einen möglichst hohen Wert des Verstärkungsfaktors μ der Triode an.

Eine kleine Rauschzahl kann durch kleine Elektronenlaufzeiten erhalten werden. Bei einer Triode setzen sich diese aus den Laufzeiten im Gitter-Kathoden-Raum und im Gitter-Anoden-Raum zusammen. Die Laufzeit im Gitter-Kathoden-Raum ist annähernd proportional der Kubikwurzel aus dem Verhältnis des wirksamen Gitter-Kathoden-Abstandes zur Kathoden-Stromdichte und die Laufzeit im Gitter-Anoden-Raum ist bei gegebener

Anodenspannung proportional dem Gitter-Anoden-Abstand. Um kleine Laufzeiten zu erhalten, sollen daher beide Abstände möglichst klein und die Kathodenstromdichte möglichst groß sein.

Bei einer Vorstufenröhre ist die bei einer bestimmten Bandbreite erzielbare Leistungsverstärkung von Bedeutung, da durch sie der Anteil der nachfolgenden Stufe am Gesamttauschen wesentlich beeinflusst werden kann. Die Leistungsverstärkung ist proportional dem Quadrat des Steilheitsbetrages, so daß die Steilheit möglichst groß gewählt werden muß. Damit die Leistungsverstärkung an der oberen Grenze des betrachteten Bereiches der Fernsehbander IV und V (470 ... 860 MHz) nicht zu stark abfällt, müssen die Kurzschluß-Resonanzfrequenzen der Kathoden-Gitter- und der Anoden-Gitter-Strecke weit genug oberhalb von 860 MHz liegen. Daher sollen die einen Reihenresonanzkreis zwischen Anode und Gitter bildenden Elemente, die Anoden- und Gitter-Zuleitungsinduktivität sowie die Gitter-Anoden-Kapazität möglichst kleine Werte aufweisen. Entsprechend gilt dies auch für die Gitter-Kathoden-Kapazität, die zusammen mit der Kathoden- und Gitter-Zuleitungsinduktivität einen Reihenresonanzkreis zwischen Kathode und Gitter bilden. Der aus den angegebenen Anforderungen entstandene Aufbau der neuen UHF-Triode PC 88 wird im nächsten Abschnitt näher beschrieben.

3. Systemaufbau der PC 88

Für das Röhrensystem der PC 88 wurde ein einseitiges ebenes Triodensystem gewählt. Darin befindet sich die Anode nur auf einer Seite des Spannungsgitters im Gegensatz zu einem zweiseitigen System, wie es in der PC 86 verwendet wurde. In **Bild 2** sind zum Vergleich die Systemquerschnitte der PC 88 und PC 86 einander gegenübergestellt. Bei einem einseitigem Systemaufbau sind die zu Aus- und Eingangskreis gehörenden Elektroden-Zuleitungen im Preßteller (Scheibenfuß) leichter zu trennen, und die für die Rückwirkung maßgeblichen Kapazitäten können erheblich verringert werden. Eine überschlägige Rechnung zeigt ferner, daß z. B. bei der Gitter-Anoden-Kapazität der Anteil, der sich durch die einander gegenüberliegenden Flächen von Gitter und Anode und den Gitter-Anoden-Abstand ergibt, etwa $\frac{1}{4}$ der gesamten Gitter-Anoden-Kapazität beträgt. Der Rest setzt sich aus Umgriffskapazitäten zwischen Anode und Gitter sowie Gitterstreben und den Zuleitungskapazitäten zusammen.

Durch den einseitigen Systemaufbau konnte bei der PC 88 die rechteckförmige Kathode, deren äußere Abmessungen denen der PC 86-Kathode entsprechen, unsymmetrisch zur Spanngitterachse angeordnet werden (Bild 2 a und Bild 3 unten), die Emissionsschicht auf der der Anode abgewandten Kathodenseite weggelassen und der Gitterstrebendurchmesser von 0,8 mm auf 1 mm ver-

des Systems erhöht wird. Für das Spanngitter, dessen Steigung $48\text{ }\mu\text{m}$ beträgt, wird ein Gitterdraht mit $8\text{ }\mu\text{m}$ Durchmesser verwendet.

Wegen der auftretenden Anodenverlustleistung kann die Oberfläche der Anode nicht so klein gestaltet werden, wie es im Interesse kleiner Kapazitäten erwünscht wäre. Um diesen beiden gegensätzlichen Anforderungen gerecht zu werden,

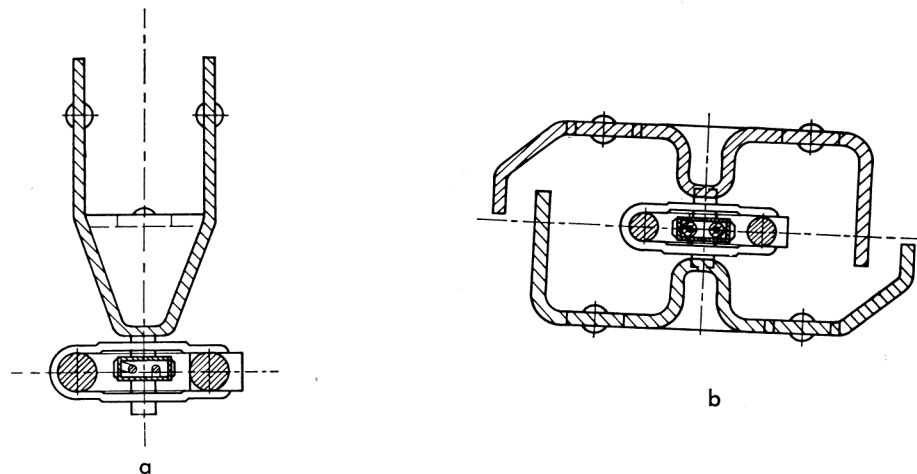


Bild 2 Vergleich eines (a) einseitigen und (b) zweiseitigen Systemaufbaues einer UHF-Triode

größert werden. Dadurch ist der Abstand Kathode-Gitterebene auf der von der Anode abgewandten Seite etwa 10mal größer als der Gitter-Kathoden-Abstand auf der der Anode zugewandten Seite. Obwohl der wirksame Gitter-Kathoden-Abstand verkleinert wurde, ergibt sich damit für die Gitter-Kathoden-Kapazität c_{gk} ein um ca. 10% kleinerer Wert als bei der PC 86.

Die stärkeren Spanngitterstreben haben außerdem den Vorteil, daß die mechanische Stabilität

wurde die Anode ebenso wie bei der PC 86 wannenförmig ausgebildet (**Bild 4 und Titelbild**). Der Gitterebene steht dann nur noch die für die Aufnahme des Anodenstromes erforderliche Stirnfläche gegenüber. Die zurückgezogenen, relativ großen Seitenteile der Anode sorgen für eine ausreichende Wärmeabstrahlung, die durch Schwärzen der Außenfläche noch vergrößert wird.

Es wurde ein stehender Systemaufbau gewählt, der einen kleinen Abstand zwischen dem Preßteller und der unteren Glimmerscheibe ermöglicht. Die von den Sockelstiften zu den einzelnen Elektroden führenden Zuleitungen sind als Bändchen ausgebildet und mit den Durchführungsdrähten direkt oberhalb der Aufbauperlen des Preßtellers verschweißt. Dadurch wird die Oberfläche der Zuleitungen vergrößert, die kleine Oberfläche der Durchführungsdrähte auf die Länge im Preßteller beschränkt (Bild 4) und somit die Zuleitungsinduktivität zu allen Elektroden klein gehalten.

Damit die Gitter-Zuleitungsinduktivität möglichst klein wird, ist bei der PC 88 das Gitter fünffach herausgeführt. Anode und Kathode haben deshalb nur eine Zuleitung. **Bild 5** zeigt die Verteilung der Elektroden-Anschlüsse. Anoden- und Ka-

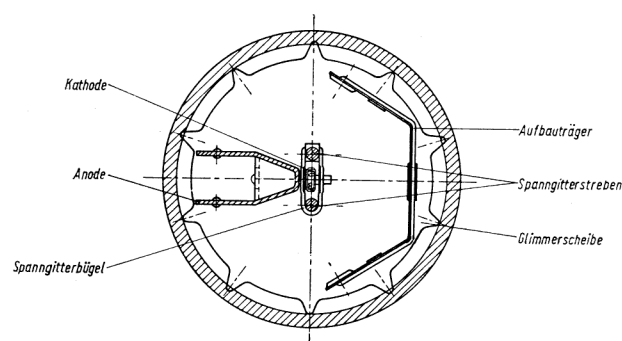


Bild 3 Systemquerschnitt der PC 88

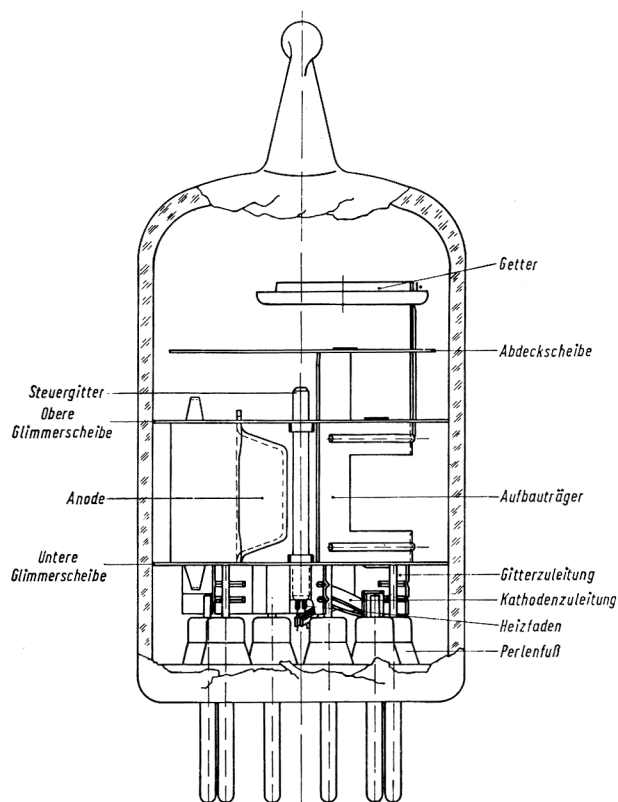


Bild 4 Längsschnitt der PC 88

thoden-Anschluß liegen je zwischen zwei Gitter-Zuleitungen, so daß eine gute Abschirmung zwischen Aus- und Eingangskreis im Preßteller erreicht und die Gitter-Zuleitungsinduktivität infolge der vom Strom gegenphasig durchflossenen Zuleitungen noch mehr verkleinert wird.

Nach Tabelle 1 sind durch den einseitigen Systemaufbau die Kapazitäten c_{ak} und c_{ag} sowie c_{gk} gegenüber der PC 86 so weit verringert, daß sich die durch den Anschluß an nur einen Sockelstift erhöhte Anoden- bzw. Kathoden-Zuleitungsinduktivität nicht ungünstig auswirkt.

Tabelle 1

	PC 88	PC 86	
c_{ak}	0,055	0,2	pF
c_{ag}	1,2	2	pF
c_{gk}	3,2	3,6	pF

Alle Kapazitäten ohne äußere Abschirmung.

Die Kurzschlußresonanzfrequenz der Anoden-Gitter-Strecke erhöht sich sogar bei der PC 88 gegenüber der PC 86 auf 1700 MHz und die Kurzschlußresonanzfrequenz der Kathoden-Gitter-Strecke auf 1000 MHz.

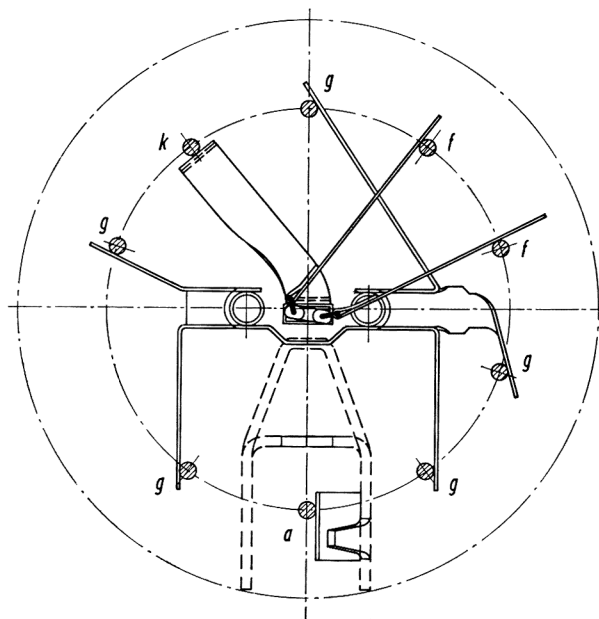


Bild 5 Verteilung der Elektrodenanschlüsse

Durch die oben beschriebenen Maßnahmen wurde die Kopplung zwischen Aus- und Eingangskreis so weit verringert, daß die Röhre auch bei einem hohen Resonanzwiderstand des Anodenkreises stabil arbeitet und daß die Störstrahlungseigenschaften erheblich verbessert sind.

4. Elektrische Daten und Kennlinien

Die wirksame Kathodenoberfläche ist bei der PC 88 durch den einseitigen Systemaufbau nur halb so groß wie bei der PC 86. Zum Erreichen einer genügend großen Steilheit muß deshalb der Abstand Gitter - Kathode reduziert werden. Ein kleiner Gitter - Kathoden - Abstand stellt hohe Anforderungen an die Maßhaltigkeit der Teile und an die Exaktheit des Systemaufbaues, da bereits kleinste Ungenauigkeiten verhältnismäßig große Streuungen der Kenndaten hervorrufen.

Bei der PC 88 beträgt der Gitter-Kathodenabstand $35 \mu\text{m}$, deshalb muß z. B. die Schichtdicke und die Rauigkeit der emittierenden Kathodenschicht auf wenige μm toleriert werden. Gleiches gilt auch für die Toleranzen von Glimmerscheiben und Gitterstreben.

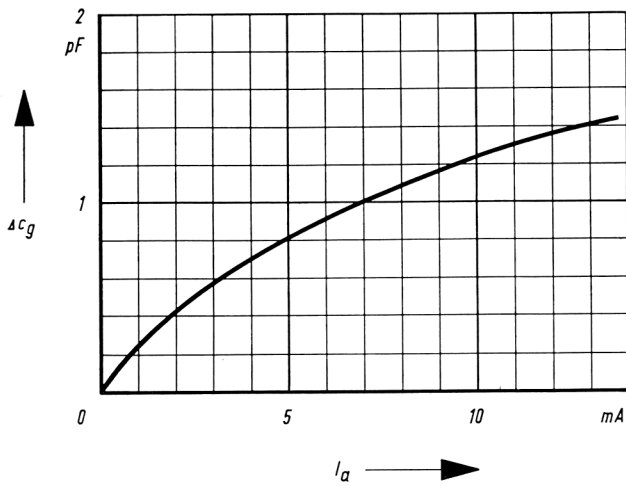


Bild 6 Verlauf der Raumladekapazität in Abhängigkeit vom Anodenstrom

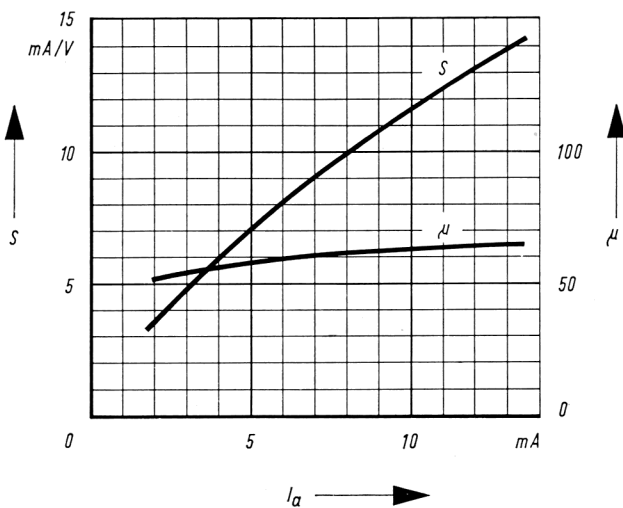


Bild 7 Verlauf der Steilheit und des Verstärkungsfaktors in Abhängigkeit vom Anodenstrom

Bei dem sich im Arbeitspunkt der PC 88 einstellenden Anodenstrom von 12,5 mA erhält man eine Steilheit von 13,5 mA/V und eine mittlere Kathodenstromdichte von rund 140 mA/cm². Dieser Wert der Kathodenstromdichte ist für kleine Elektronenlaufzeiten günstig.

Der geringe Gitter-Kathoden-Abstand und die relativ hohe Kathodenstromdichte erfordern einen kleinen Wert des Verhältnisses von Gitterdrahtdurchmesser zur Gittersteigung. Um die Inselbildung, d. h. die Ausbildung unterschiedlich emittierender Zonen auf der Kathode, möglichst klein zu halten, muß auch der Gitterdraht so dünn wie möglich gewählt werden. Entsprechend der Struktur des Steuergitters schwankt der Durchgriff längs der Kathode um einen örtlichen Mittelwert. Die Ortsabhängigkeit des Anodendurchgriffs wird sowohl durch die Inselbildung als auch durch unvermeidbare Streuungen der Gittersteigung, des Gitterdrahtdurchmessers und des Gitter-Anoden-Abstandes hervorgerufen. Ein Maß für den Wert der Durchgriffsschwankungen stellt die relative Streuamplitude δ dar. Bei der PC 88 ergibt sich für δ ein Wert von etwa 30%. Dies bedeutet, daß der in der Mitte zwischen den Gitterdrähten vorhandene maximale Durchgriff genügend klein bleibt und somit die maximale Kathodenstromdichte nicht zu groß wird.

Bild 6 zeigt den Verlauf der Raumladekapazität Δc_g in Abhängigkeit vom Anodenstrom I_a . Hierbei wurde Δc_g als Differenz zwischen dem jeweiligen Arbeitspunkt und dem gesperrten Zustand der Röhre bei einer Frequenz von 100 MHz gemessen. Der Verlauf der statischen Steilheit S und des Verstärkungsfaktors μ in Abhängigkeit vom Anodenstrom ist in **Bild 7** dargestellt.

Süßenbach

Netzröhre für GW-Heizung
indirekt geheizt
Serienspeisung

DC-AC-Heating
indirectly heated
connected in series

TELEFUNKEN

PC 88

UHF-Triode

Vorläufige technische Daten · Tentative data

I_f **300** mA
 U_f ca. 3,8 V

Meßwerte · Measuring values

U_{ba} **160** V
 R_k **100** Ω
 I_a 12,5 mA
 S 13,5 mA/V
 μ 65
 r_{aeq} 240 Ω
 F_z (850 MHz) 9

Kurzschluß-Resonanz
shorted-circuit resonance

des Eingangs · of the input
 f_{gk} 1000 MHz
des Ausgangs · of the output
 f_{ga} 1700 MHz

Kapazitäten · Capacitances

äußere Abschirmung (m) an g
external screen (m) to g

$C_{g+m/k+f}$ 3,8 pF
 $C_{a/g+m}$ 1,7 pF
 $C_{a/k+f}$ 0,055 pF

Grenzwerte · Maximum ratings

U_{ao} **550** V
 U_a **175** V
 N_a **2** W
 I_k **13** mA
 $-U_g$ **50** V
 N_g **50** mW
 $R_{g1)}$ **0,5** M Ω
 U_{fk} \pm **100** V
 R_{fk} **20** k Ω

¹⁾ $U_{g\text{ autom.}}$ · cathode grid bias

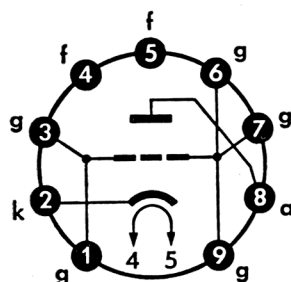
ohne äußere Abschirmung
without external screen

$C_{g/a}$ 1,2 pF

010761

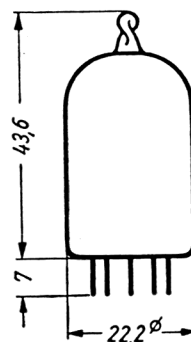


Sockelschaltbild
Base connection



Pico 9 · Noval

max. Abmessungen
max. dimensions
DIN 41 539, Nenngröße 34, Form A

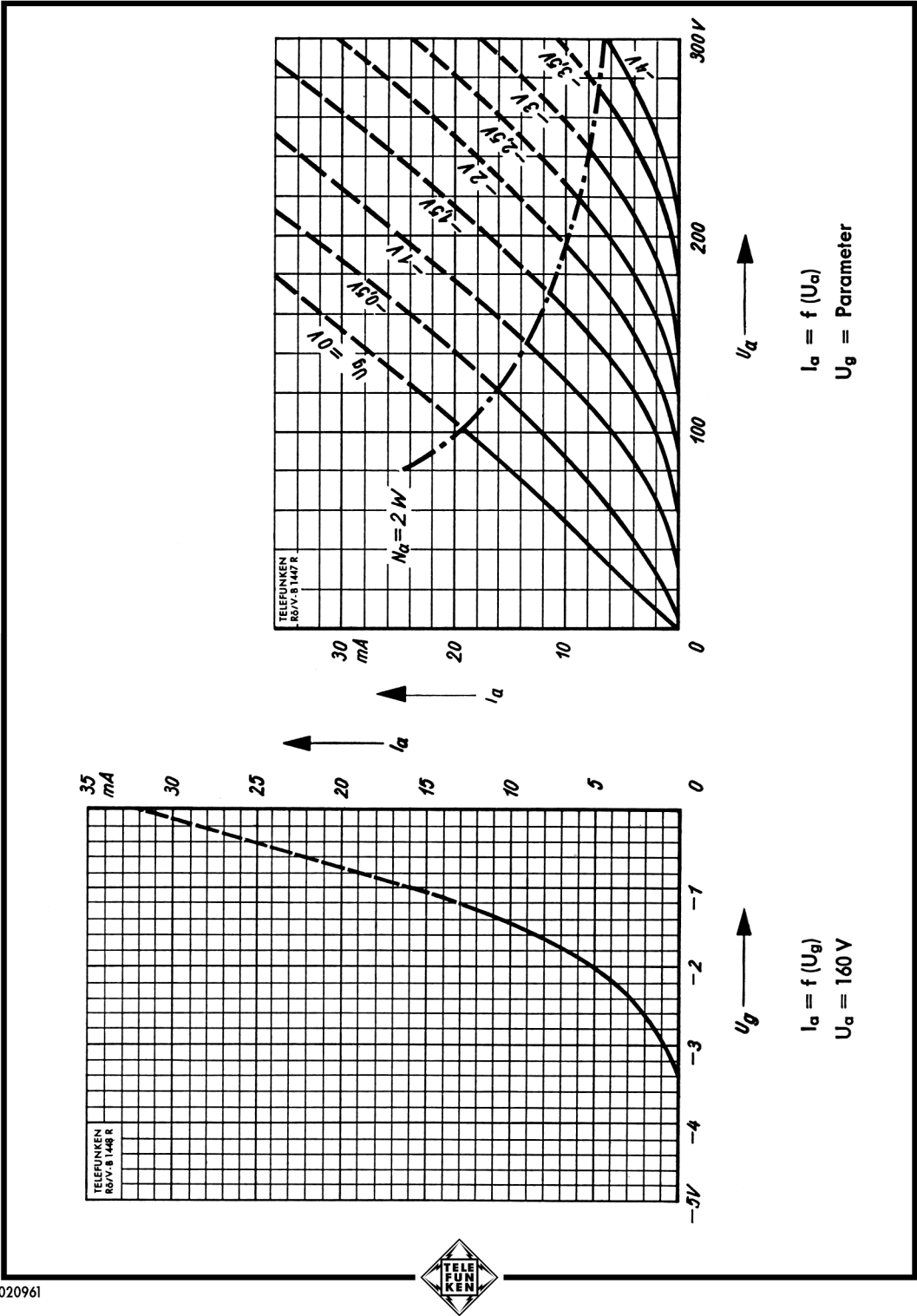


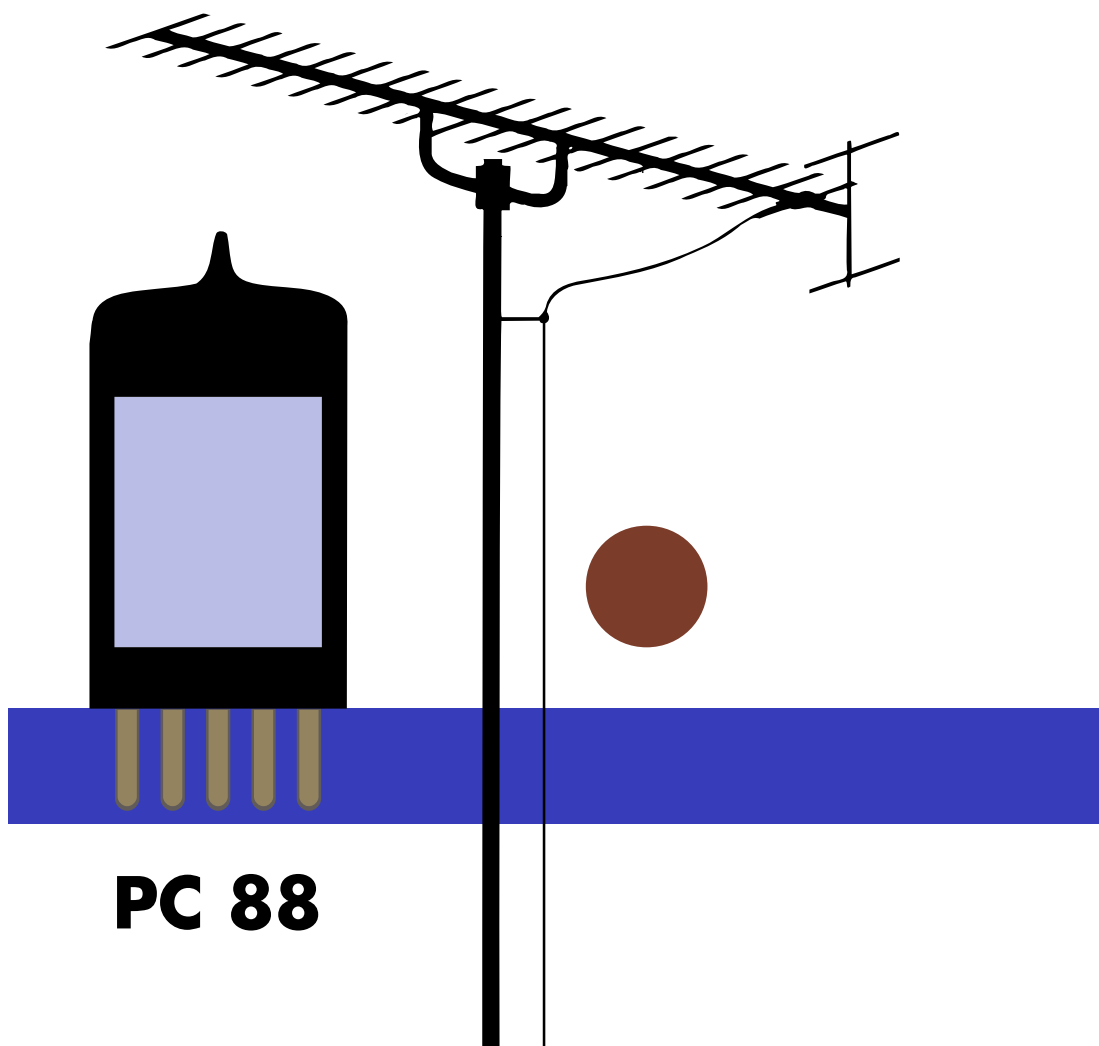
Gewicht · Weight
max. 12 g

Wenn notwendig muß gegen Herausfallen der Röhre aus der Fassung Vorsorge getroffen werden.

Special precaution must be taken to prevent the tube from becoming dislodged.







PC 88