

C) Spezialröhren.

12	12	400	A/G 1,2 Sch/G 22	4	0,6	135	63	Barium	RES 664d	Schutzgitterröhre (Pentode). Schirmgitterspannung 200 Volt. Geeignet für Aussteuerung durch Schwingkristall. Anwendung: Anfangs- und Zwischenstufen von Kurzwellengrossendern. Auch als Endröhre in Niederfrequenzverstärkern verwendbar.
110	110	1500	A/G 1,5 Sch/G 27	8	1,5	275	110	Oxyd indirekt	RS 291	Schirmgitterröhre. Schirmgitterspannung 350 Volt. Verwendbar bis $\lambda = 12 m$. Anwendung: Fremdgesteuerte Sender.
3,5 ÷ 4	Gitter- verluste 100	Gitter- spannung 400	2	4,4	6,7	125	140	Wolfram	RS 296	Spezialröhre für Dezimeterwellenerzeugung in Bremsfeldschaltung. Optimale Leistung bei etwa 55 cm. Besonders als Experimentieröhre geeignet, auch in normalen Schaltungen.

II. Der Schwingungserzeuger und die Meßmethoden.

Bei den bisherigen experimentellen Untersuchungen über Barkhausen-Schwingungen war die zur Verfügung stehende Schwingleistung sehr klein, sodaß es schwierig war, exakte Aussagen über den Leistungsumsatz zu machen. Voraussetzung für derartige Untersuchungen ist also ein energie-starker Sender, bei dem sich die erzielbare Nutzleistung größenordnungsmäßig von den Verlusten unterscheidet.

a) Die Röhre.

Der Schwerpunkt der Entwicklung eines solchen Senders lag in der Schaffung einer geeigneten Röhre. Diese Röhre mußte einerseits eine starke Wärmebeanspruchung des Gitters zulassen und andererseits möglichst kleine Dämpfungsverluste in den Zuleitungen und Durchschmelzungen besitzen.

Bei der Lösung dieser Aufgabe wurde die Erkenntnis verwertet, daß sich mit einer von H. E. Hollmann¹²⁾ angegebenen Elektrodenanordnung, bei der Gitter und Anode an diametral gegenüberliegenden Seiten herausgeführt werden, eine bessere Anpassung an den äußeren Kreis erreichen läßt. Eine auf Grund dieser Erkenntnisse entwickelte Spezialröhre für Dezimeterwellen⁺) ist bereits in der Arbeit von W. E. Kühle¹³⁾ erwähnt und abgebildet.

Gitter und Anode dieser Spezialröhre sind in der Mitte des von den starken Einschmelzdrähten gebildeten Lechersystems angeordnet. Die Kathode ist nach unten herausgeführt; dadurch wird die Symmetrie gegenüber Gitter und Anode weitgehend gewahrt und die Kopplung des Kathodenkreises mit dem Gitter-Anodenkreis sehr lose gemacht, sodaß eine Verdrosselung der Heizzuleitungen praktisch überflüssig wird.

Durch Verwendung von rechteckigen, hochkantgestellten Blechen als Gitterstege gelingt es, das kleine Gitter im Dauerbetrieb mit einer Verlustleistung von 80 Watt zu betreiben und dabei doch die Gitterdurchlässigkeit relativ groß zu machen; bei gleicher Spannung an Gitter und Anode beträgt bei Sättigung der Gitterstrom nur 25% des Gesamtstromes.

Die Lage der Quetschfüße wurde so gewählt, daß im normalen Betrieb bei einer Wellenlänge von etwa 50 cm ein Spannungsknoten in der Nähe der Durchschmelzung liegt, sodaß dort nur geringe dielektrische Verluste auftreten.

Die Kathode besteht aus Wolfram; auf die Verwendung von Sparkathoden wurde verzichtet, um die Versuchsanordnung möglichst zu vereinfachen.

b) Der Sender.

Der Sender wird in seinen wesentlichen Teilen aus der Röhre und den an beiden Seiten angeschlossenen Lechersystemen gebildet. Sein Prinzipschaltbild ist in Bild 1 dargestellt. Die verschiebbaren Kurzschlußplatten der Lechersysteme sind zur Absperrung der Gleichspannung in der Mitte auseinandergeschnitten; die Trennfläche ist als Glimmerkondensator ausgebildet. Die Gleichspannung wird über kleine dünnröhrtige Drosseln am Ende von System I zugeführt.

Der Verbraucher wird induktiv an System I angekoppelt. Der Kopplungsgrad kann durch geeignete Wahl des Abstandes vom Spannungsknoten variiert werden. Man kann den Verbraucher auch vollständig abkoppeln, sodaß dann die Röhre mit zwei völlig gleichwertigen Lechersystemen belastet ist.

c) Meßmethoden.

Zur Bestimmung der Nutzleistung koppelt man als Verbraucher eine Glühlampe für 55 Volt und 7 Watt an. Die entsockelte Lampe stellt einen räumlich genügend konzentrierten Widerstand dar;

¹²⁾ H. E. Hollmann: Funktechn. Monatshefte, H. 8, 347, (1932).

¹³⁾ W. E. Kühle: Telefunken-Ztg. 61, 1, (1932).

+) Telefunken-Type RS 296.

die dort in Wärme umgesetzte Leistung wird durch Helligkeitsvergleich mit einer gleichstromgeheizten gleichartigen Lampe bestimmt. Diese Methode hat den Vorteil der Einfachheit und Zuverlässigkeit, denn die von der Lampe angezeigte Leistung kann wegen der Verluste auf den Zuleitungen nur kleiner als die tatsächliche Nutzleistung sein. Die Meßgenauigkeit dieser Methode beträgt $\pm 3\%$; sie ist für die vorliegenden Messungen ausreichend.

Die Wellenlänge wird mittels eines lose angekoppelten Lechersystems nach der von F. Holborn¹⁴⁾ angegebenen Methode gemessen. Der Einfluß der Bügelverkürzung wird dadurch eliminiert, daß die Lage zweier aufeinanderfolgender Absorptionsminima der Messung zugrunde gelegt wird. Die Minima sind sehr scharf und ermöglichen eine Meßgenauigkeit von $\pm 0,2\%$.

Sehr interessant für die Erforschung des Schwingmechanismus ist die Kenntnis der an den Elektroden liegenden Wechselspannung. Durch Messung der Strom- bzw. Spannungsverhältnisse außerhalb der Röhre lassen sich keine exakten Aussagen über die im Innern herrschende Wechselspannung machen, da der Einfluß der Quetschfußkapazität je nach der Wellenlänge verschieden ist. Dagegen gestattet die nachfolgend beschriebene Methode, die Wechselspannung der Anode gegen Erde mit einer Kompensationsschaltung unmittelbar zu messen.

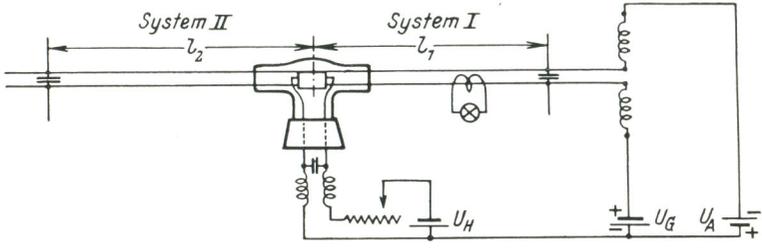


Bild 1. Prinzipschaltbild für Dezimeterwellen-Sender.

Das Prinzip der Wechselspannungsmessung ist an sich bekannt und wurde von L. Rohde¹⁵⁾ mit Erfolg zur Messung bei Ultrakurzwellen angewendet. Ein kleiner Meßgleichrichter wird so weit negativ vorgespannt, daß ein im Anodenkreis liegendes Galvanometer gerade keinen Strom mehr anzeigt; die negative Vorspannung entspricht dann der Amplitude der Wechselspannung.

Im vorliegenden Fall, wo es sich um 50 cm-Wellen handelt, muß man dafür sorgen, daß zwischen Kathode und Anode des Meßgleichrichters auch tatsächlich die zu messende Spannung liegt und der Abstand Kathode—Anode genügend klein ist, damit durch die endliche Elektronenlaufzeit keine Beeinflussung der Meßgenauigkeit eintritt. Aus diesem Grunde wurde als Meßanode die eigentliche Anode der Schwingröhre verwendet; dadurch erübrigt sich eine besondere Zuführung, die den Spannungszustand beeinflussen könnte.

Die Meßkathode wurde, wie aus der schematischen Darstellung (Bild 2) zu entnehmen ist, auf der der Hauptkathode entgegengesetzten Seite eingeschmolzen und hat einen Abstand von etwa 0,3 mm von der Anode. Um die Induktivität der Zuleitungen zu verringern, wurden sie konzentrisch ausgebildet. Unmittelbar außerhalb der Röhre wurde eine der Zuführungen mit einem auf Erdpotential liegenden Abschirmblech verbunden. Die Entfernung dieses Bleches von der Kathode betrug etwa 25 mm.

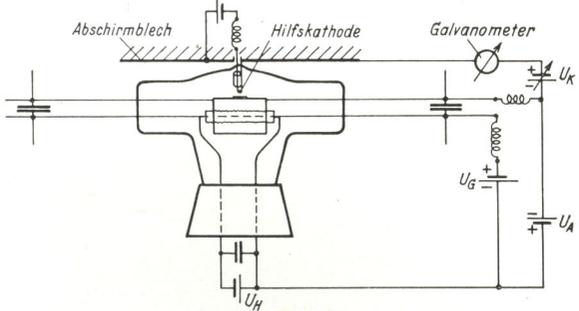


Bild 2. Prinzipschaltbild für die Dezimeterwellen-Meßröhre.

Mit Hilfe dieser Anordnung gelingt es, exakte Wechselspannungsmessungen durchzuführen. Durch die Anwendung des Abschirmbleches ist zwar die Anoden-Erdkapazität vergrößert, sodaß Gitter und Anode nicht genau gegenphasig schwingen, aber dieser Einfluß ist nicht so störend, daß er die Leistungsverhältnisse wesentlich verändern würde.

In Tabelle B sind die Kurzwellen-Röhren zusammen-
gestellt; Bild 16 zeigt ihre äußeren Formen.

C) Spezial-Röhren.

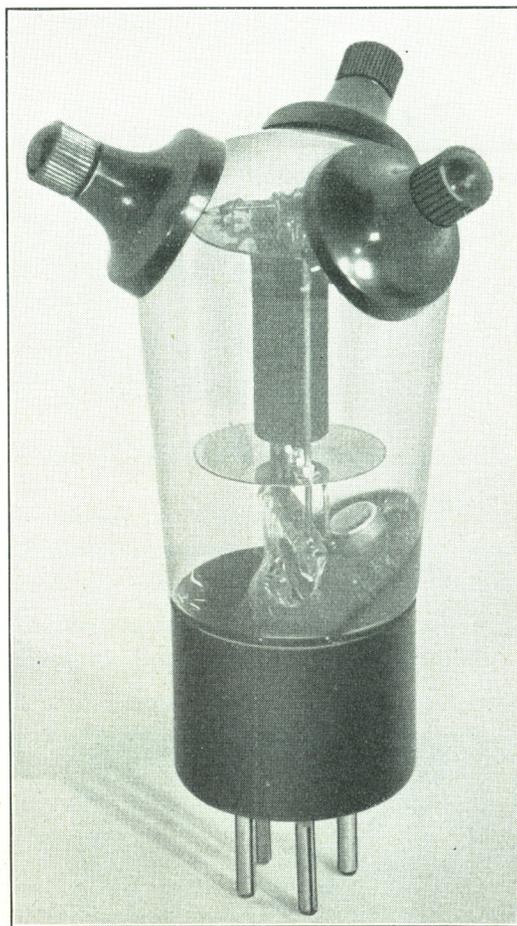
1. Dezimeterwellen-Röhren.

Während die bisher besprochenen Kurzwellen-
röhren sämtlich für Schwingungserzeugung nach dem
Rückkopplungsprinzip bestimmt sind, arbeitet die in
Bild 18 wiedergegebene RS 296 nach dem „Elektronen-
tanzprinzip“ von Barkhausen und Kurz.

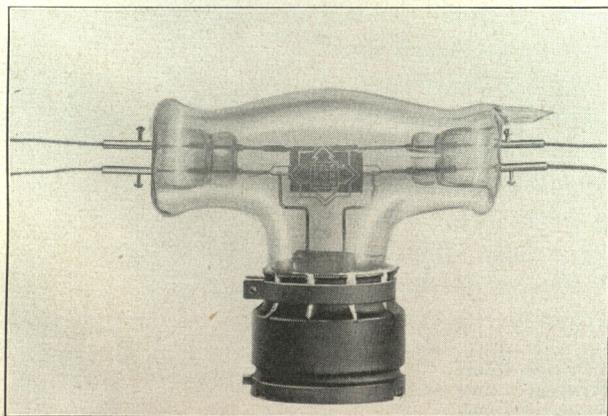
Die von der Kathode ausgehenden Elektronen
fliegen durch das Gitter hindurch zur Anode und von da
wieder zurück. Durch ihre Pendelung um die Gitter-
drähte wird die Frequenz der ausgesandten Schwin-
gungen bestimmt.

Die erzeugten Wellen werden um so kürzer, je
höher die Spannungen und je kleiner die Elektroden-
abstände sind; der erste Faktor erhöht die Geschwin-
digkeit, der zweite verkleinert den Weg, beide ver-
ringern die Laufzeit der Elektronen. Hohe Spannungen
und kleine Abstände haben aber eine sehr starke Er-
hitzung des Gitters und damit der ganzen Röhre
zur Folge, sodaß also schließlich die Frage der
Wellenverkürzung eine Frage der thermischen Belast-
barkeit wird.

Das vorliegende Modell hat einen Hartglaskolben,
der hohe thermische Beanspruchungen verträgt. Im
Betrieb glüht das Gitter so hellgelb, daß es durch
seine Strahlung die Anode auf Rotglut bringt, trotz-
dem durch eine Schwärzung der Oberfläche für ver-
besserte Abstrahlung der Wärme gesorgt ist. Auch



**Bild 17. Modell einer Amateur-Kurzwellenröhre
in natürlicher Größe für Wellen bis 1 m.**



**Bild 18. Universal-Experimentieröhre für maximal 100 Watt
bei langen Wellen und 4 Watt bei 55 cm Wellenlänge in
Bremsfeldschaltung.**

bei dieser Röhre wird es durch die Ver-
wendung von Hartglas möglich, die Elektroden
unmittelbar auf den Einschmelzdrähten zu
montieren. Gitter und Anode haben hier je
zwei Anschlüsse, sodaß im Innern des
Rohres eine Art Paralleldrahtleitung ent-
steht, die nach beiden Seiten hin verlängert werden
kann; in der Praxis werden an das eine
Ende die Stromquellen, an das andere Ende
die Antennendrähte angeschlossen.

Die Leistung der Röhre beträgt
4 Watt bei 55 cm Wellenlänge; zur Er-
zeugung von ca. 10 Watt kann man
zwei Röhren parallel schalten. Der Wirkungs-
grad von 4% erscheint niedrig, gemessen

an dem Wirkungsgrad von Langwellensendern, aber erstaunlich hoch, wenn man die sonst bei Elektronentanzschwingungen erzielbaren Wirkungsgrade damit vergleicht.

Diese eben beschriebene Röhre RS 296 ist besonders für Experimentierzwecke in Laboratorien geeignet.

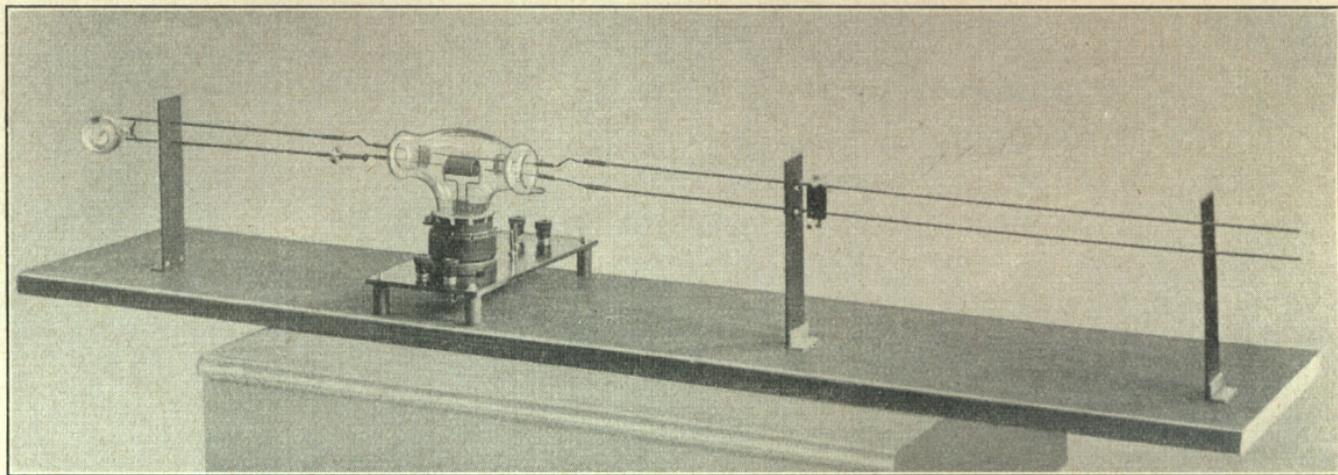


Bild 19. Prüfsender für Dezimeter-Wellen-Röhren in Bremsfeldschaltung.

Ihre Konstruktion und die Dimension ihrer elektrischen Daten ermöglicht es, mit der Röhre auch nach dem Rückkopplungsprinzip Schwingungen zu erzeugen. Sie gibt z. B. bei langen Wellen und einer Anodenspannung von 2000 Volt noch bis zu 100 Watt Nutzleistung.

Wegen ihrer hohen Spannungssicherheit zwischen Gitter und Anode läßt sie sich bei Verbindung von Gitter und Anode mit Erfolg als Gleichrichter für höhere Spannungen verwenden.