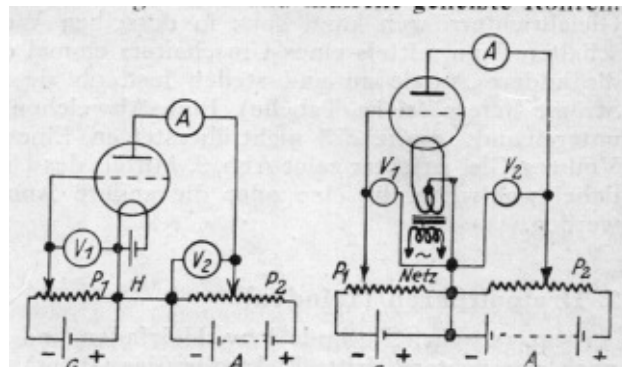


Gleichzeitig zeigt dieser Versuch die Ursache für den verschiedenen Kennlinienverlauf der vorherigen Versuche:

Unterschiedliche Beschaltung der Röhren bei Wechsel- und Gleichstromheizung:

Bei Gleichstromheizung ist im Regelfall ein Ende des Heizfadens mit Schaltungsmasse verbunden. Normalerweise wird der Minuspol der Heizung mit Masse verbunden.

Beheizt man Röhren mit Wechselstrom, würde bei identischer Beschaltung ein starkes Netzbrummen auftreten. Aus diesem Grunde wird zwischen den Heizfadenden eine elektrische Mitte gebildet (Trafoanzapfung, Widerstände - sog. Entbrummer -, angezapfter Heizfaden), und diese an Masse gelegt. Zur Veranschaulichung nachstehende Abbildung (links Gleichstromheizung, rechts Wechselstromheizung):



Bei Wechselstromheizung liegt über die gesamte Fadenlänge das gleiche Potential (gleichspannungsmäßig) an. Die Spannung schwankt um 0 Volt (vom Maximum über Null zum Minimum).



bei Wechselstromheizung liegt am gesamten Heizfaden identisches Gleichstrompotential an (die Spannung schwankt um 0 Volt)

Bei Gleichstromheizung ist die Spannung am linken Heizspannungsanschluß 0 Volt, am rechten Heizspannungsanschluß die volle Heizspannung. Bei 4 Volt Heizspannung liegt also im Mittel 2 Volt Spannung am Heizfaden an. Der Nullpunkt ist um die halbe Heizspannung verschoben. Anode und sämtliche Gitter weisen bei Gleichstromheizung eine um die halbe Heizspannung verminderte Spannung ggü. Heizfadenmitte auf!

Will man bei Messungen mit Gleichstromheizung dieselben Messergebnisse wie bei Wechselstromheizung erhalten, müsste man also entweder

1. die gleichen Potentiale wie bei Wechselstromheizung herstellen (ebenfalls elektrische Mitte bei Gleichstromheizung wie vorhergehender Versuch) oder
2. Die Spannungen an Anode und sämtlichen Gittern um $+ \frac{1}{2}$ Heizspannung ändern.

Versuch zu 2: (RES964, Heizspannung 4 V)

	Wechselstrom- heizung	Gleichstrom- heizung	Gleichstrom- heizung nach 2.
Versuchsaufbau	elektrische Mitte über Trafoanzapf- ung	Minuspol der Heizung an Masse	Minuspol der Heizung an Masse, Elektroden +1/2 Heizsp.
Anodenspannung	250 V	250 V	252 V
Schirmgitterspannung (G2)	250 V	250 V	252 V
Gitterspannung (G1)	-15 V	-15 V	-13 V
gemessener Anodenstrom	34,75	27,25	34,75
gemessener Schirmgitterstrom	6	4,7	6,05

Ergebnis: Die Messergebnisse sind bei Gleich- und Wechselstromheizung gleich, wenn man dieselben Spannungen ggü. 0 zugrunde legt, d.h bei Gleichstromheizung die Spannungen an sämtlichen Gittern und Anode um $+ \frac{1}{2}$ Heizspannung erhöht..

Einschränkung für die Meßmethode:

Die Gitterspannung G1 kann nicht positiv werden. Danach kann bei Gleichstromheizung nach 2. die Gitterspannung nur minimal $-\frac{1}{2}$ Heizspannung betragen (bei 4 Volt Heizspannung beträgt die minimale Gitterspannung - 2 V ((-2) + 2 = 0V Messspannung). Eine Messung/Kennlinienaufnahme bei Gitterspannung 0 ist nicht möglich.

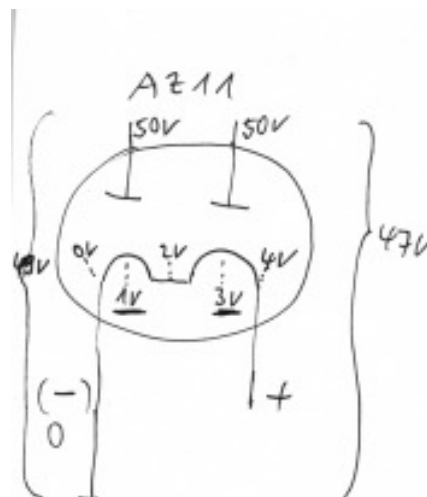
Die Heizspannung muß genau eingehalten werden, da sich sonst die Arbeitspunkte verschieben!

Gleichrichterröhren:

Im Prinzip gelten wieder die gleichen Regeln wie bei anderen Röhrentypen. Eine elektrische Mitte der Heizspannung an Masse gibt es in den üblichen Schaltungen normalerweise nicht. In der Regel ist ein Ende des Heizfadens, bzw. der Heizwicklung des Trafos mit einem Ende der Anodenwicklung des Trafos verbunden. Für Messungen mit Wechselstromheizung ist es egal, welches Heizfadenende mit Masse verbunden wird, oder ob eine elektrische Mitte gebildet wird. Sinnvollerweise wird für Messzwecke wieder eine elektrische Mitte gebildet und damit ein "Brummen" kompensiert.

Bei Gleichspannungsheizung ist die Anodenspannung wieder um $\frac{1}{2}$ Heizspannung zu erhöhen, um gleiche Verhältnisse herzustellen.

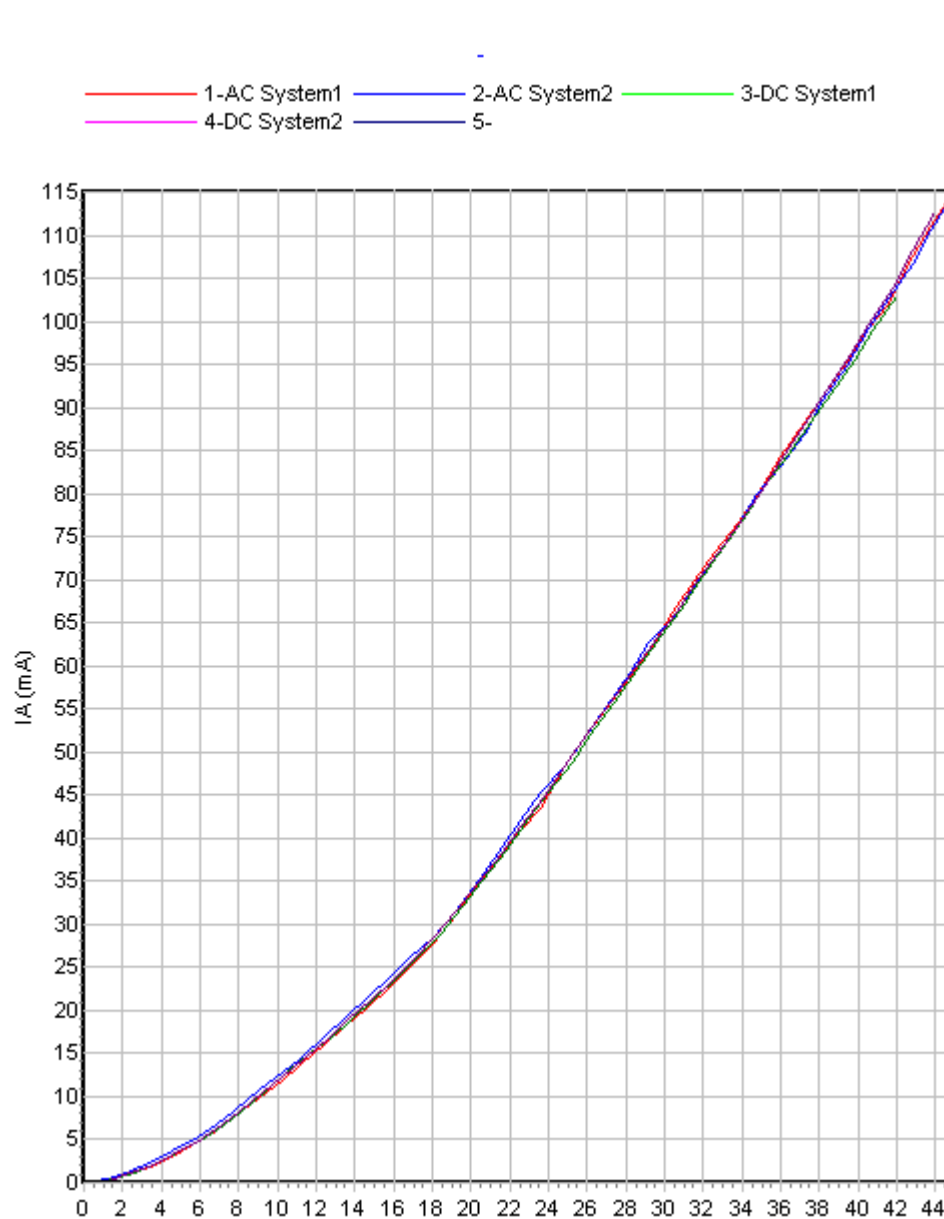
Abweichend gilt bei Gleichrichterröhren mit 2 Systemen (z.B. AZ 11) daß ein System am negativeren Ende des Heizfadens, das andere System am positiveren Ende des Heizfadens liegt. Dadurch werden bei zwei gleichwertigen Röhrensystemen bei Gleichstromheizung - im Gegensatz zur Wechselstromheizung - unterschiedliche Anodenströme gemessen. Es ist auch hier möglich, gleiche Verhältnisse wie bei Wechselstromheizung herzustellen. Allerdings müssen an die beiden Systeme unterschiedliche Anodenspannungen angelegt werden:



Beim linken System weist der Heizfaden im Schnitt ein um 1V höheres Potential ggü. Masse auf. Beim rechten System in o.g. Beispiel ein um 3 V höheres Potential.

Um dieselben Verhältnisse wie bei Wechselstromheizung herzustellen, ist beim linken System die Anodenspannung um 1V (= $\frac{1}{4}$ Heizspannung), beim rechten System um 3 V (= $\frac{3}{4}$ Heizspannung) zu erhöhen.

Nachstehend die mit Wechselstrom- und Gleichstromheizung und Simulation aufgenommenen Kennlinien einer AZ11 (die getestete AZ11 hatte 2 fast gleich gute Systeme): Die Kennlinien sind identisch:



Fazit:

1. Es ist durchaus möglich direkt beheizte Röhren für Wechselstromheizung mit Gleichstromheizung zu betreiben und dieselben Meßwerte wie bei Wechselstromheizung zu erhalten. Die Messwerte sind danach mit den Herstellerangaben oder Röhrentabellen vergleichbar.
2. Die Umrechnung der Meßverhältnisse per Hand - vor allem bei Kennlinienaufnahme - ist aufwändig und fehlerträchtig. Eine EDV gestützte Umrechnung löst dieses Problem.
3. Eine Wechselstromheizung ist bei Schaffung der gleichen Messverhältnisse entbehrlich.

copyright Helmut Weigl, Mantel, Oktober 2006

Literaturhinweise:

Elektronen-Röhren, H. Barkhausen, 1. Band, Allgemeine Grundlagen, Fünfte Ausgabe, 1945

Messen und Prüfen von Röhren und Einzelteilen, Rolf Wigand, 2. erweiterte Auflage, 1934

Handbuch der Radio- und Fernsehreparaturtechnik, Band 1 Radio Service, W. Diefenbach, 1961

Radios von Gestern, Ernst Erb, 3. Auflage 1997

Röhren Taschenbuch Bd. 1, W. Beier, 8. verb. Auflage 1958

Röhren Taschenbuch Bd. 2, W. Beier, 2. verb. Auflage 1958

Alle Messungen wurden vorgenommen mit Helmut's Computer-Röhren- Prüf- Meß- und Regeneriergerät "RoeTest".