

**Das
Standard-Röhren-Voltmeter**

**Beschreibung
und
Bedienungsanweisung**

für

Gerät № 01496

Hersteller:

Max FUNKE KG. • Adenau/Eifel

Spezialfabrik für Röhrenmeßgeräte

Beschreibung

Das Gerät ist für den Anschluß an **220 Volt Wechselstrom** bestimmt. Abbildung siehe Seite 3, Schaltung siehe letzte Umschlagseite.

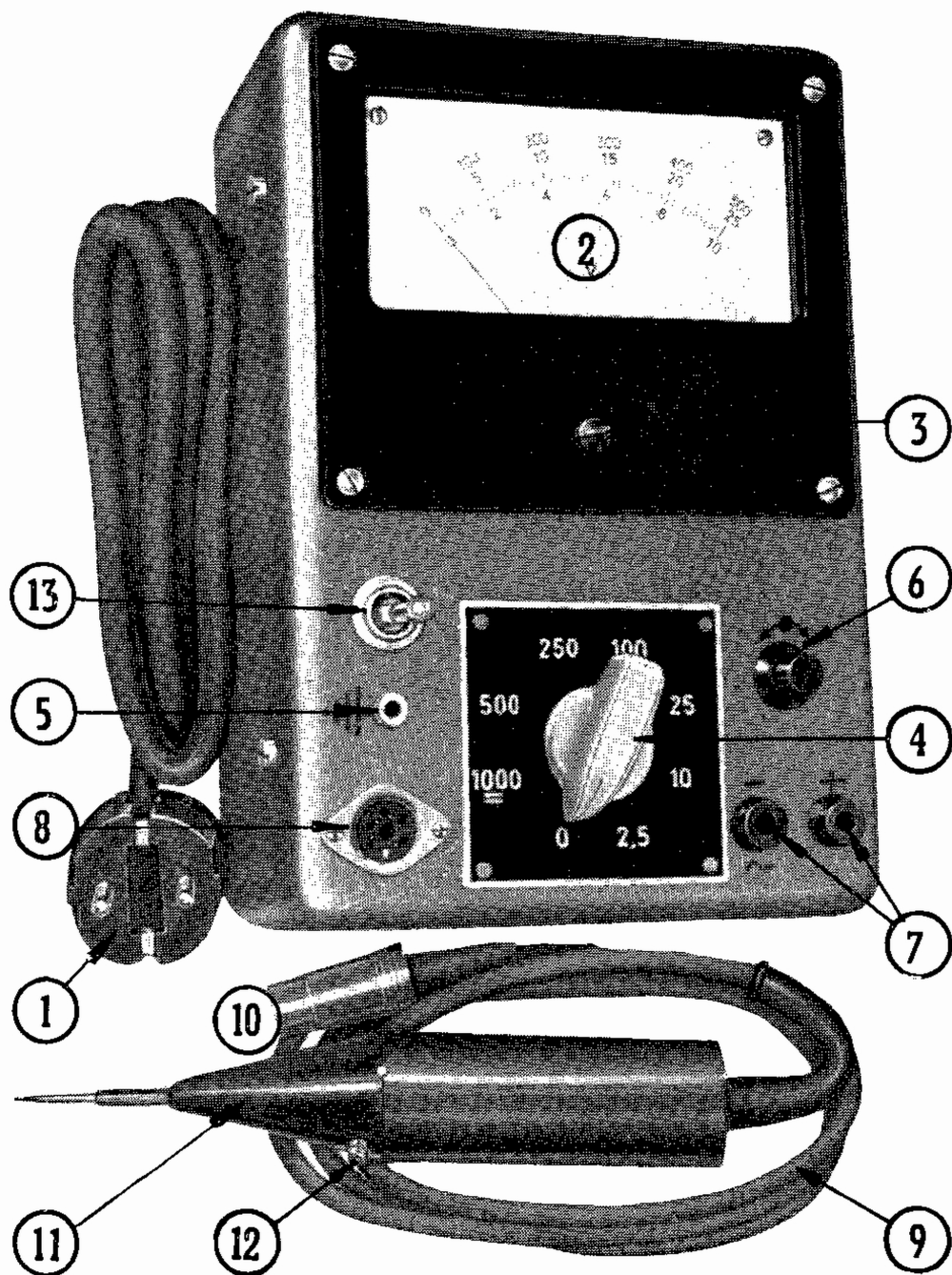
Das Standard-Röhrenvoltmeter mit Tastkopf wird betriebsfertig geliefert. Die Röhren EAA 91 im Tastkopf und ECC 82 im Gerät sind also bereits eingesetzt. Die ECC 82 ist nach besonderen Gesichtspunkten (Gleichheit der Kennlinien) ausgewählt. Sollte sich einmal ein Ersatz dieser Röhre als notwendig erweisen, so kann diese zum gleichen Preis wie eine normale ECC 82 nachbezogen werden. Alle Schaltelemente im Innern des Gerätes sind an der Frontplatte befestigt. Beim Abschrauben der mit 4 Schrauben am Gehäuse befestigten Frontplatte hat man daher alle Teile leicht zugänglich vor sich liegen.

Die **Netzsicherung** liegt im Innern des Gerätes in einem am Meßinstrument befestigten Sicherungshalter. Ihre Daten sind **200 mA** in Ausführung „träge“, 20 mm lang und ca. 5 mm $\varnothing$ (handelsübliche Röhrensicherung). Die Lage der für die Bedienung wichtigen übrigen Teile ist aus der Abbildung auf Seite 3 ersichtlich. Wird der

- 1 — **Netzstecker** in eine normale Zweipolsteckdose oder in eine Schukosteckdose gesteckt, so ist das Gerät eingeschaltet, steht also unter Strom.
- 2 = **Meßinstrument** ist ein Drehspulinstrument. Es hat 0,5 mA Stromverbrauch bei Vollausschlag und einen Innenwiderstand von ca. 160 Ohm. Die Eichung desselben wurde im fertiggeschalteten Röhrenvoltmeter vorgenommen, alle Toleranzen in den Schaltelementen, Streukapazitäten, Einfluß der Abschirmung auf die Anzeige usw. sind dadurch in die Eichung mit eingegangen. Die Eichung erfolgte in Schräglage unter 45°, so daß das Gerät auch liegend oder stehend verwendet werden kann. Die Besonderheit der Schaltung ergibt, daß nur eine einzige Skala für alle Messungen erforderlich ist. Dadurch ist eine leichte Ablesung möglich, da Fehler durch Wahl falscher Skalen unmöglich sind. Als Meßbereiche sind 10 V, 25 V und 500 V auf der Skala eingetragen. Die übrigen Meßbereiche ermittelt man durch Teilen oder Vervielfachen eines der Bereiche mit 10 oder 100.

- 3 — **Nullstellschraube vom Drehspulmeßwerk.** Bei abgeschaltetem Gerät, also im stromlosen Zustand, muß der Zeiger auf „0“ stehen. Sollte dies nicht genau stimmen, so ist mit der Nullstellschraube nachzustellen.
- 4 — **Meßbereichwähler** ist ein Drehschalter ohne Anschlag. Mit ihm kann man die Meßbereiche 1000 V= $\sim$, 500 V, 250 V, 100 V, 25 V, 10 V, 2,5 V und 0 V wählen. Dabei dient der 1000 V Meßbereich nur für Gleichspannungsmessungen, weshalb er die zusätzliche Bezeichnung „= $\sim$ “ trägt. Alle übrigen Bereiche gelten sowohl für Gleichspannungsmessungen als auch zum Messen von Wechsel-NF- und HF-Spannungen, dabei ist keinerlei weitere Umschaltung von = $\sim$ auf $\sim$ nötig. Im Meßbereich 500 V sollen Wechselspannungsmessungen möglichst nur bis 350 V Spitzenspannung vorgenommen werden, da die im Tastkopf eingebaute Röhre EAA 91 nur bis 350 V beansprucht werden soll.
- 5 — **Erdbuchse** des Röhrenvoltmeters. Grundsätzlich ist stets zu erden, da auf dem Meßplatz meist Störfelder vorhanden sind, die ohne Erdung mitgemessen werden und daher in den kleinen Meßbereichen Fehler ergeben können. Näheres hierüber siehe Seite 7 (Erdung).
- 6 — **Regler**, mit Drehknopf einstellbar. Beim Einschalten des Röhrenvoltmeters schlägt der Meßinstrumentenzeiger aus und geht dann mit der Erwärmung der Röhren langsam zurück auf 0. Sollte er sich nicht genau auf diesen elektrischen Nullpunkt einstellen, so kann man bei genauen Messungen hier nachstellen. Beim Drehen des Knopfes nach rechts, geht auch der Meßinstrumentenzeiger nach rechts, vorausgesetzt, daß der unter 13 beschriebene Polwechsler in Kippstellung rechts steht.

Man verwechsle also nicht mechanische Nullpunkteinstellung mit elektrischer Nullpunkteinstellung. Der mechanische Nullpunkt ist eine Eigenschaft des Meßinstruments und ist im stromlosen Zustand mit der Nullstellschraube **(3)** vorzunehmen. Der elektrische Nullpunkt dagegen ist eine Eigenschaft des Gerätes und ist erst nach einigen Minuten Anheizzeit mit dem Regler **(6)** genau einstellbar.



- 7 = **Isolierte Anschlußbuchsen** für den Direktanschluß bei Gleichspannungsmessungen. Die rote Buchse dient zum Anschluß der $+$ Leitung und die schwarze zum Anschluß an $-$ Leitung. Die schwarze Buchse kann weiterhin auch bei Wechselspannungsmessungen gebraucht werden zum direkten Anschluß der einen Wechselspannungs-Meßleitung, sie trägt deshalb zusätzlich noch die Bezeichnung $\sim$. (Die andere Wechselspannungsmessleitung geht über den Tastkopf **(11)**).

Die Bezeichnung der Buchsen mit „ $-$ “ oder „ $+$ “ hat nur Gültigkeit, wenn der Polwechsler **(13)** in Kippstellung rechts steht, also so, wie abgebildet.

- 8 = **Tuchelkontaktbuchse** zum Anschluß des mehradrigen
- 9 = **Tastkopfkabels** mittels des
- 10 = **Tuchelkontaktsteckers**. Der Anschluß am Röhrenvoltmeter ist unverwechselbar.
- 11 = **Tastkopf**, für die Messung von Wechsel-, NF- und HF-Spannungen. Im Tastkopf ist die Röhre EAA 91 eingebaut. Bei allen Wechselspannungsmessungen schließt man die eine Leitung (Massepotential) an die schwarze Buchse **(7)** vom Gerät an und mit dem Tastkopf tastet man das oder die Meßobjekte ab. Beim Messen von hohen Frequenzen und UKW kommt es für genaue Messungen auch auf kurze Leitungen an. Diesen Zwecken dient die
- 12 = **Masseanschlußschraube am Tastkopf**. Unter diese Schraube legt man ein kurzes Drahtstück, welches man mit der Masse des Prüfobjekts verbindet, ein weiterer Anschluß an die schwarze Polklemme **(7)** ist dabei nicht erforderlich.
- 13 = **Polwechsler**. Dies ist ein Kippschalter, mit dem man die Polarität des Meßinstrumentes umschalten kann. Die Bezeichnung „ $-$ “ oder „ $+$ “ an den Polklemmen **(7)** hat nur Gültigkeit, wenn der Polwechsler in Kippstellung rechts steht, also so, wie abgebildet.

Weitere technische Einzelheiten

Die **Leistungsaufnahme** vom Röhrenvoltmeter beträgt ca. 16 Watt, wenn der Tastkopf mit angeschlossen ist.

Die **Eichung** des Gerätes erfolgte in **Effektivspannungen**, gemessen werden jedoch, wie bei jedem anderen Röhrenvoltmeter, Spitzenspannungen. Beim Messen nicht sinusförmiger Wechselspannungen muß dies evtl. beachtet werden.

Wie **Spitzenspannungen** gemessen werden ist auf Seite 12 beschrieben.

Die **Tastkopfspitze** ist mit 10 nF abgeblockt. Beim Messen von Wechselspannungen aller Art werden daher nur die reinen Wechselspannungen durchgelassen und gemessen, evtl. mit vorhandene Gleichspannungen jedoch nicht, da die 10 nF für Gleichspannungen undurchlässig sind.

Die bei **Gleichspannungsmessungen** außerdem vorhandenen Brummanteile (Wechselspannungsüberlagerungen) können so gemessen werden, wie dies unter „Wechselspannungsmessungen“ beschrieben ist.

Die **Eingangskapazität** des Tastkopfes beträgt ca. 7 pF, was bei Messungen an Resonanz- und hochohmigen HF-Kreisen zu beachten ist.

Der **Eingangswiderstand** bei Gleichspannungsmessungen beträgt auf allen Meßbereichen 23,3 M Ω .

Bei Wechselspannungsmessungen beträgt er bei 50 Hz ca. 7 M Ω , bei 10 kHz ca. 1,5 M Ω , bei 1 MHz ca. 300 k Ω , bei 10 MHz ca. 200 k Ω .

Die **Genauigkeit der Anzeige** beträgt gemessen nach VDE 0410: Bei Gleichspannungsmessungen $\pm 5\%$.

Bei Wechselspannungsmessungen $\pm 5\%$ bei Sinusform und Frequenzen bis 10 kHz, im 2,5 V Meßbereich jedoch weitere 5%.

Eine **Werknummer** besitzt jedes Gerät dieser Serie, sie steht auf der Skala vom Meßinstrument.

Bedienungsanweisung

Das Gerät darf nur an ein Wechselstromnetz von $220\text{ V}\sim$, 50 bis 60 Hz angeschlossen werden. Netzspannungsschwankungen von plus oder minus 10% (200 bis $240\text{ V}\sim$) sind fast ohne Einfluß auf das Röhrenvoltmeter.

Netzstecker **(1)** in die Netzsteckdose einstecken. Dadurch ist das Gerät unter Strom, also eingeschaltet. Einen weiteren Ein- oder Ausschalter gibt es nicht. Mit der Erwärmung der Röhre erfolgt ein beliebiger Ausschlag am Meßinstrument **(2)**, der bei weiterer Erwärmung der Röhre wieder zurückgeht.

Nach etwa 5 Minuten Anheizzeit ist der Meßinstrumentenzeiger zur Ruhe gekommen und muß wieder auf Null stehen. Sollte er für die in Frage kommende Messung nicht genau genug auf 0 stehen, so ist mit dem Regler **(6)** nachzuregeln, nicht jedoch etwa mit der Nullpunkteinstellung **(3)** vom Meßinstrument.

Ueber das Nachregeln bei Wechselspannungsmessungen siehe Seite 10.

Meßbereich-Wähler **(4)** auf den in Frage kommenden Meßbereich drehen. In Zweifelsfällen stellt man auf 10.00 V und geht dann bei der Messung auf die niedrigeren Meßbereiche zurück, bis eine gute Ablesung möglich ist

Es kann sich als notwendig erweisen, daß die Erdbuchse mit der „—“ Polklemme verbunden werden muß, um das Gehäuse direkt auf Nullpotential zu bringen.

Erdung

Das Röhrenvoltmeter ist grundsätzlich zu erden. Normalerweise sind auf jedem Meßplatz Störfelder vorhanden, die somit auch auf das Röhrenvoltmeter ausstrahlen, durch die Erdung des Gehäuses jedoch abgeleitet werden. Solche Störfelder würden sonst bei der hohen Empfindlichkeit des Gerätes mitgemessen werden, würden daher in den niedrigen Meßbereichen Meßfehler verursachen können. Nur in den höheren Meßbereichen sind dergl. Störfelder unwirksam, weswegen in diesen Bereichen eine Erdung des Röhrenvoltmeters auch unterbleiben könnte.

Der Netzstecker vom Röhrenvoltmeter ist ein Schukostecker, der auch in jede normale Zweipolsteckdose paßt. Die Leitung zwischen Schukostecker und Gerät ist dreifach. Wird daher der Stecker in eine vorschriftsmäßig geerdete Schukosteckdose gesteckt, so ist auch das Röhrenvoltmeter geerdet, die Erdbuchse **(5)** braucht also nicht angeschlossen zu werden. Beim Anschluß an eine Zweipolsteckdose fehlt diese Erdung, weswegen mit Erdbuchse **(5)** zu erden ist.

Es gibt aber auch Netze, bei denen die Erdung der Schukodose nicht an reiner Erde hängt, sondern an dem Nulleiter vom Netz. Zwischen Nulleiter und VDE-Erde ist jedoch stets ein kleiner Spannungsunterschied vorhanden, der sich ständig mit der Belastung im Netz ändert. In solchem Falle ist die Erdbuchse **(5)** des Gerätes stets mit Erde zu verbinden.

Gleichspannungsmessungen

Die zu messende Gleichspannung ist an die „+“ und die „—“ Polklemme **(7)** anzuschalten. Ob man richtig gepolt anschließt oder nicht, ist an und für sich belanglos, da man mit dem Polwechsler **(13)** jederzeit das Meßinstrument umpolen kann. Die Polklemmenbezeichnung „—“ und „+“ hat nur Gültigkeit, wenn der Polwechsler **(13)** in Kippstellung rechts steht, also so, wie in der Abbildung.

Nachdem das eingeschaltete Röhrenvoltmeter sich erwärmt hat, prüft man bei genauen Messungen zuerst die elektrische Nullpunkt-lage des Meßinstrumentenzeigers nach, reguliert evtl. mit dem Regler **(6)** nach, wobei der Meßbereichwähler **(4)** auf dem in Frage kommenden Meßbereich stehen muß.

Will man in einem zu prüfenden Gerät mehrere Messungen ausführen, so verbindet man das Chassis des Prüflings stets mit der „—“ Polklemme vom Röhrenvoltmeter. Mit der an der „+“ Polklemme angeschlossenen Leitung tastet man dann alle Meßpunkte ab. Schlägt dabei der Meßinstrumentenzeiger nach der falschen Seite aus, also unter Null, so legt man den Polwechsler **(13)** um. Dem Meßinstrument schaden dergl. Falschpolungen nichts, solange man im einigermaßen richtigen Meßbereich arbeitet.

Hochspannungsmessungen bis 25 000 Volt Gleichspannung.

Für diese Messung ist der zum Standard-Röhren-Voltmeter gesondert erhältliche „Hochspannungsmesskopf 25 kV.“ erforderlich. In diesem ist ein Hochspannungswiderstand eingebaut, der die zu messende Spannung im Verhältnis 25:1 teilt. Der Innenwiderstand der Meßanordnung wird dabei von 23,3 M Ω auf 583 M Ω erhöht. Der größte dabei mögliche Strom beträgt zwar nur 0,04 mA, trotzdem muß man sich immer vor Augen halten:

Vorsicht Hochspannung! Lebensgefahr!

Zuerst wird das Chassis des Prüflings, meist wird es das Chassis eines Fernsehers sein, mit „—“ Polklemme, also der schwarzen Polklemme vom Röhrenvoltmeter verbunden. Die rote „+“ Polklemme bleibt frei.

Erst dann wird die mit Tuchelstecker versehene Hochspannungsmesskopfleitung in die Tuchelkontaktbuchse **(8)** eingesteckt **Meßbereichswähler (4) auf 1000 V drehen.** Hochspannungsmesskopf nur am schwarzen Griff fassen und das Prüfobjekt abtasten. Meßergebnis ablesen, wobei der gewählte Meßbereich 1000 V = dem Meßbereich 25000 V = entspricht. Sollte das Meßinstrument nach der verkehrten Seite ausschlagen, dann Polwechsler **(13)** umlegen.

Niemals vergessen, zuerst das Chassis vom Prüfling anzuschalten und dann erst mit dem Hochspannungsmesskopf arbeiten.

Wechsel-, NF- und HF-Spannungsmessungen

Tastkopf **(11)** an das Röhrenvoltmeter anschließen, warten bis die Röhre im Tastkopf sich erwärmt hat. Meßbereichwähler **(4)** auf den in Frage kommenden Meßbereich stellen und bei genauen Messungen die elektrische Nullpunktlage vom Meßinstrumentenzeiger nachstellen.

Um die Nullpunktlage genau nachstellen zu können, muß man mit der Tastkopfspitze die „—“ Polklemme berühren, also den Tastkopfstromkreis kurzschließen. Macht man dies nicht, so ergeben die auf jedem Meßplatz vorhandenen Einstreuungen von Störfeldern auf die Tastkopfspitze eine Verschiebung des Nullpunktes und damit Fehlermöglichkeiten. Das Nachstellen des elektrischen Nullpunktes erfolgt mit dem Regler **(6)**.

Die zu messende Spannung wird zwischen der Tastkopfspitze und der schwarzen Polklemme **(7)** des Röhrenvoltmeters gemessen. Am einfachsten ist es, wenn man die schwarze Polklemme mit einem Massepunkt des Meßobjektes verbindet, mit der Tastkopfspitze das Meßobjekt abtastet und dabei den Meßbereich-Wähler auf den jeweils gewünschten Bereich dreht.

Hohe- und UKW-Frequenzen

Um Fehlmessungen zu vermeiden, kommt es hier auf kürzeste Leitungen an. Anstelle des bei $\sim$ Messungen erforderlichen Anschlusses an die schwarze Buchse **(7)** wird hier die Masseanschlußschraube **(12)** vom Tastkopf gewählt, die mit der schwarzen Buchse verbunden ist. An diese Masseanschlußschraube **(12)** vom Tastkopf legt man einen kurzen Draht, den man mit dem Masseanschluß des Prüfobjektes verbindet. Alles weitere erfolgt dann wie im vorigen Abschnitt beschrieben.

Bei Fehlersuche, bei der es nicht so auf genaue Messungen ankommt, verzichtet man auf diese kurze Drahtführung.

Nulleiter oder Phase im $\sim$ Netz ?

Dies ist sehr einfach festzustellen. Nur die Tastkopfleitung und die Erdleitung bleiben am Gerät angeschlossen, nicht jedoch die andere Meßleitung an der schwarzen Buchse.

Mit 'dem Tastkopf tastet man beide Netzleitungen ab. Diejenige Leitung, mit der man die Netzspannung messen kann (wird stets etwas zu niedrig angezeigt werden), ist die Phase, also der Außenleiter. Die Leitung, an der nichts oder fast nichts meßbar ist, ist der Nulleiter.

Zwischen Netznulleiter und VDE-Erde, die in Theorie dasselbe sein müßten, herrscht in der Praxis stets ein kleiner Spannungsunterschied von einigen Volt, der sich mit den wechselnden Belastungen im Netz ständig ändert. Er kann gemessen werden, wenn man die Erdleitung in die schwarze Buchse steckt und mit dem Tastkopf den Nulleiter abtastet.

Spitzenspannungsmessungen

Bei Wechselspannungsmessungen zeigt jedes Röhrenvoltmeter die vorhandene Spitzenspannung an, also den Scheitelwert der Sinusform. Geeicht wird jedes Röhrenvoltmeter jedoch in Effektivspannungen. Dies bedeutet also, daß beim Messen einer 220 V Netzwechselspannung auf der Skala vom Meßinstrument zwar 220 V $\sim$ angezeigt werden, in Wirklichkeit jedoch 310 V gemessen wurden, das ist die Spitzenspannung von 220 V effektiv bei Sinusform.

Wünscht man zu wissen, welche Spitzenspannung wirklich gemessen wurde, so muß man den gemessenen Wert mit 1,41 multiplizieren. Um sich diese Umrechnung zu ersparen, benutzt man die nebenstehende Vergleichsskala.

Der oberhalb des dicken Striches liegende Teil der Zeichnung ist die Skala des Meßinstruments in gestreckter Form gezeichnet. Unterhalb des dicken Striches sind die der oberen Skala entsprechenden Spitzenspannungen (Scheitelspannungen) angegeben, die wirklich gemessen wurden.

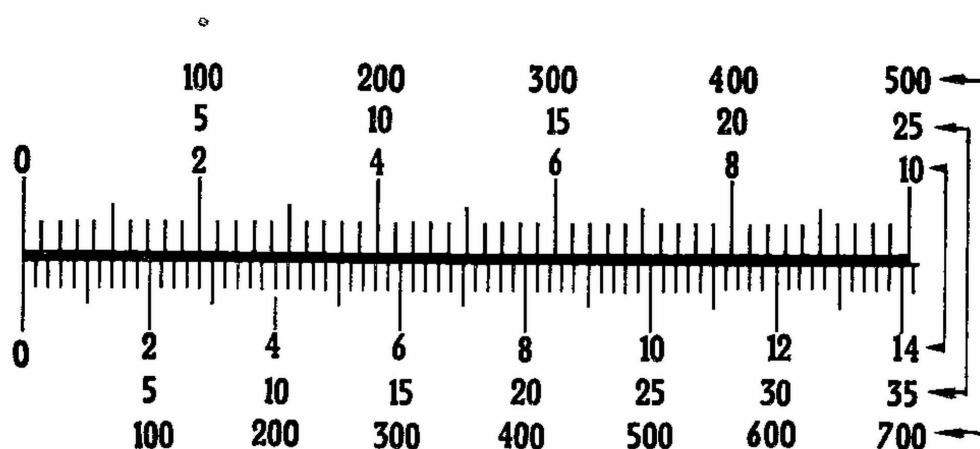
Beispiele :

Auf dem Meßinstrument wurden im 500 V-Bereich 110 V angezeigt (oberste Zahlenreihe). In Wirklichkeit wurden jedoch 155 V Spitzenspannung gemessen (ist unterste Zahlenreihe).

Die gleiche 110 V Anzeige auf dem 250 V-Bereich (mittlere Reihe oben) ergibt auf der zugehörigen unteren mittleren Reihe ebenfalls 155 V Spitzenspannung (Zahlen mit 10 multipliziert).

Am Meßinstrument werden 7,4 V angezeigt, dies sind 10,4 V Spitzenspannung.

Skala vom Meßinstrument in **Effektivspannungen** geeicht



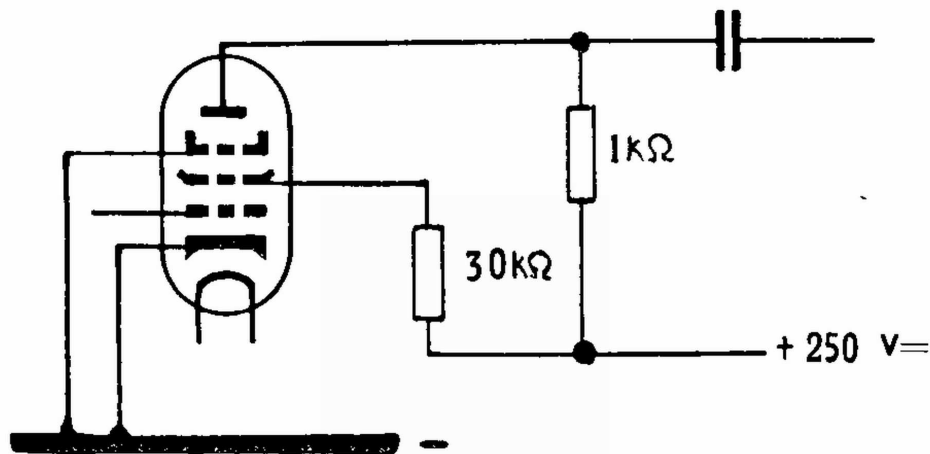
Wirklich gemessene **Spitzenspannungen**.

Zu dem auf dem Meßinstrument stehenden Meßbereich:

0—2,5	gehört die Skala	0—3,5 V	Spitzensp.	(mittlere Reihen	: 10)
0—10	„	„	0—14 V	(innere	)
0—25	„	„	0—35 V	(mittlere	)
0—100	„	„	0—140 V	(innere	)
0—250	„	„	0—350 V	(mittlere	)
0—500	„	„	0—700 V	(äußere	)

Messung von Gleichströmen

Das Prinzip der Messung ist, den Spannungsabfall an einem im Stromkreis liegenden bekannten Ohmschen Widerstand zu messen und mit diesen beiden Größen - Spannung und Widerstand - die dritte Größe, den Strom, nach dem Ohmschen Gesetz zu errechnen. Dieses Verfahren hat den großen Vorteil, daß man die Leitung nicht aufzutrennen braucht, wie dies sonst beim Messen mit einem Strommesser gemacht werden mußte. An zwei Beispielen soll dies erläutert werden.



a) Wie groß ist der Anodenstrom in obiger Schaltung?

In der Anodenleitung liegt ein Widerstand von $1\text{ k}\Omega$. Messung mit dem Röhrenvoltmeter, dessen negative Polklemme an Masse des Prüfobjekts liegt, ergibt an dem einen Ende des $1\text{ k}\Omega$ Widerstandes 250 V , am anderen Ende 238 V . Der Spannungsabfall am Widerstand ist somit: $250\text{ V} - 238\text{ V} = 12\text{ V}$. In der Leitung fließen somit nach dem Ohmschen Gesetz:

$$J = U : R \text{ also } 12\text{ V} : 1000\ \Omega = 0,012\text{ A (12 mA)}$$

b) Wieviel Schirmgitterstrom fließt in obiger Schaltung?

In der Schirmgitterleitung liegt ein Widerstand von $30\text{ k}\Omega$. Mit dem Gerät wurden auf der einen Seite des $30\text{ k}\Omega$ Widerstandes 250 V gemessen, auf der anderen Seite werden 115 V gemessen. Der Spannungsabfall am Widerstand ist somit: $250\text{ V} - 115\text{ V} = 135\text{ V}$. Demnach fließen:

$$J = U : R \text{ also } 135\text{ V} : 30\text{ k}\Omega = 4,5\text{ mA}$$

Bei diesem Meßverfahren beträgt der Eingangswiderstand des Röhrenvoltmeters $23,3 \text{ M}\Omega$. Gegenüber dem $30 \text{ k}\Omega$ Schirmgitterwiderstand ist dies ca. 1000 mal so viel, sodaß bei der Messung keinerlei Veränderungen im Meßkreis entstehen. Selbst wenn anstelle der $30 \text{ k}\Omega$ ein Widerstand von $230 \text{ k}\Omega$ vorhanden wäre, so wäre dies erst 1% gegenüber dem Widerstand von $23,3 \text{ M}\Omega$, würde also bei der Messung dem Schirmgitterkreis nur 1% Strom entziehen, was noch keine Verfälschung des Meßergebnisses bedeutet. Im übrigen kann man bei noch höheren Widerständen diese Vorgänge bei der Berechnung berücksichtigen.

Bei vorstehenden beiden Meßverfahren hätte man den Spannungsabfall an den Widerständen auch direkt messen können, indem man beide Enden des Widerstandes an beide Polklemmen des Röhrenvoltmeters direkt anschaltet. Da man jedoch bei der Fehlersuche in Geräten mit dem Abtasten vieler Stellen rechnet, so ist eine Dauerverbindung der Minusbuchse mit dem Chassis des Prüfobjektes der einfachere Weg.

Nach diesem Meßverfahren lassen sich Gleichströme in sehr großem Bereich messen. Auch sehr kleine Ströme, die meist in hochohmigen Kreisen fließen, lassen sich noch feststellen. Beim Messen des Spannungsabfalles an einem Widerstand von $1 \text{ M}\Omega$ entspricht der kleinste Röhrenvoltmeter-Meßbereich von $2,5 \text{ V}$ einem Strommeßbereich von ca. $2,5 \text{ }\mu\text{A}$.

Nacheichung bei Röhrenwechsel

Sollte einmal aus irgendwelchen Gründen die eingebaute Röhre ECC 82 ausgewechselt werden müssen, so muß das Gerät nach Einsetzen der neuen Röhre nachgestimmt werden. Für den Röhrenersatz sind ausgesuchte Röhren erforderlich, die bezüglich Gleichheit der beiden Kennlinien gewissen Mindestanforderungen genügen müssen. Da man solche Röhren normalerweise nicht besitzt, auch ein Präzisions-Vergleichsinstrument erforderlich ist, so läßt man diese Arbeiten am besten im Herstellerwerk ausführen, also bei der Firma Max FUNKE, KG., in (22b) Adenau/Eifel.

Schaltung von Standard-Röhren-Voltmeter

Netztrafo Bv 5784

ECC 82

C4 16 μ F

6.3 V

220 V

Polwechseleler

P2 1 k

V

500 Ω

500 Ω

P1 100 Ω

10 nF

Erdbuschle

Geschlossen bei 2,5 V und 10 V

R1 10 M

R2 10 M

R3 2 M

R4 1 M

R5 0.2 M

R6 46.7 k

R7 33.3 k

R8 33.3 k

2.5 V

10 V

25 V

100 V

250 V

500 V

1000 V

Tuchstecker von hinten gesehen

Tuchstecker von vorn gesehen

EAA 91

10 nF

R17 2 M

R18 2 M

C1 10 nF

Massenschind-Schleife

Tastkopf

ECC 82

EAA 91

Bereich. Die auf der letzten Umschlagseite angegebene Schaltung ist ungültig.

Schaltung von Standard-Röhren-Voltmeter

