

Glimmröhren in der Funktechnik

Rö 51

2. Ausgabe
2 Blätter

Glimmröhren haben in Funktechnik und Elektronik Bedeutung als Signalglimmlampen, als Spannungstabilisatoren (behandelt im Funktechnischen Arbeitsblatt Re 11), als Relaisröhren mit kalter Katode, als Zählröhren und als Ziffern-anzeigeröhren.

1 Aufbau der Glimmröhre

Der Glaskolben ist mit einem verdünnten Gas (meist Edelgas Neon, Argon) gefüllt; er enthält ferner die zweckentsprechend geformten Elektroden, die einen bestimmten, meist kleinen Abstand voneinander haben. Ein zum Betrieb notwendiger Vorwiderstand ist bei Signalglimmlampen oft mit im Sockel untergebracht. Die Katode ist kalt (keine Heizleistung erforderlich).

2 Mechanismus der Glimmentladung

Die Vorgänge bei der Glimmentladung sind verwickelter als bei der Hochvakuumentladung. Stromträger in der Gasentladung sind freie Elektronen und positive Ionen.

2.1 Unselbständige Entladung

Die Trägerbildung geschieht durch fortlaufende Neuzuführung von Strahlung (z. B. Fotozelle) oder durch Heizleistung (Glühkathodenröhre).

2.2 Selbständige Entladung

Die Trägerbildung im Gas und an der Katode geschieht durch das elektrische Feld im Entladungsraum selbst. In der Glimmröhre findet bei genügend hoher Spannung zwischen den Elektroden eine selbständige Entladung bei kalter Katode statt, wobei folgendes geschieht: Im Entladungsraum sind immer einige wenige Ladungsträger (Elektronen und Ionen) vorhanden (Ursache: kosmische Strahlung). Sie werden durch das elektrische Feld zwischen den Elektroden beschleunigt, die Elektronen fliegen zur Anode und die positiven Ionen zur Katode.

Die Elektronen bekommen eine so große Geschwindigkeit, daß sie unterwegs in der Lage sind, aus neutralen Gasatomen neue Elektronen abzuspalten, wenn die Spannung zwischen den Elektroden mindestens gleich der „Ionisierungsspannung“ ist. Der Wert dieser Ionisierungsspannung hängt hauptsächlich von der Gasart ab. Die so gebildeten Ionen fliegen ebenfalls zur Katode. Sie schlagen beim Aufprall auf die Katode wiederum Elektronen aus ihr heraus, die nun auch unter dem Einfluß des elektrischen Feldes zur Anode fliegen und unterwegs neutrale Gasatome ionisieren.

Diese Vorgänge vervielfachen sich schnell, bis der Strom lawinenartig anwächst, die Entladung hat gezündet (Zündspannung: notwendig zur Einleitung der Entladung).

In diesem Augenblick wird der Spannungsabfall an der Entladungsstrecke kleiner (Brennspannung: notwendig zur Aufrechterhaltung der Entladung).

Da die Ionisation durch Stoß erfolgt, spricht man von Stoßionisation.

Nicht alle Ionen im Entladungsraum fliegen zur Katode, denn im Entladungsraum selbst besteht die Möglichkeit einer Wiedervereinigung von Elektronen und Ionen zu neutralen Gasatomen (Rekombination, Entelektronisierung).

Bei weiterer Stromerhöhung geht die Glimmentladung in eine Lichtbogenentladung über; die Entladung zieht sich auf einen immer kleineren Querschnitt auf der Katode zusammen

(Stromdichte einige 1000 A/cm²). Eine normale Glimmröhre wird hierbei zerstört.

2.3 Unbehinderte, selbständige Glimmentladung – behinderte, unselbständige Glimmentladung

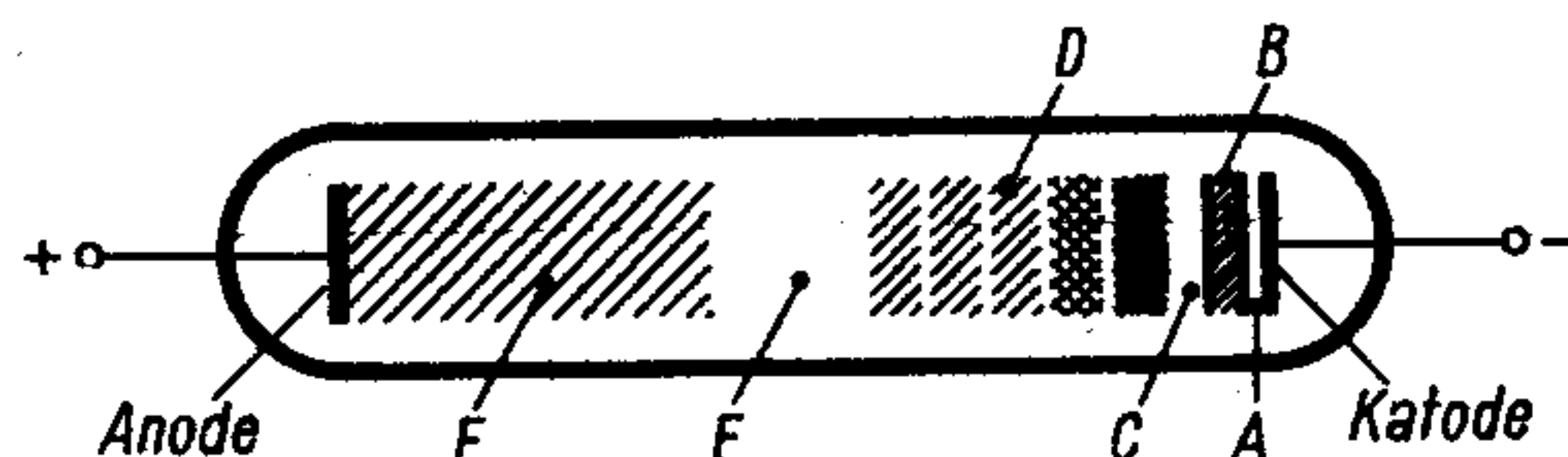
Zur Aufrechterhaltung einer normalen, unbehinderten Glimmentladung ist es erforderlich, daß von der zur Katode zurückkehrenden Ionenwolke, die aus einem aus der Katode herausgelösten Elektron hervorgerufen wurde, wieder mindestens ein Elektron herausgelöst wird.

Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so haben wir die behinderte Glimmentladung, dabei ist für das Fließen eines Stromes eine Fremdionisation, z. B. durch die kosmische Strahlung, notwendig.

3 Zonen des Glimmlichtes

Sowohl bei der Ionisierung als auch bei der Rekombination wird Energie frei in Form sichtbarer Strahlung. Die Zonen, in denen solche Vorgänge auftreten, sind also durch Leuchterscheinungen kenntlich; dabei hängt die Leuchtdichte von dem Wert des elektrischen Feldes (Beschleunigung der Elektronen) ab. Die Leuchtdichte durchläuft in Abhängigkeit von der Beschleunigungsfeldstärke ein Maximum, d. h. bei größerer Feldstärke nimmt sie wieder ab. Die Strahlung ist

Bild 1. Glimmzonen einer vollständigen Glimmentladung



nicht einwellig, sondern es entsteht ein Mischlicht, das sich aus genau definierten, von der Gasart bestimmten Frequenzen zusammensetzt.

Wir unterscheiden folgende Zonen (Bild 1):

A. Astonscher Dunkelraum

Die Elektronengeschwindigkeit reicht hier noch nicht zur Ionisation aus.

B. Katodenglimmhaut (erste Katodenschicht)

Zone schwacher Leuchtintensität, in welcher die Elektronengeschwindigkeit zur Leuchtanregung ausreicht.

C. Hittorfscher Dunkelraum

Fast unsichtbar leuchtende Zone mit größerer als für Leuchtanregung optimaler Elektronengeschwindigkeit.

D. Katodenglimmlicht (negatives Glimmlicht)

Elektronengeschwindigkeit für Leuchtanregung optimal. Glimmsaum: Katodenseitige sehr helle Begrenzung des Katodenglimmlichtes. Abnahme der Leuchtstärke zur Anode hin.

E. Faradayscher Dunkelraum

Fast unsichtbar leuchtende Zone. Die Elektronen haben im Raum D so viel an Geschwindigkeit eingebüßt, daß kaum mehr Ionisation stattfindet.

F. Positive Glimmsäule

Beim Durchlaufen des Dunkelraumes E haben die Elektronen wieder an Geschwindigkeit gewonnen; im Gebiet F kommt es nur ganz unregelmäßig zur Ionisation. Das ganze Gebiet der positiven Säule leuchtet in gleichförmiger Stärke. Die positive Säule kann aber unter Umständen auch in viele einzelne Leuchtschichten mit gleichmäßigen Abständen aufgeteilt sein.

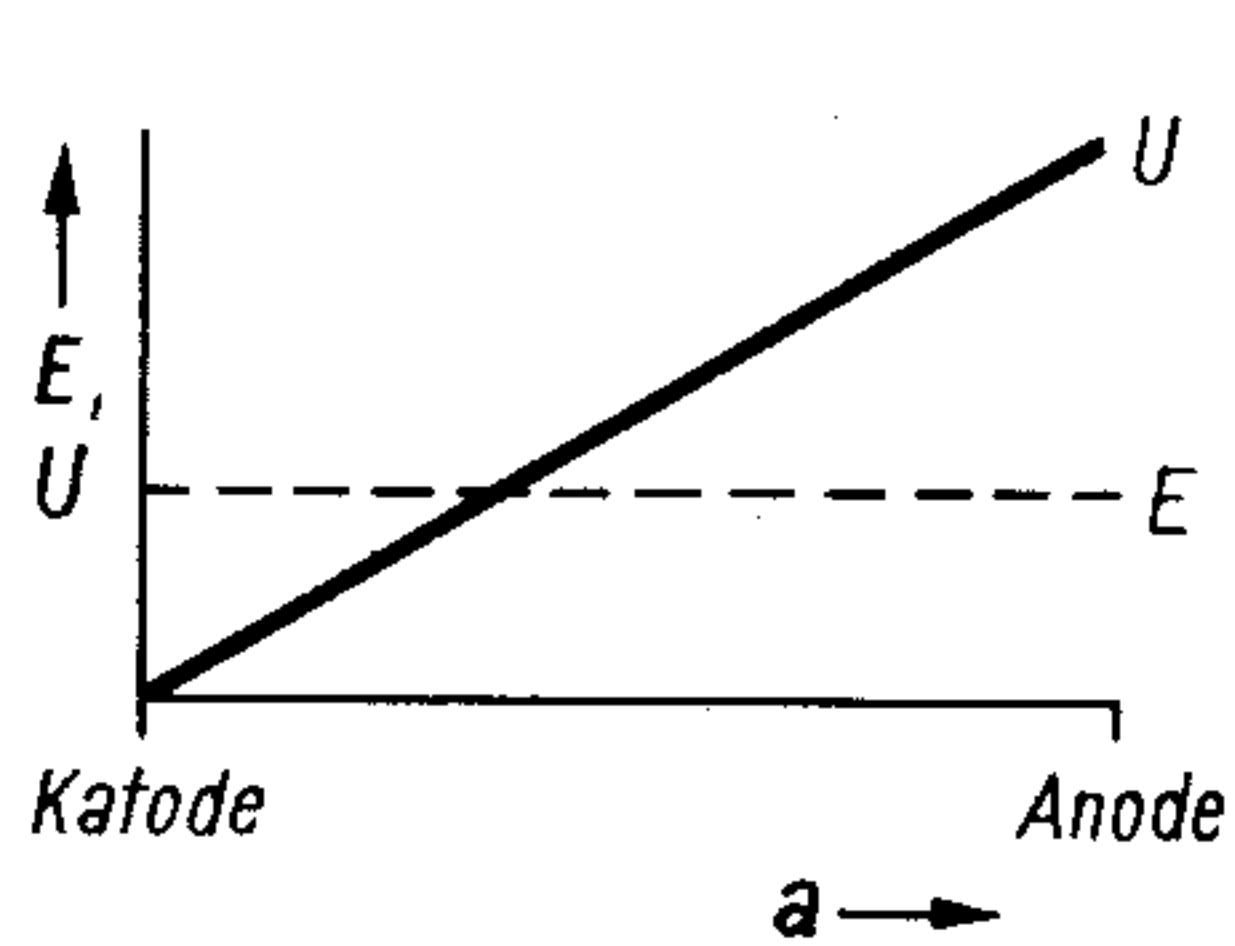


Bild 2. Spannungsverteilung und Feldstärke in der Glimmröhre vor der Zündung

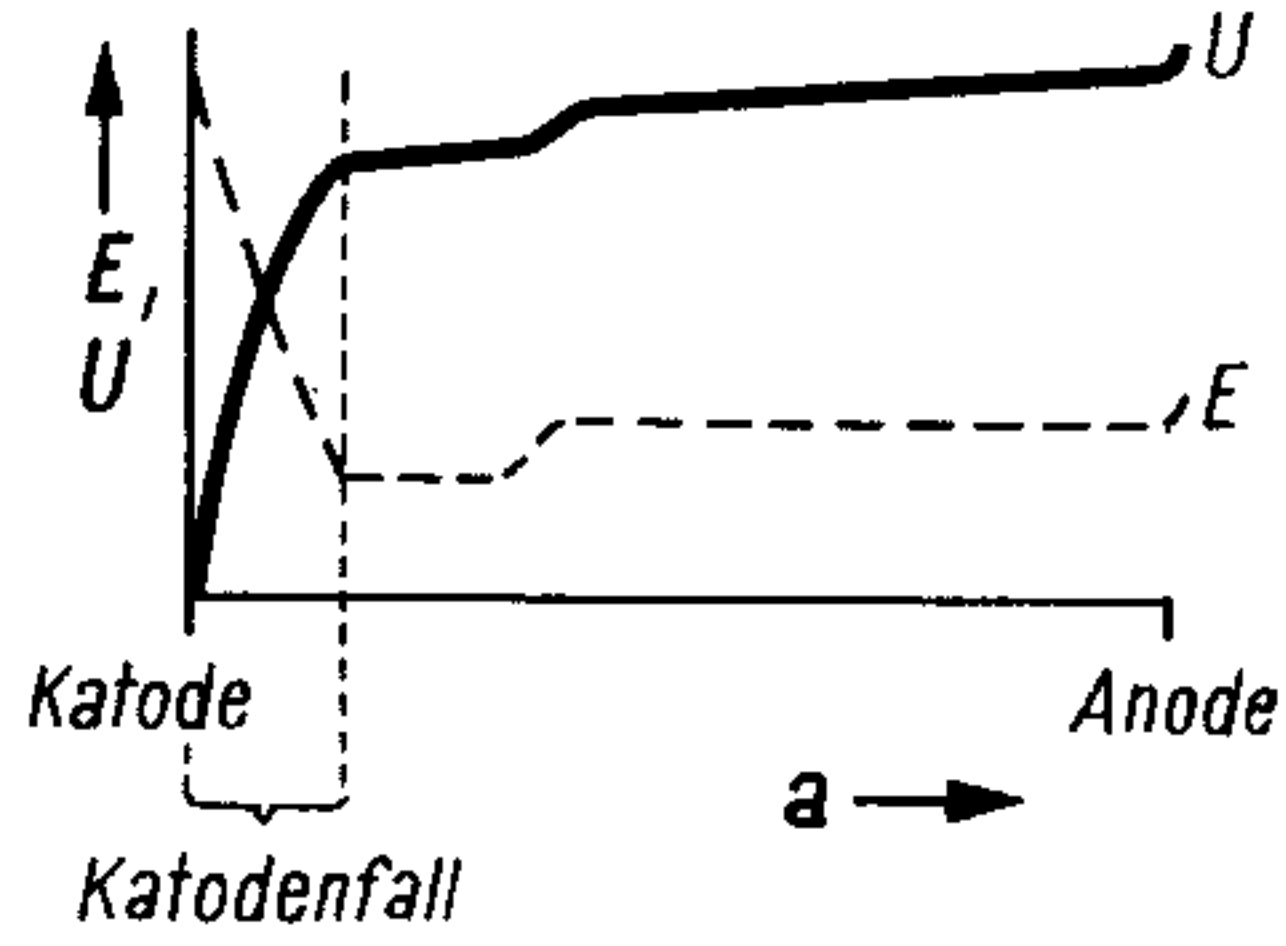


Bild 3. Spannungsverteilung und Feldstärke in der Glimmröhre nach der Zündung

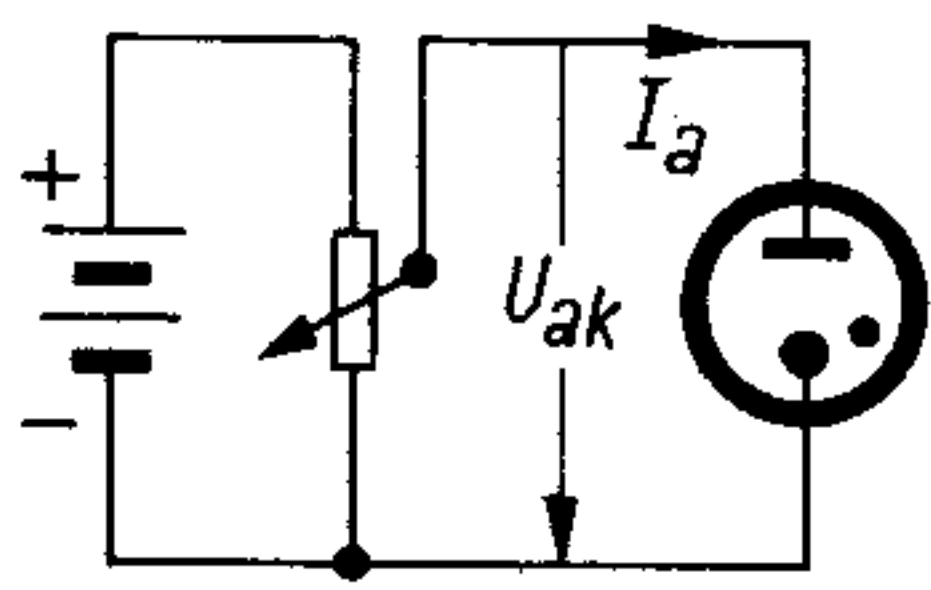


Bild 4. Schaltung zur Kennlinienaufnahme, wenn die Spannung an den Elektroden unterhalb der Zündspannung bleibt

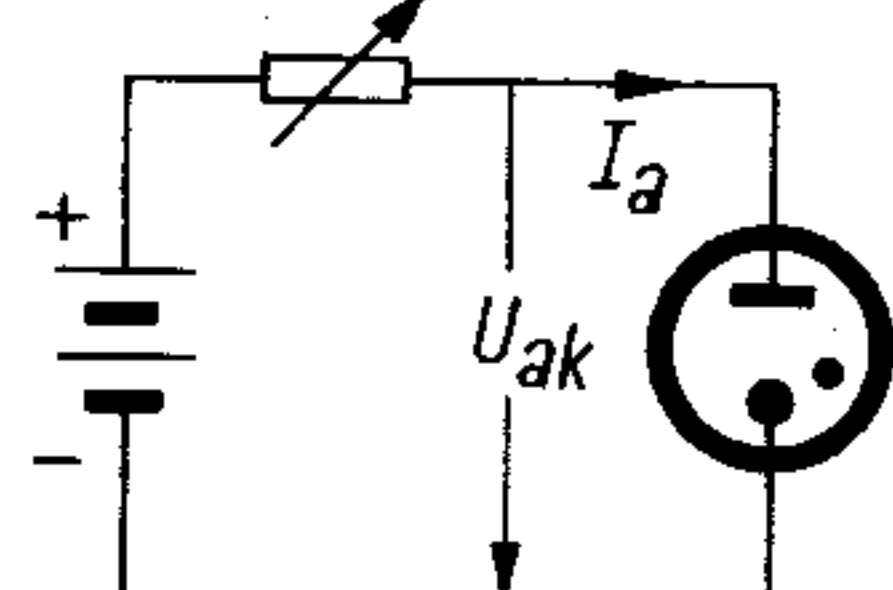


Bild 5. Schaltung zur Kennlinienaufnahme im Bereich oberhalb der Zündung der Glimmstrecke

Das Katodenglimmlicht hat eine höhere Frequenz als das Anodenglimmlicht, da in der Umgebung der Katode die Spannung am größten ist. Bei Füllung der Röhre mit Stickstoff ist z. B. das Glimmlicht an der Anode gelbrot, an der Katode blau.

3.1 Glimmröhren mit nur negativem Glimmlicht

Die positive Säule wird in Glimmröhren für Beleuchtungszwecke praktisch ausgenutzt (Leuchtröhren).

Die in der Funktechnik verwendeten Glimmlampen nutzen nur das Katodenglimmlicht (Zone D) aus. Zur Unterdrückung der positiven Säule wird die Anode in den Faradayschen Dunkelraum vorverlegt, d. h. der Elektrodenabstand wird verringert. Diese Vorverlegung darf nur bis zum Glimmsaum erfolgen, da sonst das Glimmlicht erlischt. Der Elektrodenabstand beträgt im Mittel 2 mm, der Gasdruck etwa 10 Torr.

4 Spannungsverteilung innerhalb der Glimmröhre

Die Spannungsverteilung in der Glimmröhre ist vor und nach der Zündung grundsätzlich verschieden.

Als einfaches Beispiel ist eine Elektrodenanordnung angenommen, bei der Anode und Katode als Platten ausgebildet sind.

$U < U_z$: Die Spannung ist eine lineare Funktion des Abstandes a von der Katode. Die Feldstärke ist über die ganze Länge konstant (Bild 2).

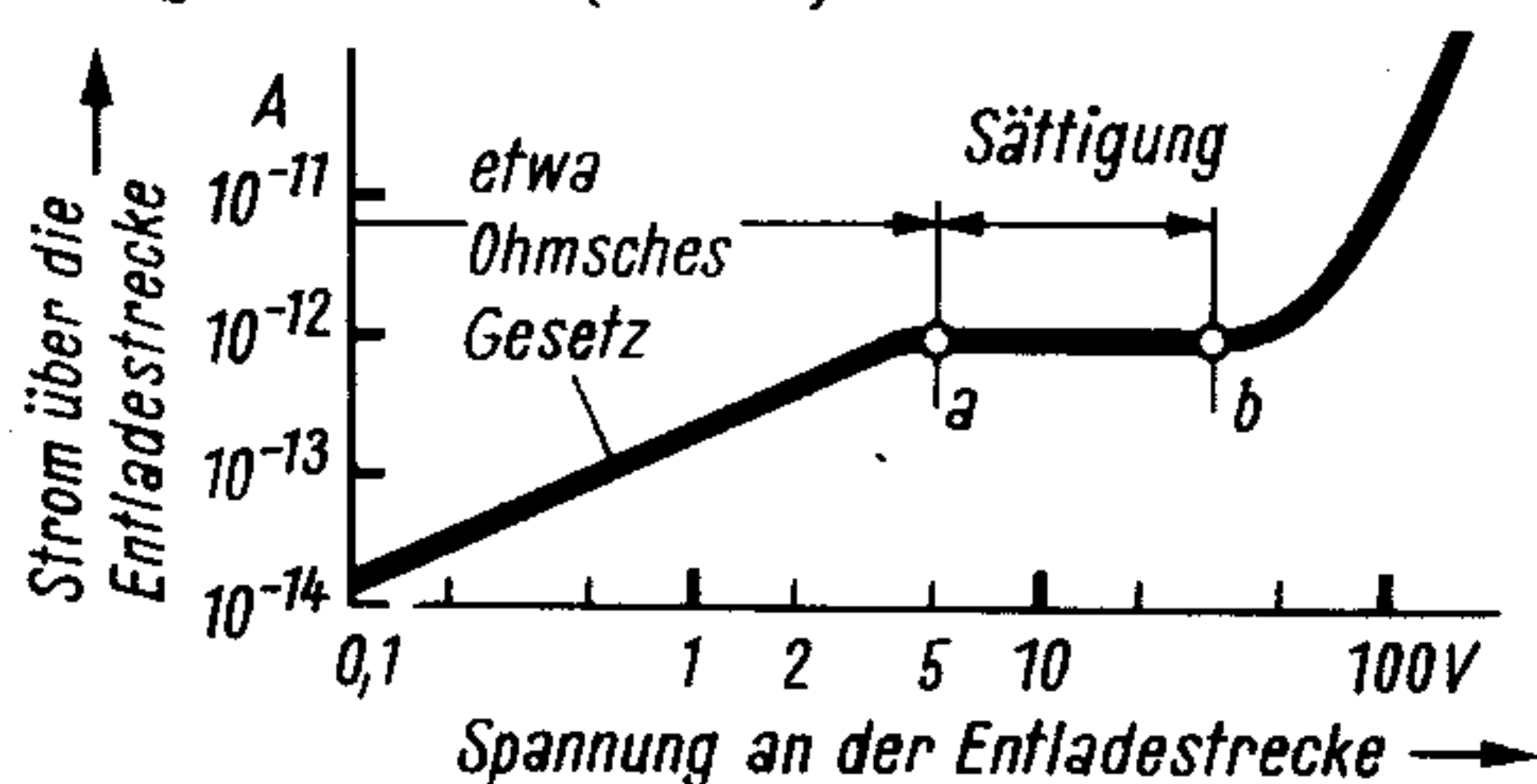


Bild 6. Kennlinienbereich unterhalb der Zündung

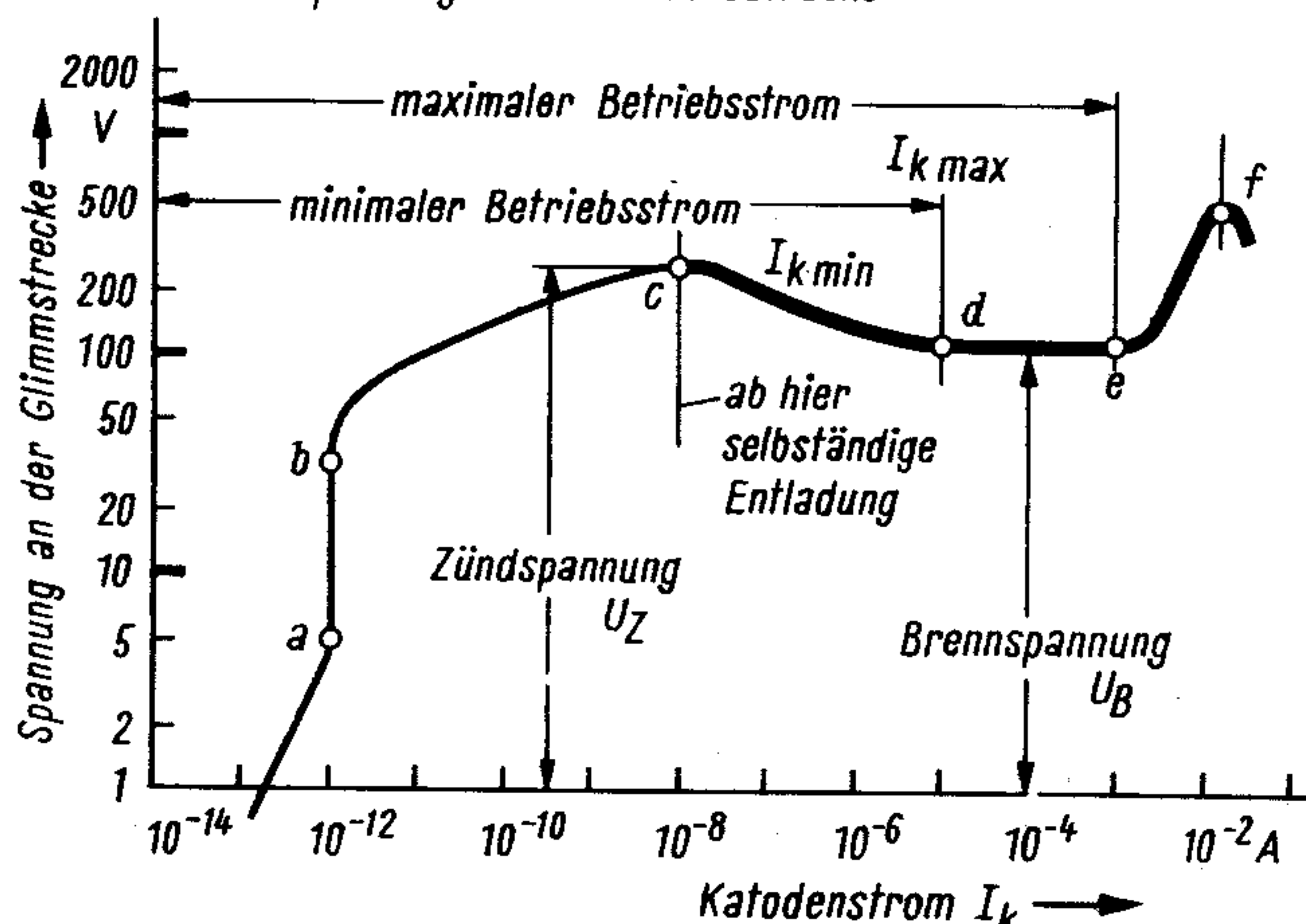


Bild 7. Gesamter Kennlinienbereich

$U > U_z$: Die starke Anhäufung positiver Ionen vor der Katode erzeugt hier ein großes Potentialgefälle. Diese Spannung heißt Katodenfall (Bild 3). Sie ist nur abhängig von Gasart und Katodenmaterial, nicht von Druck und Elektrodenform.

5 Kennlinienverlauf zur Glimmentladung

5.1 Meßschaltungen

Solange bei der Messung der Kennlinie die Spannung noch klein gegen die Zündspannung bleibt, kann die Schaltung nach Bild 4 benutzt werden.

In dieser Schaltung würde bei Zündung der Entladestrecke der Strom unzulässig hohe Werte annehmen können, da der Innenwiderstand der Strecke dann sehr klein wird. Deshalb ist für diesen Kennlinienbereich die Schaltung nach Bild 5 geeigneter. Dazu trägt man dann in der Kennlinie die Spannung an der Glimmstrecke als Funktion des Stromes auf.

5.2 Kennlinie vor der Zündung (dunkler Vorstrom)

In einem mit Edelgas unter geringem Druck gefüllten Kolben stehen für einen Strom zwischen den Elektroden stets Elektronen und Ionen als Ladungsträger zur Verfügung, da immer eine gewisse Vorionisierung allein schon durch die kosmische Strahlung vorhanden ist. Daher rührt der schon bei geringen Spannungen auftretende Stromanstieg (Bild 6).

Bei konstanter Vorionisierung ergibt sich ein konstanter Widerstand der Entladestrecke, das bedeutet einen linearen Stromanstieg. Der lineare Anstieg endet, wenn alle auf Grund der Fremdionisation vorhandenen Ladungsträger am Strom beteiligt sind. Es ergibt sich so ein Sättigungsabschnitt (a...b) in Bild 6. Wird die Spannung weiter erhöht, so hat dies höhere Ladungsträgergeschwindigkeiten zur Folge. Sie bewirken in höherem Maße Stoßionisation, dadurch wird die Ladungsträgerzahl größer, so daß der Strom nun doch weiter ansteigt. Zunächst bleibt jedoch die Stoßionisation so gering, daß die Entladung unselbständig bleibt, bei Vermindern der Spannung geht der Strom wieder zurück. Bei Wegfall der Fremdionisation würde der Stromfluß aufhören.

5.3 Kennlinie bei und nach der Zündung

Wird der Strom weiter erhöht, so verstärkt sich die Stoßionisation so sehr, daß es zum Zünden der Glimmstrecke kommt, Punkt c in der Kennlinie Bild 7. Die Spannung, die den Punkt c kennzeichnet, heißt Zündspannung der Glimmstrecke, der zugehörige Strom heißt Vorstrom. Mit dem Zünden der Strecke wird die Entladung selbständig. Die Fremdionisation hat jetzt keine Bedeutung mehr.

Die Spannung an der Glimmstrecke bricht nun (Schaltung Bild 5) auf die Brennspannung zusammen.

5.3.1 Erste Glimmentladung, normaler Katodenfall

Bei kleinem Strom ist zunächst nur ein Teil der Katode mit Glimmlicht bedeckt. Bei steigendem Strom vergrößert sich die Lichtfläche, die Stromdichte (Elektronenzahl je Flächeneinheit) bleibt konstant, der Katodenfall unverändert (Hehlsches Gesetz). Umgekehrt ist jedoch bei verkleinertem Entladungsquerschnitt ein Aufrechterhalten des Stromes nur möglich, wenn die Spannung zwischen den Elektroden höher wird als der Katodenfall; sie wird um so höher, je geringer der Strom wird. Ansteigen der Spannung bei abnehmendem Strom bedeutet jedoch negativen Innenwiderstand, Kennlinienbereich c...d in Bild 7.

Wenn der Spannungsbedarf der Glimmentladung höher ist als die EMK der Spannungsquelle, erlischt die Glimmentladung. Bei konstanter EMK der Spannungsquelle erlischt diese erst, wenn der Vorschaltwiderstand zur Glimmlampe größer wird als deren negativer Innenwiderstand (Kaufmannsche Löschbedingung).

An diesem Bereich der Kennlinie schließt sich ein Gebiet d...e an, in dem die Spannung an der Glimmstrecke in ziemlich weiten Grenzen unabhängig vom Strom ist bzw. nur sehr wenig ansteigt. Dieses Kennliniengebiet wird für Spannungsstabilisator-Röhren ausgenutzt.

5.3.2 Zweite Glimmentladung, anomaler Katodenfall

Zum Punkt e der Kennlinie gehört die volle Bedeckung der Katodenfläche mit Glimmlicht. Steigert man den Strom über den Punkt e hinaus, so gehört dazu eine höhere Spannung. Die Stromdichte sowie die Ladungsträgerdichte steigen an, und die Leuchtintensität des Glimmlichtes nimmt zu. Der Katodenfall wird größer, die Spannung ist eine annähernd lineare Funktion des Stromes.

5.3.3 Die Bogenentladung

Erreicht die Stromdichte einen so hohen Wert, daß an mindestens einer Stelle der Katode im Dauerzustand thermische Emission einsetzt, so sind die Voraussetzungen für eine Bogenentladung gegeben, Punkt f der Kennlinie. Ein Lichtbogen kann zur Zerstörung der Röhre führen.

5.3.4 Innenwiderstand der Glimmstrecke

Mit dem Innenwiderstand ist der differentielle Widerstand

$R_i = \frac{dU_a}{dI_a}$ gemeint. Er darf nicht mit dem Gleichstromwider-

stand $R = \frac{U_a}{I_a}$ verwechselt werden.

Der differentielle Widerstand ist im Kennlinienbereich d...e sehr niedrig, daraus resultiert die Anwendung als Spannungstabilisator mit gleichzeitig sehr großer Siebwirkung gegen Brummspannung. Der links anschließende Kennlinienbereich c...d hat einen negativen differentiellen Widerstand, hier kann es zu unerwünschten Kippschwingungen kommen, wenn eine Kapazität parallel zur Glimmstrecke liegt; bei Stabilisatorröhren gibt man deshalb meist einen maximal zulässigen Wert der Parallelkapazität an.

Den negativen Bereich des Innenwiderstandes kann man bei Stabilisatorröhren dadurch vermeiden, daß man eine Hilfsanode einbaut, über die man zur Vorionisation einen Strom von etwa 0,1 mA fließen läßt. Dadurch wird die Zündspannung der Hauptanode herabgesetzt und außerdem der Kennlinienteil mit negativem Innenwiderstand vermieden.

Ein Parallelschalten beliebig großer Kapazitäten zur Hauptstrecke (Anode - Katode) ist zulässig, und der volle Regelbereich kann ausgenutzt werden. Weitere Vorteile sind, daß an der Hauptstrecke keine hohen Zündungsspannungsspitzen auftreten können und daß Zündverzögerungen bei völliger Dunkelheit vermieden werden.

Die Hilfsanode wird über einen Vorwiderstand R_z an den Pluspol der Speisespannung U_b angeschlossen. Der Mindestwert der Speisespannung $U_{b \min}$ muß wenigstens gleich dem maximalen Wert der Zündspannung der Hilfsanoden-Katoden-Strecke gewählt werden. Wenn die Brennspannung der Hilfsanode mit U_{Bz} und der Hilfsanodenstrom mit I_z bezeichnet werden, dann errechnet sich der Vorwiderstand zur Hilfsanode zu

$$R_z = \frac{U_{b \min} - U_{Bz}}{I_z}$$

6 Besondere Spannungswerte

Zündspannung U_z : Betrag der Spannung, bei der die Glimmentladung zündet. Der Strom steigt sprunghaft an, das Glimmlicht wird sichtbar. Die Zündspannung ist abhängig von der Gasart und dem Elektrodenmaterial sowie dessen Oberflächenbeschaffenheit (Reinmetall oder eventuelle Überzüge), ferner bei ein und derselben Röhre von der Temperatur und eventueller radioaktiver Bestrahlung und Wandauf-ladungen. Schwankung der Zündspannung etwa 3...5 %.

Bei Wechselspannungsbetrieb ist bei nicht zu hoher Frequenz der Scheitelwert der Wechselspannung maßgebend. Bei Frequenzen größer als etwa 10 MHz wird die Elektronenlaufzeit größer als die Schwingungsdauer, und das dadurch hervorgerufene Hin- und Herpendeln der Elektronen bewirkt eine sehr kräftige Ionisierung auch bei kurzen Weglängen. Infolgedessen sinkt die Zündspannung bei hohen Frequenzen.

Brennspannung U_B ist die Spannung, die sich unmittelbar nach der Zündung an den Elektroden einstellt (bei Betrieb mit Vorwiderstand). Sie nimmt bereits nach kurzem Dauerbetrieb einen konstanten Wert an (Stabilisator).

Löschspannung U_L ist die Spannung, bei der die Glimmröhre erlischt, wenn die Spannung an den Elektroden wieder heruntersetzt wird. Ihr Betrag ist geringer als der der Zündspannung und der Brennspannung, da der Entladungsraum ionisiert ist.

7 Trägheit der Glimmentladung

Infolge der Beteiligung schwerer Ionen am Stromtransport ist die Glimmentladung träger als die Hochvakuumentladung. Der Zeitverzug für den Aufbau der Entladung ist etwa 10^{-6} sec, für das Erlöschen etwa 10^{-5} bis 10^{-4} sec. Daher werden Leuchterscheinungen bis etwa 10^{-5} sec praktisch träge wieder-gegeben.

8 Anwendungen, Übersicht

Auf Grund der vorstehend beschriebenen Eigenschaften: geringe Trägheit,

äußerst geringer Innenwiderstand im Gebiet der Kennlinie zwischen normalem und anomalem Katodenfall,

charakteristische Spannungswerte,

gute Sichtbarkeit des Glimmlichtes,

ergeben sich vielseitige Anwendungsmöglichkeiten, für die eine Anzahl von Spezialtypen hergestellt wird, deren Aufbau dem jeweiligen Verwendungszweck besonders angepaßt ist.

8.1 Glimmlampen für Beleuchtungszwecke

Die bekannteste Ausführungsform ist die „Bienenkorbglimmlampe“, so benannt wegen der Form ihrer Elektroden. Bei ihr ist der nötige Vorwiderstand zum Anschluß an die Netzspannung im Sockel der Lampe mit eingebaut.

8.2 Signalglimmlampen

Das negative Glimmlicht ist auf kleiner Fläche zusammengedrängt, daher hohe Flächenhelligkeit und somit bei geringstem Leistungsaufwand große Sichtbarkeit. Der Vorwiderstand ist meist im Sockel mit untergebracht. Ein Schaltungsbeispiel für die Sicherungskontrolle zeigt Bild 8.

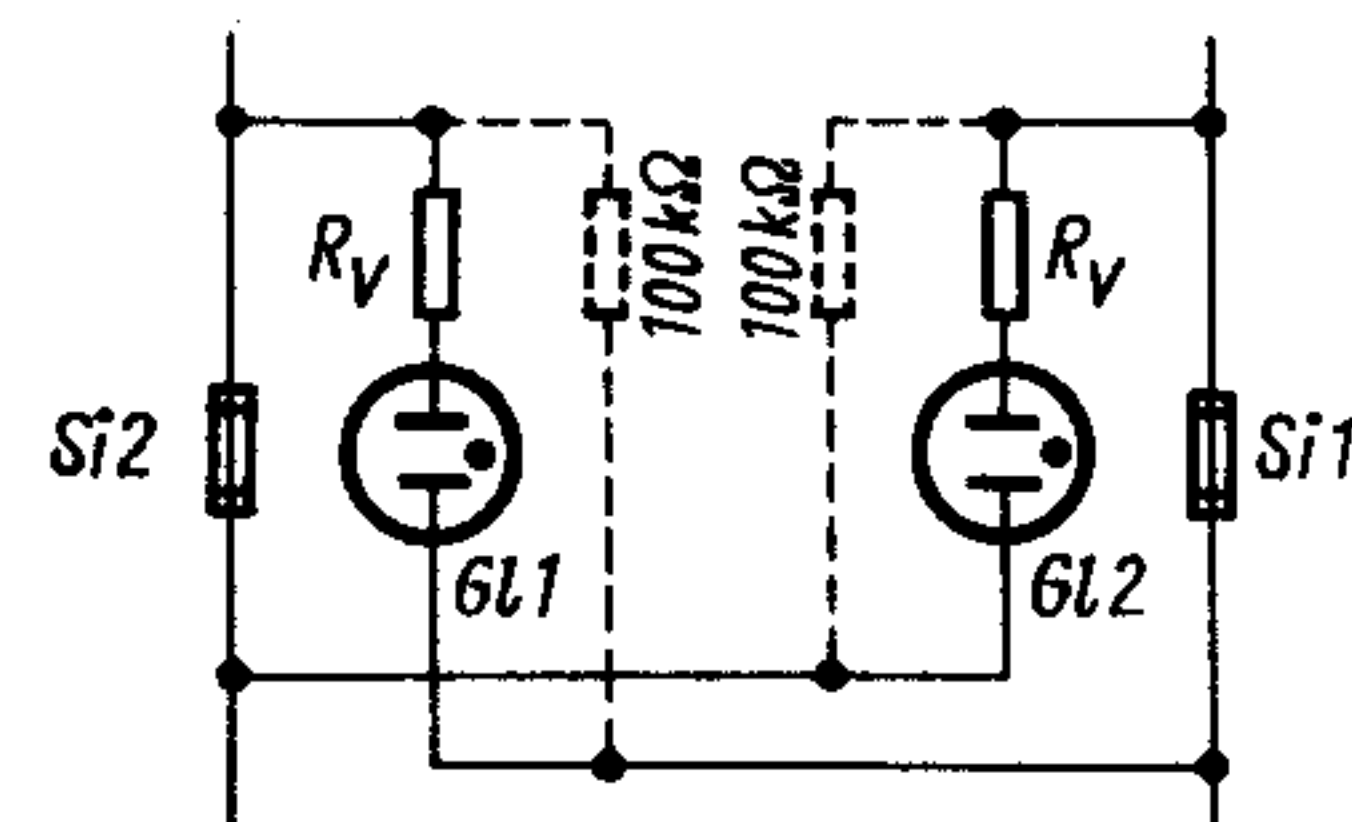


Bild 8. Sicherungskontrolle mit Signalglimmlampen

8.3 Stroboskop-Anwendung

Für die Überwachung der Drehzahl von Plattentellern, Projektoren u. ä. wird am Rande des Rades, dessen Drehzahl zu überwachen ist, eine entsprechende Anzahl von Marken angebracht. Die Glimmlampe wird mit Wechselstrom der Netzfrequenz betrieben. Zu beachten ist, daß bei Glimmlampen mit zwei etwa gleichgroßen sichtbaren Elektroden die Anzahl der Lichtblitze gleich zweimal der Netzfrequenz ist (bei 50 Hz also 100 mal je Sekunde).

Für andere Bewegungsvorgänge (z. B. schwingende Kontaktfedern) kann die Glimmlampe aus einer Quelle variabler Frequenz betrieben werden. Die Frequenz wird solange verändert, bis das zu untersuchende Objekt stillzustehen scheint. Kontaktgabe bzw. Prellungen an Kontaktfedern sind dann gut zu verfolgen.

Zur Berechnung der Drehzahl:

$$n = \frac{f}{s} \cdot 60$$

n = Drehzahl je Minute

s = Anzahl der Marken

f = Frequenz der Lichtblitze je Sekunde (bei Glimmlampen mit zwei etwa gleich großen, sichtbaren Elektroden muß $2f$ eingesetzt werden, denn die Glimmlampe zündet sowohl in der positiven als auch in der negativen Halbwelle

8.4 Ziffer- und Zeichen-Anzeigeröhren

Bei den direkt anzeigenden Zifferanzeigeröhren sind die Katoden in der Form der Ziffern von 0 bis 9 oder der Zeichen ausgebildet. Die Anzeige erfolgt durch Glimmbedeckung der jeweils angesteuerten Katode. Oft sind die Röhrenkolben zur Verbesserung des Kontrastes mit einem Filterüberzug versehen. Es gibt Röhren, bei denen die Katoden so angeordnet sind, daß daraus alle Ziffern von 0 bis 9 hervorgehen. Sie stehen alle an derselben Stelle senkrecht. Bei einer anderen Ausführungsform sind die Ziffern kleiner, und sie sind ringförmig um den Mittelpunkt des runden Kolbendoms angeordnet.

8.5 Spannungsstabilisierung

Im Bereich des normalen Katodenfalls ist der Innenwiderstand der Entladungsstrecke sehr gering, siehe Bild 7, Kennlinienbereich d...e. Dieses Gebiet wird um so größer, je größer die Katodenoberfläche gewählt wird. Näheres über die Anwendung siehe Funktechnische Arbeitsblätter Re 11.

8.6 Glimmröhren als Sende-Empfang-Umschaltrelais

In geeigneter Ausführung und Schaltung können Glimmröhren dazu dienen, entweder den Sendeimpuls bei Radaranlagen daran zu hindern, in die Empfangsanlage einzudringen und sie zu zerstören oder „zuzustopfen“ – oder umgekehrt, während der Empfangsperiode ein Abwandern der aufgenommenen Empfangsenergie in den Sender und damit einen Empfindlichkeitsverlust zu vermeiden. Die Zündung geschieht durch den Hf-Impuls des Senders, wobei dann durch den niedrigen Innenwiderstand der gezündeten Glimmentladung geeignete Teile der konzentrischen oder Hohlrohr-Leitung kurzgeschlossen werden. Da für die Zündung einer solchen Hf-Entladung Innenelektroden nicht unbedingt erforderlich sind, hat man solche Glimmröhren auch ohne Elektroden gebaut. Daher die Bezeichnung „Nulloden“ für diese Röhren. Andere Bezeichnungen sind: Empfänger-Sperr-Röhre, TR-Röhre, ATR-Röhre.

8.7 Glimmröhren als Überspannungsschutz

Da die Glimmröhre praktisch nicht leitet, wenn ihre Zündspannung von der angelegten Spannung nicht erreicht wird, und sie nach der Zündung einen sehr niedrigen Innenwiderstand hat, ist sie gut als Überspannungsschutz geeignet, sofern ihre Zündspannung für das zu schützende Aggregat noch nicht schädlich ist.

Eine praktische Anwendung finden Glimmröhren in Parallel-Schaltungen zum Eingang von Empfangsgeräten; sie dienen zum Ableiten statischer Aufladungen der Antenne. Die dazu verwendeten Röhren müssen kleine Kapazitäten zwischen den Elektroden aufweisen. Wenn der Empfängereingang galvanische Verbindung mit Erde hat, ist eine Trennkapazität zwischen Glimmlampe und Empfängereingang erforderlich.

Zum Verhindern hoher Spannungsspitzen an induktiv belasteten Relaiskontakten und damit verbundener starker Funkenbildung sind Glimmröhren ebenfalls gut geeignet.

8.8 Glimmrelaisröhren

Auch Relaisröhren mit kalter Katode, Thyatron mit kalter Katode oder abgekürzt Kaltkatodenröhre genannt. Hierbei handelt es sich um einen elektrischen Schalter, der sich durch einen Steuerimpuls betätigen läßt. Die Hauptentladungsstrecke zwischen Anode und Katode liegt in dem zu schaltenden Arbeitskreis. An diesen Elektroden liegt eine Spannung an, die zwar genügend weit über dem Brennspannungswert dieser Hauptstrecke liegt, jedoch den Zündwert für diese Strecke nicht erreicht. Nahe an der Katode befindet sich eine Hilfselektrode, der Starter bzw. die Steuerelektrode. Wird die Entladungsstrecke zum Starter mit Hilfe eines Steuerimpulses gezündet, so erhöht sich die Ladungsträgerzahl in der Röhre sehr wesentlich, und die Hauptstrecke mit dem zu schaltenden Arbeitskreis zündet, sie wird leitend.

Die Vorteile solcher Röhren sind:

- Fortfall jeder Heizleistung,
- keinerlei Leistungsaufnahme während der Wartezeiten,
- ständige Betriebsbereitschaft,
- geringe Temperaturabhängigkeit,
- äußerst geringer Steuerstrom,
- Speisespannung stimmt mit den üblichen Netzspannungswerten überein,
- die Relaisröhre läßt sich außer an Gleichspannung auch direkt an Wechselfspannung betreiben.

Ferner gibt es Glimmrelaisröhren, in denen im gleichen Kolben Glimmstrecken zur Spannungsstabilisierung untergebracht sind.

Eine Eigenart der Glimmrelaisröhre liegt darin, daß der Steuerimpuls zwar den Stromdurchgang durch Röhre und Last einleiten, nicht aber wieder unterbrechen kann. Zum Unterbrechen des Last- und Röhrenstromes muß die Anodenspannung unter die Brennspannung der Glimmröhre abgesenkt werden. Wird eine Wechselfspannung als Speisespannung verwendet, so erfolgt in jeder Periode eine Unterbrechung. Soll aber bei Wechselfspannungsbetrieb der Stromdurchgang über mehrere Perioden erhalten bleiben, so muß die Bedingung zum Zünden der Laststromstrecke aufrechterhalten werden.

Die Restspannung von Relaisröhren liegt bei etwa 70 V (Schichtkatoden) oder etwa 110 V (Reinmetallkatoden). Daher ist bei Speisespannungen um 200 V der Wirkungsgrad nur etwa 50 %. Dadurch, daß in den Wartezeiten überhaupt keine Leistung verbraucht wird, ist der Gesamtwirkungsgrad jedoch hoch, vor allem, wenn die Einschaltzeiten kurz sind gegenüber den Wartezeiten.

8.9 Geiger-Müller-Zählrohre

Im Prinzip gehören diese Ausführungen ebenfalls zu den Glimmrelaisröhren. Sie bestehen aus einem Metallrohr mit Edelgasfüllung unter niedrigem Druck. In der Mittelachse des Rohres ist isoliert von ihm ein Metalldraht ausgespannt. Die zu beobachtende Strahlung kann durch ein Eintrittsfenster in den Entladungsraum eindringen. Zwischen Mantel und Draht liegt eine Spannung geeigneter Höhe (im Kilovoltbereich). Der Einfall einer α -, β - oder γ -Strahlung löst einen einmaligen Entladeimpuls aus, der über eine Verstärkerschaltung hörbar gemacht und dessen Häufigkeit gezählt werden kann.

8.10 Dekadische Zählrohren

Glimmrelaisröhren kann man zu Zähl-schaltungen zusammenschalten. Für Vor- und Rückwärtszählung ist es erforderlich, daß zwei Starterelektroden in der Röhre angebracht sind. Die Glimmentladung kann gleichzeitig zur Sichtanzeige des Schaltzustandes herangezogen werden.

Es gibt spezielle dekadische Zählrohren, in denen bei ringförmiger Elektrodenanordnung zehn Glimmrelaisstrecken zusammengefaßt sind. Auch hier kann die Anzeige durch die sichtbare Glimmentladung selbst erfolgen.

8.11 Gasgefüllte Rauschdioden

In einer Gasentladung führen die Elektronen ungeordnete Bewegungen aus. Dadurch entsteht „weißes Rauschen“. Eine Gasentladungsröhre stellt demnach einen Rauschgenerator dar, der eine bestimmte Rauschzahl hat. Diese ist hauptsächlich von der Gasart, nicht aber vom Gasdruck, abhängig. Bei Neon als Füllgas liegt diese Rauschzahl bei etwa 19 dB.

Die Ausführungsform solcher Rauschgeneratorröhren ist meist eine langgestreckte Röhre, die in einem spitzen Winkel durch einen Hohlraumleiter geführt wird. Der Anwendungsbereich solcher Rauschgeneratoren mit Gasentladungsröhren erstreckt sich von einigen hundert Megahertz bis zu 100 Gigahertz. Da die Rauschzahl eines solchen Generators nicht regelbar ist wie die einer gesättigten Hochvakuum-Rauschdiode, ist das Meßverfahren etwas anders.