

# RINGBUCH RÖHREN UND GLEICHRICHTER

## Inhaltsverzeichnis

### Allgemeines

|                          |          |         |                          |
|--------------------------|----------|---------|--------------------------|
| Inhaltsverzeichnis       |          | 1. 7.62 | 1/2                      |
| Symbole Spez. -Rö, Wv-Rö | RöK 3009 | 1. 8.61 | 1/2, 3                   |
| Erläuterungen Spez. -Rö  |          |         |                          |
| Wv-Rö                    | RöK 3010 | 1. 8.61 | 1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/10 |
| Äquivalente Röhrentypen  | RöK 3007 | 1. 4.62 | 1/2                      |

### Weitverkehrsröhren

|                      |          |          |   |
|----------------------|----------|----------|---|
| CCa                  | RöK 3267 | 1. 4.62  | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4, K5/6, K7/8, K9/10                              |
| C3g                  | RöK 3222 | 1. 1.60  | 1/2, 3/4, 5/K1, K2/3, K4/5, K6/7, K8/9                                    |
| C3m                  | RöK 3224 | 1. 4.60  | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4, K5/6, K7/8, K9/10, K11/12, K13/14              |
| C3o                  | RöK 3225 | 1. 4.60  | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4, K5/6, K7/8, K9/10, K11/12, K13/14              |
| D3a                  | RöK 3233 | 1. 4.62  | 1/2, 3/4, 5/K1, K2/3, K4/5, K6/7  |
| F2a                  | RöK 3231 | 1. 10.59 | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4, K5/6, K7/8, K9/10, K11/12, K13/14, K15/16, K17 |
| Wv-Rö älterer Bauart | RöK 3006 | 1. 10.60 | 1/2, 3/4  |

### Höchstfrequenzröhren (dm- und cm-Röhren)

|         |          |         |                           |
|---------|----------|---------|---------------------------|
| RH6C    | RöK 3254 | 1. 2.62 | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4      |
| RH7C    | RöK 3255 | 1. 2.62 | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4      |
| RK 25   | RöK 3501 | 1. 2.62 | 1/2, 3/K1, K2/3           |
| RW 3    | RöK 3502 | 1. 2.62 | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3   |
| RW 6    | RöK 3504 | 1. 2.62 | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4 |
| RWO 40  | RöK 3503 | 1. 2.62 | 1/2, 3/4, K1              |
| 2 C39A  | RöK 3251 | 1. 3.62 | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4      |
| 2 C39BA | RöK 3253 | 1. 3.62 | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4      |

### Spezial-Verstärkerröhren

|                     |          |         |                                    |
|---------------------|----------|---------|------------------------------------|
| Spez. -Rö Übersicht | RöK 3008 | 1. 4.62 | 1                                  |
| E 80 CC/6085        | RöK 3288 | 1. 3.60 | 1/2, 3/4, 5/K1, K2                 |
| E 80 CF/7643        | RöK 3280 | 1. 4.61 | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4, K5      |
| E 80 L/6227         | RöK 3275 | 1. 6.60 | 1/2, 3/4, 5/K1, K2/3, K4/5, K6/7   |
| E 81 CC/6201        | RöK 3270 | 1. 8.60 | 1/2, 3/4, 5/K1, K2/3               |
| E 82 CC/6189        | RöK 3271 | 1. 7.60 | 1/2, 3/4, K1/2, K3                 |
| E 83 CC/6681        | RöK 3278 | 1. 4.62 | 1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/K1, K2/3, K4 |

|               |          |           |  |
|---------------|----------|-----------|--|
| E 84 L/7320   | RöK 3285 | 1. 4. 62  | 1/2, 3/4, 5/6, 7/8, K1/2, K3/4, K5/6, K7/8, K9/10, K11/12, K13                         |
| E 86 C        | RöK 3277 | 1. 4. 62  | 1/2, 3/4, 5/K1, K2   |
| E 88 C        | RöK 3293 | 1. 12. 61 | 1/2, 3/K1, K2/3  |
| E 88 CC/6922  | RöK 3260 | 1. 4. 62  | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4, K5/6, K7/8, K9/10   |
| E 90 CC/5920  | RöK 3279 | 1. 8. 60  | 1/2, 3/4, K1/2   |
| E 91 AA/5726  | RöK 3272 | 1. 8. 60  | 1/2, 3/K1, K2  |
| E 130 L/7534  | RöK 3282 | 1. 8. 60  | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4   |
| E 180 F/6688  | RöK 3281 | 1. 8. 61  | 1/2, 3/4, K1/2   |
| E 188 CC/7308 | RöK 3290 | 1. 4. 62  | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4, K5/6, K7  |
| E 235 L/7751  | RöK 3266 | 15. 8. 60 | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4, K5/6, K7/8   |
| E 236 L       | RöK 3283 | 15. 8. 60 | 1/2, 3/4, 5/K1, K2/3, K4/5, K6/7, K8/9, K10/11, K12/13, K14/15, K16/17, K18/19, K20/21 |
| E 280 F/7722  | RöK 3276 | 1. 2. 62  | 1/2, 3/4, 5/K1, K2/3, K4/5, K6/7   |
| E 282 F       | RöK 3289 | 1. 2. 62  | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4, K5/6   |
| E 283 CC      | RöK 3274 | 1. 9. 60  | 1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/K1, K2/3, K4   |
| E 288 CC      | RöK 3292 | 1. 11. 61 | 1/2, 3/K1, K2/3  |
| E 810 F       | RöK 3291 | 1. 8. 61  | 1/2, 3/K1, K2  |
| F 2a 11       | RöK 3232 | 1. 10. 59 | 1/2, 3/4, 5/6, K1/2, K3/4, K5/6, K7/8, K9/10, K11/12, K13/14, K15/16, K17              |
| 5654/6 AK5W   | RöK 3265 | 1. 4. 60  | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4, K5   |
| 5751          | RöK 3286 | 1. 1. 60  | 1/2, 3/4, K1/2, K3   |
| 5814A         | RöK 3287 | 1. 1. 60  | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4   |
| 6463          | RöK 3273 | 1. 8. 60  | 1/2, 3/4, K1/2, K3/4   |
| 7586          | RöK 8001 | 1. 2. 62  | 1/2, 3/4, K1/2, K3   |
| 7895          | RöK 8003 | 1. 4. 62  | 1/2, 3/4, K1/2, K3   |

#### Geiger-Müller-Zählrohre

|           |          |          |           |
|-----------|----------|----------|-----------|
| HZa 15/40 | RöK 7072 | 1. 4. 59 | 1/2, 3/K1 |
| HZb 15/40 | RöK 7073 | 1. 4. 59 | 1/2, 3/K1 |

#### Stabilisatorröhren

|               |          |          |          |
|---------------|----------|----------|----------|
| Symbole       | ----     | ----     | 1        |
| Erläuterungen | RöK 4512 | 1. 3. 59 | 1/2, 3/4 |
| 85 A 2/OG3    | RöK 4501 | 1. 4. 61 | 1/2, K1  |
| 108 C 1/OB 2  | RöK 4502 | 1. 4. 61 | 1/2, K1  |
| 150 C 2/OA2   | RöK 4503 | 1. 4. 61 | 1/2, K1  |

## Symbole der Elektroden

|                |  |
|----------------|--|
| a              | Anode  |
| d              | Diodenanode  |
| f              | Heizfaden  |
| f <sub>0</sub> | Heizfaden-Mittelanzapfung  |
| g              | Gitter   |
| i. V.          | innere Verbindung; Sockelanschluß, der unter keinen Umständen beschaltet werden darf |
| k              | Kathode  |
| m              | äußere Abschirmung   |
| s              | innere Abschirmung   |

Mehrere Gitter des selben Systems werden nach der Reihenfolge ihres Abstandes von der Kathode numeriert.

Bei Verbundröhren mit gleichen Systemen werden die Elektroden durch römische Ziffern unterschieden; bei Verbundröhren mit unterschiedlichen Systemen werden die Elektroden durch Buchstaben gekennzeichnet.

|   |                     |
|---|---------------------|
| D | Diode               |
| T | Triode              |
| Q | Tetrode             |
| P | Pentode             |
| H | Hexode oder Heptode |

## Symbole der Spannungen

Elektrodenspannungen werden auf die Kathode bezogen, bei direkt geheizten Röhren auf das negative Heizfadenende. Die Speisespannungen  $U_b$  und Wechselspannungen  $U_w$  werden auf die gemeinsame Minusleitung bezogen. Wenn nicht anders angegeben, sind mit den Wechselspannungen stets deren Effektivwerte gemeint. Spitzenwerte werden mit  $U_{sp}$  bezeichnet.

|             |   |
|-------------|---|
| $U_a$       | Anodenspannung  |
| $U_{a\sim}$ | Anodenwechselspannung   |
| $U_{ao}$    | Anodenkaltspannung bzw. Anodenspannung bei gesperrter Röhre       |
| $U_b$       | Speisespannung (Betriebsspannung)                                 |
| $U_{br}$    | Brummspannung   |
| $U_d$       | Diodenspannung  |
| $-U_d$      | Diodenspannung in Sperrphase                                      |
| $U_f$       | Heizspannung  |
| $U_{fk}$    | Spannung zwischen Heizfaden und Kathode                           |
| $U_{fk-}$   | Spannung zwischen Heizfaden und Kathode (Kathode negativ)         |
| $U_{fk+}$   | Spannung zwischen Heizfaden und Kathode (Kathode positiv)         |
| $U_g$       | Gitterspannung  |
| $U_{go}$    | Gitterkaltspannung  |
| $U_{g\sim}$ | Gitterwechselspannung   |
| $U_{ge}$    | Gitterstromereinsatzpunkt ( $-U_{g1}$ bei $+I_{g1} = 0,3 \mu A$ ) |

**Symbole der Spannungen** (Fortsetzung)

|            |  |
|------------|--|
| $U_{is}$   | Isolations-Meßspannung                             |
| $U_{kl}$   | Klingspannung                                      |
| $U_{osz}$  | Oszillatorwechselspannung                          |
| $U_R$      | Spannung zur automatischen Regelung                |
| $U_{sp}$   | Spitzenwert einer Spannung                         |
| $U_{ss}$   | Spitze-Spitze-Wert einer Spannung                  |
| $U_{stör}$ | Störsignal-Spannung bei Brumm-oder Kreuzmodulation |
| $U_{tr}$   | Transformator-Spannung                             |

**Symbole der Ströme**

Wenn nicht anders angegeben, sind mit den Wechselströmen stets deren Effektivwerte gemeint. Spitzenwerte werden mit  $I_{sp}$  bezeichnet.

|             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| $I-$        | Gleichstrom eines Gleichrichters |
| $I_a$       | Anodengleichstrom                |
| $I_{a\sim}$ | Anodenwechselstrom               |
| $I_d$       | Diodenstrom                      |
| $I_f$       | Heizstrom                        |
| $I_g$       | Gitterstrom                      |
| $I_{ges}$   | Summe mehrerer Ströme            |
| $I_k$       | Kathodenstrom                    |
| $I_{sp}$    | Spitzenwert eines Stromes        |

**Symbole der Leistungen**

|             |   |
|-------------|---|
| $N_a$       | der Anode zugeführte Gleichstromleistung        |
| $N_{a\sim}$ | Ausgangsleistung                                |
| $N_{e\sim}$ | Eingangsleistung                                |
| $Q_a$       | Anoden-Verlustleistung, $Q_a = N_a - N_{a\sim}$ |
| $Q_g$       | Gitter-Verlustleistung                          |

**Symbole der Kapazitäten**

|            |  |
|------------|--|
| $C_a$      | Ausgangskapazität                                      |
| $C_e$      | Eingangskapazität                                      |
| $C_e'$     | Eingangskapazität im Betriebszustand                   |
| $C_k$      | Kathodenkondensator                                    |
| $C_{lade}$ | Kapazität des Ladekondensators                         |
| $C_{mn}$   | Kapazität zwischen den Elektroden m und n              |
| $C_{mn/p}$ | Kapazität der Elektroden m und n gegen die Elektrode p |

# SYMBOLVERZEICHNIS FÜR SPEZIALVERSTÄRKERRÖHREN UND WEITVERKEHRSRÖHREN

## Symbole der Widerstände

|            |  |
|------------|--|
| $R_a$      | Außenwiderstand im Anodenkreis                                     |
| $R_{aa}$   | Außenwiderstand zwischen den Anoden eines Gegentaktverstärkers     |
| $R_{aq}$   | Äquivalenter Gitter-Rauschwiderstand                               |
| $R_d$      | Außenwiderstand im Anodenkreis einer Diode                         |
| $R_{el}$   | Elektronischer Eingangswiderstand                                  |
| $R_{fk}$   | Widerstand zwischen Heizfaden und Kathode                          |
| $R_g$      | Gitterwiderstand   |
| $R_i$      | Innenwiderstand  |
| $R_{ic}$   | Innenwiderstand bei anliegender Oszillatorspannung im Mischbetrieb |
| $R_{iL}$   | innerer Leistungswiderstand  |
| $R_{is}$   | Isolationswiderstand   |
| $R_k$      | Kathodenwiderstand   |
| $R_L$      | Lastwiderstand   |
| $R_s$      | Schutzwiderstand (in der Anodenleitung)                            |
| $R_{\sim}$ | Wechselstromwiderstand   |

## Verschiedene Symbole

|              |  |
|--------------|--|
| $ak_n$       | Klirrdämpfung der nten Harmonischen                                    |
| B            | Bandbreite   |
| D            | Durchgriff = $\frac{1}{\mu}$   |
| F            | Rauschzahl   |
| f            | Frequenz   |
| K            | Kreuzmodulationsfaktor   |
| k            | Klirrfaktor  |
| $k_n$        | Klirrkoeffizient der nten Harmonischen                                 |
| $k_m$        | Modulations-Klirrfaktor  |
| M            | Bandbreitemaß $S/2 \pi (C_e + C_a + 5 \text{ pF})$                     |
| $M_b$        | Brummodulationsfaktor  |
| S            | Steilheit  |
| $S_c$        | Konversions- oder Mischsteilheit                                       |
| $S/C$        | Verhältnis von Steilheit zur Summe von Eingangs- und Ausgangskapazität |
| t            | Zeit   |
| $t_{in}$     | Integrationszeit   |
| $t_{hülse}$  | Temperatur der Röhrenhülse   |
| $t_{kolb}$   | Temperatur des Röhrenkolbens   |
| $t_{oberfl}$ | Temperatur der Röhrenoberfläche  |
| v            | Spannungsverstärkung   |
| $\lambda$    | Wellenlänge  |
| $\mu$        | Leerlaufverstärkungsfaktor   |
| $\mu_{sg}$   | Leerlaufverstärkungsfaktor des Schirmgitters                           |
| $\varphi_s$  | Phasenwinkel der Steilheit   |

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESellschaft  
WERNERWERK FÜR BAUELEMENTE

Die Qualitätsmerkmale

Lange Lebensdauer  
Zuverlässigkeit  
Enge Toleranzen  
Stoß- und Erschütterungsfestigkeit  
Zwischenschichtfreie Spezialelektrode  
Heizfaden-Schaltfestigkeit

Technische Daten und Betriebshinweise

1. Einsatz der Röhren

- 1.1 Einbau
- 1.2 Fassung
- 1.3 Sockelstifte und Anschlußkappen
- 1.4 Umgebung
- 1.5 Fremdfelder

2. Elektrische Werte

- 2.1 Heizspannung
- 2.2 Bezugspunkt der Elektrodenspannungen
- 2.3 Kapazitäten
- 2.4 Kenndaten
- 2.5 Kennlinien
- 2.6 Betriebsdaten
- 2.7 Grenzdaten
  - 2.7.1 Mittlere Grenzwerte
  - 2.7.2 Absolute Grenzwerte
- 2.8 Erläuterung der einzelnen Grenzwerte
  - 2.8.1 Anoden- und Schirmgitterspannung
  - 2.8.2 Schirmgitterverlustleistung
  - 2.8.3 Gitterableitwiderstand
  - 2.8.4 Widerstand im Bremsgitter
  - 2.8.5 Die Strecke Heizfaden-Kathode
  - 2.8.6 Kolbentemperatur
  - 2.8.7 Impulsbetrieb, Kathodenstrom
- 2.9 Klingen, Mikrofonie
- 2.10 Brumm
- 2.11 Rauschen
- 2.12 Gleichstromgegenkopplung

## Die Qualitätsmerkmale

### Lange Lebensdauer

Für Langlebensdauer-Röhren beträgt die garantierte Lebensdauer 10.000 Stunden, gemittelt über 100 Röhren. Voraussetzung hierfür ist, daß die Grenzdaten eingehalten werden und insbesondere die Heizspannung nicht mehr als 5 % um den Sollwert schwankt. Die Lebensdauererwartung liegt im allgemeinen weit über 10.000 Stunden. Das Lebensdauerende einer Röhre ist erreicht, wenn einer der unter 'Ende der Lebensdauer' angegebenen Aussonderungswerte (i. allgem. Anodenstrom, Steilheit, Gitterfehlstrom) bei den vorgeschriebenen Einstellbedingungen unter- bzw. überschritten wird.

### Zuverlässigkeit

Die Zuverlässigkeit wird definiert als die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Röhre im Gerät während einer vorgegebenen Zeitspanne einwandfrei arbeitet. Es wird dabei vorausgesetzt, daß die Röhre in der vorgeschriebenen Weise eingesetzt ist. Zuverlässigkeit  $R$  und Ausfallwahrscheinlichkeit  $p$  stehen zueinander in der Beziehung:  $R = 1 - p$ . Dabei ist die Ausfall- oder Fehlerwahrscheinlichkeit  $p$  die auf 1000 Stunden bezogene Wahrscheinlichkeit, mit der Röhren eines  $n$  Stück ( $n \gg 1$ ) umfassenden Kollektivs im Mittel ausfallen.

Beispiel:  $p = 1 \times 10^{-3}$  bzw.  $p = 1 \text{ ‰}$  bedeutet, daß in 1000 Stunden von 1000 Röhren ein Stück im Mittel ausfällt.

So beträgt z.B. für Spezialverstärker-Röhren die Ausfallwahrscheinlichkeit  $p = 1,5 \times 10^{-3}$ , entsprechend einem Röhrenausfall pro 1000 Stunden von 1,5 ‰. Dieser Wert gilt für den verschleißfreien Bereich der Lebensdauer, einem Zeitraum, der etwa der garantierten Betriebsdauer (im allgemeinen 10.000 Std) entspricht. Der obige Wert von  $1,5 \times 10^{-3}$  bezieht sich auf den Betrieb mit Nenndaten, bei Abweichungen von dieser Betriebsweise ist mit veränderten Werten zu rechnen.

### Enge Toleranzen

Spezialröhren besitzen enge Fertigungstoleranzen und geringe Exemplarstreuungen, sie zeichnen sich ferner durch gute Konstanz der elektrischen Werte während der Lebensdauer aus.

In den Datenblättern sind die Streuwerte für die wichtigsten Kenndaten aufgeführt.

### Stoß- und Erschütterungsfestigkeit

Bei Spezialröhren mit diesem Qualitätsmerkmal werden besondere konstruktive Maßnahmen getroffen, so daß sie harten Anforderungen in der industriellen Elektronik und in mobilen Anlagen gewachsen sind. Die Röhren können Erschütterungen bis zu 2,5 g bei 50 Hz längere Zeit sowie Stoßbeschleunigungen bis zu 500 g kurzzeitig aushalten.

### Zwischenschichtfreie Spezialkathoden

Durch Spezialkathoden wird eine Zwischenschichtbildung, welche die Funktion der Röhre beeinträchtigt und vor allem beim Betrieb mit langen anodenstromlosen Perioden bei eingeschalteter Heizung auftreten kann, weitgehend vermieden.

### Heizfaden-Schaltfestigkeit

In Geräten, die häufig ein- und ausgeschaltet werden, ist der Heizfaden einer erhöhten Beanspruchung ausgesetzt und erfordert daher eine besondere Schaltfestigkeit.

Spezialröhren mit diesem Qualitätsmerkmal vertragen unter verschärften Prüfbedingungen mindestens 2000maliges Ein- und Ausschalten der Heizspannung.

|                                       |
|---------------------------------------|
| Technische Daten und Betriebshinweise |
|---------------------------------------|

Die Datenblätter enthalten die für die Geräteentwicklung erforderlichen technischen Daten und Kennlinien. Im folgenden werden die Angaben näher erläutert und Hinweise für den Betrieb der Röhren gegeben.

Sollte eine besondere Betriebsart beabsichtigt oder ein Wert benötigt werden, der aus den vorliegenden Unterlagen nicht ersichtlich ist, empfiehlt sich eine Anfrage bei unserem Technischen Kundendienst. Genaue Angaben über die beabsichtigten Betriebsdaten und über die bestehenden Forderungen ermöglichen eine präzise Bearbeitung der Anfrage.

## 1. Einsatz der Röhren

### 1.1 Einbau

Die Röhren dürfen in beliebiger Lage verwendet werden, sofern nicht anders angegeben. Vorzuziehen ist die senkrechte Lage mit den Sockelstiften nach unten.

### 1.2 Fassung

Es dürfen nur einwandfreie, den Normen entsprechende Fassungen verwendet werden. Bei Röhren mit vergoldeten Sockelstiften sind Fassungen mit vergoldeten Kontaktfedern vorteilhaft, weil sie die geringsten Übergangswiderstände ergeben. Da die Sockelstifte der Noval- und Miniatur-Röhren direkt in das Glas eingeschmolzen sind, ist bei diesen Röhren auf eine einwandfreie Qualität der Fassung besonders zu achten. Die Röhre soll sich ohne starken Druck in die Fassung einsetzen lassen. Wenn notwendig, müssen die Röhren gegen Herauspringen aus der Fassung gesichert werden.

Die Zuleitungen zu den Fassungskontakten sollen flexibel sein. Starre Verbindung der Kontakte untereinander, mit dem Mittelröhrchen oder mit dem Chassis ist nicht statthaft. Falls sehr kurze Verbindungen - z.B. bei hohen Frequenzen - er-



forderlich sind, ist die Verwendung von Folienbändchen zu empfehlen. Die Elastizität der Bändchen darf durch unsachgemäßes Anlöten nicht beeinträchtigt werden. Die Beweglichkeit der Federn in den Kammern der Fassung muß nach dem Verdrahten erhalten bleiben. Während des Verdrahtens soll ein Fassungslehndorn in der Fassung stecken, um das Verschieben der Kontaktfedern aus ihrer Mittel-lage in den Kammern beim Anlöten der Schaltelemente zu verhindern.

Beim Einsetzen der Röhre in eine unsachgemäß verdrahtete oder nicht normge-rechte Fassung entstehen durch Verbiegen der Sockelstifte Spannungen im Röh-renboden, die - unter Umständen erst nach längerer Betriebszeit - zum Glas-bruch führen können.

In Geräten, die häufig starken Erschütterungen ausgesetzt sind und in Schal-tungen, an die hohe Anforderungen bezüglich Kling- und Mikrophoniesicherheit gestellt werden, ist die Verwendung federnder Fassungen zu empfehlen.

### 1.3 Sockelstifte und Röhrenkappen

Zum Richten verbogener Sockelstifte ist stets eine geeignete Stiftricht-Vorrich-tung zu verwenden. Ein Ausrichten der Stifte mit einer Zange oder dergleichen ist nicht statthaft, da hierdurch der Röhrenboden ebenfalls beschädigt werden kann.

Anden Sockelstiften und Anschlußkappen der Röhre selbst darf nicht gelötet wer-den.

Sockelstifte, die mit 'i. V.' (innere Verbindung) bezeichnet sind, dürfen in der Fassung nicht beschaltet und nicht als Stützpunkt für Schaltmittel benutzt wer-den, ebenso freie Sockelstifte, weil dadurch unter Umständen Störungen auftre-ten können.

### 1.4 Umgebung

Üblicherweise gelten die Grenzwerte für normalen Luftdruck (unter 4000 m HÖ-he) und eine relative Feuchtigkeit bis zu 80 %, sofern nicht ausdrücklich and-ers angegeben. Bei veränderten Umgebungsverhältnissen sollte der Hersteller befragt werden.

### 1.5 Fremdfelder

Elektrostatistische und elektromagnetische Felder können die Funktion einer Röhre beeinträchtigen. Sie sollen durch geeigneten Geräteaufbau ferngehalten bzw. ihr Einfluß durch wirksame Abschirmung ausgeschaltet werden.

## 2. Elektrische Werte

### 2.1 Heizspannung

Die Heizspannung hat einen wesentlichen Einfluß auf die Lebensdauer der Röhre. Bei der Dimensionierung des Gerätes soll daher die Heizspannung bzw. der

Heizstrom bei Serienspeisung möglichst genau auf den Nennwert eingestellt werden. Schwankungen von max.  $\pm 5\%$  der Nennheizspannung - bzw.  $\pm 2\%$  des Nennheizstromes bei Serienspeisung - infolge von Netzspannungsschwankungen dürfen mit Rücksicht auf die Garantiebestimmungen nicht überschritten werden. Im übrigen sind Heizspannungsschwankungen bis  $\pm 10\%$  zwar zulässig, führen jedoch im allgemeinen zu einer Verkürzung der Lebensdauer, insbesondere bei Überheizung.

Bei Serienheizung muß dafür gesorgt werden, daß die Heizspannung jeder einzelnen Röhre im Augenblick des Einschaltens den 1,5-fachen Nennwert nicht übersteigt. Bei Parallelheizung sind normalerweise keine besonderen Vorichtsmaßnahmen erforderlich.

Im Interesse einer möglichst hohen Lebensdauererwartung ist eine längere, sich über einen merklichen Teil der gesamten Lebensdauer erstreckende Überheizung zu vermeiden. Muß während des Betriebes mit häufigen Spannungsüberhöhungen gerechnet werden, ist es meist günstiger, die Heizspannung etwas niedriger (max.  $3\%$ ) als die Nennspannung zu wählen. Auch hier sollte darauf geachtet werden, daß die oben angegebene Heizspannungstoleranz von  $\pm 5\%$ , bezogen auf die Nennspannung, nicht überschritten wird.

## 2.2 Bezugspunkt der Elektrodenspannungen

Alle Elektrodenspannungen (z.B.  $U_a$ ,  $U_{g2}$ ,  $U_{g1}$ ) werden auf die Kathode bezogen, bei direkt geheizten Röhren auf das negative Ende des Heizfadens. Speisespannungen (z.B.  $U_{ba}$ ,  $U_{bg2}$ ,  $U_{bg1}$ ), die über Schaltelemente den Elektroden zugeführt werden, beziehen sich auf die gemeinsame Minusleitung.

Alle Elektroden einschließlich des Heizfadens müssen unbedingt eine Gleichstromverbindung miteinander haben. Dies kann über die Spannungsquellen oder über Schaltelemente gewährleistet sein. Die Widerstände in den Elektrodenzuleitungen sollen nicht höher sein als für die Funktion der Schaltung notwendig. Dieses gilt vor allem für Gitterableitwiderstände sowie für Widerstände zwischen Heizfaden und Kathode.

## 2.3 Kapazitäten

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Kapazitätswerte für die kalte, nicht-geheizte Röhre ohne Abschirmhülse. Es sind jeweils die Kapazitäten zwischen den betreffenden Elektroden mit ihren Zuleitungen innerhalb der Röhre angegeben. Die äußeren Zuleitungen einschließlich der Sockelstifte sind bei der Messung abgeschirmt. Bei einigen Typen ist darüber hinaus die Betriebskapazität  $C_e$  (Eingangskapazität der Röhre im empfohlenen Arbeitspunkt) angegeben.

## 2.4 Kenndaten

Kenndaten charakterisieren die elektrischen Eigenschaften einer Röhre. Es werden Mittelwerte und Toleranzen für die fabrikneue Röhre in einem empfohlenen Arbeitspunkt angegeben, die durch die zugehörigen Einstellwerte (Elek-

trodenspannungen bzw. Speisespannungen und Widerstände in den Elektrodenzu-  
leitungen) gekennzeichnet sind.

### 2.5 Kennlinien

Die Kennlinien geben dem Geräteentwickler über die angeführten Kenndaten hinaus  
zusätzliche Informationen über die Eigenschaften der Röhre unter verschiedenen  
Betriebsbedingungen. Sie werden an einer Anzahl fabrikneuer Röhren gemittelt  
und geben keinen Aufschluß über die Streuwerte.

### 2.6 Betriebsdaten

Betriebsdaten sind Empfehlungen für die Verwendung der Röhre in typischen  
Anwendungsfällen und bewährten Schaltungen.

Bei Abweichungen von der empfohlenen Betriebsweise ist darauf zu achten, daß  
die Grenzdaten nicht überschritten werden.

### 2.7 Grenzdaten

#### 2.7.1 Mittlere Grenzwerte

Sofern nicht anders vermerkt, handelt es sich bei den unter 'Grenzdaten' ange-  
gebenen Werten um mittlere Grenzwerte, d.h.: Bei einer Mittelröhre, die in  
einem Gerät verwendet wird, bei dem sämtliche Schaltelemente Nennwert haben  
und das mit Nennspannung betrieben wird, dürfen die angegebenen Elektroden-  
spannungen, -ströme und -verlustleistungen nicht überschritten werden. Unter  
diesen Voraussetzungen dürfen beliebige Röhren dieses Typs verwendet und die  
Toleranzen für Schaltelemente so gewählt werden, daß die Elektrodenverlust-  
leistungen um nicht mehr als 10 % überschritten werden. Das Gerät darf dann  
an die vorgesehene Netzspannung angeschlossen werden, sofern diese nicht um  
mehr als  $\pm 10\%$  schwankt. (Für die zulässige Heizspannungsschwankung gelten  
die Hinweise im Abschnitt 2.1 'Heizspannung'.)

Mit Rücksicht auf eine möglichst lange Lebensdauer der Röhren sollen die Span-  
nungen, Ströme und Verlustleistungen nicht höher als jeweils erforderlich ge-  
wählt werden.

#### 2.7.2 Absolute Grenzwerte

Absolute Grenzwerte dürfen unter keinen Umständen überschritten werden, Netz-  
spannungsschwankungen, Toleranzen der einzelnen Röhren und der Schaltelemen-  
te und die Wirkung verschiedener Einstellungen im Gerät müssen berücksichtigt  
und die Schaltung so ausgelegt werden, daß die absoluten Grenzwerte auch beim  
Zusammentreffen ungünstiger Bedingungen nicht überschritten werden. Schon  
das Überschreiten eines einzelnen Grenzwertes kann die Röhre ernsthaft schäd-  
igen und schließt die Garantie des Herstellers aus.

## 2.8 Erläuterung der einzelnen Grenzwerte

### 2.8.1 Anoden- und Schirmgitterspannung

Für die Anoden- bzw. Schirmgitterspannung werden je zwei Grenzwerte angegeben, und zwar:  $U_a$  bzw.  $U_{g2}$  (Elektroden Gleichspannung im Betrieb) und  $U_{a0}$  bzw.  $U_{g20}$  (Elektrodenkaltspannung).

Bei kalter Röhre und beim Einschalten dürfen  $U_a$  bzw.  $U_{g2}$  den Wert  $U_{a0}$  bzw.  $U_{g20}$  erreichen. Im Betrieb können die durch Überlagerung von Wechselspannungen entstehenden Spitzenwerte ebenfalls bis  $U_{a0}$  bzw.  $U_{g20}$  ansteigen, wenn sich gleichzeitig der Strom der betreffenden Elektroden dem Wert Null nähert. Die Grenzwerte der Gleichspannungen  $U_a$  und  $U_{g2}$  können im Betrieb unter der gleichen Voraussetzung ( $I \rightarrow 0$ ) um 20 % überschritten werden.

### 2.8.2 Schirmgitterverlustleistung

Die maximale Schirmgitterleistung  $Q_{g2}$  darf auch bei Aussteuerung im Mittel nicht überschritten werden, ausgenommen bei einer kurzzeitigen Übersteuerung im Rahmen einer Sprach- oder Musikübertragung.

### 2.8.3 Gitterableitwiderstand

Grundsätzlich soll der Gitterableitwiderstand nicht höher als für die Funktion der Schaltung erforderlich gewählt werden. Wenn nicht anders vermerkt, gilt der angegebene Grenzwert  $R_{g1}$  für automatische Gittervorspannung. Der Betrieb mit fester Gittervorspannung ohne Kathodenwiderstand oder die Verwendung eines kleineren als in den Kenndaten empfohlenen Kathodenwiderstandes ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Dabei muß der Grenzwert für den Gitterableitwiderstand im gleichen Verhältnis reduziert werden, wie sich der Gleichstrom-Gegenkopplungsfaktor  $k$  verringert (siehe Abschnitt 2.12 'Stabilisierung des Arbeitspunktes durch Gleichstrom-Gegenkopplung'). Bei stärkerer Gleichstrom-Gegenkopplung darf der Grenzwert für den Gitterableitwiderstand entsprechend dem vergrößerten Faktor  $k$  höher gewählt werden.

Röhren, bei denen unter 'Kenndaten' eine erhöhte Gleichstromgegenkopplung mit positiver Gitterbetriebsspannung und vergrößertem Kathodenwiderstand für die Einstellung des Arbeitspunktes angegeben ist, dürfen im allgemeinen ohne Kathodenwiderstand nicht betrieben werden.

### 2.8.4 Widerstand im Bremsgitter

Wenn kein Grenzwert angegeben ist, darf der Widerstand zwischen Bremsgitter und Kathode maximal 5 k $\Omega$  betragen.

### 2.8.5 Die Strecke Heizfaden-Kathode

Die in den Grenzdaten angegebene maximal zulässige Spannung zwischen Heizfaden und Kathode ( $U_{fk}$ ) kann eine Gleichspannung oder der Effektivwert einer Wechselspannung oder die Summe beider sein. Ist eine Spitzenspannung ( $U_{fk\ sp}$ ) angegeben, so bedeutet sie die Summe der Gleichspannung und des Spitzenwertes der Wechselspannungskomponente. Hierbei ist zu beachten, daß die Gleichspan-

nung den Grenzwert  $U_{fk}$  nicht überschreitet. Es ist weiter zu berücksichtigen, daß die Grenzwerte der Faden-Kathodenspannung je nach Polarität verschieden sein können. Der Betrieb mit positiver Kathode ist vorzuziehen. Die Spannungswerte werden auf dasjenige Ende des Heizfadens bezogen, das gegenüber der Kathode auf höherem Potential liegt. Der Isolationswiderstand und die Kapazität zwischen Heizfaden und Kathode können sich im Betrieb verändern. Deshalb soll diese Strecke nach Möglichkeit nicht in empfindlichen Schaltkreisen liegen. Der zwischen Faden und Kathode wirksame äußere Widerstand ( $R_{fk}$ ) soll möglichst klein gehalten werden und nicht mehr als 20 k $\Omega$  betragen, wenn ein höherer Wert nicht ausdrücklich zugelassen ist.

#### 2.8.6 Kolbentemperatur

Die Temperatur des Röhrenkolbens soll so niedrig wie möglich gehalten werden. Eine unzulässige Erwärmung führt zu einer Verkürzung der Lebensdauer. Die in den Datenblättern angegebene maximal zulässige Kolbentemperatur darf unter keinen Umständen überschritten werden. Sie ist auf die heißeste Stelle des Röhrenkolbens bezogen. Um die Wärmeableitung nicht zu behindern, sollen in unmittelbarer Nähe der Röhre keine heißen Teile des Gerätes angeordnet werden. Eventuell ist für eine zusätzliche Luftzirkulation zu sorgen. Bei ungünstigen Kühlungsbedingungen muß unter Umständen die Verlustleistung der Röhre herabgesetzt werden. Sofern Abschirmhüllen verwendet werden, sollen diese innen und außen schwarz mattiert sein. Vorteilhaft ist eine Abschirmhülle mit einer Einlage aus gewelltem Drahtgeflecht, die in direktem Kontakt mit dem Glaskolben und der Abschirmhülle steht.

#### 2.8.7 Impulsbetrieb, Kathodenstrom

Falls im Datenblatt keine entsprechenden Angaben enthalten sind, darf jeder Röhrentyp für Impulsbetrieb verwendet werden, vorausgesetzt, daß bei einer Integrationszeit von  $t_{in} \leq 40$  ms der mittlere Kathodenstrom  $I_k$  den angegebenen Wert  $I_{k\ max}$  und der Kathodenspitzenstrom  $I_{k\ sp}$  das Dreifache vom  $I_{k\ max}$  nicht übersteigen. Andernfalls ist eine Anfrage beim Hersteller mit genauen Angaben über den beabsichtigten Betrieb notwendig.

#### 2.9 Klingen, Mikrophonie

Durch mechanische Erschütterungen und akustische Einwirkungen können Systemteile der Röhre in Schwingungen versetzt werden. Hierdurch entstehen am Ausgang der Röhre Störspannungen, die sich als 'Klingen' und 'Mikrophonieeffekte' bemerkbar machen. Erschütterungen können sowohl durch äußere Einflüsse, wie z.B. Vibrationen und Stöße am Aufstellungsort, als auch im Gerät selbst durch mechanische Schaltvorgänge, Ventilatoren, Lautsprecher und dergleichen verursacht werden.

Mechanische Eigenresonanzen im Gerät können die Störungen wesentlich verstärken. Häufig genügen schon kleine Änderungen im Aufbau des Gerätes, um eine Besserung zu erzielen. Bei ungünstigen Verhältnissen und besonderen Anforderungen empfiehlt es sich, die Röhre in geeigneter Weise federnd einzubauen.

Zur Orientierung über die Klingeigenschaften werden in den Datenblättern Klingenspannungen unter bestimmten Prüfbedingungen angegeben.

Für den in der Praxis häufig vorkommenden Fall, daß die Eingangsrohre eines NF-Verstärkers der Schallwirkung eines Lautsprechers ausgesetzt ist, wird bei einzelnen Röhrentypen die maximal zulässige Verstärkung zwischen dem Eingang der kritischen Röhre und dem Lautsprecher angegeben, bei der noch keine akustische Rückkopplung (Heulen) auftreten kann. (z.B.: 50 mW am Lautsprecher dürfen erst bei Spannungen über 1 mV am Gitter der betreffenden Röhre erreicht werden). Dabei wird vorausgesetzt, daß die Lautsprecherschwingungen nur über die Luft und nicht über das Chassis auf die Röhre übertragen werden.

## 2.10 Brumm

Bei Wechselstromheizung können durch die Kapazitäten zwischen dem Heizfaden und den Röhrenelektroden, durch Fehlströme zwischen Heizfaden und Kathode sowie durch das Magnetfeld des Heizers Brummstörungen auftreten.

Folgende Maßnahmen sind geeignet, um diese Störungen weitgehend zu vermeiden:

Wechselspannung zwischen Heizfaden und Kathode bzw. Steuergitter niedrig halten. Bei Parallelheizung den Mittelpunkt des Heizfadens symmetrieren, bei Serienheizung die kritische Röhre an das 'kalte' Ende der Heizkette legen.

Die Impedanzen in der Steuergitter- und Kathodenzuleitung möglichst klein wählen, z.B. Kathodenwiderstand mit einer großen Kapazität überbrücken.

Die Zuleitungen einschließlich der Sockelstifte und gegebenenfalls die Röhre selbst sorgfältig abschirmen.

Die Faden-Kathoden-Strecke nicht in empfindliche Schaltkreise legen.

Ferner soll die Röhre nicht im Bereich der Streufelder der Netztransformatoren und Siebdrosseln liegen.

Die vor allem bei NF-Verstärkerröhren im Datenblatt angegebene Eigenbrummspannung bezieht sich auf das Steuergitter der Röhre in einer NF-Schaltung mit angegebenen Werten bei Parallelheizung mit 50 Hz-Wechselstrom, wobei die Röhre und alle Zuleitungen einschließlich der Sockelstife wirksam abgeschirmt sind.

## 2.11 Rauschen

Üblicherweise wird das Röhrenrauschen durch den äquivalenten Rauschwiderstand  $R_{\text{äq}}$  gekennzeichnet. Hierunter ist derjenige Widerstand zu verstehen, der in die Gitterzuleitung der Röhre geschaltet, das gleiche Rauschen am Ausgang der Röhre erzeugt wie die Röhre selbst. Um die auf das Gitter bezogene Gesamtrauschspannung zu ermitteln, können bei dieser Ausdrucksweise die Rauschwiderstände im Gitterkreis addiert werden.

Außer dem äquivalenten Rauschwiderstand  $R_{\text{äq}}$  wird oft zur Beurteilung des Rauschverhaltens der Röhre die sogenannte Rauschzahl  $F$  verwendet. Sie gibt das Verhältnis des Rauschabstandes am Eingang zum Rauschabstand am Ausgang einer Röhrenstufe an.

## 2.12 Stabilisierung des Arbeitspunktes durch Gleichstromgegenkopplung

Die Lage des Arbeitspunktes einer Röhre ist gegenüber Spannungsschwankungen um so unempfindlicher, je größer der Gleichstrom-Gegenkopplungsfaktor  $k$  gemacht wird. Deshalb sollte überall dort, wo es auf konstante Betriebsbedingungen ankommt, insbesondere wenn die Röhren nahe am Grenzwert der Verlustleistung betrieben werden, von einer Gleichstromgegenkopplung Gebrauch gemacht werden. Es lassen sich dadurch auch die Einflüsse der durch Röhrenstreuung und Alterung bedingten Änderungen der elektrischen Werte auf die Schaltung stark verringern. Insbesondere bei Röhren hoher Steilheit ist eine solche Gegenkopplung empfehlenswert. Der Faktor  $k$ , um den sich die Stromänderungen, verglichen mit dem Fall fehlender Gegenkopplung, verringern, läßt sich auf Grund folgender Beziehungen berechnen:

$$\text{Triode} \quad k_T = 1 + S \cdot R_k + S \cdot D \cdot (R_a + R_k)$$

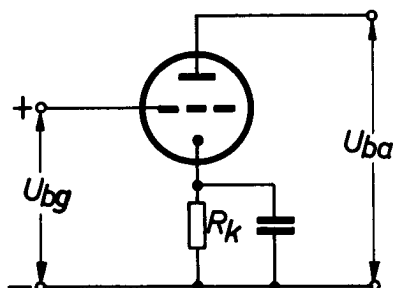
$$\text{Pentode} \quad k_P = 1 + S \cdot R_k \cdot \left(1 + \frac{I_{g2}}{I_a}\right) + S \cdot \frac{1}{\mu_{g2g1}} \cdot \frac{I_{g2}}{I_a} \cdot (R_{g2} + R_k)$$

Für eine gute Stabilisierung des Arbeitspunktes kommt es also darauf an,  $R_k, R_a$  und/oder  $R_{g2}$  möglichst groß zu machen. Bei großem  $R_k$  ist meist eine zusätzliche positive Spannung für das Gitter 1 erforderlich, um der Röhre die richtige Vorspannung zu geben. Diese Spannung muß gut stabilisiert sein.

In den Datenblättern der Röhren mit hoher Steilheit wird für die Einstellung des Arbeitspunktes im allgemeinen eine Gleichstromgegenkopplung mit vergrößertem Kathodenwiderstand und positiver Gitterbetriebsspannung ( $U_{bg1}$ ) angegeben. Die resultierende negative Gittervorspannung der Röhren berechnet sich wie folgt:

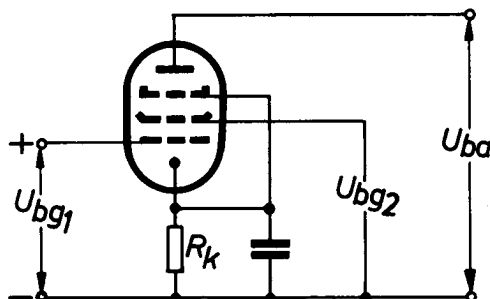
### Triode

$$-U_g = I_k \cdot R_k - U_{bg}$$



### Pentode

$$-U_{g1} = I_k \cdot R_k - U_{bg1}$$



Die nachstehenden Röhrentypen stimmen in ihren Daten mit den Siemens-Spezialröhren so weitgehend überein, daß ein Austausch möglich ist.

| Typ        | Äquivalenter<br>Siemens-Typ | Typ       | Äquivalenter<br>Siemens-Typ | Typ        | Äquivalenter<br>Siemens-Typ |
|------------|-----------------------------|-----------|-----------------------------|------------|-----------------------------|
| A 2900     | E 81 CC                     | CV 4003   | E 82 CC                     | ECC 802    | E 82 CC                     |
| AG 5209    | 85 A 2                      | CV 4004   | E 83 CC                     | ECC 802 S  | E 82 CC                     |
| AG 5210    | 108 C 1                     | CV 4007   | E 91 AA                     | ECC 803    | E 83 CC                     |
| AG 5211    | 150 C 2                     | CV 4010   | 5654                        | ECC 803 S  | E 83 CC                     |
| B 152      | E 81 CC                     | CV 4016   | 5814 A                      | ECC 960    | E 90 CC                     |
| B 309      | E 81 CC                     | CV 4024   | E 81 CC                     | ECF 80     | E 80 CF                     |
| B 329      | E 82 CC                     | CV 4025   | E 91 AA                     | EF 95      | 5654                        |
| B 339      | E 83 CC                     | CV 4032   | 5814 A                      | EF 861     | E 180 F                     |
| CK 5654    | 5654                        | CV 5214   | E 90 CC                     | EF 905     | 5654                        |
| CK 5726    | E 91 AA                     | CV 5231   | E 88 CC                     | EL 36      | E 236 L                     |
| CK 4751    | 5751                        | CV 5232   | C3m                         | EL 84      | E 84 L                      |
| CK 5814    | 5814 A                      | DD 6      | E 91 AA                     | E 95 F     | 5654                        |
| CK 5814 A  | 5814 A                      | DD 6 S    | E 91 AA                     | GD 85 M/S  | 85 A 2                      |
| CK 5814 AW | 5814 A                      | DP 61     | 5654                        | GD 108 M/S | 108 C 1                     |
| CK 6201    | E 81 CC                     | D 2 M 9   | E 91 AA                     | GL 572 G   | E 91 AA                     |
| CV 140     | E 91 AA                     | D 77      | E 91 AA                     | HD 51      | 150 C 2                     |
| CV 283     | E 91 AA                     | D 152     | E 91 AA                     | HD 52      | 108 C 1                     |
| CV 449     | 85 A 2                      | EAA 91    | E 91 AA                     | KL 73551   | F2a 11                      |
| CV 455     | E 81 CC                     | EAA 901   | E 91 AA                     | M 8079     | E 91 AA                     |
| CV 491     | E 82 CC                     | EAA 901 S | E 91 AA                     | M 8100     | 5654                        |
| CV 492     | E 83 CC                     | EB 91     | E 91 AA                     | M 8136     | E 82 CC                     |
| CV 850     | 5654                        | EC 86     | E 86 C                      | M 8137     | E 83 CC                     |
| CV 1832    | 150 C 2                     | EC 806 S  | E 86 C                      | M 8162     | E 81 CC                     |
| CV 1833    | 108 C 1                     | ECC 81    | E 81 CC                     | N 709      | E 84 L                      |
| CV 2492    | E 88 CC                     | ECC 82    | E 82 CC                     | OA 2       | 150 C 2                     |
| CV 2493    | E 88 CC                     | ECC 83    | E 83 CC                     | OB 2       | 108 C 1                     |
| CV 2516    | 2 C 39 A                    | ECC 186   | E 82 CC                     | OG 3       | 85 A 2                      |
| CV 2975    | E 84 L                      | ECC 801   | E 81 CC                     | PM 05      | 5654                        |
| CV 3998    | E 180 F                     | ECC 801 S | E 81 CC                     | QA 2404    | E 91 AA                     |



| Typ         | Äquivalenter<br>Siemens-Typ | Typ        | Äquivalenter<br>Siemens-Typ | Typ     | Äquivalenter<br>Siemens-Typ |
|-------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|---------|-----------------------------|
| QU 2406     | E 81 CC                     | 6 AL 5 W   | E 91 AA                     | 6201    | E 81 CC                     |
| QB 309      | E 81 CC                     | 6 AK 5     | 5654                        | 6227    | E 80 L                      |
| QB 329      | E 82 CC                     | 6 AK 5 W   | 5654                        | 6463    | 6463                        |
| QS 83/3     | 85 A 2                      | 6 AK 5 WA  | 5654                        | 6679    | E 81 CC                     |
| QS 1207     | 150 C 2                     | 6 BL 8     | E 80 CF                     | 6680    | E 82 CC                     |
| QS 1208     | 108 C 1                     | 6 BQ 5     | E 84 L                      | 6681    | E 83 CC                     |
| QS 1209     | 85 A 2                      | 6 DJ 8     | E 88 CC                     | 6688    | E 180 F                     |
| QS 1212     | 85 A 2                      | 6 D 2      | E 91 AA                     | 6922    | E 88 CC                     |
| QS 1213     | 85 A 2                      | 6 L 13     | E 83 CC                     | 6922 WA | E 188 CC                    |
| S 856       | 150 C 2                     | 6 P 15     | E 84 L                      | 7289    | 2 C 39 BA                   |
| S 860       | 108 C 1                     | 12 AT 7    | E 81 CC                     | 7308    | E 188 CC                    |
| SR 2        | 85 A 2                      | 12 AT 7 WA | E 81 CC                     | 7316    | E 82 CC                     |
| SR 3        | 108 C 1                     | 12 AU 7    | E 82 CC                     | 7320    | E 84 L                      |
| Str 85/10   | 85 A 2                      | 12 AU 7 A  | E 82 CC                     | 7534    | E 130 L                     |
| Str 108/30  | 108 C 1                     | 12 AU 7 WA | E 82 CC                     | 7643    | E 80 CF                     |
| Str 150/30  | 150 C 2                     | 12 AX 7    | E 83 CC                     | 7721    | D3a                         |
| Stv 85/10   | 85 A 2                      | 5726       | E 91 AA                     | 7722    | E 280 F                     |
| Stv 108/30  | 108 C 1                     | 5751 WA    | 5751                        | 7751    | E 235 L                     |
| Stv 150/30  | 150 C 2                     | 5814       | 5814 A                      | 7788    | E 810 F                     |
| TS 49       | C3m                         | 5814 WA    | 5814 A                      | 8223    | E 288 CC                    |
| TS 51       | 5654                        | 5920       | E 90 CC                     |         |                             |
| Z 1494      | 6 AK 5 W                    | 6057       | E 83 CC                     |         |                             |
| Z 1764      | 5751                        | 6058       | E 91 AA                     |         |                             |
| 2 C 39 B    | 2 C 39 BA                   | 6060       | E 81 CC                     |         |                             |
| 3 CX 100 A5 | 2 C 39 BA                   | 6067       | E 82 CC                     |         |                             |
| 3 X 100 A5  | 2 C 39 A                    | 6085       | E 80 CC                     |         |                             |
| 5 A/170 K   | E 180 F                     | 6096       | 5654                        |         |                             |
| 5 A/185 K   | E 280 F                     | 6097       | E 91 AA                     |         |                             |
| 6 AL 5      | E 91 AA                     | 6189       | E 82 CC                     |         |                             |

| Typ                      | Heizung      |              | Kenndaten    |                 |               |               |       | Grenzdaten   |              |               |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|-------|--------------|--------------|---------------|
|                          | $U_f$<br>(V) | $I_f$<br>(A) | $U_a$<br>(V) | $U_{g2}$<br>(V) | $I_a$<br>(mA) | $S$<br>(mA/V) | $\mu$ | $U_a$<br>(V) | $Q_a$<br>(W) | $I_k$<br>(mA) |
| <b>Doppeldiode</b>       |              |              |              |                 |               |               |       |              |              |               |
| E 91 AA                  | 6, 3         | 0, 3         |              |                 |               |               |       |              |              | 10            |
| <b>Trioden</b>           |              |              |              |                 |               |               |       |              |              |               |
| E 86 C                   | 6, 3         | 0, 165       | 185          | 12              | 14            | 68            |       | 250          | 2, 4         | 20            |
| E 88 C                   | 6, 3         | 0, 155       | 160          | 12, 5           | 13, 5         | 65            |       | 200          | 2, 4         | 15            |
| EC 1010                  | 6, 3         | 0, 135       | 110          | 12, 5           | 14            | 65            |       | 125          | 1, 5         | 15            |
| 7586                     | 6, 3         | 0, 140       | 75           | 10, 5           | 11, 5         | 33            |       | 110          | 1            | 20            |
| 7895                     | 6, 3         | 0, 135       | 110          | 7               | 9, 4          | 64            |       | 125          | 1            | 15            |
| <b>Doppeltrioden</b>     |              |              |              |                 |               |               |       |              |              |               |
| E 80 CC                  | 6, 3/12, 6   | 0, 6/0, 3    | 250          | 6               | 2, 7          | 27            |       | 300          | 2            | 12            |
| E 81 CC                  | 6, 3/12, 6   | 0, 3/0, 15   | 250          | 10              | 5, 5          | 60            |       | 330          | 2, 8         | 18            |
| E 82 CC                  | 6, 3/12, 6   | 0, 3/0, 15   | 250          | 10, 5           | 2, 2          | 17            |       | 330          | 3            | 22            |
| E 83 CC                  | 6, 3/12, 6   | 0, 3/0, 15   | 250          | 1, 25           | 1, 6          | 100           |       | 330          | 1, 2         | 9             |
| E 88 CC                  | 6, 3         | 0, 3         | 100          | 15              | 12, 5         | 33            |       | 220          | 1, 5         | 20            |
| E 90 CC                  | 6, 3         | 0, 4         | 100          | 8, 5            | 6             | 27            |       | 300          | 2            | 15            |
| E 188 CC                 | 6, 3         | 0, 335       | 100          | 15              | 12, 5         | 33            |       | 250          | 1, 65        | 22            |
| E 283 CC                 | 6, 3         | 0, 33        | 250          | 1, 25           | 1, 6          | 100           |       | 330          | 1, 2         | 9             |
| E 288 CC                 | 6, 3         | 0, 50        | 100          | 30              | 18            | 25            |       | 250          | 3            | 40            |
| 5751                     | 6, 3/12, 6   | 0, 35/0, 175 | 250          | 1               | 1, 2          | 70            |       | 330          | 0, 8         | 6             |
| 5814 A                   | 6, 3/12, 6   | 0, 35/0, 175 | 250          | 10, 5           | 2, 2          | 17            |       | 330          | 3            | 22            |
| 6463                     | 6, 3/12, 6   | 0, 6/0, 3    | 250          | 14, 5           | 5, 2          | 20            |       | 300          | 4            | 28            |
| <b>Tetrode</b>           |              |              |              |                 |               |               |       |              |              |               |
| 7587                     | 6, 3         | 0, 15        | 125          | 50              | 10            | 10, 6         |       | 250          | 2, 2         | 20            |
| <b>Pentoden</b>          |              |              |              |                 |               |               |       |              |              |               |
| E 180 F                  | 6, 3         | 0, 3         | 190          | 160             | 13            | 16, 5         |       | 210          | 3            | 25            |
| E 280 F                  | 6, 3         | 0, 315       | 190          | 160             | 20            | 26            |       | 220          | 4            | 30            |
| 5654                     | 6, 3         | 0, 175       | 120          | 120             | 7, 5          | 5             |       | 200          | 1, 65        | 20            |
| <b>Leistungspentoden</b> |              |              |              |                 |               |               |       |              |              |               |
| E 80 L                   | 6, 3         | 0, 75        | 200          | 200             | 30            | 9             |       | 300          | 8            | 50            |
| E 84 L                   | 6, 3         | 0, 76        | 250          | 250             | 48            | 11, 3         |       | 450          | 13, 5        | 75            |
| E 130 L                  | 6, 3         | 1, 7         | 275          | 180             | 100           | 27, 5         |       | 900          | 27, 5        | 300           |
| E 235 L                  | 6, 3         | 1, 2         | 100          | 100             | 100           | 14            |       | 400          | 12           | 220           |
| E 236 L                  | 6, 3         | 1, 2         | 100          | 100             | 100           | 14            |       | 400          | 12           | 220           |
| E 282 F                  | 6, 3         | 0, 315       | 125          | 125             | 35            | 26            |       | 200          | 4, 2         | 50            |
| E 810 F                  | 6, 3         | 0, 340       | 135          | 165             | 35            | 50            |       | 250          | 5            | 50            |
| F 2 a 11                 | 6, 3         | 2, 0         | 250          | 250             | 100           | 18            |       | 600          | 30           | 140           |
| <b>Triode-Pentode</b>    |              |              |              |                 |               |               |       |              |              |               |
| E 80 CF                  | 6, 3         | 0, 33        | 100          | 14              | 5             | 18            |       | 275          | 1, 75        | 18            |
|                          |              |              | 170          | 170             | 10            | 6, 2          |       | 275          | 2, 15        | 18            |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| $U_z$                 | Zündspannung, meistens als maximaler Streuwert angegeben. Der maximale Streuwert schließt Exemplarstreuungen und Veränderungen während der Lebensdauer ein.                 |
| $U_b$                 | Erforderliche Mindestspeisespannung, $U_{b \min} \geq U_{z \max}$   |
| $U_{arc}$             | Mittlere stabilisierte Spannung (Brennspannung) bei mittlerem Strom durch die Stabilisatorröhre.  |
| $U_{arc \min}$        | } Minimaler bzw. maximaler Streuwert der Brennspannung bei mittlerem Strom durch die Stabilisatorröhre, incl. Exemplarstreuungen und Veränderungen während der Lebensdauer. |
| $U_{arc \max}$        |   |
| $\Delta U_{arc}$      | Änderung der Brennspannung innerhalb des Strombereiches.  |
| $\Delta U_{arc \max}$ | Maximale Änderung der Brennspannung im Strombereich (bei Röhren an der oberen Toleranzgrenze). Brennspannungsänderungen durch Alterung sind hierbei nicht eingeschlossen.   |
| $I_a$                 | Mittlerer Strom durch die Stabilisatorröhre.  |
| $I_{a \min}$          | } Minimal erforderlicher bzw. maximal zulässiger Strom durch die Stabilisatorröhre.   |
| $I_{a \max}$          |   |
| $I_{a sp}$            | Einschaltspitzenstrom.  |
| $R \sim$              | Mittlerer Wechselstromwiderstand bei mittlerem Strom durch die Stabilisatorröhre.   |
| $R_{\Omega q}$        | Äquivalenter Rauschwiderstand im Bereich 30...10 000 Hz.  |
| $U_r$                 | Rauschspannung im Bereich 30...10 000 Hz.   |
| $TK_{U_{arc}}$        | Temperaturkoeffizient der Brennspannung   |
| $T_U$                 | Umgebungstemperatur   |
| $C_p$                 | Parallelkapazität   |

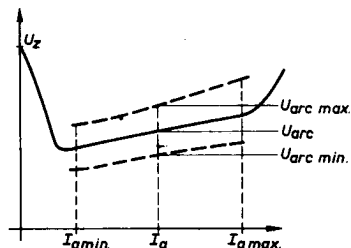
## Grundsätzliches

Die Eigenschaft, daß sich die Brennspannung gasgefüllter Entladungsröhren bei schwankendem Entladungsstrom nur geringfügig ändert, wird zur Konstanthaltung einer Ausgangsspannung bei schwankender Eingangsspannung oder bei schwankender Belastung benutzt. Die Stabilisierung beruht auf dem kleinen Innenwiderstand der Glimmstrecke. Ein Vorwiderstand ist prinzipiell erforderlich, weil die Zündspannung der Glimmstrecke immer höher liegt als ihre Brennspannung. Nach der Zündung nimmt er die Differenz zwischen Zünd- und Brennspannung auf.

Es ist zu beachten, daß der Gleichgewichtszustand erst ca. 3 Minuten nach der Zündung eintritt.

## Kennlinie einer Stabilisatorröhre

Um eine einwandfreie Stabilisierung zu gewährleisten, ist der durch  $I_{a \min}$  und  $I_{a \max}$  gegebene Regelbereich unbedingt einzuhalten.  $I_{a \max}$  ist gleichzeitig ein Grenzwert im Hinblick auf die zulässige thermische Belastung der Stabilisatorröhre; ferner führt ein Überschreiten von  $I_{a \max}$  schließlich zu einer Bogenentladung und damit zur Zerstörung der Röhre.



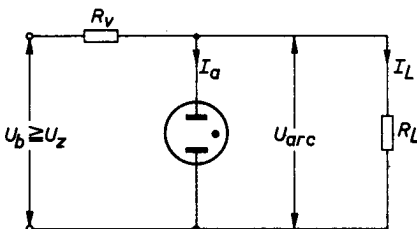
## Prinzipschaltung

Um unter allen Betriebsbedingungen ein zuverlässiges Arbeiten zu gewährleisten, ist dafür Sorge zu tragen, daß die minimale zur Verfügung stehende Speisespannung  $U_b$  größer als die maximal erforderliche Zündspannung  $U_z$  ist. Der Vorwiderstand  $R_v$  muß den nachfolgend angegebenen Bedingungen genügen.

$$R_v < \frac{U_{b \min} - U_{arc \max}}{I_{a \min} + I_{L \max}} \cdot \frac{1}{1+p/100}$$

$$R_v > \frac{U_{b \max} - U_{arc \min}}{I_{a \max} + I_{L \min}} \cdot \frac{1}{1-p/100}$$

$$R_v < R_L \left( \frac{U_{b \min}}{U_z} - 1 \right) \cdot \frac{1}{1+p/100}$$



$p$  = Toleranz des Widerstandes  $R_v$  in %.

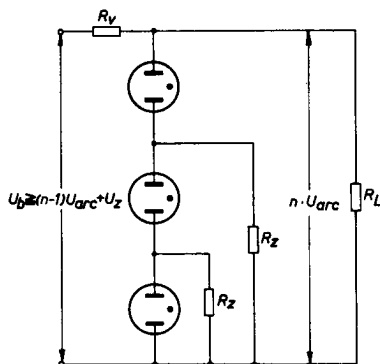
## Praktische Anwendungen

### 1. Einfache Stabilisierungsschaltung

Stabilisierung mit nur einer Glimmstrecke, z. B. für die Versorgung des Schirmgitters mit konstanter Spannung. Durch ein an den Stabilisator angeschlossenes Potentiometer läßt sich jeder Wert bis zur Höhe der stabilisierten Spannung abgreifen.

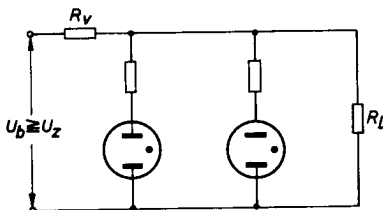
### 2. Serienschaltung von Stabilisatorröhren

Benötigt man höhere stabilisierte Spannungen, so lassen sich mehrere Stabilisatorröhren in Serie schalten. In diesem Falle müssen die Zwischenstrecken über Widerstände von 0,5 bis 1 M $\Omega$  mit der Minusleitung verbunden werden um die Zündung zu erleichtern. Als Zündspannung bei Serienschaltung von  $n$  Stabilisatoren genügt dann  $(n-1) \cdot U_{arc} + U_z$ , wozu ein geringer Sicherheitsbetrag zugeschlagen werden soll.



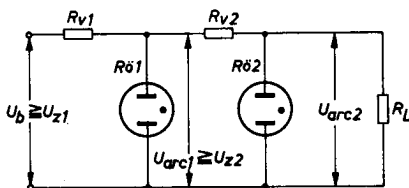
### 3. Parallelschaltung von Stabilisatorröhren

Wegen der unvermeidbaren Streuungen der Kennlinien ist eine Parallelschaltung von Stabilisatorröhren nicht zu empfehlen, da in fast allen Fällen durch ungleiche Aufteilung des Querstromes eine Überlastung einer Stabilisatorröhre eintritt. Ist eine Parallelschaltung unbedingt erforderlich, so sollte vor jede Stabilisatorröhre ein Schutzwiderstand von etwa 100  $\Omega$  geschaltet und der Stabilisierungsbereich eingeschränkt werden; die Stabilisierung wird hierdurch jedoch schlechter, so daß die Benutzung eines größeren Typs bzw. die Anwendung einer elektronischen Stabilisierung mit Vakuumröhren vorzuziehen ist.



## 4. Doppelte Stabilisierung

Um extrem konstante Spannungen zu erzielen, kann eine doppelte Stabilisierung (multiplikative Stabilisierung) vorgesehen werden, wobei entweder Stabilisatorröhren mit verschieden hoher Brennspannung verwendet oder für die vorstabilisierte Spannung zwei Röhren in Serie geschaltet werden; die vorstabilisierte Spannung muß größer als die Zündspannung der zweiten Stabilisatorröhre sein ( $U_{arc} R01 \geq U_{z} R02$ ).

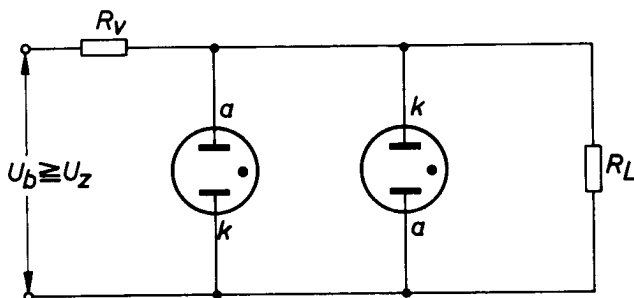


Für R02 benutze man vorzugsweise Präzisions-Stabilisatorröhren (Vergleichsspannungs-Röhren), bei denen Spannungsschwankungen auch während der gesamten Lebensdauer sehr klein sind. Diese Vergleichsspannungs-Röhren (z. B. 85 A 2) sollen vorzugsweise mit einem einzigen Querstromwert  $I_a$  betrieben werden, da dann die wirksamste Stabilisierung erzielt wird.

## 5. Polarität der Stabilisatorröhre und Stabilisierung von Wechselspannungen

Da die Kathoden moderner Stabilisatorröhren aktiviert sind, sollen die Stabilisatorröhren mit positiver Anode und negativer Kathode betrieben werden; bei umgekehrter Polarität erhöht sich die Zündspannung und die Stabilisierung wird schlechter.

Einige Stabilisatorröhren sind für Stabilisierung von Wechselspannungen zugelassen, müssen hierbei jedoch in "Antiparallel"-schaltung verwendet werden. Die entsprechenden Angaben in den Datenblättern der einzelnen Stabilisatorröhren sind zu beachten.



### 6. Schutzschaltung

Bei den Stabilisatorröhren 85A2, 108C1 und 150C2 ist der Kathodenanschluß an die Sockelstifte 2, 4 und 7, der Anodenanschluß an die Stifte 1 und 5 geführt. Die Schaltung kann daher so ausgeführt werden, daß der Verbraucher beim Ziehen der Stabilisatorröhre von der Speisespannung abgetrennt wird (Schutzschaltung); siehe nachfolgende Beispiele:

