

## Prüfung von Gleichrichterröhren

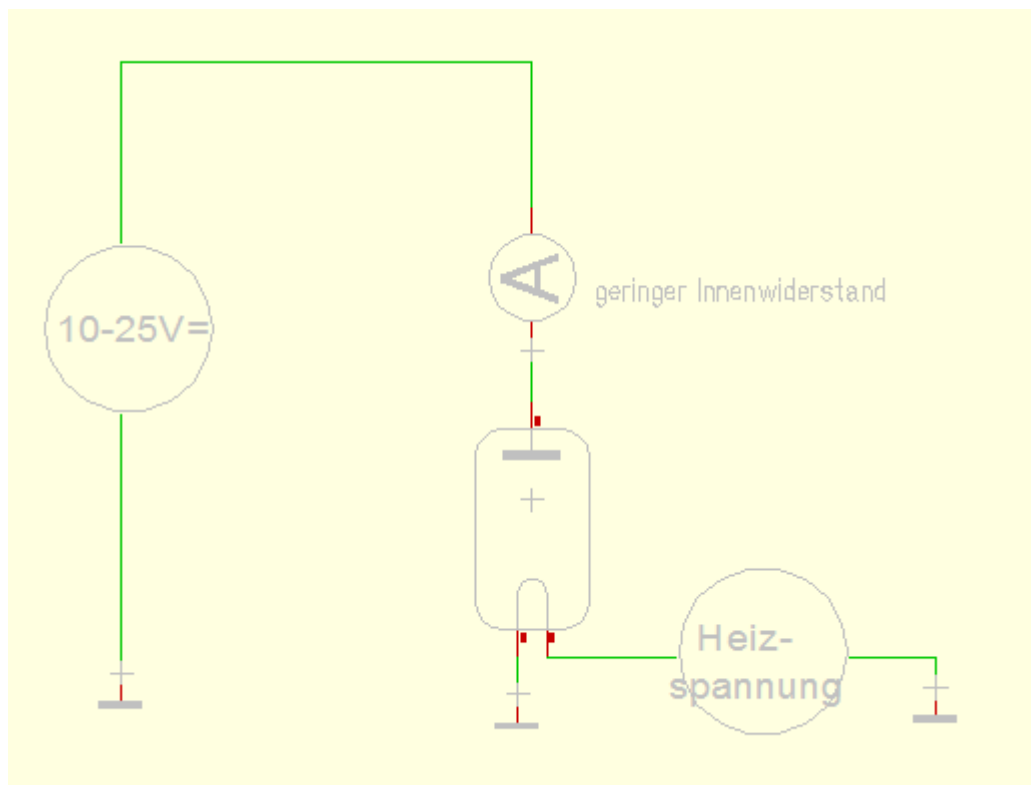
### - Methoden der Neuberger Röhrenmessgeräte RPM370 + RPM375 -

Nutzung der Erkenntnisse im RoeTest

In den Neuberger Röhrenmessgeräten werden zur Prüfung von Gleichrichterröhren zwei verschiedene Verfahren angewendet:

#### 1. Messung mit niedriger Gleichspannung

Die Röhrenmessung erfolgt wie bei normalen Verstärkerröhren. Diese Methode gestattet es eine genaue Aussage über die Emissionsfähigkeit der Röhre zu treffen. Ausserdem kann eine Kennlinie der Röhre - in Abhängigkeit von der Anodenspannung - aufgezeichnet werden. In einigen Röhrendatenblättern sind ebenfalls derartige Kennlinien angegeben, so dass man die Röhre gut vergleichen kann (Vergleich mit Herstellerdaten). Da es bei Gleichrichterröhren keine Gitter gibt, mit denen der Strom begrenzt werden könnte, erfolgt die Messung mit einer niedrigen Anodengleichspannung. Die Röhre wird ohne Vorwiderstand (nur der vernachlässigbare Innenwiderstand des Messinstruments) betrieben.

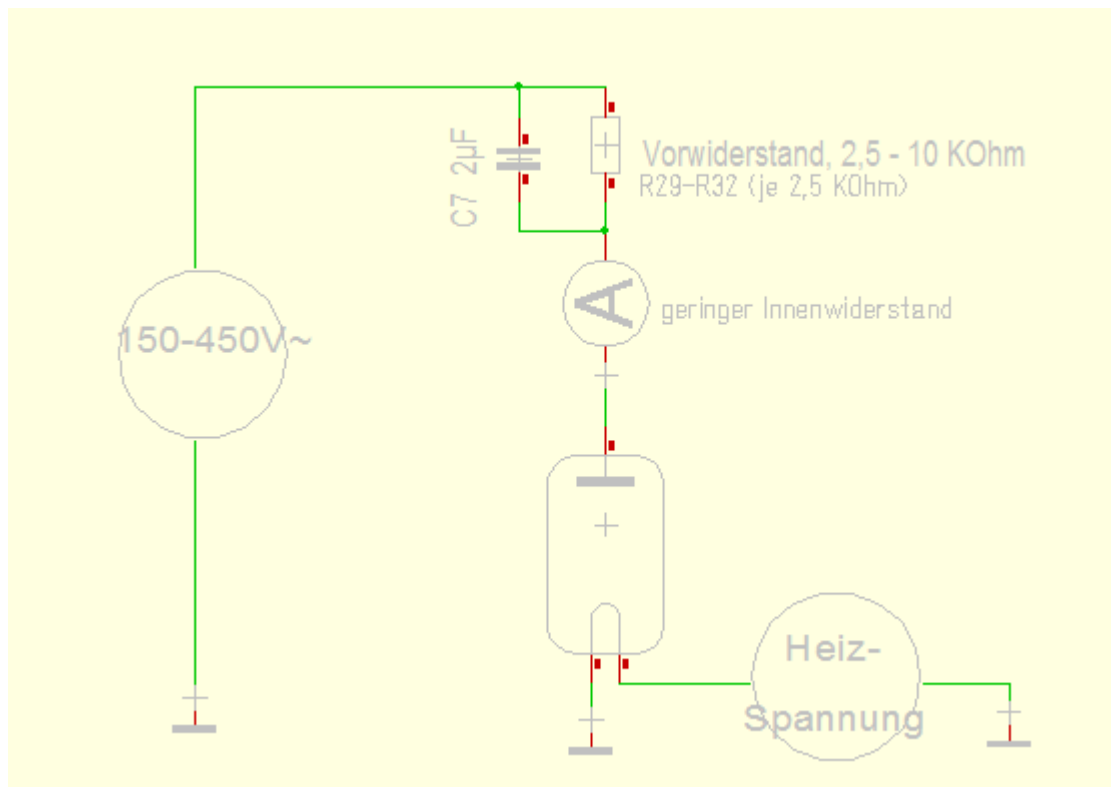


## 2. Messung mit hoher Wechselspannung und Vorwiderstand

Hier wird eine "reale" Schaltung nachgebildet. An den Gleichrichter wird ein Belastungswiderstand von 2,5, 5 oder 10 Kiloohm geschaltet (7,5 KOhm ist zwar vorhanden, wird aber nicht verwendet). Ausserdem wird ein Kondensator von 2  $\mu$ F angelegt.

Diese Methode ermöglicht ebenfalls die Beurteilung der Emissionsfähigkeit. Ein Vergleich der Messdaten ist nur mit den Angaben auf den Prüfkarten der Neubegerer Geräte möglich, nicht mit den Herstellerdaten, da die "reale" Schaltung wohl in den wenigsten Fällen mit den Schaltungen der Datenblätter übereinstimmen dürfte. Nicht aussagekräftig wäre deshalb eine Kennlinie.

Vorteil dieser Methode: Gleichzeitig wird geprüft, ob es in der Röhre Spannungsüberschläge im Sperrbetrieb gibt.



### 3. Welche Methode für welche Röhre?

Nachstehend habe ich eine Aufstellung aus den Neuberger Prüfkarten erstellt (ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Daraus ist ersichtlich, bei welcher Röhre welches Verfahren angewendet wird.

Röhre	Hochspannung ~	V	mA	Rvor (Kohm)	indirekt/ direkt	UüberR	falsch	W
1005	ja	150	40	2,5	d	100		4
1007	ja	300	45	5	d	225		10,125
117L7GT	n	10	75	0	i	0		0
12Z3	ja	250	40	5	i	200		8
25A7G	ja	150	25	5	i	125		3,125
25y5	n	10	50	0	i	0		0
25Z6	n	10	50	0	i	0		0
2X2A	n	50	6	0	d	0		0
35W4	n	10	85	0	i	0		0
35Z3	n	10	75	0	i	0		0
35Z4	n	10	85	0	i	0		0
5R4GY	n	25	65	0	d	0		0
5T4	n	25	100	0	d	0		0
5U4G	n	25	65	0	d	0		0
5V4G	n	10	50	0	d	0		0
5W4	n	25	45	0	d	0		0
5X4G	n	25	65	0	d	0		0
5Y3G	n	25	35	0	d	0		0
5y3GB	ja	350	70	2,5	d	175		12,25
5Y4G	n	25	35	0	d	0		0
5Z3	n	25	65	0	d	0		0
5Z4	n	10	50	0	i	0		0
6AX4GT	n	10	40	0	i	0		0
6AX5GT	ja	300	45	5	i	225		10,125
6U4	n	10	80	0	i	0		0
6X4	n	10	20	0	i	0		0
6X5	n	10	20	0	i	0		0
6Y5	ja	350	50	10	i	500	x	25
6Z4	ja	300	45	5	i	225		10,125
7Y4	ja	300	45	5	i	225		10,125
AX50	ja	300	70	2,5	d	175		12,25
AZ1	n	25	45	0	d	0		0
AZ11	n	25	45	0	d	0		0
AZ12	n	25	75	0	d	0		0
AZ2	ja	300	65	2,5	d	162,5		10,5625

AZ21	n	25	45	0	d	0	0
AZ31	n	25	45	0	d	0	0
AZ4	n	25	75	0	d	0	0
AZ41	n	25	32	0	d	0	0
AZ50	n	25	110	0	d	0	0
CY1	ja	250	45	5	i	225	10,125
CY2	ja	250	40	5	i	200	8
EY51	n	25	2,2	0	i	0	0
EY80	ja	300	50	5	i	250	12,5
EY81	n	10	75	0	i	0	0
EY86	n	15	1	0	d	0	0
EY91	ja	300	50	5	i	250	12,5
EZ1	n	10	25	0	i	0	0
EZ11	n	10	25	0	i	0	0
EZ12	n	25	120	0	i	0	0
EZ150	ja	350	80	2,5	i	200	16
EZ2	n	10	26	0	i	0	0
EZ3	n	25	120	0	i	0	0
EZ40	n	10	24	0	i	0	0
EZ40	n	10	24	0	i	0	0
EZ41	n	11	30	0	i	0	0
EZ80	n	10	22	0	i	0	0
EZ81	ja	300	45	5	i	225	10,125
FZ1	n	10	25	0	i	0	0
GZ32	n	10	65	0	d	0	0
GZ41	ja	300	45	5	i	225	10,125
LG12	ja	300	45	5	i	225	10,125
PY80	n	10	90	0	i	0	0
PY81	n	10	75	0	i	0	0
PY83	n	10	90	0	i	0	0
PY88	n	18	220	0	i	0	0
R120B	ja	150	1,3	10	d	13	0,0169
RG105	ja	400	90	2,5	d	225	20,25
RG62	ja	350	80	2,5	d	200	16
RGN1064	ja	300	45	5	d	225	10,125
RGN1404	ja	300	45	5	d	225	10,125
RGN1503	ja	300	45	2,5	d	112,5	5,0625
RGN1882	ja	300	45	5	d	225	10,125
RGN1883	ja	300	45	5	d	225	10,125
RGN2004	ja	300	75	2,5	d	187,5	14,0625
RGN2504	ja	300	75	2,5	d	187,5	14,0625
RGN354	ja	250	25	10	d	250	6,25
RGN4004	ja	300	75	2,5	d	187,5	14,0625
RGN504	ja	250	25	10	d	250	6,25

RGN564	ja	300	30	10	d	300		9
U27	ja	300	25	10	d	250		6,25
U801	ja	200	35	5	i	175		6,125
U81	ja	400	70	5	d	350		24,5
UY1	n	10	90	0	i	0		0
UY11	n	10	90	0	i	0		0
UY2	ja	250	40	5	i	200		8
UY21	n	10	90	0	i	0		0
UY3	ja	250	45	5	i	225		10,125
UY4	ja	250	40	5	i	200		8
UY41	n	10	50	0	i	0		0
UY82	n	16	180	0	i	0		0
UY85	n	10	100	0	i	0		0
UY85	n	10	100	0	i	0		0
VY1	ja	250	40	5	i	200		8
VY2	ja	250	30	10	i	300	x	9
Z2b	ja	300	45	5	i	225		10,125
Z2c	ja	300	45	5	i	225		10,125
Z2e	ja	300	34	5	i	170		5,78

Neuberger hat beide Verfahren eingesetzt. Dabei erschließt sich mir nicht, warum welches Verfahren bei einer bestimmten Röhre eingesetzt wurde. Die Methode scheint nicht von einem bestimmten Kriterium abzuhängen, sondern nach belieben gewählt worden zu sein.

Die Tabelle zeigt auch, dass die Leistung der Lastwiderstände mit je 25 W auch für die Leistungsstärksten Röhren ausreicht.

Noch etwas ist mir aufgefallen. Einige Prüfkarten können nicht stimmen:

Röhre	Hochspannung	Veff	mA	Rvor (Kohm)	indirekt/direkt	VüberRvor
	~					
6Y5	ja	350	50	10	i	500
VY2	ja	250	30	10	i	300

Bei dem angegebenen Strom über den Widerstand müsste der Spannungsabfall über den Widerstand größer als die angelegte Spannung sein, was natürlich nicht sein kann. Nach meiner Meinung ist ein kleinerer Vorwiderstand zu wählen.

#### 4. Nutzung im RoeTest

Das RoeTest benutzt für die Messung von Gleichrichterröhren grundsätzlich das erste Verfahren (niedrige Gleichspannungen). Es stellt sich die Frage, ob auch die Anwendung des zweiten Verfahrens und somit eine Prüfung auf Spannungsüberschläge möglich ist.

Im **manuellen Modus mit Vorwiderstand** kann ein beliebiger Widerstand extern an Relaiskarten 9+10 angeschlossen werden. Somit können in diesem Modus Röhren mit Vorwiderstand betrieben werden ohne eine Leitung aufzutrennen. Dies funktioniert bei allen Röhren, bei denen die Stifte 9+10 (oder Obenanschluß) nicht belegt sind.

Es sind im RoeTest nur Gleichspannungen vorhanden. Um beide Stromrichtungen einer Wechelspannung zu simulieren ist es nötig, die Gleichspannung verschieden gepolt an die Röhre anzuschließen.

##### a) Vorwärts-(Durchlaß-)betrieb

Kein Problem im **manuellen Modus mit Vorwiderstand**. Zuerst eine Überlegung zur Höhe der Spannung. Wir gehen idealisierterweise davon aus, dass die Wechelspannungen exakt und konstant sind (real sind diese in den Neuberger Geräten natürlich lastabhängig, da nicht stabilisiert).

Im Neuberger werden Wechelspannungen verwendet. Angegeben sind die Effektivwerte. Scheitel- oder Spitze-Spitze-Werte sind höher. Wegen der Gleichrichterwirkung der Röhre wird die negative Halbwelle stets weggeschnitten. Übrig bleibt eine positive Halbwelle, die zunächst zwischen 0 und dem Scheitelwert der Spannung schwankt, aber durch den 2  $\mu$ F-Kondensator geglättet wird. Aus dem angegebenen Strom und dem Lastwiderstand läßt sich die am Lastwiderstand anliegende, bzw. über die Röhre abfallende  $U_{eff}$  berechnen. Diese Werte sollten auch für reine Gleichspannung gelten, so dass wir für die Gleichspannungsmessung einfach die Spannungswerte und Vorwiderstände der Prüfkarten verwenden. Bei direkt beheizten Röhren müsste noch die Wechselstromheizung berücksichtigt werden (siehe andere Ausarbeitung). Bei den hohen Prüfspannungen kann dieser Faktor aber als unbedeutend vernachlässigt werden. Selbiges gilt für den geringen Innenwiderstand des Messinstruments. Eigentlich kann man sich diese Messung sparen, da man ja bereits mit der Niederspannungsmessung eine Aussage über die Emissionsfähigkeit der Röhre hat.

Anmerkung: Über die Röhre selbst fällt nur eine geringe Spannung ab ("tube drop"). Eine Spannungsüberschlag kann in Durchlassrichtung deshalb nicht erfolgen.

## b) Rückwärts- (Sperr-)betrieb

Die Röhre sperrt bei negativer Halbwelle. Es fließt kein Strom, solange die Röhre in Ordnung ist.

Prüfung auf Spannungsüberschlag: Eine Wechselspannung hat eine höhere Scheitelspannung:

Ueff	Uscheitel
150	211
200	282
250	352
300	423
350	493
400	564

Wir können im RoeTest **kurzzeitig** die Spannung auf diese Werte hochregeln um auf Spannungsüberschläge zu testen. Der Vorwiderstand begrenzt den Strom bei Fehlern. Man sollte einen größeren Vorwiderstand verwenden um im Fehlerfall auf einen niedrigeren Strom zu begrenzen (z.B. mindestens 50 KOhm/5W - hier würden bei 500 V und Kurzschluß in der Röhre max. 10 mA fließen).

Im RoeTest ist eine Umpolung der Gleichspannung nur bei **indirekt** beheizten Röhren möglich, da ein Pol der Gleichspannungsquelle fest mit Masse und somit mit der Heizfadenspannung verbunden ist. Bei direkt beheizten Röhren ist diese Prüfung im RoeTest also nicht möglich (**gilt im manuellen Modus mit Vorwiderstand - siehe nachstehende Ergänzung**).

Es erfolgt dieselbe Messanordnung wie im Vorwärtsbetrieb, nur das die Elektroden A und K umgepolt werden (Bezeichnungen der Anschlüsse vertauschen). Die Spannung kann kurzzeitig bis zum Scheitelwert hochgeregelt werden.

Es darf kein Strom fließen. Im Falle eines Spannungsüberschlages würde der Vorwiderstand den Strom begrenzen.

Gleichzeitig wird hier die Isolierung zwischen Heizfaden und Kathode mit hoher Spannung getestet.

Die Prüfung auf Spannungsüberschläge im Sperrbetrieb kann natürlich auch bei allen anderen indirekt beheizten Gleichrichterröhren und Dioden durchgeführt werden, für welche es keine Neuberger Prüfkarten gibt, oder bei denen Neuberger mit kleinen Spannungen misst. Da hier keine Messung, sondern eine Prüfung erfolgt, kann ein größerer Schutzwiderstand verwendet, und die Spannung bis zum max. möglichen Scheitelwert hochgeregelt werden(Datenblatt der Röhre).

## Zusammenfassung:

- Messung der Emission analog Neuberger mit hohen Spannungen ist im RoeTest möglich, hat aber keinen Vorteil gegenüber der Niederspannungsmessung
- den automatischen Modi des RoeTest werde ich um eine Sperrspannungsprüfung erweitern

## Nachtrag:

Mein Freund Hans-Thomas Schmidt gab mir den Hinweis, dass man während der Sperrspannungsprüfung ja die Heizung kurz ausschalten könne und somit auch bei direkt beheizten Röhren die Spannung umpolen könne. Danke Hans-Thomas für diesen Hinweis.

## Erweiterung der Software

Bei Dioden/Gleichrichtern werde ich im automatischen Modus "statische Messungen" eine Sperrspannungsprüfung einbauen. **Dabei wird kurzzeitig die Heizung ausgeschaltet, damit sowohl direkt als auch indirekt beheizte Röhren geprüft werden können.**

Ich verzichte auf externe Widerstände und verwende die intern eingebauten für die Magischen Augen. **Damit wird diese Zusatzprüfung vollautomatisch mit erledigt.** Da aus diesem Grund die G2-Spannungsquelle verwendet wird, ist die maximale Prüfspannung auf 300V begrenzt. Bei Röhren mit niedrigerem Grenzwert für die Anodenspannung wird die Prüfspannung auf diesen Wert begrenzt.