

Reparaturbericht

Helmut Stadelmeyer

GERÄT: Röhrenprüfgerät EURATELE Köln

Serial.No.:

Baujahr: Ca. 1965

Datum: Jan. 2016

Zustand: Äußerlich gut, es fehlt jedoch das zugehörige analoge Vielfachmeßgerät als Anzeiger für den Röhrenzustand.

Ziel: Wiederverwendung des Gerätes mit den in der Gebrauchsanweisung vorgegebenen Einstellwerten, Ersatz des analogen Vielfachmeßgerätes durch ein 3½-stelliges Billigmultimeter, das die Emissionsfähigkeit der Röhrenkatode in Prozent anzeigt.



Abb. 1: EURATELE Röhrenprüfgerät, alte Ausführung

Verwendete Meß- und Hilfsmittel:

- Röhrenprüfgerät NEUBERGER RPM370/1 als Referenz
- Multimeter
- Lötstation

Durchgeführte Arbeiten:

- a) Widerstandswert von R1 und R2 ermittelt, R1 bis R3 neu verdrahtet
- b) Schaltbild gezeichnet
- c) Emissionsanzeige des EURATELE mit NEUBERGER RPM370/1 bei einer Anzahl unterschiedlicher Röhren auf Übereinstimmung mit Gebrauchsanweisung geprüft.

Bemerkungen:

Dieses Röhrenprüfgerät (RPG) war seinerzeit Teil eines Lehrgangs mit der Bezeichnung „Fernkurs der Radiotechnik“ der Firma EURATELE, Radio-Fernlehrinstitut GmbH in Köln [1]. Zur Vorbereitung auf den Beruf des Radio- und Fernsehtechnikers war vom Lehrgangsteilnehmer unter anderem das Gerät aus Teilen eines Bausatzes nach einer Bauanleitung zu komplettieren. Das EURATELE gibt es in zwei Versionen, die sich hauptsächlich durch die Frontplatte, aber auch im Schaltplan unterscheiden (vgl. Abb. 2 mit [1]). Die jüngere hat nur 7 anstatt 10 unterschiedliche Röhrensockel.

Die hier angewandte Meßmethode ist die einfachste von drei möglichen: Es wird lediglich die Emissionsfähigkeit der Katode überprüft, indem außer Anode und Schirmgitter (falls eines vorhanden ist) alle anderen Röhrenelektroden auf Katodenpotential gelegt werden; der Prüfling wird dann mit 50 V Wechselspannung als Gleichrichter betrieben. Diese Prüfspannung ist viel niedriger als die Anodenspannung von üblichen Radoröhren und wegen der Gleichrichterwirkung wird nur eine Halbwelle ausgenutzt. Eine Messung des Anodenstromes zwecks Vergleich mit dem Datenblatt ist deshalb sinnlos. Auch wenn schluß-

endlich eine digitale Anzeige was anderes vorgaukelt, ist die Genauigkeit des Gerätes gering. Weil sich während einer Messung die Betriebsparameter nicht ändern, handelt es sich um eine statische Messung.

Die in der Gebrauchsanweisung [2] angeführten Einstellwerte sind auf ein anderes RPG keinesfalls anwendbar. Ebenso wird ein x-beliebiges Drehspulmeßgerät ohne entsprechende Anpassung bei diesem RPG kaum eine brauchbare Aussage über den Zustand des Prüflings liefern.

Ein weitaus aufwendigeres, aber auch viel genaueres Meßverfahren ist, den Prüfling mit den im Datenblatt des Röhrenherstellers angegebenen Spannungen zu versorgen und die Ströme an seinen Elektroden zu messen. Das erfordert mehrere einstellbare Gleichspannungen, die auch den notwendigen Strom liefern können, und zumindest ein genaues Anzeigeinstrument mit entsprechenden Umschaltmöglichkeiten, was ein solches Gerät größer, schwerer und teurer macht. Die Messung erfolgt auch hier in einem fest eingestellten Betriebspunkt und ist deshalb ebenfalls statisch. Macht man mehrere Messungen in unterschiedlichen Punkten der Röhrenkennlinie durch Ändern der Steuergitterspannung, dann ist es möglich, den Verlauf der Kennlinie auf Übereinstimmung mit dem Datenblatt zu kontrollieren. Ein solches Gerät kann je nach Hersteller und Zustand Ergebnisse liefern, die auf wenige Prozent genau sind. Ermöglicht das Gerät auch das Messen der Röhrensteilheit durch Anlegen eines Signals an das Steuergitter [3] & [4], dann geht das schon in Richtung einer dynamischen Messung.

Die industrielle Serienfertigung von Geräten, die eine richtige dynamische Messung mit Darstellung der Kennlinie des Prüflings möglich machen, wurde seinerzeit vom rapiden Fortschritt der Halbleitertechnik verhindert - kein Unternehmen hat Entwicklungskosten in ein Meßgerät investiert, dessen Meßobjekte einer aussterbenden Art angehörten.

Dennoch gibt es mittlerweile solche Geräte, wenn auch nicht von der Stange. Ein gutes Beispiel ist das RoeTest V8 [5], das als Bausatz erhältlich ist, von einem Rechner gesteuert wird und nach einer Messung die fertige Dokumentation liefert. Ein Gerät dieser Art ist ideal geeignet, um aus einer Anzahl von Röhren solche mit gleichen Eigenschaften herauszusuchen. Weil es sich hierbei um ein hochkomplexes Ding handelt, erfordert ein erfolgreicher Aufbau entsprechende Kenntnisse und Erfahrung.

So schön die Arbeit mit einem solchen Wunderding auch ist, es gibt einen kleinen Schönheitsfehler: Das für das RoeTest benötigte Programm ist nur für derzeit aktuelle WINDOWS-Betriebssysteme gemacht. Das ist zurzeit und wahrscheinlich auch in den nächsten 10 Jahren kein Problem, wenn man das Programm auf einem eigens dafür hergerichteten Rechner installiert und eine Sicherheitskopie hat. Ob dieser Rechner auch in 20 Jahren noch seinen Dienst tut, ist allerdings fraglich, die Stützbatterie hält sicher nicht so lange. Die RPGs aus den 60er-Jahren aber funktionieren noch immer, und wenn einmal nicht, dann sind sie reparierbar. Nach diesem Ausflug in die höheren Sphären der Röhrenprüfgeräte zurück zum Patienten.

Bei [1] ist ersichtlich, daß im Originalinstrument, das zur Anzeige der Emission verwendet worden ist, die Baugruppe „Messwerk“ 800 μ A für den Endausschlag benötigt hat. Zusammen mit den parallel geschalteten Meßwiderständen ergibt diese Kombination den Vollausschlag des Meßwerks, wenn durch sie ein Strom von genau 1 mA fließt. Ihr Gesamtwiderstand beträgt 72 Ohm und sie liegt in Serie mit einem 100-Ohm-Widerstand. Soll die Anzeige mit einem anderen Meßgerät ebenfalls stimmen, dann darf an diesen 172 Ohm nichts geändert werden. Wir dürfen jedoch die Reihenfolge der Widerstände vertauschen.

Abb. 2 zeigt die Lösung des Problems: Die 72 Ohm sind durch Parallelschalten von R1 und R2 erreichbar und R3 mit 100 Ohm liegt jetzt zwischen den Buchsen „Minus“ und „RP“ (Abb. 4). Um nicht noch zusätzliche Unsicherheiten in den Meßkreis zu bringen, ist hier die Verwendung von Metallfilmwiderständen angeraten. Fließt so wie vor der Änderung 1 mA durch diesen Zweig der Schaltung, dann fallen an R3 100 mV ab, die mit dem Billigmultimeter im 200-mV-Bereich angezeigt werden. Damit erreichen wir einerseits die gewünschte Emissionsanzeige in Prozent und haben andererseits eine über 100 Prozent hinausgehende Skala für besonders gute Röhrenexemplare. Weil das Multimeter einen Innenwiderstand von 10 Megaohm hat, führt die zusätzliche Belastung zu einer lediglich theoretischen Verfälschung der Anzeige um ein Hunderttausendstel. Es ist kein Fehler, den Wert von R4 zu prüfen und erforderlichenfalls den Widerstand zu ersetzen.

Grundsätzlich wäre so wie beim Original auch mit dem Billigmultimeter die direkte Messung des Stromes möglich, wenn R3 so gewählt wird, daß zwischen den beiden Buchsen in Summe wieder die 100 Ohm vorhanden sind. Die Sache hat aber zwei Haken: Unterschiedliche Multimeter haben bei der Strommes-

Reparaturbericht EURATELE

sung auch unterschiedliche Durchgangswiderstände, man kann also nicht das nächstbeste Gerät zur Messung verwenden, sondern muß immer dasselbe nehmen. Der zweite ist, daß sie beim Strommessen keine grobe Überlastung mögen, weil die meisten kaum oder ungenügend gegen einen dabei auftretenden Kurzschluß geschützt sind. Bei einer Spannungsmessung sind solche Multimeter jedoch weitgehend „deppensicher“.

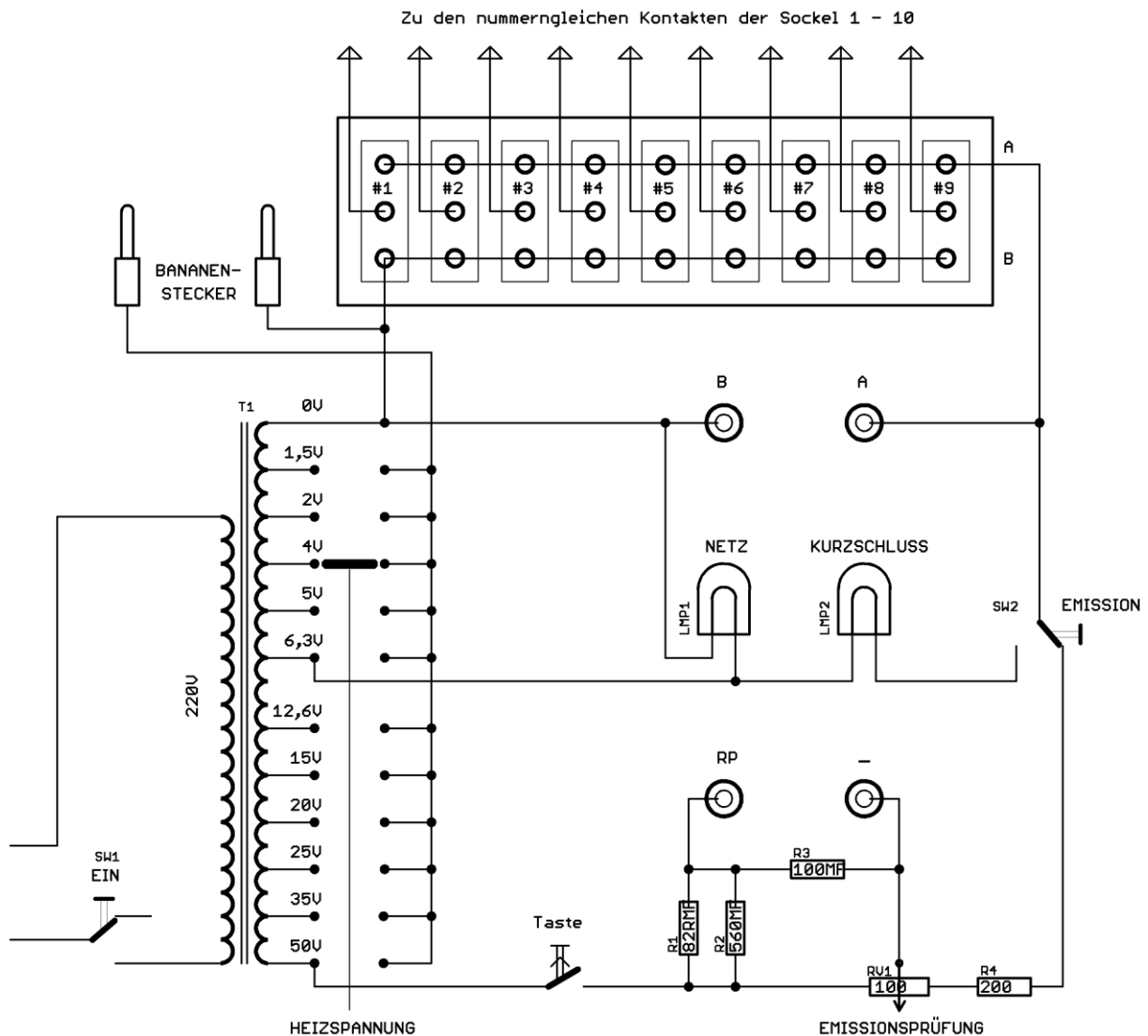


Abb. 2: Schaltplan EURATELE RPG, altes Modell mit geändertem Ausgang für die Anzeige

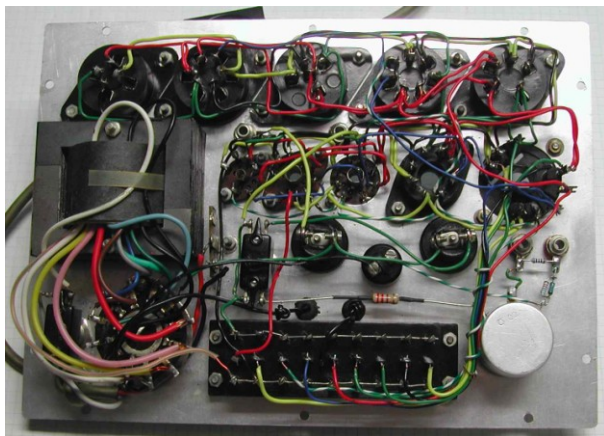


Abb. 3: Innenleben des EURATELE RPG

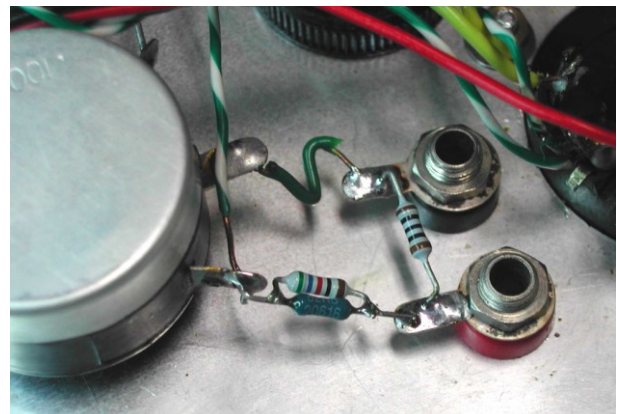


Abb. 4: Geänderte Widerstände



Abb. 5: Neu belebtes Röhrenmeßgerät, Prüfung einer gebrauchten EF80

Zur Kontrolle der in der EURATELE-Anleitung vorgegebenen Potentiometer-Einstellwerte ist der Zustand von 20 unterschiedlichen und großteils ungebrauchten Röhren mit einem NEUBERGER RPM370/1 ermittelt worden, das dankenswerterweise ein benachbarter Klubkollege hergeliehen hat. Bei den ECC-Typen wurden dabei entgegen der beim RPM370 üblichen Art beide Systeme gleichzeitig gemessen, so wie man das auch beim EURATELE tun wird. Das Ergebnis ist mehr als ernüchternd, die Werte sind in Tabelle 1 gegenübergestellt (Spalten „Poti-Stellung“ und „in Anleitg.“).

NEUBERGER RPM370/1				EURATELE		
Röhrentyp	Meßwert [mA]	Soll [mA]	Zustand [%]	Meßwert	Poti-Stellung	in Anleitg.
EC92	3,5	3,7	95	*	0	10
ECC81	21	20	105	105	41	60
ECC82	20,5	21	98	98	61	80
ECC83	3	2,4	125	*	0	5
ECC85	26,5	20	133	133	50	30
ECL80	12	15	80	80	67	55
ECL86	29	36	81	81	83	-
EF42	7	10	70	70	48	40
EF80	7	10	70	70	49	68
EF93	13,5	11	123	123	70	66
EF94	8	10,8	74	74	64	41
EF95	10	7,7	130	130	58	k.A.
EF184	7,5	10	75	75	84	-
EL41	32	36	89	89	90	78
EL42	20	26	77	77	64	68
EL84	34	48	71	71	83	72
EL95	23	24	96	96	70	-
EZ80	15	22	68	68	96	94
6146	98	100	98	98	90	-
YL1370	80	100	80	80	90	-

Tabelle 1

Reparaturbericht EURATELE

Alle Messungen sind deshalb bei 231 V Netzspannung ein zweites Mal gemacht worden, um eventuelle Fehler aufzudecken - am Ergebnis hat sich so gut wie nichts geändert.

Beim EURATELE ist bei Prüflingen mit geringem Anodenstrom die Stellung des Potentiometers schaltungsbedingt mehr in Richtung hin zu kleinen Skalenwerten (Linksanschlag) und bei leistungsstarken Röhren hin zum rechten Anschlag mit großen Werten. Findet sich in der Anleitung dann bei einer kleinen Röhre wie der ECC82 ein Wert von 80, ist gesundes Mißtrauen angebracht. Hingegen wird für die EL84 der Wert von 72 angegeben, was sicher zu wenig ist.

Zum Rechtsanschlag hin ist die Meßwertänderung der Anzeige pro Poti-Skalenteil sehr groß und die Einstellung deshalb kritisch, sodaß die Meßgenauigkeit dort gering ist. Hat ein Prüfling laut Datenblatt einen Anodenstrom von weniger als ungefähr 4 mA, dann reicht der Verstellbereich des Potentiometers für eine richtige Anzeige nicht mehr aus, es steht am linken Anschlag. Das bedeutet, daß solche Röhren mit dem EURATELE nicht meßbar sind (Beispiele: EC92, ECC83)

Einen wesentlichen Einfluß auf den angezeigten Meßwert hat die Netzspannung, weil sie die Emission der Katode direkt beeinflusst. Ein kurzer Versuch zeigt, daß er sich von 71 bei 238 V auf 60 bei 225 V ändert; das sind ganze 11 % Unterschied.

Tabelle 2 gibt Auskunft über die vom EURATELE gelieferten Heizspannungen. Die Werte sind bei einer Netzspannung von 238 V und den angegebenen Strömen ermittelt worden.

Schalterstellung [V]	1,4	2,0	4,0	5,0	6,3	12,6	15,0	20,0	25,0	35,0	50,0
	@ 300 mA									@ 200 mA	
Meßwert @ 238V	1,47	2,05	4,20	5,32	6,70	13,00	15,10	20,90	24,60	34,4	48,8

Tabelle 2

Soll ein neuer Röhrentyp in die Einstelltabelle der Bedienungsanleitung aufgenommen werden, dann ist dazu ebenfalls ein hochwertiges und einwandfrei funktionierendes Röhrenprüfgerät notwendig. Damit stellt man den Anodenstrom dieser Röhre fest, ermittelt durch Vergleich mit dem Datenblatt ihren Zustand und notiert das Ergebnis. Anschließend ist die Röhre in das entsprechend eingestellte EURATELE einzusetzen. Mit dem Potentiometer „EMISSIONSPRÜFUNG“ sucht man jene Position, bei der die Anzeige des Multimeters dem ermittelten Röhrenzustand entspricht. Alle Einstellungen sind in die Bedienungsanleitung zu übertragen (dafür gibt es die leeren Seiten 45 und 52 - 54). Mit einem solcherart ermittelten Wert sind die Meßergebnisse an weiteren Röhren desselben Typs einigermaßen zuverlässig. Hat man eine neue Röhre dieses Typs, dann ist alles viel leichter, aber auch ungenauer: Steckbrett vorbereiten, Potentiometer so einstellen, daß das Multimeter 100 % anzeigt und diese Stellung notieren - das war es schon. Die Genauigkeit dieser Methode ist deshalb so gering, weil die Emissionsfähigkeit neuer Röhren einem großen Streubereich unterliegt (vgl. Tabelle 1).

Röhrendatenblätter gibt es im Netz, mitunter sind sogar ganze Kataloge zu finden [6]. Die Nummerierung der Sockelstifte erfolgt normalerweise im Uhrzeigersinn, die einzige mir bekannte Ausnahme ist der SEPTAR-Sockel. Man sollte sich dabei auf das Datenblatt verlassen. Der Sockel wird grundsätzlich von unten angeschaut - siehe auch *neuberger375seite30.pdf* [7]. Die Angaben von WIKIPEDIA zur Zählrichtung sind bei den Außenkontakt-Sockeln falsch [8].

Mitunter kann es vorkommen, daß eine der Steckbrücken verlorengeht. Ihre Stifte haben einen Durchmesser von 2,25 mm, weshalb die üblichen 2-mm-Stecker nicht passen. Ein Ersatz ist folgendermaßen anzufertigen:

Man braucht dazu zwei 10 mm lange Aderendhülsen für 2,5 mm² und ein 6 cm langes Stückchen Installationsdraht Ye2,5. Diese Hülsen haben genau den richtigen Außendurchmesser und der Draht paßt mit ein wenig Spiel in die Hülse. Seine Isolation beiderseits um 10 mm kürzen, Hülsen aufschieben und stirnseitig verlöten. Ist auf der



Abb. 6: Nachgemachte Steckbrücke

Reparaturbericht EURATELE

Außenseite einer Hülse Lot, dann erwärmen und mit einem Papiertaschentuch abwischen. Die Enden sind mit einer Schlichtfeile halbrund oder konisch herzurichten. Biegt man nun den Draht genau in der Mitte über einen 5 mm dicken Stab (Schraubendreher!), so ist die neue Steckbrücke fertig.

Bei der Inbetriebnahme des EURATELE-RPGs hat sich gezeigt, daß in der Steckleiste etliche der Gabelkontakte so sehr aufgeweitet waren, daß die Steckbrücken keine zuverlässige Verbindung herstellen konnten. Abhilfe schafft man durch Reparatur der Kontakte:

Draht ablöten, die zwecks Sicherung gegen Herausfallen verdrehte Lötöse mit einer Flachzange direkt am Austritt anfassen und vorsichtig zurückdrehen; dann sollte der Gabelkontakt aus der Steckplatte fallen. Nun wird sichtbar, daß durch oftmaliges oder unachtsames Stecken der Brücken die beiden Gabelzinken gegeneinander verdreht sind, was die Ursache der schlechten Kontaktgabe ist. Geradebiegen, sodaß sie wieder parallel sind, einbauen, durch Verdrehen der Lötöse wieder gegen Herausfallen sichern und nicht vergessen, den Draht wieder anzulöten.

Ein weiteres Ärgernis ist der Taster zwischen den beiden Lampen: Beim gegenständlichen Gerät muß man zumeist mehrmals drücken, bis die Anzeige stabil ist. Eine Reinigung der Kontakte hat so gut wie keine Verbesserung bewirkt. Er ist primitivst aufgebaut und sollte nach Möglichkeit durch Besseres ersetzt werden.

Jedes Röhrenprüfgerät hat nur eine begrenzte Anzahl von Fassungen. Manchmal steht man vor dem Problem, den Zustand einer Röhre wissen zu wollen, für die das Gerät nicht eingerichtet ist. Unsere Altvorden haben sich in solchen Fällen mit einem Adapter beholfen, der in eine der vorhandenen Fassungen gesteckt wird. Vernünftigerweise wird man eine wählen, für die sich der Bakelitsockel einer ausgedienten Röhre leicht aufreiben läßt, wie etwa Oktal. Ideal wäre der 10-polige Stahlröhrensockel, aber woher den nehmen und wo einbauen?

Zusammenfassung

Nur durch Umlöten einiger Widerstände ist beim EURATELE-Röhrenprüfgerät ein digitales Billigmultimeter als Prozent-Anzeige des Katodenzustands verwendbar. Trotz der Einfachheit des Gerätes sind damit gewonnene Aussagen über den Zustand des Prüflings brauchbar, wenn einige Randbedingungen beachtet werden und die richtige Potentiometerstellung bekannt ist. Leider liefert die Bedienungsanleitung für viele Röhren dazu nur Hausnummern.

Eine Beurteilung von Röhren, die in der Bedienungsanleitung nicht angeführt sind, ist ohne ein Exemplar mit bekanntem Zustand nicht möglich. Auf Verbesserungs- und Reparaturmöglichkeiten wird hingewiesen.

Helmut, OE5GPL

- [1] JOGI's Röhrenbude, Das Röhrenprüfgerät vom Fernlehreinstitut 'Euratele':
<http://www.jogis-roehrenbude.de/Roehren-Geschichtliches/Roe-Pruefer/Euratele/Euratele.htm>
- [2] Internetseite des OAFV, TECHNIK: <http://www.oe5.oevsv.at/technik/reparaturen/manuals/>
- [3] JOGI's Röhrenbude, Russisches Röhrenprüfgerät L3-3:
http://www.jogis-roehrenbude.de/Roehren-Geschichtliches/Roe-Pruefer/L3-3/L3_3.htm
- [4] WWW.AMPLIFIER.CD, Kalibr L3-3:
http://www.amplifier.cd/Test_Equipment/other/Reparaturbericht_L3-3_V1_25a.pdf
- [5] RoeTest, Helmut Weigl: <http://www.roehrentest.de/>
- [6] DATASHEET ARCHIVE: <http://www.datasheetarchive.com/dl/Scans-082/DSAFRZWS007075.pdf>
- [7] Internetseite des OAFV, TECHNIK: <http://www.oe5.oevsv.at/technik/reparaturen/messgeraete/>
- [8] WIKIPEDIA, Elektronenröhre, Anschlüsse: <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektronenr%C3%B6hre>