



Interpretation von Röhrenmessungen – worauf es wirklich ankommt

Bei der Prüfung von Elektronenröhren wird häufig der gemessene Anodenstrom mit dem im Datenblatt angegebenen Sollwert verglichen. Messergebnisse werden oft in Prozent ausgedrückt: eine Röhre erreicht zum Beispiel 100 % des Sollstroms, eine andere 80 %, eine dritte 110 %. Solche Werte verleiten zu der Annahme, dass eine 80 %-Röhre automatisch „schlecht“ und eine 110 %-Röhre „besonders gut“ sei. Eine fachgerechte Beurteilung erfordert jedoch deutlich mehr Differenzierung.

Bedeutung der Prozentwerte

Die Prozentangabe zeigt zunächst nur, wie stark der tatsächlich gemessene Strom vom Nennwert des Datenblatts abweicht.

- **100 %:** Röhre arbeitet exakt nach Datenblatt.
- **80 %:** gemessener Strom liegt 20 % unter dem Sollwert.
- **110 %:** Röhre zieht 10 % mehr Strom als angegeben.

Allein daraus lässt sich aber nicht schließen, ob eine Röhre verschlissen oder völlig in Ordnung ist.

Mögliche Ursachen für Abweichungen

Abweichungen können ganz unterschiedliche Gründe haben:

- **Fertigungstoleranzen**
Unterschiede in Gitterabständen, Kathodenbeschichtung oder mechanischer Geometrie führen schon bei fabrikneuen Röhren zu verschiedenen Strömen. Lässt sich der erforderliche Arbeitspunkt durch Einstellung (Gittervorspannung (Bias) oder automatische Gittervorspannungserzeugung über Kathodenwiderstand) erreichen, ist auch eine 80 %-Röhre so gut wie eine 100%ige. Röhren wurden und werden mit großen Toleranzen hergestellt (+/- 30% sind normal). Röhren die davon abweichen, wurden aussortiert und landeten als zweite Wahl oder Bastlerware trotzdem auf dem Markt.
- **Kathodenverschleiß durch Betrieb**
Mit zunehmender Betriebsdauer kann das Emissionsmaterial der Kathode abbauen. Die Röhre kann die Ströme nicht mehr erbringen. Die Röhre ist also wirklich verschlissen.



Interpreting tube measurements – what really matters

When testing electron tubes, the measured anode current is often compared with the target value specified in the data sheet. Measurement results are often expressed as a percentage: for example, one tube achieves 100% of the target current, another 80%, and a third 110%. Such values lead to the assumption that an 80% tube is automatically “bad” and a 110% tube is “particularly good.” However, a professional assessment requires much more differentiation.

Significance of the percentage values

The percentage value initially only shows how much the actual measured current deviates from the nominal value in the data sheet.

- 100%: Tube operates exactly as specified in the data sheet.
- 80%: Measured current is 20% below the target value.
- 110%: Tube draws 10% more current than specified.

However, this alone does not allow us to conclude whether a tube is worn out or completely fine.

Possible causes of deviations

Deviations can have very different causes:

• Manufacturing tolerances

Differences in grid spacing, cathode coating, or mechanical geometry can lead to different currents even in brand-new tubes. If the required operating point can be achieved by adjustment (grid bias or automatic grid bias generation via cathode resistance), an 80% tube is as good as a 100% tube. Tubes that deviated from this were sorted out and still ended up on the market as second choice or hobbyist goods.

• Cathode wear due to operation

With increasing operating time, the emission material of the cathode can degrade. The tube can no longer produce the currents. The tube is therefore truly worn out.

- **Chemische Veränderungen bei NOS-Röhren**
Selbst unbenutzte Lagerware („New Old Stock“) kann nach Jahrzehnten an Emission verlieren. Diffusions- oder Oxidationsprozesse schädigen die Kathode irreversibel, obwohl die Röhre kaum Betriebsstunden hat. Die Röhre kann die Ströme nicht mehr erbringen.

Eine verlässliche Bewertung setzt voraus, dass die Röhre **unter realistischen Betriebsbedingungen** geprüft wird:

1. **Betriebstemperatur erreichen**

Die Röhre muss nicht nur geheizt werden, sondern auch unter dem vorgesehenen Arbeitspunkt betrieben werden, damit Anode, Gitter und Kathode ihre volle Betriebstemperatur erreichen. Erst die durch den fließenden Strom verursachte Verlustleistung sorgt für die korrekte thermische Stabilisierung.

2. **Ausreichende Aufwärmzeit**

Diese hängt von der Röhre ab und dauert oft mehrere Minuten, bei großen Leistungsröhren sind oft 10–15 min, nötig, bis sich stabile Messwerte einstellen.

3. **Exakte Betriebsspannungen**

Anoden- und Gitterspannungen und auch die Heizspannung müssen dem Datenblatt entsprechen und dürfen nicht von schwankender Netzspannung verfälscht werden.

4. **Geeignete Messgeräte**

Einige Röhrenprüfgeräte arbeiten mit kurzzeitigen oder gepulsten Spannungen. Diese Impulse erwärmen die Anode nicht ausreichend und liefern deshalb nur grobe Screening-Werte. Für eine echte Emissionsprüfung ist ein kontinuierlicher DC-Arbeitspunkt erforderlich.

Fazit:

Es gilt also herauszufinden, warum der **Anodenstrom/%-Wert** abweicht. Die Aufnahme einer **Kennlinie** bringt Klarheit. Kann die Röhre bei anderer Gittervorspannung die Ströme aufbringen? Oder geht die Röhre in die „Knie“ (der Strom bricht ein)?

• **Chemical changes in NOS tubes**

Even unused stock (“New Old Stock”) can lose emission after decades. Diffusion or oxidation processes irreversibly damage the cathode, even though the tube has hardly any operation hours. The tube can no longer deliver the currents.

A reliable assessment requires that the tube be tested under **realistic operating conditions**:

1. **Reach operating temperature**

The tube must not only be heated, but also operated at the intended operating point so that the anode, grid, and cathode reach their full operating temperature. Only the power loss caused by the flowing current ensures correct thermal stabilization.

2. **Sufficient warm-up time**

This depends on the tube and often takes several minutes; large power tubes often require 10–15 minutes before stable measurements can be taken.

3. **Exact operating voltages**

Anode and grid voltages, as well as the heating voltage, must correspond to the data sheet and must not be distorted by fluctuating mains voltage.

4. **Suitable measuring devices**

Some tube testers operate with short-term or pulsed voltages. These pulses do not heat the anode sufficiently and therefore only provide rough screening values. A continuous DC operating point is required for a true emission test.

Conclusion:

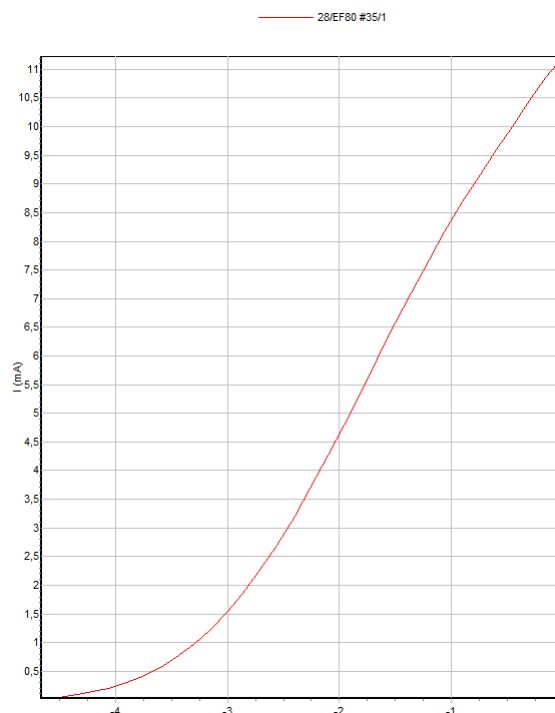
It is therefore necessary to find out why the anode current/% value deviates. Recording a **characteristic curve** provides clarity. Can the tube deliver the currents at a different grid bias? Or does the tube go into ‘knee’ (the current collapses)?

Beispiel für eine **stark verschlissene** Röhre:

Die Steilheit vermindert sich bei geringeren Gitterspannungen. Die Kathode hat keine ausreichende Emission mehr.

Example of a **heavily worn** tube:

The steepness decreases at lower grid voltages. The cathode no longer has sufficient emission.



Beispiel für zwei **gute** Röhren:

Example of two **good** tubes:



Die Röhren können “Strom” und benötigen nur unterschiedliche Gittervorspannungen damit der gleiche Anodenstrom fließt. Neben der Emissionsfähigkeit sind Röhren auch auf andere Fehler zu prüfen (z.B. zu hoher Gitterstrom, Krachen, Prasseln, etc.).	The tubes can conduct “electricity” and only require different grid biases for the same anode current to flow. In addition to emission capability, tubes must also be checked for other faults (e.g., excessive grid current, crackling, popping, etc.).
--	--