

Das Regenerieren von Thoriumröhren

Herbert Börner, Ilmenau

Originalbeitrag erschienen in: Mitteilungen Geschichte der Rundfunktechnik 2(1985) Nr. 7, S. 10 - 11, neu bearbeitet im Dezember 2016

Über das Regenerieren von Elektronenröhren ist in früherer Literatur öfter geschrieben worden. Heute ist das Angebot an Röhren (z.B. bei ebay) so groß, dass man gute und oft sogar originalverpackte (modernere) Röhren preiswert kaufen kann. So ist das Regenerieren in den Hintergrund getreten, zumal es mit einer hohen Belastung der Röhre verbunden ist und so auch mit der Gefahr des gänzlichen Röhrentodes.

Es bei ganz alten Röhren trotzdem zu versuchen, hat mich das Argument von *F. Nusser* (Beitrag in Anhang) ermutigt: "... doch ist dann der Schaden höchstensfalls so groß, wie wenn das Regenerieren überhaupt nicht versucht worden wäre: man hat eben eine unbrauchbare Röhre."

Ein etwas mulmiges Gefühl ist es aber trotzdem, wenn die Heizfäden von Gelb- oder Rotglühern

mit dreifacher Heizspannung bis zur Weißglut getrieben werden. Beruhigend wirkt da die Mitteilung, dass dies in den Röhrenfabriken zur Formierung auch schon praktiziert wurde (vgl. Tabelle auf der letzten Seite).

Zum Ausführen der entsprechenden Schritte kann man vorteilhaft ein vorhandenes Röhrenprüfgerät benutzen (in meinem Fall ein Funke W14). Der Erfolg der Behandlung ist spürbar: In etwa 3/4 der Fälle erhielt ich eine bessere bis "gute" Emission (gelegentlich auch "sehr gut"). Das restliche Viertel blieb taub bzw. die Emission kam über "unbrauchbar" nicht hinaus. Allerdings musste ich auch - ganz selten - das Durchbrennen des Heizfadens beklagen.

Wer das Risiko nicht scheut, kann folgende von mir an den genannten Röhrentypen erprobte Rezepte versuchen:

>> Heizspannung ohne Anodenspannung <<

Röhren-Type	Schritt 1 5 Sek.	Schritt 2 2 Min.	Schritt 3 5 Min.	Schritt 4 10 Min.
RE 144, RE 154 RE 054, RE 074d	10,5 V	7,5 V	6 V	4 V
RE 83, RE 89	6 V	5 V	3,5 V	2,5 V
RE 78, RE 79	7,5 V	5 V	3,5 V	2,5 V

Liste der Röhren mit Thoriumfaden

Blaupunkt: Ampladyn 4V, Heliodyn 4V, Superdyn 4V

Hova: Garantie, Klub

Lorenz: LV 6, LV 9

Telefunken: RE 054, 064, 073d, 074d, RES 044

RE 78, 79, 82, 83, 89, 97

RE 144, 154, 205, 209, 212, 504, RV 218

Valvo: Lautsprecher 201A, Lautsprecher 201B, Lautsprecher C (= Oscillotron), O-Reflex (alt), Oeconom (alt)

Philips: B II, B VI

Bei allen anderen Röhrentypen - sofern sie keine reinen Wolfram-Röhren (Hellglüher) sind - muss mit einem Oxid-Faden gerechnet werden, selbst wenn der Faden bei normaler Heizspannung relativ hell glüht. Für solche Röhren müssen andere Regenerierverfahren angewendet werden.

Anhang 1

E. Wehrwolf: **Das Regenerieren von Thoriumröhren**

Nachdruck aus: Der Radio-Markt, Pößneck, (1926) Nr. 92, S. 1

Den in Funkkreisen viel verwendeten Thoriumröhren haftet der Nachteil an, gegen Überheizen außerordentlich empfindlich zu sein. Mag die Überspannung am Heizfaden noch so gering und noch so kurzzeitig gewesen sein, die kleine Unachtsamkeit rächt sich augenblicklich durch ein Nachlassen oder gänzliches Aufhören des Empfangs. Der Heizfaden glüht zwar vorschriftsmäßig, aber die Röhre hat ihre Emissionstätigkeit eingestellt, sie ist, wie man allgemein sagt, taub. Damit ist die Röhre jedoch noch lange nicht für den Abfallkasten reif, im Gegenteil, es ist, ganz vorsichtig ausgedrückt, mit etwa 75 Prozent Wahrscheinlichkeit möglich, sie wieder zu neuem Leben zu erwecken und zu der früheren, unter Umständen sogar noch zu einer besseren Emissionstätigkeit zu bringen. Um das zu verstehen, muß man sich über die Zustands- und Arbeitsverhältnisse des Heizfadens von Thoriumröhren klar sein.

Der Heizfaden besteht aus einer Legierung von Wolfram und Thoriumoxyd. Er ist aber nur emissionsfähig, wenn reines Thorium sich an der Oberfläche des Glühfadens befindet. Deshalb wird jede Röhre erst vor dem Versand emissionsfähig gemacht. Zunächst wird ein Teil des im Faden vorhandenen Thoriumoxyds durch Erhitzen des Heizfadens auf eine Temperatur von 2600 bis 2800 Grad zu reinem Thor reduziert, und darauf werden die reduzierten Thoratome durch eine schwächere Beheizung des Glühfadens (bei etwa 2000 bis 2100 Grad) aus dem Innern des Drahtes an seine Oberfläche getrieben. Diese tiefere Temperatur ist kritisch, denn wählt man sie etwas zu hoch, dann verdampfen die bereits an der Oberfläche des Drahtes sitzenden Thoratome schneller, als der Nachschub aus dem Innern des Drahtes beträgt. Liegt Anodenspannung an der Röhre, so darf man den Glühfaden nicht über 1800 Grad erhitzen, wenn nicht der soeben geschilderte Fall

des Verdampfens, d. h. des Taubwerdens, eintreten soll. Die Glühtemperatur von 1800 Grad entspricht gerade einer Beheizung mit der den Röhren vorgeschriebenen Heizspannung, und es ist nunmehr klar, warum der Glühfaden beim Überschreiten der angegebenen Spannung seine Emissionsfähigkeit verliert: Das an der Drahtoberfläche befindliche reine Thor ist verdampft.

Da bei dem Behandlungsprozeß in der Fabrik nur ein geringer Teil des im Faden vorhandenen Thoriumoxyds zu reinem Thor reduziert worden ist, so müßte sich doch aus der noch übriggebliebenen Menge von Thoroxyd nach genau dem gleichen Verfahren wieder reines Thor gewinnen und an die Drahtoberfläche treiben lassen. Damit wäre der Heizfaden doch von neuem in einen emissionsfähigen Zustand gebracht. Tatsächlich ist das auch möglich und zudem noch so leicht und einfach durchzuführen, daß sich jeder Funktechniker an das Regenerieren tauber Thoriumröhren, wie man dieses weitere Bearbeiten des Heizfadens nennt, wagen kann. Wenn auch die Behandlungsweise nach den noch zu machenden Regenerierungsangaben einer wahren Pferdekur ähnlich sieht und ängstliche Gemüter Gefahr für das Leben ihrer tauben Röhren befürchten, so soll man sich doch vergegenwärtigen, daß jeder Thoriumheizfaden den fraglichen Prozeß schon einmal durchgemacht hat und eigentlich nichts vorliegt, was gegen weitere ähnliche Behandlungen sprechen könnte.

Für einige Röhrensorten seien nun bestimmte Angaben mitgeteilt. Es sind das Angaben, die teils von den betreffenden Röhrenfirmen selbst stammen, teils von Funktechnikern mit Erfolg ausprobiert worden sind. Für die Telefunken-Thoriumröhren RE 82, 78, 79, 83 und 89 sind von der Firma folgende Angaben gemacht: Ohne daß Anodenspannung an der Röhre liegt, ist der Heizfaden 10 Sekunden lang mit 8 Volt und

darauf 15 Minuten lang mit 2,5 Volt zu beheizen. Nach dieser Behandlung soll die Röhre ihre frühere Emission wieder erlangt haben. Bessere Ergebnisse liefert jedoch das folgende in Bastlerkreisen erprobte Rezept: Ohne Anodenspannung ist erst 15 bis 25 Sekunden lang eine Heizspannung von 9 bis 10 Volt an den Faden zu legen und mit 4 Volt, ebenfalls ohne Anodenspannung 1 bis 2 Minuten weiter zu heizen. Bei der letzten Phase des Auffrischens ist es unbedingt notwendig, etwa alle halben Minuten die Emission zu kontrollieren, wobei die Röhre mit normaler Heiz- und Anodenspannung zu betreiben ist. Denn da die Emission nach einer ganz bestimmten Zeit ein Optimum erreicht und bei weiter fortschreitender Behandlung wieder nachläßt, muß man mit dem Regenerieren zur rechten Zeit aufhören können (Kontrolle möglichst mit Milli-Amperemeter im Anodenstromkreis).

Von den vielen für das Regenerieren von Valvo-Röhren angegebenen Vorschriften hat sich die der Valvo-Radoröhrenfabrik Hamburg als bewährteste herausgestellt: Unter Kurzschluß von Gitter und Anode ist der Faden der Valvo-Oekonom-Typen ohne Anodenspannung 3 bis 4 Sekunden lang mit 12 Volt zu belasten. Daraufhin ist Anodenspannung an die Röhre zu legen und eine Minute lang mit 4 Volt weiter zu heizen. Verschiedentlich hat man festgestellt, daß die Belastungsdauer des ersten Prozesses von 3 bis 4 Sekunden zu kurz ist und erst eine Verlängerung auf 5, 10, 15 bis sogar 25 Sekunden erst den gewünschten Erfolg brachten. Für die Valvo-Lautsprecherröhre 201 B gibt die Firma an: 3 bis 4 Sekunden 15 Volt Fadenspannung unter Kurzschluß von Gitter und Anode ohne Anodenspannung, darauf eine Minute lang 4,5 bis 5 Volt Heizspannung mit angelegter normaler Anodenspannung. Für Lautsprecher 201 A gilt entsprechend: 3 bis 4 Sekunden 22 bis 25 Volt und 1 Min. 7 Volt. Auch bei diesen Lautsprecherröhren hat sich ein längeres Ausdehnen der ersten Auffrischungsphase (bis zu etwa 25 Sekunden) oft als erforderlich erwiesen.

Taube Loewe-Röhren lassen sich wie folgt regenerieren: Unter Abschalten der Anodenbatterie ist die Röhre mit normaler Heizspannung 2 bis 4 Stunden lang zu brennen. Es ist erwünscht, aber nicht unbedingt erforderlich, die Emission etwa alle halben Stunden zu kontrollieren. (Loewe-Röhren sind keine Thoriumröhren, sondern Röhren mit einem Spezialfaden).

Zum Schluß möge noch ein Regenerierungsverfahren genannt sein, das wohl etwas eigenartig erscheint, sich aber schon gut bewährt hat. Es ist jedoch nur bei verspiegelten Röhren durchführbar. Über einer Gasflamme ist der Glaskolben der tauben Röhre vorsichtig so weit zu erwärmen, bis der gefährliche Augenblick, wo das Glas springen könnte, überwunden ist. Darauf erwärmt man eine nicht zu kleine Fläche der Glasbirne solange weiter, bis der silberne Belag an dieser Stelle verschwunden ist. Man darf nun natürlich das Glas nicht bis zum Weichwerden erhitzen, denn sonst drückt die Außenluft die erweichte Glaswand in den luftleeren Kolben hinein und würde die Röhre damit unbrauchbar machen. Hat sich der Glaskolben abgekühlt, so muß die Röhre noch eine Zeitlang ohne Anodenspannung mit der normalen Heizspannung brennen, und hat danach in den meisten Fällen ihre alte Emission wieder gefunden. Es ist noch nicht geglückt, den bei dieser Behandlung in der Röhre sich abspielenden Vorgang zu erklären. Wahrscheinlich übt der Magnesiumdampf, der sich aus dem verschwindenden Silberbelag zurückbildet, irgendwie regenerierende Wirkungen auf den Heizfaden aus. Beim Erhitzen des Kolbens muß man darauf achten, daß der sich von der Glaswand lösende Magnesiumdampf den Heizfaden auch erreichen kann, daß nicht gerade das Anodenblech den Faden abschirmt. Die erhitzte Stelle muß möglichst in der Verlängerung der Fadenachse liegen.

Welches der beiden geschilderten Verfahren im Einzelfall anzuwenden ist, läßt sich nicht sagen. Es ist wohl zu raten, sich des letztgenannten Verfahrens erst dann zu bedienen, wenn das erste versagt hat.

Anhang 2

Ing. F. Nusser:

Das Regenerieren von Thoriumröhren

Nachdruck aus: Radio für Alle 5(1926)H. 5, S. 208-210

Die Thoriumröhren sind gegen Überheizung sehr empfindlich. Bei zu starkem Heizen verdampft die Thoriumschicht, und die Verstärkerwirkung der Röhre hört auf, obgleich der Faden noch glüht. Der Faden selbst kann bis zu heller Weißglut geheizt werden, ohne daß er schmilzt, aber schon bei einer Temperatur von 1600 °C verdampft der größte Teil der die Elektronen emittierenden Thoriumatome. Da der Glühfaden der Thoriumröhren aus Wolfram besteht, das mit Thoroxyd durchsetzt ist, kann die Elektronen-Emission erschöpfter Röhren wieder gesteigert, die Röhre also „regeneriert“ werden, wenn es gelingt, eine genügend große Menge Thorium aus dem Innern des Fadens an die Oberfläche des Heizdrahts zu bringen.

Für das Regenerieren selbst läßt sich kein einheitliches Rezept angeben; das Verfahren muß vielmehr je nach der Röhrenart modifiziert werden. Auch Röhren desselben Typs verhalten sich beim Regenerieren oft sehr verschieden. Im folgenden sind diesbezügliche Versuchsergebnisse mitgeteilt, die verschiedene Funkfreunde veröffentlicht haben.

Der Vorgang des Regenerierens zerfällt in drei Abschnitte:

- I.** Heizen der Röhre bei weißglühendem Faden; dabei wandert das Thoriumoxyd aus dem Innern an die Fadenoberfläche.
- II.** Reduzieren des Thoriumoxyds zu Thorium unter dem Einfluß des Magnesiums, das sich an der Glaswand der Röhre befindet.
- III.** Messen des Anodenstroms, um das Fortschreiten der Regenerierung zu überwachen.

Zu I. Weißglut des Heizfadens wird durch eine Heizspannung erreicht, die das 3- bis 4-fache der normalen beträgt. Ein unversehrter Faden hält die Stromstärke gut aus; nur Fäden, die sehr schwache Stellen aufweisen, brennen

durch, doch ist dann der Schaden höchstensfalls so groß, wie wenn das Regenerieren überhaupt nicht versucht worden wäre; man hat eben eine unbrauchbare Röhre.

Zu II. Die Reduktion des Oxyds geht bei etwa doppelter Heizspannung vor sich. Bei manchen Röhren ist es möglich, ohne die unter I genannte hohe Belastung des Fadens eine Regeneration zu erreichen. Es ist daher zweckmäßig, die Wiederherstellung zuerst nach II zu versuchen und erst, wenn mit dieser Methode kein voller Erfolg erzielt wird, die starke Heizung nach I anzuwenden, da bei der schwächeren Heizung natürlich auch die Gefahr des Durchbrennens geringer ist.

Selbstverständlich darf weder bei I noch bei II eine Anodenspannung angelegt werden, da sonst das Thorium an der Fadenoberfläche sofort verdampfen würde.

Zu III. Die Dauer der einzelnen Operationen hängt von dem Zustand der Röhre ab. Die Zeiten sind selbst bei der gleichen Röhrenart nicht gleich; es muß eben ausprobiert werden, wie man die besten Ergebnisse erzielt.

Als ungefähre Anhaltspunkt kann dienen:

- I = 10 bis 30 Sekunden,
- II = 10 bis 30 Minuten.

Da die Emission der Röhre wieder zurückgeht, wenn die Reduktionsperiode zu lange ausgedehnt wird (denn dabei verdampft wieder ein Teil des Thoriums), ist es nötig, die Emission während der Reduktionsperiode zu prüfen. Man muß daher die Reduktion jeweils nach 3 bis 5 Minuten unterbrechen, die Anodenspannung anlegen und den Anodenstrom bei normaler Heizung messen. Hat man zu lange geheizt, so muß man wieder von vorne anfangen.

In der nachfolgenden Tabelle sind einige Regenerierungsdaten für verschiedene häufig benützte Röhren zusammengestellt, die teils von den Röhrenfabriken, teils von Funkfreunden angegeben wurden.

T y p	Normale Röhrendaten						Operation I		Operation II		Operation III	Angegeben von
	Heiz-Spannung Volt	Heizstrom Ampere	Anoden-Spannung Volt	Anodenstrom MA	Faden-Spannung Volt	Zeit Sekunden	Faden-Spannung Volt	Zeit Min.	Messen nach je Min.			
										Faden-Spannung Volt	Zeit Min.	
Valvo	3,5	0,06	50-100	10—12	12	3—4	4	4	1	1 Min. lang	Röhrenfabrik Hamburg Weill	
Ökonom N												
Valvo	3,5-4,0	0,32	50-150	30	15	3—4	3—4	4,5—5	1	1	Röhrenfabrik Hamburg	
Lautsprecher und Oscilloskop					14	20—30	—	—	—	1 Min. lang		
Telefunken	2,3	0,06	40-90	3,5	4	20—30	20—30	2,5	60	10	Telefunken	
Re 78 u. 79					9	15—25	15—25	4	3—10	1	Weill	
Telefunken	2,3	0,2	50-100	15	10	25	25	4	1	1	Telefunken	
Re 83 u. 89												
Ultra	1,2	0,12	20-60	3	—	—	—	3	1—3	1	W. Schmidt	
U 110								mit normaler Anodenspannung				
Oxyd	1,1	0,2	50-100	1—10	—	—	—	1,1	5—20			
RE 96								mit positiver Gitter- spannung + 26 Volt Anodenspannung. 70 V.				
(rote Kappe)												
LA 74	3	0,06	50-100	4	—	—	—	3	3-4 Std.	30	Loewe	
LA 75	2	0,17	50-100	4	—	—	—	2	3-4 Std.	30	Loewe	
LA 101	4	0,3	60-200	13	—	—	—	4	3-4 Std.	30	Loewe	