

Regenerieren verbrauchter Röhren

Auch diese Arbeit ist mit dem Röhrenprüfgerät ohne Zusatzgeräte durchführbar, allerdings sollte sich nur der erfahrene Fachmann damit befassen, weil immerhin einige Erfahrungen nötig sind.

Vor der Regenerierung jede Röhre sorgfältig auf evtl. Elektrodenschlüsse prüfen, ebenso muss mindestens ein geringer Anodenstrom I_a (ca. 10% vom Normalwert) messbar sein.

Nach normaler Prüfung mittels Prüftafeln zum Regenerieren erst Gerät ausschalten, dann Spannungen und Messbereiche umschalten. Ist Gitterspannung U_g gleich Anodenspannung U_a , z. B. 200 V, so muss die Elektrode, die am Gitter G liegt, auf A1 umgelegt werden. Es wird grundsätzlich mit dem höchsten Messbereich von 250 mA regeneriert, wobei der %-Schiebeschalter auf 100 % stehen muss. Prüfschalter bleibt in Stellung „12“.

Bei Röhren mit Schirmgitter wird dieses ebenfalls an A1 gelegt.

Regenerier-Beispiele

RE134 (Regenerier-Anweisung A)

1. Prüfen mit Prüftabellen-Werten. Auf Steuerwirkung achten! Prüfschalter bleibt beim Regenerieren in Stellung „12“.
2. Messbereich-Schiebeschalter J_a auf 250 mA und %-Schalter auf 100 stellen.
3. Überheizung um 2 V, also Schiebeschalter U_h auf 6 schieben.
4. Anodenspannung U_a auf 200 V erhöhen
5. Gitter G (Schiebeschalter 2) auf A1 stellen und Emissionsanstieg abwarten
6. Überheizung zurücknehmen, U_h auf 5 V und später auf 4 V schieben, wenn kein Emissionsanstieg am Instrument mehr zu erkennen ist, Regenerierung beenden.
7. Erfolg nachprüfen, zuerst Schiebeschalter 2 auf G zurücknehmen, dann U_a auf 150 V und zuletzt Messbereich- und %-Schalter auf ihre Prüfwerte

Zeit: ca. 5 – 15 Minuten

RES164 (Regenerier-Anweisung A)

1. Prüfen mit Prüftabellen-Werten
2. wie oben bei RE134 einstellen, zusätzlich noch mit Schiebeschalter 3 und 9 S_g auf A1 schieben, da hierdurch größere Emission erreicht wird.
3. w. o.
4. w. o.
5. w. o.
6. w. o., länger warten (bis ca. 30 Minuten)
7. Alle Schalter in der Reihenfolge, wie oben, auf Prüftabellenwerte einschieben

Zeit: ca. 5 – 15 Minuten

AZ1 (Regenerier-Anweisung A)

1. Prüfen
2. w. o.
3. w. o.
4. w. o.
5. Zuerst System I in Stellung 12, dann anschließend System II in Stellung 10 regenerieren, eine Umschaltung der Schiebeschalter für A1 und A2 ist nicht nötig
6. w. o.
7. w. o.

Zeit: ca. 5 – 15 Minuten

REN 904 (Regenerier-Anweisung B)

1. Prüfen mit Normal-Werten.
2. Überheizung beträgt 1 bis 2 V, also U_h auf 5 bzw. 6 V

3. Schiebeschalter U_a auf 200 V. Messbereich erhöhen, also auf 50 mA einstellen
4. Aktionszeit abwarten
5. Überheizung zurückschalten, also U_h auf 4 V
6. Ergebnis mit Prüftafel-Werten vergleichen, Messbereichsschalter wieder auf richtigen Bereich (25 mA) einstellen

Zeit ca. 5—15 Minuten

Falls kein Ergebnis, kurzzeitig Regenerier-Anweisung A anwenden, also: bei 3. ferner noch Schiebeschalter 2 (G) auf A1 legen und Messbereich auf 250 mA, (kurzzeitiger arbeiten)

Zeit: ca. 1 Minute

4. - 5. Wie oben, dann bei

6. Alle Schalter in Prüfstellung in der Reihenfolge: U_a , Schiebeschalter 2 (auf G) und zuletzt Messbereichsschalter.

Eine Beschädigung der Röhren beim Regenerieren ist praktisch kaum möglich, da der höchst erreichbare Emissionsstrom durch eingebaute Belastungswiderstände begrenzt ist. Der Gleichrichter bzw. Netzteil des Röhrenprüfgerätes erhitzt sich naturgemäß beim Regeneriervorgang, kurze Unterbrechungen während der Arbeit sind den erwärmten elektrischen Teilen sehr dienlich. Wenn möglich, für gute Entlüftungen sorgen und freie Fassungen usw. im Gehäuse nicht abdecken.

Gute Regenerierwirkung kann nur erreicht werden, wenn der im Prüfgerät eingesetzte Gleichrichter einwandfrei und die Netzspannung mindestens 220 V ist, da sonst die zur Verfügung stehende Anodenspannung unter 200 V absinkt. Diese Regenerierspannung von 200 V reicht zum Regenerieren immer aus und ist bedeutend gefahrloser zu handhaben als die in manchen Regenerier-Werkstätten benutzte höhere Spannung. Allerdings dauert die Regenerierung etwas länger, was aber der Haltbarkeit der Emissionsfähigkeit zugutekommt.

Röhren, die bei sachgemäßer Anwendung unserer Regeneriervorschriften keinen Erfolg bringen, sind nach unseren bisherigen Erfahrungen auch mit anderen Methoden nicht wieder aufzufrischen; dies betrifft hauptsächlich indirekt geheizte Endröhren, z. B. AL 4 usw.

Güte-Definition

Alle Glühkathodenröhren haben aus verschiedenen Gründen eine begrenzte Lebensdauer und müssen daher im Laufe der Zeit durch neue ersetzt werden. Die während des Betriebes auftretenden Fehler kann man grob in mechanische und elektrische einteilen. Mechanische Fehler sind Heizfadenbrüche, Elektrodenschlüsse, Unterbrechungen an Elektroden, Lockern des Sockels, Verbiegen der Stifte, Abreißen der äußeren Elektrode, Oxydieren der Anschlüsse, Glasschäden und dadurch bedingt schlechtes Vakuum. Die elektrischen Fehler betreffen die Veränderungen der aktiven Schicht, wovon die Elektroden-Emission abhängig ist. Da die Herstellung der aktiven Schicht ein außerordentlich komplizierter Vorgang ist, können schon geringe Verunreinigungen der Elektroden, des Gitters, der beteiligten Isolierstoffe und mangelhaftes Vakuum die Emissionsfähigkeit nach kürzerer oder längerer Betriebsdauer verringern. Auch falsche Betriebsbedingungen, wie zu hohe oder zu niedrige Heizspannung oder zu hohe Anodenverlustleistung setzen die Lebensdauer aller Glühkathoden-Röhren herab.

Jede Veränderung im Emissionsvorgang ergibt auch eine Änderung im Kennlinienfeld und kann mit mehr oder weniger messtechnischem Aufwand nachgemessen werden. Normalerweise wird beim Alterungsvorgang die Gesamt-Emission einer Glühkathodenröhre geringer und demzufolge auch die zu den einzelnen Elektroden fließenden Ströme. Im gleichen Maße nimmt auch die nach Barkhausen definierte Steilheit $S = \frac{\partial I_a}{\partial U_g}$ ab. Der innere Widerstand nimmt nun nach der Barkhausenschen Röhrgleichung $SDR_i = 1$ zu, da bei einer Emissionsverringern der Durchgriff D in erster Annäherung konstant bleibt.

Da es mit einfachen Mitteln nicht möglich ist, den gesamten Emissionsstrom bis zur Sättigung zu messen, beschränkt man sich üblicherweise auf das Raumladungsgebiet und misst die statische Kennlinie $J_a = f(U_g)$ für konstante Anoden- bzw. Schirmgitterspannung. Hieraus lässt sich dann leicht die für die Verstärkung wichtige Größe S ableiten. Schon diese verhältnismäßig einfache Messung erfordert einen größeren Aufwand von Messgeräten und konstanten Stromquellen, so dass sie nur in den Röhrenwerken oder Entwicklungslabors durchgeführt wird. Zu einer weiteren Vereinfachung des Messvorganges gelangt man, wenn man den Anodenstrom J_a bei der Gitter-Vorspannung 0 misst, weil hierbei eine zusätzliche Stromquelle für die

Gitterspannung entfällt. Allerdings ist bei dieser Messung zu beachten, dass die der Röhre zugemutete Anodenverlustleistung durch Herabsetzung der Anoden- bzw. Hilfsgitterspannung nicht überschritten wird und alle Spannungen konstant gehalten werden.

Kennt man nun den Anodenstrom J_a einer fabrikneuen Röhre, so lassen sich, wenn die Messbedingungen sonst gleich sind, auch weitere Röhren gleichen Typs, aber verschiedener Betriebsdauer, vergleichen. Hiernach ist der Anodenstrom J_a ein Maß für die Güte der aktiven Elektrode und indirekt wieder für die noch vorhandene „Gebrauchsfähigkeit“ der Röhre, immer unter der Voraussetzung, dass alle Röhren gleichen Typs unter denselben Bedingungen gemessen werden. Um nun nicht immer den absoluten Wert der Anodenströme in mA ablesen zu müssen, werden nur die Zeigerausschläge des Anodenstrommessers gegenüber dem Normalwert einer neuwertigen Röhre (100 %) bei Endausschlag miteinander verglichen. Bei dem Röhrenprüfgerät RPG wird noch in Reihe zum Drehspulrähmchen ein Stufenwiderstand mittels des Schiebeschalters % eingeschaltet, dessen Wert 100 erreicht.

Wie im Weiteren im Abschnitt „Diskussion der Messung“ zu ersehen ist, gibt der abgelesene Skalenwert in % nur grob den derzeitigen Gebrauchswert einer beliebigen Röhre in einem Rundfunkempfänger an.

Mit dem Röhrenprüfgerät RPG, das hauptsächlich als Service-Gerät benutzt wird, wurden nun in alphabetischer Reihenfolge sämtliche erreichbaren Röhren mit ihren annähernden Betriebswerten, aber mit einer Gitterspannung 0 und evtl. etwas niedriger Anoden- bzw. Schirmgitterspannungen geprüft und ihre Prüfdaten in die Röhrentabellen übertragen, so dass neuwertige Röhren annähernd den Ausschlag 100 erreichen. Die Ermittlung dieser Normalwerte wird mit möglichst vielen fabrikneuen Röhren vorgenommen, um die unvermeidlichen Fabrikationsstreuungen zu eliminieren.

Der stabilisierte Spannungswert von 150 V = wird mittels Glättungsröhre innerhalb des Regelbereiches von 0 bis ca. 80 mA auf ± 5 V genau eingehalten. Auch beim Verlöschen der Glättungsröhre über 80 mA sind die Röhrenprüfergebnisse als Vergleichswerte einwandfrei, da alle Messungen mit einer Normalröhre ausgewertet wurden. Alle weiteren Spannungen sind von der Belastung und der Netzspannung abhängig, wobei die auf den Schiebeschaltern gravierten Werte und die in die mitgelieferten Röhrentabellen eingetragenen Werte nur als Nennwerte zu betrachten sind. Netzspannungsschwankungen gehen bei allen Gleichrichterröhren, ferner bei Trioden mit Anodenspannungen von 20 V oder 150 V über 30 mA voll in das Ergebnis ein. Bei indirekt geheizten Schirmgitterröhren sind die hierdurch bedingten Messfehler zu vernachlässigen.

Diskussion der Messung

Es ist bekannt, dass auf dem Prüfgerät als einwandfrei bewertete Röhren im Empfänger mitunter versagen und auch umgekehrt. Daher sollen die Grenzen der Röhrenprüfung besonders beleuchtet werden.

1. *Fabrikations-Toleranzen.* Die Rundfunkröhre ist ein ausgesprochenes Massenprodukt der modernen Technik und daher auch mit verschiedenen Mängeln behaftet. Man ist gezwungen, um die Ausschussquote bei der Fertigung nicht allzu hoch ansteigen zu lassen, gewisse Toleranzen in den Röhrendaten zu gestatten, die die Verwendung der Röhren möglichst wenig einschränken. Daher haben neue Röhren auch Abweichungen in ihren elektrischen Werten, so dass sich auf dem Prüfgerät bei der Anoden-Ruhestrommessung verschiedene Ausschläge einstellen. Dennoch sind alle diese Röhren in Ordnung.
Die in Prüftafeln angegebenen Sollwerte sind Mittelwerte, die von vielen Betriebsbedingungen als „Gut“ zu bezeichnen, wenn sie noch ca. 30 % weniger anzeigt als der Mittelwert mit 100%.
Je mehr Elektroden eine Röhre besitzt, um so höhere Toleranzen müssen der Fertigung zugestanden werden. Batterie-Röhren mit geringer Heizleistung (D-Röhren) lassen sich ebenfalls nicht mit der gleichen Genauigkeit herstellen.
2. *Röhren verschiedener Hersteller.* Hauptsächlich bei ausländischen Röhren, können mitunter erhebliche mechanische und elektrische Abweichungen voneinander haben, ohne dass diese zu beanstanden sind. Hinzu kommt, dass insbesondere im Ausland die Anforderungen in Bezug auf Klang-Reinheit der Wiedergabe nicht so hoch sind wie bei uns. Daher sind bei diesen Röhren besonders hohe Abweichungen üblich und bis ca. 40 bis 50 % weniger durchaus nicht zu beanstanden. Das Umgekehrte ist bei verschiedenen kommerziellen Typen, den sogenannten Poströhren der Fall. Hier können nur sehr

geringe Toleranzen zugestanden werden, weil sonst eine Auswechselbarkeit in den verschiedenen Schaltungen und Verstärkern nicht möglich ist.

3. *Der Verwendungszweck der Röhre* ist fernerhin bei der Gütebeurteilung nicht zu vernachlässigen. Schon der Unterschied zwischen Widerstandsverstärkung und Endröhre macht die Beziehungen zwischen Röhrenverschleiß und Verstärkung deutlich. Eine als Widerstandsverstärker arbeitende Röhre kann erheblich nachgelassen haben, ehe ein merklicher Verstärkungsabfall eintritt. Bei einer wenig verbrauchten Endröhre sind die Verzerrungen usw. bei gleicher Ausgangsleistung schon deutlich hörbar. Sehr kritisch sind als Oszillator arbeitende Röhren in manchen Schaltungen, da ein Aussetzen der Schwingungen bei einer geringwertigen Röhre eintreten kann. Gleichrichterröhren mit geringer Stromabgabe sind meistens weniger kritisch, dagegen macht sich bei stärkeren Netzgleichrichtern ein Nachlassen der Emission außerordentlich bemerkbar, da ja im Gerät infolge des höheren Spannungsverlustes im Gleichrichter sämtliche Empfängerröhren zu niedrige Spannungen bekommen.
4. *Kratzen und Heulen* von Empfängerröhren sind hässliche Eigenschaften, deren genaue Ermittlung im Prüfgerät kaum möglich ist. Nur eine Prüfung oder Auswechslung im Empfänger führt zum Ziel. Das bekannte Heulen der VCL11 im DKE ist mit dem Röhrenprüfgerät nicht feststellbar; alle mit diesem Fehler behafteten Röhren zeigen am Instrument meistens „Gut“ an. Nur Ersatz mit einer einwandfreien Röhre ist hier möglich.
5. *Schlechtes Vakuum* ergibt oft bei manchen Röhren ein bläuliches Leuchten, besonders bei stärkeren Endröhren, z. B. AL4 oder Gleichrichterröhren. Derartige Röhren sind nur noch in den seltensten Fällen verwendbar. Achtung: Es gibt auch gasgefüllte Gleichrichterröhren mit und ohne Gitter, ist das betriebsmäßige Aufleuchten unbedingt nötig.
6. *Grenzen der Röhrenprüfung*. Naturgemäß können mit dem Röhrenprüfgerät wegen des erheblichen Aufwandes nicht alle Messungen vorgenommen werden. Die im Röhrenprüfgerät vorgenommenen Prüfungen sind technisch einwandfrei, aber noch nicht ausreichend, um alle Funktionswerte einer Röhre zu erfassen. Es kann nur mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Brauchbarkeit der geprüften Röhre geschlossen werden, wobei die unter 1 bis 5 erwähnten Faktoren mehr oder weniger ins Gewicht fallen können.
7. *Das Röhrenprüfgerät ist kein Garantiemessgerät*, mit dem Garantieansprüche für den Röhrenhersteller hergeleitet werden können, da die Röhren-Fabriken hierfür eigene Messgeräte verwenden. Dies betrifft ganz besonders die RFT-Röhren.

Prüfkarten-Neuerscheinungen

Beim Auftauchen neuer Röhrentypen werden die Prüftafeln wieder auf den letzten Stand gebracht. Neudrucke und Ersatzteile etc. können bezogen werden, wenn Sie uns Ihre Anschrift mitteilen. Wir werden Sie laufend orientieren, damit Ihr Prüfgerät ständig prüfbereit dasteht.

Für Anregungen und Wünsche sind wir Ihnen sehr dankbar und bitten Sie, sich zu äußern.

Reparaturen

Sollten am Prüfgerät Mängel auftreten, versuchen Sie bitte nicht, den Fehler selbst zu beheben, sondern lassen Sie das defekte Gerät mit Mängelangabe an uns zurückgehen. Wir werden alle vorkommenden Fälle gewissenhaft nachprüfen und zu Selbstkosten reparieren.

Auch für schnellste Rücksendung wird Sorge getragen, aber noch eine Bitte:

Versand nur in *stabiler Holzkiste* an unsere Anschrift:

PGH Elektromess, Dresden A 21, Bärensteiner Straße 5a
Station: Dresden-Reick