

# **Daten und Kennlinien von Elektronenröhren**

Zentralvertrieb  
Stuttgart-Zuffenhausen,  
Hellmuth-Hirth-Straße 42  
Telefon 89521

Technische Auskünfte  
Röhrenwerk Eßlingen  
Eßlingen am Neckar  
Fritz-Müller-Straße 26/27  
Telefon 3577 48/49



**STANDARD ELEKTRIK LORENZ**

Lorenz Werke Stuttgart



### 1. Verwendungszweck

Es wird empfohlen, Vakuumröhren möglichst nur für den besonderen Zweck zu verwenden, für den sie entwickelt wurden. Dabei sollten die im Datenblatt unter "Betriebswerte" angegebenen Betriebsbedingungen als Mittelwerte eingehalten werden. Bei neuartigen Schaltungen, die eine ungewöhnliche Beanspruchung der Röhren bedingen, sollte Fühlung mit der Technischen Abteilung des Röhrenwerkes aufgenommen werden.

### 2. Gebrauchslage von Vakuumröhren

Sofern im Datenblatt keine besonderen Angaben gemacht werden, darf eine Röhre sowohl beim Transport als auch während des Betriebes jede beliebige Lage einnehmen.

Vom Geräteentwickler muß dafür gesorgt werden, daß eine Röhre nicht durch Erschütterungen während des Transports oder beim Betrieb aus der Fassung fallen kann. Lage und Befestigung der Fassung sollen möglichst geringe akustische Erregung der Röhre sicherstellen.

### 3. Inbetriebnahme

Durch Lagerung oder Transport stark unterkühlte Röhren oder Geräte sollen normalerweise erst eingeschaltet werden, nachdem sie langsam auf normale Zimmertemperatur gebracht wurden. Soweit nicht besonders im Datenblatt angegeben, können Heizung und positive Spannungen für Elektroden gleichzeitig eingeschaltet werden. Es ist aber schonender für die Röhre, zuerst nur die Heizung einzuschalten.

### 4. Kühlung

Für die Lebensdauer einer Röhre ist eine gute Kühlung vorteilhaft. Eine strahlungsgekühlte Röhre (normale Empfänger-Röhre) sollte daher im Gerät so angeordnet werden, daß eine ausreichende Luftzirkulation um den heißen Kolben gewährleistet ist. Ergibt sich die Notwendigkeit, eine Röhre aus elektrischen Gründen abzuschirmen, dann sollte die Abschirmung so beschaffen sein, daß die Temperatur des Röhrenkolbens da-



durch nicht erhöht wird. Es ist in diesem Falle zweckmäßig, die Röhre senkrecht anzuordnen, so daß im Raum zwischen Röhrenkolben und Abschirmung durch Schornsteinwirkung ein intensiver Luftstrom zustande kommt. Sofern im Datenblatt einer Röhre keine anderen Angaben gemacht werden, darf die Temperatur des Röhrenkolbens bei der maximal zulässigen Beanspruchung bei Braun'schen Röhren den Wert von  $150^{\circ}\text{C}$  und bei allen übrigen Röhren  $250^{\circ}\text{C}$  an der heißesten Stelle nicht überschreiten. Dabei ist zu beachten, daß gegebenenfalls beim Betrieb des Gerätes bei erhöhten Umgebungstemperaturen oder in größeren Höhen eine schlechtere Wärmeabfuhr eintritt.

#### 5. Röhrensockel und Fassung

Jede Neukonstruktion einer Röhrenfassung sollte vor ihrer Verwendung einer sorgfältigen Prüfung mit eingehender Lebensdauererprobung unterworfen werden. Durch ihre Anwendung darf keine übermäßige Beanspruchung der Röhren entstehen.

Freie Kontaktfedern an der Fassung sollten bei der Verdrahtung eines Gerätes wegen der möglichen elektrischen Verkopplung im allgemeinen nicht als Lötstellen zur Befestigung von Schaltelementen verwendet werden. Bei Röhren mit Preßglassockel sind die mit i.V. (innere Verbindung) gekennzeichneten Sockelstifte mit dem Systemaufbau im Innern des Röhrenkolbens verbunden. Die Zuführung von Spannungen zu diesen Durchführungsstiften kann daher die Röhrendaten in unkontrollierbarer Weise verändern und muß unbedingt vermieden werden.

In den Sockelschaltbildern wird, falls nichts anderes ausdrücklich betont, die Anordnung der Sockelstifte so angegeben, wie man sie bei Draufsicht auf die Sockelstifte sieht, weil sich dies im Hinblick auf eine Kontrolle der Verdrahtung von der Unterseite eines Gerätes als zweckmäßig erwiesen hat.

#### 6. Mechanische Beanspruchung

Die Erfahrung lehrt, daß von sämtlichen Beschädigungen des Glaskolbens der überwiegende Anteil auf eine unsachgemäße Behandlung der Röhren beim Auswechseln zurückzuführen ist. Da Glas als spröder Werkstoff keine größere mechanische Beanspruchung verträgt, muß darauf geachtet werden, daß das Einsetzen und Herausnehmen der Röhre sehr vorsichtig erfolgt.

Vor allem soll eine Biegebeanspruchung eingepreßter Sockelstifte vermieden werden. Insbesondere das einseitige Anheben von heißen Allglasröhren mit einem scharfkantigen Werkzeug (Schraubenzieher o.ä.) und das schräge Herausziehen oder Einsetzen verursachen leicht Glasschäden.

Glasschäden können auch entstehen, wenn einzelne Federn der Röhrenfassung beim Verdrahten durch eine starre Leitungsführung aus ihrer Soll-Lage verschoben wurden. Es empfiehlt sich daher, vor der Verdrahtung sämtliche Fassungen eines Gerätes mit maßhaltigen Röhrenattrappen zu bestücken.

## 7. Gefahren beim Umgang mit Vakuumröhren

### 7.1 Berührung von spannungsführenden Elektroden

Daß unter gewissen besonders ungünstigen Bedingungen bereits das Berühren von zwei Elektroden mit einer Spannungsdifferenz von mehr als 40 V lebensgefährlich sein kann, ist bekannt. Es soll an dieser Stelle daher nur darauf hingewiesen werden, daß ein an sich harmloser elektrischer Schlag, der eine Reflexbewegung auslöst, welche z.B. das Fallenlassen einer großen Bildröhre bewirkt, durch seine Folgen ebenfalls gefährlich werden kann.

Vor allem bei Bildröhren entsteht nach dem Abschalten der Hochspannung, auch wenn Innen- und Außenbelag des Glaskolbens vorübergehend kurzgeschlossen wurden, infolge der dielektrischen Nachwirkung eine Ladung, die für eine Schockwirkung beim Berühren bereits ausreicht. Beim Auswechseln einer Röhre sollte daher unmittelbar nach dem Ausschalten des Fernsehempfängers die Anode der Bildröhre für eine Zeitdauer von mindestens 3 Minuten mit Masse und Außenbelag verbunden werden.

### 7.2 Implosionsgefahr

Bei allen Vakuumröhren mit größerem Kolbenvolumen, insbesondere bei Bildröhren, besteht bei einer Implosion die Gefahr einer Verletzung durch Glassplitter oder Röhrenteile. Es liegt daher im Interesse aller Beteiligten, die

für den Umgang mit Bildröhren aufgestellten Sicherheitsvorschriften auf das sorgfältigste zu beachten.

### 7.3 Entstehung von Röntgenstrahlen

Beim Betrieb von Elektronenröhren, insbesondere bei Spannungen über 16 kV, können schädliche Röntgenstrahlen entstehen. In allen Fällen, wo höhere Spannungen zugelassen sind, müssen beim Überschreiten dieser Spannungsgrenze besondere Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

## 8. Maßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer

Die Lebensdauer einer Vakuumröhre ist im allgemeinen sehr stark von dem gewählten Betriebszustand abhängig. Sowohl die Überheizung und Unterheizung von Oxydkatoden als auch deren Betrieb ohne Katodenstrom (in gesperrtem Zustand oder ohne positive Spannung an den sonst positiven Elektroden) ist nachteilig für die Lebensdauer. Zu empfehlen sind dagegen folgende Maßnahmen:

- 8.1 geringe Schwankung der Betriebsspannungen, vor allem Heizung bei Sollwert oder höchstens  $\pm 5\%$  Abweichung
- 8.2 geringe Wärme-Belastung sämtlicher Elektroden
- 8.3 Katodenstrom mindestens 20% des propagierten Betriebswertes
- 8.4 gute Kühlung hochbelasteter Röhren
- 8.5 Betrieb der Röhren mit vollautomatischer (oder Falls erforderlich halbautomatischer) Gittervorspannungserzeugung
- 8.6 Betrieb von Verstärkerröhren mit dem kleinstmöglichen Gitterableitwiderstand
- 8.7 Betrieb von indirekt geheizten Verstärkerröhren mit der kleinstmöglichen Spannung zwischen Heizer und Katode.

## 9. Schaltmittel

Die Angaben im Datenblatt beziehen sich auf Schaltmittel, deren Werte mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  eingehalten werden. Bei Verwendung von Schaltmitteln geringerer Genauigkeit ist

damit zu rechnen, daß die Datenblattwerte nicht unbedingt erreicht oder Grenzwerte überschritten werden. Bei größeren Schwankungen der Istwerte der Schaltmittel muß der normale Betriebswert so gewählt werden, daß keiner der Grenzwerte überschritten wird. In die Katodenleitung sollen im allgemeinen außer den Mitteln zur Erzeugung und Siebung der Gittervorspannung keine anderen Schaltmittel gelegt werden. Ausnahmefälle werden in den Datenblättern gesondert angegeben.

#### 10. Patentlage

Die Schaltungsangaben erfolgen ohne Rücksicht auf etwa bestehende Schutzrechte. Es wird empfohlen, vor Benutzung einer angegebenen Schaltung die Patentlage zu klären.



## 1. Allgemeines

Die in den Datenblättern gemachten Angaben beziehen sich auf den Mittelwert der jeweiligen Meßgröße. Bei Rundfunkröhren muß aus Gründen der Wirtschaftlichkeit mit relativ großen Streuungen um diesen Mittelwert gerechnet werden; bei Röhren für kommerzielle Anlagen, an deren Eigenschaften besonders hohe Anforderungen gestellt werden, ist es üblich, für einige besonders wichtige elektrische Kennwerte die Auslieferungstoleranzen anzugeben.

## 2. Heizerwerte

Von allen Betriebsdaten ist die Heizleistung derjenige Wert, welcher mit Rücksicht auf die Lebensdauer einer Elektronenröhre während des Betriebes am genauesten eingehalten werden muß. Sofern es sich um indirekt geheizte Rundfunkröhren handelt, wird bei Typen mit Oxydkatode für Parallelheizung eine Toleranz der Heizspannung von  $\pm 10\%$ , bei der Serienheizung eine Toleranz von  $\pm 6\%$  des vorgeschriebenen Heizstromes zugelassen.

Diese verhältnismäßig enge Toleranz der Röhrenheizung ist mit Rücksicht auf die besonderen Eigenschaften der in Rundfunkröhren meist verwendeten, auf höchste Emission gezüchteten modernen Oxydkatoden erforderlich. Sowohl Über- als auch Unterheizung stören das bei Normalheizung vorhandene Gleichgewicht einer Oxydkatode und bewirken eine Beeinträchtigung der hohen Emissionsfähigkeit und der Lebensdauer.

Bei einem Gerät mit Serienheizung der Bestückungsröhren können während des Anheizens durch die Verschiedenheit der thermischen Zeitkonstanten der einzelnen Katoden vorübergehend unzulässig hohe Heizspannungen an einzelnen Röhren auftreten. Um Beschädigungen von Vakuumröhren bei Serienheizung während der Anheizzeit zu vermeiden, muß vom Geräteentwickler dafür Sorge getragen werden, daß durch entsprechende Dimensionierung des Heizkreises, gegebenenfalls

unter Verwendung eines Heißleiters oder Relais, ein auch nur kurzzeitiger Anstieg der Heizspannung über den 1,5-fachen Sollwert mit Sicherheit vermieden wird.

Für Röhren, die unter Betriebsbedingungen arbeiten, bei denen die Nennwerte der Heizerdaten nicht eingehalten werden, können Ersatzansprüche irgendwelcher Art nicht anerkannt werden.

Bei Heizung von Röhren aus der Starterbatterie eines Fahrzeuges ist es vielfach nicht zu vermeiden, daß die zulässigen Toleranzen der Betriebswerte des Heizers überschritten werden. In diesen Fällen muß je nach der Höhe der Toleranzüberschreitung mit einer entsprechenden Minderung der Lebensdauer gerechnet werden.

Für ortsveränderliche Anlagen, deren Röhren aus einem Akkumulator geheizt werden, wird damit gerechnet, daß dessen Klemmenspannung höchstens zwischen 5,5 und 8 V (bzw. 11 und 16 V) schwankt.

### 3. Betriebswerte

Im Gegensatz zu den engen Toleranzen der Heizleistung sind die Spannungen und Ströme der einzelnen Elektroden, die als Betriebswerte für jeden Röhrentyp angegeben sind, nur als Richtwerte zu betrachten, deren Einhaltung zur Erreichung der günstigsten Betriebsbedingungen zweckmäßig ist. Die angegebenen Grenzwerte dürfen jedoch in keinem Fall überschritten werden.

In jeder Schaltung muß für alle Elektroden ein Gleichstromweg nach der Katode bestehen. Falls im Datenblatt keine anderen Angaben gemacht werden, wird empfohlen, ein gesondert herausgeführtes Bremsgitter direkt mit Katode oder Masse zu verbinden.

### 4. Meßwerte

Die angegebenen statischen Meßwerte stellen die statistisch jeweils mit der größten Wahrscheinlichkeit auftretenden Werte dar. Diese Meßwerte werden in einer Schaltung ermittelt, bei welcher sich in den Zuleitungen zu den einzelnen



Elektroden keinerlei Schaltmittel befinden und sollen dem Verbraucher nur als Anhaltspunkt für die Beurteilung einer Röhre und die zweckmäßige Dimensionierung einer Schaltung dienen. Bei der unvermeidlichen Streuung von Steilheit, Durchgriff, Innenwiderstand und damit des Arbeitspunktes geben die statischen Messungen kein eindeutiges Bild über die für einen bestimmten Verwendungszweck günstigsten Eigenschaften einer Röhre. Eine Aussage über die Verstärkereigenschaften oder die erzielbare Nutzleistung kann aus ihnen nicht mit Sicherheit abgeleitet werden.

Die Kenndaten einer Vakuumröhre werden in der Regel auf einen konstanten Anodenstrom bezogen. Die Gittervorspannung muß daher beim Messen so eingestellt werden, daß bei der Anoden- und Schirmgitter-Sollspannung in der Röhre der Soll-Anodenstrom fließt. Die in den Meßwerten angegebene Gittervorspannung ist daher bei der Messung einer einzelnen Röhre nur als angenäherter Richtwert zu betrachten.

Bei indirekt geheizten Röhren dient für sämtliche angegebenen Spannungen die Katode der Röhre als Bezugspunkt, bei direkt geheizten Röhren das negative Heizfadenende.

### 5. Grenzwerte

Die obere Grenze der elektrischen Beanspruchung einer einzelnen Elektrode ist für jeden Röhrentyp in den zugehörigen Grenzwerten festgelegt und darf im Betrieb für eine Mittelwertsröhre unter keinen Umständen überschritten werden, es sei denn, daß bewußt eine Verkürzung der Lebensdauer oder eine Verringerung der Betriebssicherheit in Kauf genommen wird. Für Röhren, die in Schaltungen betrieben werden, in denen die angegebenen Grenzwerte überschritten werden, kann nicht mit der Anerkennung von Ersatzansprüchen gerechnet werden.

Eine Schaltung mit Vakuumröhren muß daher so dimensioniert werden, daß bei Verwendung von Röhren mit mittleren Daten bei der Netzennspannung und im betriebswarmen Zustand sämtlicher Schaltelemente sowie bei dem für den endgültigen Betrieb kritischsten Druck und der höchsten Temperatur

des Kühlmittels für alle sinnvollerweise denkbaren Signalspannungen keiner der angegebenen Grenzwerte überschritten wird. Der Grenzwert einer Röhre darf auch dann nicht überschritten werden, wenn andere Röhren, die zur Bestückung desselben Gerätes gehören, bei bestimmten Betriebszuständen ausgeschaltet werden.

Den Angaben der Grenzwerte von Rundfunkröhren wird in der Regel eine Toleranz für Netzspannungsschwankungen von  $\pm 10\%$ , sowie eine weitere Toleranz von  $\pm 5\%$  für die unvermeidlichen Schaltmittelstreuungen zugrunde gelegt. Bei Verwendung von Schaltmitteln mit einer Toleranz, die größer ist als  $\pm 5\%$ , muß durch entsprechende Auslegung der Schaltung, z.B. eine Gleichstromgegenkopplung im Katodenkreis, dafür gesorgt werden, daß diese größere Schaltmittelstreuung hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Belastung der Röhren wieder ausgeglichen wird.

Es ist jedoch nicht zulässig, bei geringerer Toleranz der Schaltmittel- und Netzspannungswerte die Belastung einer Röhre so weit zu erhöhen, daß irgend einer der Grenzwerte dauernd überschritten wird.

In ortsveränderlichen Anlagen, die aus einem Akkumulator gespeist werden, müssen die Sollwerte der Betriebsspannung mit Rücksicht auf Spannungsschwankungen während des Betriebes bei einer Akkumulator-Klemmenspannung von 7 V (bzw. 14 V) eingestellt werden. Die Heizspannung der Röhren beträgt dann 7 (bzw. 14 V). Bei der oben erwähnten Einstellung bestehen bei einer Änderung der Akkumulatorspannung zwischen 5,5 bis 8 V (bzw. 11 bis 16 V) hinsichtlich der Grenzwerte keine Bedenken.

Je nach Art der einzelnen Elektroden ist die Meßgröße, welche die obere Grenze der elektrischen Beanspruchung bestimmt, verschieden. Man muß daher folgende Grenzwerte unterscheiden:

#### 5.1 Grenzwert der Spannung

Wegen der konstruktiv bedingten, relativ geringen Abstände zwischen den Elektroden einer Vakuumröhre sowie

der endlichen und vor allem temperaturabhängigen Isolationswerte der im Röhrenbau verwendeten Werkstoffe ergibt sich im Hinblick auf die Überschlagsgefahr die Notwendigkeit, den Wert der Spannung, welcher an die einzelnen Elektroden angelegt werden darf, auf einen Maximalwert zu begrenzen.

Die im Datenblatt angegebenen Maximalwerte berücksichtigen bereits die Tatsache, daß bei Aussteuerung die an der Anode auftretenden Spannungsspitzen den doppelten Wert der Anodengleichspannung erreichen können.

#### 5.11 Kaltspannung

Während der Anheizzeit liefert der Netzteil eines Gerätes in der Regel eine erheblich größere positive Gleichspannung als im heißen Zustand. Die zulässige Beanspruchung der Isolation im kalten Zustand wird durch die Angabe der maximalen Kaltspannung festgelegt.

Dieser Wert gilt ebenfalls für den Betrieb von Röhren mit maximaler Regelspannung, jedoch muß dabei gewährleistet sein, daß nicht zugleich auch die maximale Verlustleistung überschritten wird.

#### 5.12 Spannung zwischen Heizer und Katode

Infolge der hohen Betriebstemperatur des Heizers kann der Isolationswert der Heizerisolation starken zeitlichen Schwankungen unterworfen sein. Diese Schwankungen des Isolationsstroms können über die Impedanz in der Katodenzuleitung in den Verstärkerkreis gelangen und sich dort u.U. als Störung bemerkbar machen.

Mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit einer Röhre sollte daher der im Datenblatt genannte Wert der Spannung zwischen Heizer und Katode nicht überschritten werden.

Hohe Anforderungen an die Brummfreiheit einer Schaltung können dadurch leichter erfüllt werden, daß man der im Gerät vorhandenen Wechselspannung zwischen Heizer

und Katode eine zusätzliche Gleichspannung überlagert. Die Summe der beiden Spannungen darf auch in diesem Falle den im Datenblatt genannten Maximalwert nicht überschreiten.

Ist dieser Wert im Datenblatt mit 0 V angegeben, so bedeutet dies, daß ein Heizfadenende mit der Katode verbunden werden muß.

### 5.13 Sperrspannung

Für Gleichrichterröhren wird vielfach derjenige Spitzenwert der Spannung zwischen Anode und Katode angegeben, den die Röhre noch ohne Schaden (Überschläge, Rückzündung) vertragen kann. Aus diesem Wert läßt sich unter Berücksichtigung der Spannung am Ladekondensator die höchste zulässige Transformatorwechselspannung errechnen.

### 5.2 Grenzwert des Stromes

Mit Rücksicht auf den Emissionsmechanismus der Oxydkatode darf zur Erreichung vernünftiger Lebensdauerwerte nur der jeweils angegebene max. Katodengleichstrom entnommen werden. Der Spitzenstrom darf normalerweise den vierfachen Wert nicht überschreiten. Im Hinblick auf die Spratzgefahr wird bei Gleichrichterröhren und impulsgetasteten Röhren der Maximalwert des Spitzenstromes gesondert angegeben.

Bei Rundfunkröhren darf bei Impulsbetrieb der Spitzenwert des Katodenstroms im allgemeinen den 25-fachen Wert des im Datenblatt angegebenen Grenzwertes für den mittleren Katodenstrom nicht überschreiten. Dies gilt aber nur, wenn der sich aus dem Tastverhältnis ergebende Effektivwert des Katodenstromes höchstens das Dreifache dieses Grenzwertes erreicht und die Impulsdauer  $< 10 \mu\text{sec.}$  beträgt.

Für spezielle Anwendungsfälle werden die entsprechenden Grenzwerte im Datenblatt gesondert angegeben.

### 5.3 Grenzwert der Verlustleistung

Da die Oxydkatode als wesentlicher Bestandteil der Rundfunkröhre sowohl durch Restgase, welche aus den Elektroden bei Erwärmung austreten, als auch durch die im Vakuum stattfindende Verdampfung des heißen Elektrodenmaterials in ihrer Emissionsfähigkeit beeinträchtigt werden kann, darf die Betriebstemperatur der verschiedenen Röhrenelektroden im Innern der Röhre einen gewissen erfahrungsgemäß festgelegten Höchstwert nicht überschreiten.

Eine übermäßige Belastung einzelner Elektroden kann auch zu einer Rückheizung der Katode, zu thermischer Gitteremission oder Isolationsverschlechterung führen.

Die Erwärmung der stromführenden Röhrenelektroden hängt außer von der durch benachbarte Elektroden übertragenen Wärme von der durch den Elektronenaufprall erzeugten Wärme ab. Sofern keine Emission von Sekundärelektronen auftritt, ist die einer Elektrode mittels Elektronenstrom pro Zeiteinheit zugeführte Wärmemenge gleich der elektrischen Verlustleistung.

Die im Datenblatt angegebenen Maximalwerte der Verlustleistung gelten

- a) für eine Mittelwertsröhre
- b) für eine Schaltung mit Bauteilen, die dem Nennwert entsprechen
- c) beim Sollwert der Betriebsspannungen
- d) bei einer Wechselspannungsaussteuerung der Röhre, bei welcher die Verlustleistung einer einzelnen Elektrode ein Maximum erreicht.

Wenn in einem Einzelfall unter obigen Bedingungen a) ... d) eine Überschreitung irgendeines Grenzwertes nicht vorliegt, dann ist es gestattet, daß

- e) jedes beliebige Exemplar des unter a) erwähnten Röhrentyps in dieser Schaltung verwendet wird.
- f) Dabei gilt für a) ... d) noch die Nebenbedingung, daß die durch den Einfluß der Toleranzen von Bauteilen, der Netzspannungsschwankungen und der Änderung der Speisespannung infolge einsetzender



Regelung allenfalls eintretende Überschreitung der Verlustleistungen bei einer Mittelwertsröhre höchstens 15% der Grenzwerte ausmachen darf.

Bei Vorstufenröhren ist hinsichtlich der Elektrodenbelastung im allgemeinen der Betrieb ohne Eingangswchselspannung kritischer; bei Endverstärkerröhren dagegen, insbesondere im B-Betrieb, tritt die maximale Verlustleistung in der Regel bei der größten Aussteuerung auf.

Bei Mehrgitter-Endröhren werden in der Regel 2 Werte für die Schirmgitterverlustleistung angegeben. Der eine Wert gilt für Dauerbetrieb mit sehr schwachem oder ganz fehlendem Eingangssignal, während der zweite (höhere) Wert nur während der maximalen Aussteuerung vorübergehend erreicht werden darf. Bei einer dauernden Beanspruchung der Röhren mit der maximalen Ausgangsleistung muß die Aussteuerung entsprechend herabgesetzt werden.

Mit Rücksicht auf den Grenzwert der Schirmgitterverlustleistung ist darauf zu achten, daß bei Mehrgitterröhren weder die Anodenzuleitung unterbrochen noch (bei Aussteuerung) die Impedanz im Anodenkreis erheblich geändert wird.

#### 5.4 Grenzwerte von äußeren Widerständen

Die Werte von äußeren Widerständen, vor allem für den Gitterableitwiderstand, dürfen nicht beliebig hoch gewählt werden.

Im Betriebszustand einer Röhre müssen sämtliche Elektroden über äußere Widerstände, welche die für die einzelnen Elektroden jeweils genannten Grenzwerte nicht überschreiten, an Katode angeschlossen werden. Ein etwa gesondert herausgeführtes Bremsgitter ist direkt mit Katode oder Masse zu verbinden, falls es keine anderweitige Funktion zu erfüllen hat.

##### 5.41 Gitterableitwiderstand

Durch das gleichsinnige Zusammenwirken von Isolationsstrom und Ionisationsstrom (geringe Gas-

reste) und der vor allem bei starker Belastung auftretenden thermischen Gitteremission fließt durch den Gitterableitwiderstand ein Gitterfehlstrom, der die Gittervorspannung verringert und bei unzulässig hohem Gitterableitwiderstand eine Überlastung der Röhre hervorrufen kann.

Bei hochbelasteten Vakuumröhren werden für den Grenzwert des Gitterableitwiderstandes vielfach zwei verschiedene Größen angegeben, wobei der kleinere Wert  $R_1$  jeweils für den Betrieb mit fester Gittervorspannung, der größere  $R_2$  für automatische Gittervorspannungserzeugung gilt.

In Allstromempfängern wird die Gittervorspannung der Endröhre meistens halbautomatisch mittels eines Widerstandes in der gemeinsamen Minusleitung erzeugt. Für diesen Betriebszustand muß der für die automatische Vorspannungsgewinnung angegebene maximale Gitterableitwiderstand um den Faktor

$$\frac{\text{Katodenstrom der Endröhre}}{\text{Gesamtstrom in der Minusleitung}}$$

verringert werden.

#### 5.42 Widerstand zwischen Heizer und Katode

Bei Vorstufenröhren muß unter Umständen die Größe dieses Widerstandes begrenzt werden. Da der Wert des Isolationswiderstandes zwischen Heizer und Katode spontan schwanken kann, muß mit Rücksicht auf Brummen und sonstige Störgeräusche aus dem Netz, die über diesen Isolationswiderstand in die Katodenzuleitung gelangen, der maximal zulässige Wert des Katodenwiderstandes um einige Größenordnungen unter dem Mindestwert des Isolationswiderstandes liegen.

Mit Rücksicht auf Brumm- und Störerscheinungen sollen daher in die Verbindung zwischen Katode und Masse grundsätzlich nur solche Schaltmittel gelegt werden,



die zur Erzeugung der Gittervorspannung oder zur Gegenkopplung dienen, damit die Impedanz des Katodenkreises für den in der Röhre verstärkten Frequenzbereich gering wird.

Da obiger Grundsatz bei Oszillator- und Mischschaltungen gelegentlich nicht befolgt werden kann, wird den Geräteherstellern empfohlen, solche Schaltungen nach Rücksprache mit dem Röhrenwerk auszuführen, sofern nicht die Zulässigkeit eines solchen Betriebes aus angegebenen Schaltbeispielen hervorgeht.

#### 5.43 Schutzwiderstand

Bei Gleichrichterröhren bedarf es vielfach eines Schutzwiderstandes im Anodenkreis, um kurzzeitige Überschläge innerhalb des Röhrensystems (Spratzen) zu verhindern. Der kleinste Wert, welcher für die einzelnen Betriebszustände noch zugelassen werden kann, wird als Grenzwert im Datenblatt angegeben.

Bei Gleichrichterschaltungen, die aus einem Netztransformator gespeist werden, setzt sich der Schutzwiderstand im Gleichrichterkreis sinngemäß aus der Summe der Quellwiderstände zusammen. (Auf die Sekundärseite des Netztransformators bezogen) Dieser Schutzwiderstand errechnet sich für einen Doppelweggleichrichter z.B. folgendermaßen:

$$R_{\text{schutz}} = R_{\text{zus}} + R_{\text{sek}} + n^2 \cdot R_{\text{prim}}$$

wenn mit  $R_{\text{zus}}$  der zusätzliche Schutzwiderstand in jeder Anodenleitung,  $R_{\text{sek}}$  der Widerstand der halben Sekundärwicklung,  $n$  das Verhältnis der Windungszahlen der halben Sekundärwicklung zur Primärwicklung und mit  $R_{\text{prim}}$  der Widerstand der Primärwicklung bezeichnet wird.

Da der zusätzliche Widerstand  $R_{\text{zus}}$  mit den hohen Stromspitzen in der Durchlaßphase belastet ist, muß seine Nennlast wesentlich höher sein als der reinen Gleichstrombelastung entsprechen würde. Ein Sicherheitsfaktor von 3 reicht gewöhnlich aus.



### 5.5 Grenzwert für den Gitter- bzw. Diodenstromereinsatzpunkt

Der in den Datenblättern angegebene Wert stellt die ungünstigste obere Grenze der negativen Gitter- bzw. Diodenvorspannung über die ganze Fertigungsstreuung dar, bei welcher bereits ein Anlaufstrom von  $0,3 \mu\text{A}$  fließt, wenn an den restlichen Elektroden die üblichen Betriebsspannungen liegen. Dieser Wert gestattet es, für einen beliebigen Arbeitspunkt der Röhre denjenigen Maximalwert der Steuergitterwechselspannung anzugeben, bei welchem mit Sicherheit damit zu rechnen ist, daß in der Röhre noch kein Gitterstrom fließen wird, welcher den Wert von  $0,3 \mu\text{A}$  überschreitet.

### 5.6 Grenzwert des Ladekondensators

Bei Gleichrichterröhren ist ein möglichst großer Ladekondensator günstig für die Erzielung einer geringen Welligkeit der Gleichspannung. Mit Rücksicht auf den maximal zulässigen Spitzenstrom der Röhre, welcher der Kapazität des Ladekondensators direkt proportional ist, muß dessen Größe jedoch auf den im Datenblatt erwähnten Maximalwert begrenzt werden.

## 6. Kapazitäten

Die Angaben der Kapazitätswerte beziehen sich mit Ausnahme der Raumladungskapazität auf die Röhre in kaltem Zustand. Bei den Eingangs- und Ausgangskapazitäten wird gewöhnlich der Zentralwert des Fertigungsstrebereichs, bei störenden Teilkapazitäten (z.B.  $C_{1a}$ ) der obere Grenzwert des Streubereichs angegeben.

## 7. Besondere Hinweise

### 7.1 Dämpfung von UKW-Schwingungen

Infolge der hohen Steilheit moderner Röhren, insbesondere Endpentoden, ist es empfehlenswert, einen nicht überbrückten Dämpfungswiderstand von etwa  $1 \text{ k}\Omega$  unmittelbar in die Zuleitung zum Steuergitter zu legen.

## 7.2 Mikrophonie von Verstärkerröhren

Durch Körper- oder Luftschall kann ein Röhrensystem bzw. können Systemteile zu Schwingungen angeregt werden, welche entsprechende Änderungen des Anodenstromes zur Folge haben. Wenn sich zwischen der vom Schall angeregten Röhre und dem Lautsprecher Ausgang eines Empfängers ein Verstärker befindet, werden diese Anodenstromschwankungen um ein Vielfaches vergrößert dem Lautsprecher zugeführt. Dieser strahlt die Wechselstromenergie nun als Schallenergie ab.

Bei ungünstiger Anordnung von Röhre und Lautsprecher in einem Empfänger kann es nun leicht geschehen, daß durch die vom Lautsprecher abgestrahlte Schalleistung eine akustische Rückkopplung zustande kommt. Um diese zu vermeiden, werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- 7.21 möglichst großer Abstand zwischen der empfindlichen Röhre und dem Lautsprecher
- 7.22 Unterbindung der Übertragung von Körperschall vom Gehäuse zum Chassis durch entsprechende Gummizwischenschichten zwischen Gehäuse und Chassis, sowie durch federnde Aufhängung der Fassungen von empfindlichen Röhren.
- 7.23 Anbringen einer Schallabschirmung über dem Kolben der empfindlichen Röhre.

In den Datenblättern von Röhren, die zur Niederfrequenzverstärkung verwendet werden, ist jeweils jene maximale Verstärkung (definiert als Gitterwechselspannung an der fraglichen Röhre für 50 mW Nutzleistung am Ausgang der Schaltung) angegeben, für welche die betreffende Röhre bei sorgfältigem Aufbau eines Gerätes noch ohne besondere Vorkehrungen gegen Mikrophonie und sonstige Störgeräusche verwendet werden kann.

## 7.3 Entkopplung von Gitter- und Anodenkreis

Bei Röhren mit hoher Verstärkung ist es notwendig, zur Erzielung einer günstigen Entkopplung von Gitter und Anode das Mittelrohr der Röhrenfassung mit Erde oder Masse zu verbinden.



Die modernen Bildröhren haben ziemlich große Abmessungen. Ein viel verwendeter Typ hat z.B. eine Schirmdiagonale von 420 mm. Die Wandstärke des Kolbens ist entsprechend groß. Bei der Implosion einer solchen Röhre besteht daher die Gefahr von Verletzungen, weshalb mit Rücksicht auf die Sicherheit des Bearbeiters das Tragen einer Schutzbrille empfohlen wird.

Im Fertigungsprozeß dieser Röhren sind mit Rücksicht auf diese Gefahr Kontrollen eingesetzt worden. Diese konnten so weit ausgebaut werden, daß Röhren, welche das Werk verlassen, praktisch implosionssicher sind, wenn alle, die mit den Bildröhren umgehen, die folgenden Sicherheitsvorschriften beachten:

- 1) Die Bildröhren sind in einem Spezialkarton verpackt, dessen Beschriftung genau durchzulesen und zu beachten ist.
- 2) Während für den Transport von Bildröhren mit Rücksicht auf die Kippgefahr der Bildschirm unten liegen soll, muß der Karton für die Entnahme der Röhre so gestellt werden, daß der Bildschirm oben liegt.
- 3) Beim Einsetzen oder Herausnehmen darf man eine Bildröhre nur am Rand der Schirmfläche anfassen. Eine Röhre darf weder am Röhrenhals ergriffen werden, noch darf man auf diesen einen Druck ausüben.
- 4) Es ist besonders darauf zu achten, daß der Glaskolben einer Bildröhre nicht angekratzt wird. Ein kleiner Kratzer in gewissen Bezirken der Röhre setzt die Bruchsicherheit stark herab.
- 5) Wenn eine Bildröhre aus der Hand gegeben wird, darf sie niemals auf die Seite gelegt werden. Sie muß entweder auf die Schirmfläche gestellt werden (und zwar auf eine weiche Unterlage, die frei von schabenden Bestandteilen ist) oder in eine geeignete Vorrichtung eingehängt werden. Auf jeden Fall ist eine Biegebeanspruchung des Röhrenhalses zu vermeiden.

- 6) Bildröhren dürfen niemals angestoßen oder geschoben werden.
- 7) Um dem Auftreten von Glasspannungen vorzubeugen, dürfen Bildröhren nicht einseitig erwärmt werden.
- 8) Wenn Röhren in der Nähe von Arbeitsplätzen abgestellt werden, gleichgültig ob dauernd oder nur zeitweise, z.B. längs einer Produktionskette oder in einem Laboratorium, sollen sie in einem geeigneten Schutzbehälter aufbewahrt werden.
- 9) Beim Betrieb von Projektionsröhren, die mit besonders hohen Spannungen arbeiten, können unter gewissen Bedingungen Röntgenstrahlen entstehen. Es empfiehlt sich daher, bei Arbeiten mit derartigen Röhren auf das Auftreten von Röntgenstrahlen zu achten. Bei Nachweis von Röntgenstrahlen müssen geeignete Abschirmungen vorgesehen werden.
- 10) Mit Rücksicht auf die dielektrische Nachwirkung des Kolbenglases darf eine Bildröhre, welche sich im Betriebszustand befand, nicht sofort nach dem Ausschalten der Spannungen angefaßt werden. Es ist vielmehr erforderlich, daß nach dem Abschalten der Hochspannungsquelle eine Verbindung zwischen dem äußeren Belag und der Anode hergestellt wird und mindestens 3 Minuten lang bestehen bleibt, bevor man die Bildröhre ausbaut oder in ihrem Hochspannungsteil eine Messung bzw. Schaltungsänderung ausführt. Auf die nötige Vorsicht hinsichtlich der Hochspannung wird hingewiesen.
- 11) Alte und unbrauchbare Röhren müssen, sofern sie noch evakuiert sind, mit denselben Vorsichtsmaßnahmen behandelt und gelagert werden wie neue. Wenn sie beseitigt werden sollen, müssen sie vorher zerstört werden. Es ist dafür zu sorgen, daß sie auf keinen Fall in die Hände von Personen gelangen, welche die damit verbundenen Gefahren nicht kennen.
- 12) Wenn eine Bildröhre zerstört werden muß, geschieht dies zweckmäßigerweise in einem starkwandigen geschlossenen Behälter. Der Behälter soll oben eine Öffnung haben, durch die man ein schweres Werkzeug, z.B. eine Brechstange, führt, um die Röhre damit zu zertrümmern.



Formelzeichen und Indizes  
(Übersicht)

Formel- und  
Kurzzeichen

Formelzeichen:

B	Leuchtdichte	R	Widerstand	$\beta$	Leuchtwinkel
C	Kapazität	q	Signal-/Störspannung	$\gamma$	Schattenwinkel
D	Durchgriff	S	Steilheit	$\mu$	Verstärkungsfaktor
f	Frequenz	T	Temperatur	$\tau_{diff}$	Lichtdurchlässigkeit
G	Leitwert	U	Spannung	$\varphi$	Phasenwinkel
I	Strom	V	Verstärkung	$\ominus$	Stromflußwinkel
k	Klirrfaktor	W	Regelverhältnis	$\omega$	Kreisfrequenz
m	Modulationsgrad	Y	Wechselstromleitwert		
N	Leistung	Z	Impedanz		
n	Rauschzahl				

Indizes: Die Indizes beziehen sich der Reihe nach auf

1. das Formelzeichen	2. die Elektrode	3. das System	4. die näheren Umstände
fehlt			Gleichstromwert
$\bar{M}_q$	a	A	Äquivalenter Wert Anode
B	f	B	Batterie oder Speisungsquelle Heizfaden bei dir. Heizung
b	h	C	Blindwert Heizer
br	k	D	Brummwert Katode
c	l	E	Mischwert Leuchtschirm
dä	m	F	Dämpfungswert Metallisierung oder äußere Schirmung
e	s	H	Stromeinsatzwert innere Schirmung
em	1...n	K	Emissionswert Gitter 1 bis n
gr	i.V.	L	Grenzwert innere Verbindung
HF		M	Hochfrequenzwert
i			Innerer Wert
kr		Q	Kreuzmodulationswert Enneode
m		Y	arithm. Mittelwert Einweggleichrichter
n		Z	Nutzwert Zweiweggleichrichter
NF			Niederfrequenzwert
o			bei kalter Röhre
r			Raumladungswert
res			Resonanzwert
s			Scheinwert
sp			Spitzen-, Scheitelwert
sperr			Sperrwert
st			Störwert
St			Steuergröße
t			Augenblickswert
v			Verlustwert
w			Wirkwert
ZF			Zwischenfrequenz
a			Ausgangswert
c			Eingangswert
w			Wechselstromwert

Formel- oder Kurzzeichen	Maßeinheiten	Bezeichnung
aA		Anode einer Diode
a1B, a2B		Anoden einer Duodiode
aC		Anode einer Vorstufentriode
$C_{aA}$	pF	Gesamtkaltkapazität einer Diodenanode gegen sämtliche übrigen Elektroden und Schirme
$C_{a1B}, C_{a2B}$	pF	Gesamtkaltkapazität einer Duodiodenanode gegen sämtliche übrigen Elektroden und Schirme
$C_{aC}$	pF	Gesamtkaltkapazität einer Triodenanode gegen sämtliche übrigen Elektroden und Schirme
$C_{akC}$	pF	Kaltkapazität, Anode-Katode einer Vorstufentriode <sup>+</sup> )
$C_{lade}$	pF, nF, $\mu$ F	Ladekondensator
$C_{sieb}$	pF, nF, $\mu$ F	Siebcondensator
$C_{1F}$	pF	Gesamtkaltkapazität des 1.Gitters einer Vorstufenpentode gegen sämtliche übrigen Elektroden und Schirme
$C_{1aF}$	$10^{-3}$ pF	Kaltkapazität zwischen Gitter 1 und Anode einer Vorstufenpentode <sup>+</sup> )
$C_{1hC}$	$10^{-3}$ pF	Kaltkapazität Gitter 1-Heizer einer Vorstufentriode <sup>+</sup> )
$C_{13H}$	pF	Kaltkapazität Gitter 1-Gitter 3 einer Heptode <sup>+</sup> )
$C_{1C1H}$	pF	Kaltkapazität des Triodengitters gegen Gitter 1 Heptode <sup>+</sup> )
$C_{(1C+3H)1H}$	pF	Kaltkapazität von Triodengitter und Gitter 3 der Heptode gegen Gitter 1 der Heptode <sup>+</sup> )
$C_{(1C+3H)aH}$	pF	Kaltkapazität von Gitter der Triode und Gitter 3 der Heptode gegen die Anode der Heptode <sup>+</sup> )
$C_{\epsilon I} [GB] =$ $= C_{k(1+h+s)CI}$	pF	Eingangskaltkapazität des Systems I einer Doppeltriode in Gitterbasis-schaltung <sup>+</sup> )
$C_{\epsilon I} =$ $= C_{1(k+h+s)CI}$	pF	Eingangskaltkapazität des Systems I einer Doppeltriode in Katodenbasis-schaltung <sup>+</sup> )

<sup>+</sup>) Wenn sämtliche übrigen Elektroden und Schirme mit dem Nullpunkt der Meßeinrichtung verbunden sind.

Formel- oder Kurzzeichen	Maßeinheiten	Bezeichnung
$C_{\alpha I} [GB] =$ $= C_a(1+h+s)CI$	pF	Ausgangskaltkapazität des Systems I einer Doppeltriode in Gitterbasis-schaltung +)
$C_{\alpha I} =$ $= C_a(k+h+s)CI$	pF	Ausgangskaltkapazität des Systems I einer Doppeltriode in Katodenbasis-schaltung
$C_{\epsilon} =$ $= C_1(k+h+2+s)$	pF	Eingangskaltkapazität einer Vorstu-fenpentode in Katodenbasisschaltung <sup>+</sup> )
$C_{\alpha} =$ $= C_a(k+h+2+s)$	pF	Ausgangskaltkapazität einer Vorstu-fenpentode in Katodenbasisschaltung
$C_r$	pF	Raumladekapazität
$\Delta f$	Hz, kHz, MHz	Bandbreite
$h$		Heizer allgemein (bei Kapazitäts-Meßwert-Angaben sämtliche Heizeran-schlüsse verbunden)
$h_m$		Mittelanschluß des Heizers
$h1, h2$		Heizeranschlüsse
$I_a$	$\mu A, mA$	Anodenstrom
$I_{aC}$	$\mu A, mA$	Anodenstrom einer Vorstufentriode
$I_h$	mA, A	Heizstrom
$I_k$	mA	Katodenstrom
$I_{ma}$	mA	arithmetischer Mittelwert des Anodenstroms
$I_{1C}$	$\mu A$	Gitterstrom einer Vorstufentriode
$I_{24H}$	mA	Strom von Gitter 2 und 4 einer Heptode
$I_{\omega}$	mA <sub>eff</sub>	Wechselstrom
$I_{\omega aL}$	mA <sub>eff</sub>	Anodenwechselstrom einer Endpentode
$k2, k3$	%	Klirrkoeffizient für die 2. bzw. 3. Harmonische

+ ) Wenn sämtliche übrigen Elektroden und Schirme mit dem Nullpunkt der Meßeinrichtung verbunden sind.

Formel- oder Kurzzeichen	Maßeinheiten	Bezeichnung
$m_{br}$	%	Brummodulation
$m_{kr}$	%	Kreuzmodulation
$N_b$	mW, W	Blindleistung
$N_n$	mW, W	Nutzleistung
$N_s$	mW, W	Scheinleistung
$N_v$	mW, W	Verlustleistung
$N_{va}$	mW, W	Anodenverlustleistung
$N_{vamax}$	mW, W	maximal zulässige Anodenverlustleistung
$N_{v24}$	mW, W	Summe der Verlustleistungen von Gitter 2 + 4
$N_{v24max}$	mW, W	maximal zulässige Summe der Verlustleistungen von Gitter 2 + 4
$N_w$	mW, W	Wirkleistung
$R_a$	$\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$	Widerstand im Anodenkreis
$R_{aa}$	$\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$	Widerstand von Anode zu Anode gemessen
$R_{aL}$	$\Omega$ , k $\Omega$	Widerstand im Anodenkreis einer Endpentode
$R_{\dot{a}q}$	$\Omega$ , k $\Omega$	Äquivalenter Rauschwiderstand
$R_{\dot{a}qc}$	$\Omega$ , k $\Omega$	Äquivalenter Rauschwiderstand bei Mischung
$R_b$	$\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$	Blindwiderstand
$\dot{R}_{d\dot{a}}$	k $\Omega$ , M $\Omega$	Dämpfungswiderstand (Wirkwert, bezogen auf die z.B. von einer Diode angeschlossenen Klemmen eines Schwingkreises)
$R_{hk}$	M $\Omega$	Isolationswiderstand Heizer-Katode
$R_{hkmax}$	k $\Omega$	maximal zulässiger äußerer Widerstand zwischen Heizer und Katode
$R_k$	$\Omega$ , k $\Omega$	Katodenwiderstand
$R_i$	$\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$	Innenwiderstand
$R_{prim}$	$\Omega$ , k $\Omega$	Widerstand der Primärwicklung eines (Netz-) Transformators
$R_{res}$	k $\Omega$	Resonanzwiderstand
$R_s$	$\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$	Scheinwiderstand
$R_{sek}$	$\Omega$ , k $\Omega$	Widerstand der halben Sekundärwicklung eines Netztransformators für Vollweggleichrichtung



Formel- oder Kurzzeichen	Maßeinheiten	Bezeichnung
$R_{sch}$	$\Omega, k\Omega, M\Omega$	Schutzwiderstand
$R_{sieb}$	$\Omega, k\Omega, M\Omega$	Siebwiderrstand
$R_w$	$\Omega, k\Omega, M\Omega$	Wirkwiderstand
$R_{wt}$	$\Omega, k\Omega, M\Omega$	Wirkwiderstand einer Transformator- wicklung
$R_{zus}$	$\Omega, k\Omega, M\Omega$	zusätzlicher (Schutz-)Widerstand
$R_1$	$k\Omega, M\Omega$	Ableitwiderstand von Gitter 1
$R_2$	$\Omega, k\Omega, M\Omega$	Vorwiderstand von Gitter 2
$R_{24H}$	$\Omega, k\Omega, M\Omega$	Vorwiderstand von Gitter 2 + 4 einer Hexode oder Heptode
$R_\alpha$	$\Omega, k\Omega$	Ausgangswiderstand für Wechselspan- nung
$R_\epsilon$	$\Omega, k\Omega$	Eingangswiderstand für Wechselspan- nung
$R_\omega$	$\Omega, k\Omega, M\Omega$	Wechselstromwiderstand
$S_3$	$mA/V$	Arbeitssteilheit
$S_c$	$\mu A/V, mA/V$	Mischsteilheit
$S_k$	$\mu A/V, mA/V$	Katodenstromsteilheit
$S_m$	$\mu A/V, mA/V$	mittlere Steilheit
$U_a$	V	Anodengleichspannung
$U_{amax}$	V	maximal zulässige Anodengleichspan- nung
$U_{brTr}$	V	Brummspannung bei unmoduliertem Träger
$U_{-hkmax}$	V	maximale Spannung zwischen Heizer und Katode bei negativem Potential des Heizers
$U_{+hkmax}$	V	maximale Spannung zwischen Heizer und Katode bei positivem Potential des Heizers
$U_1$	V	Gleichspannung am Leuchtschirm
$U_\omega$	$V_{eff}$	Wechselspannung
$U_{\omega a}$	$V_{eff}$	Wechselspannung an der Anode
$U'_{\omega a}$	$V_{eff}$	Teil-Anodenwechselspannung, z.B. hinter Trennkondensator bzw. an der Sekundärseite bzw. Anzapfung eines Transformators
$U_{\omega t}$	$mV_{eff}, V_{eff}$	Transformatorspannung

Formel- oder Kurzzeichen	Maßeinheiten	Bezeichnung
$U_{\omega Ant}$	$\mu V, mV$	Antennenwechselspannung
$U_{\omega st}$	$mV, V$	Störspannung
$U_{\omega R}$	$mV, V$	Rauschspannung
$U_{\omega aL}$	$V_{eff}$	Anodenwechselspannung einer Endpentode
$U_{\omega 1L}$	$V_{eff}$	Steuerwechselspannung einer Endpentode
$U_{oa}$	$V$	Anodenkaltspannung
$U_{oamax}$	$V$	maximal zulässige Anodenkaltspannung
$U_{o2}, U_{o3}, U_{o4}$	$V$	Kaltspannung von Gitter 2, 3, 4...
$U_{1sperr}$	$V$	Sperrspannung am Gitter 1 für definierten Maximalwert des Kathodenstromes
$V_{det}$		Detektorverstärkung
$V_I$		Stromverstärkung
$V_N$		Leistungsverstärkung
$V_U$		Spannungsverstärkung
$W_F$		Verhältnis der Ausgangswechselspannungen bei gegebener Änderung der Steuergittervorspannung einer Regelpentode
$Y_b$	$S$	Blindleitwert
$Y_s$	$S$	Scheinleitwert
$Y_w$	$S$	Wirkleitwert