

**Zeitschrift:** Helvetica Physica Acta

**Band:** 10 (1937)

**Heft:** IV

**Artikel:** Über Gittersteuerung des Spitzen- und Koronastroms

**Autor:** Greinacher, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-110746>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Über Gittersteuerung des Spitzen- und Koronastroms

von H. Greinacher (Bern).

(7. V. 37.)

Während früher die Steuerung elektrischer Ströme durch Gitter bzw. Sonden fast ausschliesslich für Elektronenströme im Vakuum angewandt worden ist, wird das Prinzip in neuerer Zeit mit Vorteil auch zur Steuerung elektrischer Lichtbögen (Hg-dampfgleichrichter) und Glimmentladungen (Glimmrelais, Thyatron etc.) verwendet. Es wurde nun festgestellt, dass auch selbständige Entladungen in freier Atmosphäre, insbesondere Spitzenströme durch Steuerelektroden beeinflusst werden können. Bei Spitzenströmen ist insofern ein ähnliches Verhalten zu erwarten wie bei Gitterelektronenröhren, als auch hier der Strom nur von Ionen *eines* Vorzeichens getragen wird. Verschieden ist es aber, da hier die Ionenbewegung mit Reibung, also langsamer, erfolgt, ferner da die Steuerung hier nicht nur die Ionenbewegung, sondern auch die Ionenbildung (Stärke der Spitzenentladung) mitumfasst. So zeigte sich denn auch, dass ein Drahtnetz (Maschenweite 1 mm) zwischen Spalte und Platte nicht als Steuerorgan zu gebrauchen war, da hierdurch die Spitzenentladung verhindert wurde. Jedoch wurde der Strom nicht unterbrochen, wenn man etwa ein Metallblech mit zentraler kreisrunder Öffnung in den Stromweg einschaltete, oder ein Metallblech oder nur einen Metalldraht // zur Platte mehr oder weniger weit in den Entladungsraum einschob. In letzterem Fall konnte der Draht sogar direkt zwischen Spalte und Platte eingeschaltet werden. Wie nun im einzelnen die Verhältnisse bei gittergesteuertem Spitzen- und Koronastrom liegen, mögen die im folgenden mitgeteilten Versuche zeigen. Bei diesen hat mich Herr W. KLEIN in freundlicher Weise assistiert, wofür ihm auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

## Verhalten bei isoliertem (freiem) Gitter.

Einer Metallscheibe  $P$  wurde eine zweite mit zentraler Bohrung von 8 mm  $G$  im Abstand 1,5 mm, ferner eine Nähnadelspitze  $S$  im Abstand 5 mm gegenübergestellt (Fig. 1). Einem Gleichrichtergerät  $Gl$  konnte über einen Begrenzungswiderstand  $W$  ( $2 \cdot 10^5$  Ohm) der Platte  $P$  eine am Elektrometer  $E$  ablesbare

Spannung bis zu 5000 V zugeführt werden. Der Spitzenstrom wurde am Mikroampemeter  $A$  (1 Teil =  $0,75 \cdot 10^{-6}$  Amp.) abgelesen. Die Gitterelektrode  $G$  war mit Hilfe eines dicken Metalldrahtes an einem Stück Siegellack befestigt. Wurde an

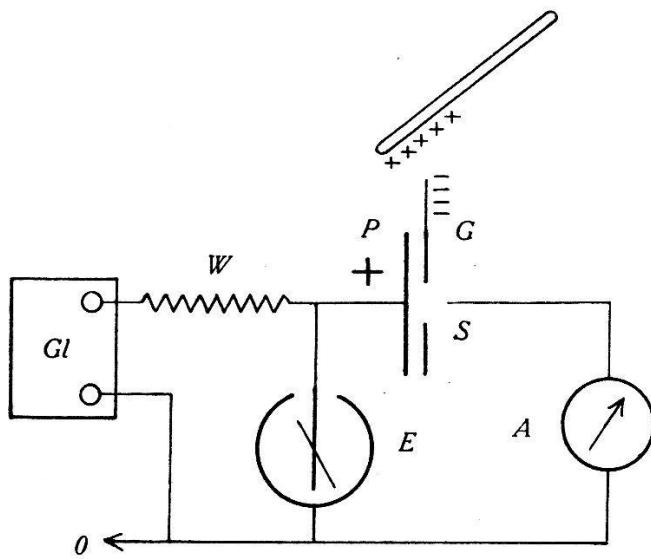


Fig. 1.

$P$  eine Spannung von + 5000 V angelegt, so erhielt man einen Spitzenstrom von 5—6 Teilen. Wurden aber  $P$  und  $G$  vorgängig kurzzeitig miteinander verbunden, so stellte sich hernach (bei isoliertem Gitter) ein Ausschlag von 13 Teilen ein, der allerdings im Laufe einiger Minuten wesentlich zurückging (Fig. 2). Wurde andererseits  $G$  kurzzeitig mit  $S$  verbunden, so entstand nachher überhaupt kein Spitzenstrom.

Die Erklärung ist folgende: Wird  $G$  anfänglich auf + 5000 V wie  $P$  aufgeladen und sodann isoliert, so wandern solange — Spitzen-

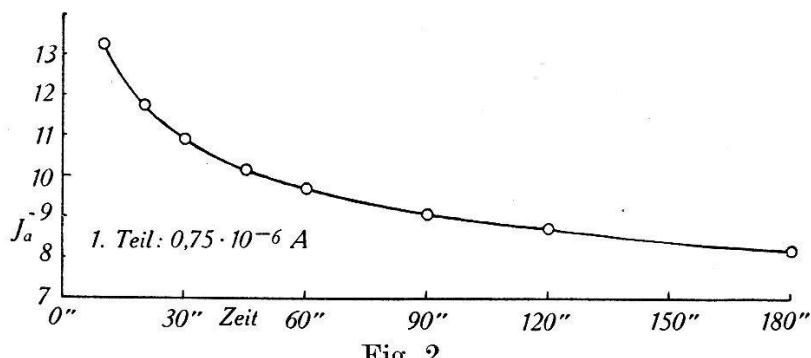


Fig. 2.

ionen an  $G$ , bis dieses auf das ihm nach seiner Lage entsprechende Raumpotential entladen ist. Dann fliesst ein Spitzenstrom von ungefähr gleicher Stärke, wie er auch ohne Anwesenheit von  $G$  vorhanden wäre. Dieser Strom bliebe dann fortbestehen, wenn  $G$

vollkommen isolierte. Infolge des Isolationsverlustes geht aber das Potential weiter herunter (exponentiell) und der Spitzenstrom wird allmählich abgedrosselt. Befindet sich  $G$  von Anfang an auf dem Potential der Spitze ( $o$ ), so tritt überhaupt kein Strom auf. Ein automatisches Einstellen eines Ruhepotentials, wie es bei Elektronenröhren infolge der freien Beweglichkeit der Elektronen bzw. ihrer kinetischen Energie eintritt, findet somit nicht statt.

Die Verhältnisse sind jedoch andere, wenn die Spannung an  $S$  angelegt und  $P$  zur Erde abgeleitet wird. Dann sucht sich das Potential von  $G$  infolge des Isolationsverlustes dem von  $P$  anzulegen. Die Ionen des Spitzenstroms suchen andererseits  $G$  auf das ihm zukommende Ruhepotential aufzuladen. So entsteht ohne weiteres ein stationärer Zustand, bei dem der Isolationsverlust gerade durch den dem Gitter zugeführten Ionenstrom ersetzt wird. Es wird einfach das normale Ruhepotential (das bei idealer Gitterisolation vorhanden wäre) um einen gewissen Betrag verkleinert und der Spitzenstrom demgemäß um einen konstanten Betrag gegenüber seinem normalen Wert erhöht. Dieser Stromwert stellt sich beim Anlegen der Spitzenspannung also automatisch ein (wie bei einer Elektronenröhre). Er wird auch erhalten, wenn  $G$  anfänglich kurzzeitig mit  $P$  oder  $S$  verbunden wird. Nur erfolgt die Einstellung im ersten Fall rasch, im zweiten infolge des langsamen Ausgleichs über die Isolation langsam.

Dass ein Spitzenstrom analog wie ein Elektronenstrom unipolar leitet, lässt sich sehr schön mittels der Gitterwirkung zeigen. Bekannt sind die Demonstrationsversuche über die Influenzwirkung auf ein freies Gitter einer Elektronenröhre. Diese lassen sich unmittelbar auf einen Spitzenstrom übertragen. Nähert man der Gitterzuleitung (Fig. 1) z. B. eine geriebene Glasstange, so wird die Influenzelektrizität II. Art sofort durch die —Spitzenionen neutralisiert. Es ändert sich der Spitzenstrom also zunächst nicht. Entfernt man jetzt die Stange, so fliesst die Influenzelektrizität I. Art auf das Gitter zurück. Das Ruhepotential ist kleiner geworden und der Spitzenstrom dauernd gesunken bzw. ganz abgedrosselt. Bei Annäherung einer geriebenen Hartgummistange findet kein Ionenausgleich der Influenzelektrizität statt. Daher bei Annäherung ein Sinken und bei Entfernen ein Wiederansteigen des Stromes auf den früheren Wert. Ähnlich verlaufen die Versuche, wenn die Spannung an Spitze und  $P$  an Erde gelegt ist. Dann bleibt im ersten Fall der Strom nicht dauernd abgedrosselt, sondern erscheint infolge des Isolationsverlusts des Gitters nach einiger Zeit wieder (wie bei einer Elektronenröhre).

Die Versuche lassen sich natürlich entsprechend auch mit + Spitzenstrom ausführen. Nur sind in bekannter Weise die Ströme kleiner.

### Kennlinien.

Die Elektrodenanordnungen, für welche hier Messresultate mitgeteilt werden sollen, sind in Fig. 3 zusammengestellt, in welcher je ein Schnitt in der Stromrichtung und einer  $\perp$  dazu gezeichnet ist.

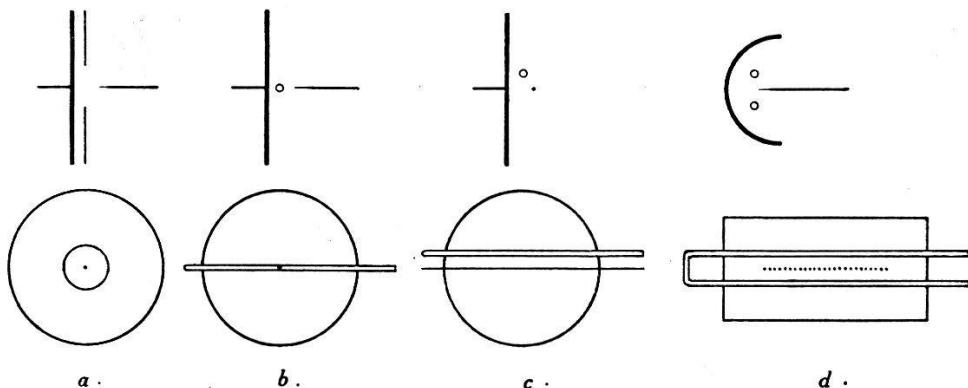


Fig. 3.

Die Anodenspannung wurde während der Messreihe möglichst konstant gehalten. Dem Gitter leitete man die variable Spannung aus einem zweiten Gleichrichter über einen Hochohmwiderrand ( $10^9$  Ohm) zu. Die Spannung am Gleichrichter II wurde mittels eines Braunschen Elektrometers abgelesen. Sie ist, soweit der Gitterstrom null ist, d. h. solange am Hochohmwiderrand kein Spannungsabfall vorhanden ist, gleich der Gitterspannung  $V_g$  zu setzen.

In Fig. 4 sind nun einige Versuchsreihen wiedergegeben, bei denen Anordnung Fig. 3a verwendet wurde. Es sind sowohl mit 4000 bis 5000 Volt als mit 8000 Volt Messungen ausgeführt. In letzterem Falle musste allerdings ein besonderes Gleichrichtergerät benutzt werden, das infolge geringer Leistung die Spannung bei steigender Stromentnahme etwas absinken liess. Die Spitzen-elektrode bestand aus einem 1,15 mm dicken, konisch zugespitzten Pt-draht. Bei den Messungen mit 4000 bis 5000 Volt wurden die Abstände  $PG = 1,5$  mm und  $PS = 5$  mm gewählt, bei denen mit höheren Spannungen waren sie entsprechend grösser. Alle Messreihen wurden hier, wie auch im folgenden, von kleinen  $V_g$ -Werten zu grossen fortschreitend jeweils zwei Mal durchgeführt. Während in Fig. 4 alle Messpunkte eingezeichnet sind, sind in den folgenden Figuren nur die Mittelwerte eingetragen.

Aus Fig. 4 ist zu ersehen, dass sich für —Spitze eine grössere Steilheit ergibt als für +Spitze. Für die 5000-Voltkurve bei —Spitze findet man  $S = \frac{\partial J_a}{\partial V_g} = 0,01 \cdot 10^{-3}$  mA/V. Da die 4000-Voltkurve mit der 5000-Voltkurve ungefähr // verläuft, kann auch der Durchgriff angegeben werden. Man findet  $D = \frac{\partial V_g}{\partial V_a} = 0,45$  und für den inneren Widerstand dementspre-

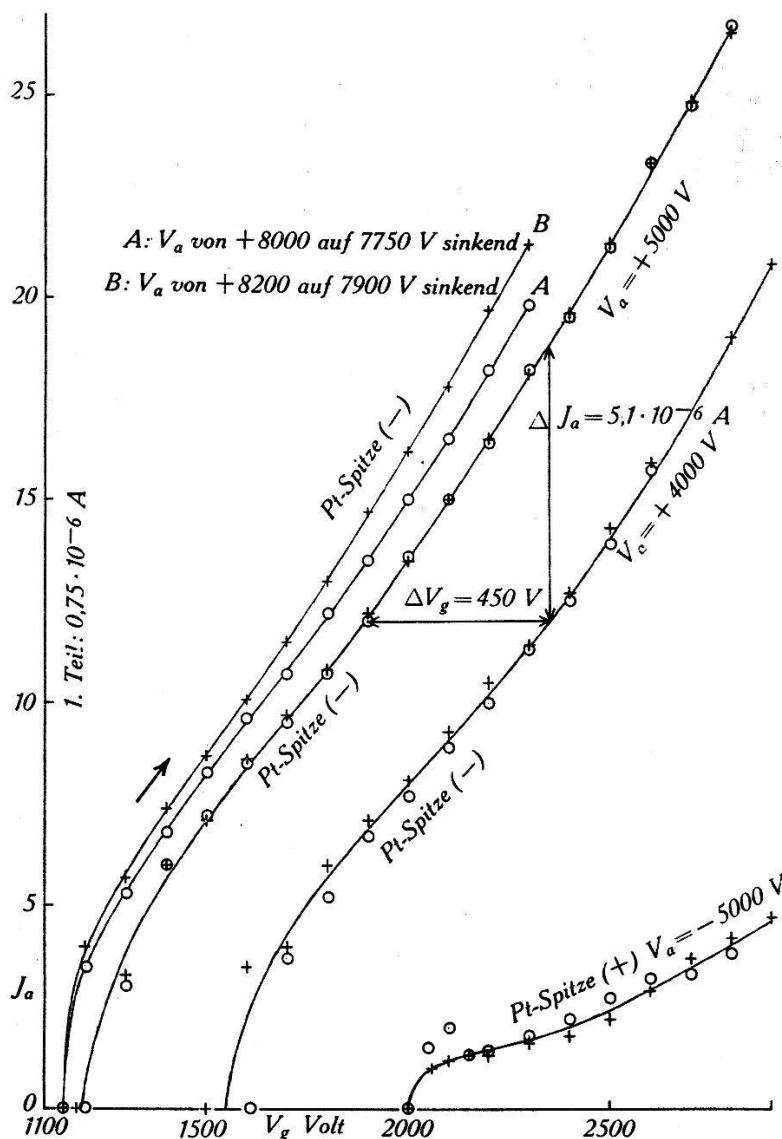


Fig. 4.

chend  $R = 1/DS = 3 \cdot 10^5$  Ohm. Beachtenswert ist der Umstand, dass auch mit höheren Spannungen (ca. 8000 Volt) Kurven mit ungefähr gleicher Steilheit und zudem nur wenig höheren Stromwerten erhalten wurden.

Der Einfluss verschiedener Gitteranordnungen ist nun aus Fig. 5 zu ersehen. Als Spitze diente hier eine Nähnadel. Man

erkennt, dass mit der Anordnung Fig. 3b eine grössere Steilheit als mit Anordnung Fig. 3a erzielt wurde. Auch bei diesen Messungen war das Mindestpotential des Gitters, das überhaupt Spitzstrom ergibt, recht hoch, doch mit 600—700 Volt immerhin wesentlich kleiner als bei Fig. 4 (1500 Volt).

Um stärkere Ströme zu erhalten, wurde versucht, die Metallspitzen durch *Schneiden bzw. dünne Drähte* zu ersetzen. Während die Entladung an den Schneiden von Rasierklingen nur ungleichmässig und unregelmässig ansetzte, erhielt man an einem Pt-draht von 0,05 mm Dicke (Anordnung Fig. 2c) eine ziemlich gleichmässige

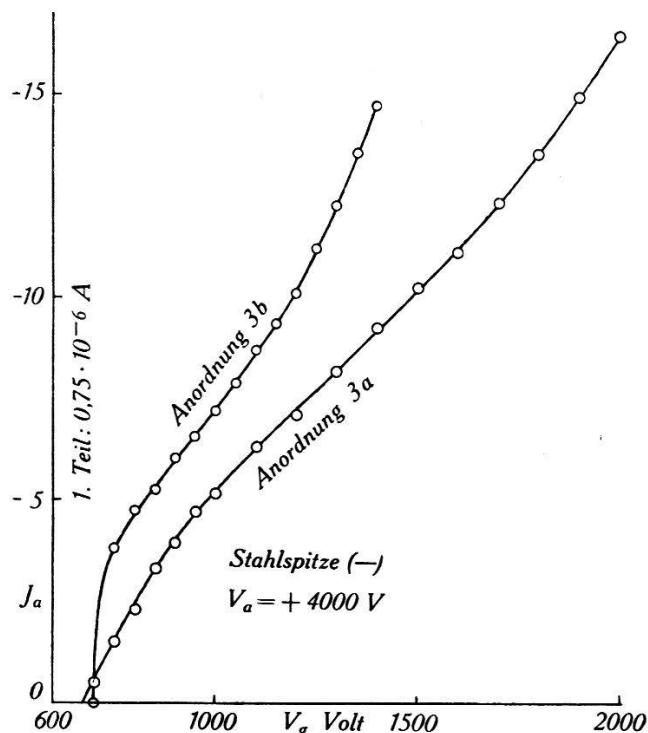


Fig. 5.

Glimmschicht. Doch zeigte die Entladung auch hier im kleinsten diskontinuierliche Struktur, was sich durch ein vernehmliches Rauschen anzeigen. Dies war indessen nur bei negativem Draht, fast gar nicht bei positivem, zu hören. Die Ströme, die man erhielt, waren zwar etwas grösser als bei der Spitzenanordnung, doch immer noch von derselben Grössenordnung. Auch hier liessen sie sich nicht wesentlich über 30 Mikroampere steigern, da schliesslich Funkenentladung einsetzte. Die Gitterelektrode bestand hier aus einem 1,45 mm dicken Cu-draht, der // zur Platte und zum Pt-draht, etwas oberhalb des letzteren (siehe Fig. 3c) angebracht war. In Fig. 6 sind zwei der aufgenommenen Messreihen wiedergegeben. Man erhält Stromeinsatz erst bei ca. 2000 Volt sowohl bei — als +Draht. Die Steilheit ist grösser bei —Pt-draht und

auch wesentlich grösser als bei der Spitzenanordnung. Aus den Kurven ergibt sich für die Steilheit  $S = 0,06 \cdot 10^{-3} \text{ mA/V}$ . und für den Durchgriff  $D = 0,8$ , beides Werte, die wesentlich grösser sind wie die früheren.

Es lag nun nahe, die Verstärkung des Spitzenstroms und seine Stabilisierung einfach durch Vermehrung der Spitzenzahl vorzunehmen.

Zu diesem Zweck wurden 25 Nähnadeln nebeneinander gelegt und unter sich durch eine Klemmeinrichtung fest verbunden. Der Abstand aufeinanderfolgender Spitzen betrug 1 mm. Die Spitzenreihe wurde in die Axe eines 5 cm langen Halbzylinders aus Messing gebracht (Fig. 3d). Als Steuerelektrode dienten 2 Messingdrähte ( $\varnothing = 1 \text{ mm}$ ), die ober- bzw. unterhalb der Spitzenreihe angebracht waren. Ihr gegenseitiger Abstand (Luftraum) betrug 5 mm, während der Spitzenabstand vom Zylinder 5 mm war. Es ist nicht leicht, die Justierung so vorzunehmen, dass alle Spitzen gleich stark leuchten. Auch wird die Einsatzspannung nicht für alle Spitzen gleich ausfallen. Es wurde aber eine gut reproduzierbare Charakteristik erhalten. Sie ist, wie Fig. 7 zeigt, bei nahe geradlinig. Der Strom ist wesentlich stärker als bei den früheren Versuchen, weswegen das Messinstrument auch auf 1/10 geshuntet werden musste. Die Steilheit beträgt hier  $S = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ mA/V}$ . Der Maximalstrom, der kurz vor Einsetzen einer Funkenentladung erhalten wurde, betrug bei  $a = 6,5 \text{ mm}$  und  $V_a = 10000 \text{ Volt}$   $0,8 \text{ mA}$ .

Erhöhung der Betriebsspannung

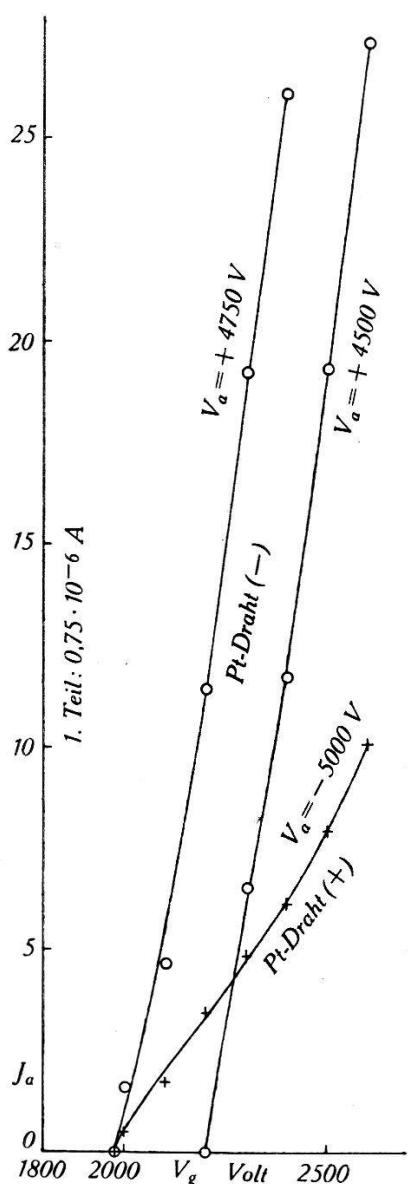


Fig. 6.

bewirkt im übrigen keine erhebliche Zunahme des maximal erreichbaren Spitzenstroms, da dieser stets bei ähnlichen Stromwerten in die Funkenentladung umschlägt. Eher wird man durch Vermehrung der Nadelzahl wesentlich weiter kommen. Günstig wäre in diesem Falle radspeichenartige Anordnung der Spitzen.

Man erhält dann einen Kreis von Spitzen, den man konzentrisch in ein Metallrohr als Gegenelektrode hineinsetzen kann.

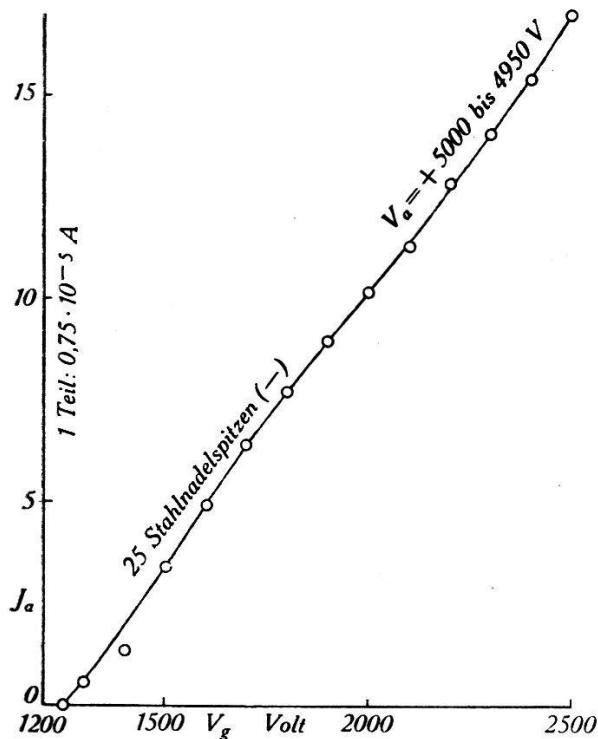


Fig. 7.

*Bemerkung.* Zur Aufnahme der Kennlinien wurde oben eine zweite Spannungsquelle verwendet. Es lässt sich prinzipiell auch ohne diese auskommen. Da  $V_g$  vom selben Vorzeichen wie  $V_a$  und kleiner ist, kann es durch eine Potentiometeranordnung aus der Spannungsquelle für  $V_a$  abgegriffen werden.

Mit Anordnung Fig. 1 misst man eigentlich immer die Summe von Platten- und Gitterstrom. Letzterer erwies sich aber bis zu sehr hohen Gitterspannungen (2000 Volt) als vernachlässigbar klein. Will man den Plattenstrom allein messen, so hat man die Spannung an die Spalte und die Platte an das Messinstrument (bzw. Erde) zu legen.

### Wechselstromversuche.

#### a) Wechselstromverstärkung.

Die Versuche wurden mit der zuletzt benützten Anordnung (Fig. 3d) ausgeführt. Die Wechselspannung leitete man induktiv dem Gitter zu (Anordnung Fig. 8). Gemessen wurde sie am stati-

schen Voltmeter  $V_e$ . Es ergaben sich für Wechselstrom von 50 Hz folgende Werte für  $J_a$ :

$$V_a + 5000 \text{ V (Spitze—) Shunt } 1/_{10}.$$

$V_g$ in V	$J_a$ in $0,75 \cdot 10^{-5}$ A	
	$\sim V_e = 0$	$\sim V_e = 200-300$ V
1190	0,9	1,6
1300	2,8	3,2
1500	5,7	5,7
2000	11,7	11,7
2400	17,4	17,4

Man erhält also bei grösseren  $J_a$ -Werten keine Änderung bei Zusetzen von Wechselspannung. Dies war auch zu erwarten, da die Charakteristik (Fig. 7) geradlinig verläuft und das Messinstrument den galvanometrischen Mittelwert des pulsierenden Anodengleichstroms anzeigt. Bei kleinen  $J_a$ -Werten bedingt die zusätzliche Wechselspannung eine kleine Vergrösserung. Es ist dies wohl darauf zurückzuführen, dass dort noch nicht alle Spitzen arbeiten, und dass durch die zusätzlichen Scheitelpunktsspannungen des Wechselstroms die Zahl der stromliefernden Spitzen erhöht wird.

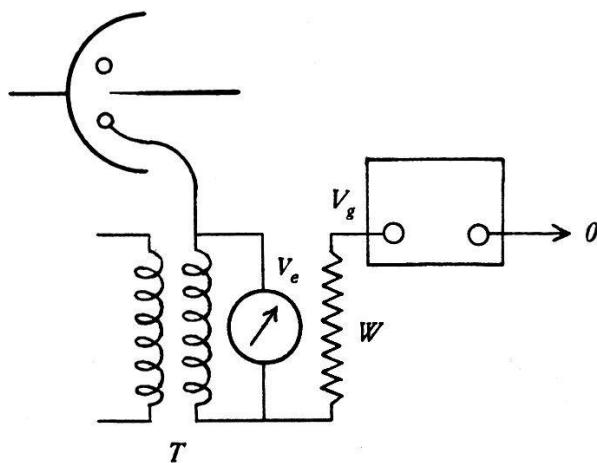


Fig. 8.

Ein in den Spitzstrom eingeschaltetes Telefon zeigte andererseits ausser dem leisen Spitzrauschen auch vernehmlich den Wechselstrombrummton, der übrigens subjektiv bei  $V_g = 1500$  und  $V_g = 2400$  V nicht merkbar verschieden laut war. Das heisst, die Wechselstromverstärkung hing entsprechend der geraden Charakteristik nicht vom Arbeitspunkt ab.

### b) Verstärkung und Gleichrichtung (Audionschaltung).

Die verwendete Schaltung ist aus Fig. 9 ersichtlich. Es betrug  $W = 10^9$  Ohm,  $C = 200$  cm. Um die Audionwirkung

für verschiedene Wechselstromfrequenzen zu untersuchen, konnte der Transformator  $T$  sowohl an Netzspannung (50 Hz) als an einen Elektronenröhrengenerator von wechselnder Hörfrequenz angeschlossen werden. Die Spitzenspannung war bei allen Versuchen auf 5000 Volt eingestellt (Spitze --). Es zeigte sich, dass bei allen Frequenzen (50—1780 Hz) sowohl ein Gleichrichtereffekt als ein Verstärkereffekt auftrat, ähnlich wie dieser bei der Audionschaltung der Elektronenröhren vorhanden ist. Der erstere wurde am Gleichstrommikroamperemeter abgelesen, der

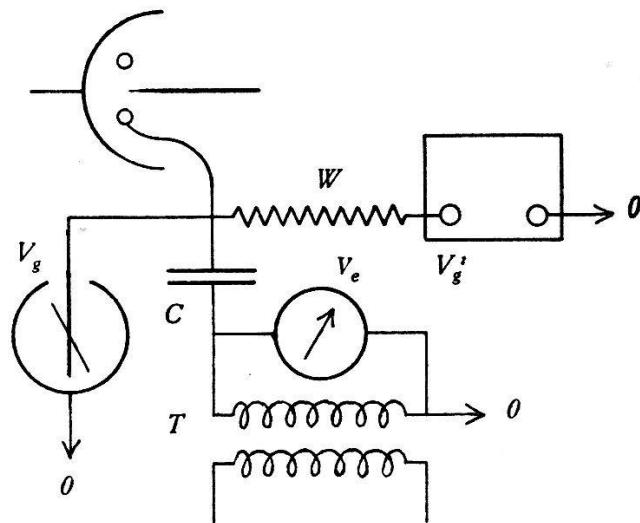


Fig. 9.

letztere durch Einschalten eines Telephones konstatiert. Um einen Vergleich bei verschiedenen Frequenzen zu ermöglichen, wurden die Wechselspannungen stets auf denselben Wert (220 Volt) eingereguliert, was am statischen Voltmeter  $V_e$  kontrolliert wurde. Es ergaben sich folgende Resultate:

Frequenz: Hz	angelegte $V_g$ Gleichspg. Volt:	$J_a$ in $3,3 \cdot 10^{-6}$ Amp.		Stromabnahme	
		ohne $\sim$	m. $\sim 200$ V	Teile	in %
50	1550	20,0	19,5	0,5	2,5
565	1550		19,0	1,0	5,0
1780	1550		19,8	0,2	1,0
50	1700	23,5	22,5	1,0	4,3
565	1700		21,5	2,0	8,5
1780	1700		22,0	1,5	6,4
50	1800	27,0	25,0	2,0	7,4
565	1800		22,5	4,5	16,7
1780	1800		24,0	3,0	11,1

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, dass die gemessenen Stromwerte gelegentlich um einige Zehntel schwankten. Die angegebenen Zahlen stellen Mittelwerte über mehrere Beobachtungen, die sukzessive mit und ohne Wechselspannung ausgeführt wurden, dar. Bei der Addition der Wechselspannung nahm entsprechend die (effektive) Gitterspannung etwas ab, bei  $V_g = 1550$  allerdings nur unmerklich wenig, bei  $V_g = 1700$  um max. 50 Volt und bei  $V_g = 1800$  um max. (bei 565 Hz) 130—150 Volt. Bei den Messungen herrschte am Gittervorschaltwiderstand  $W$  ein Potentialabfall von ca. 100 Volt, was durch sukzessives Messen der Spannungen  $V_g$  und  $V_g'$  mit dem Braunschen Elektrometer konstatiert wurde. Hieraus berechnet sich ein Gitterstrom  $J_g$  von  $\frac{100}{100} = 0,1$  MikroA., ein Wert, der gegenüber den gemessenen  $J_a$  zu vernachlässigen war.

Aus der Tabelle geht nun hervor, dass der Audioneffekt bzw. die Gleichstromabnahme durch Wechselspannung mit zunehmender Gitterspannung beträchtlich ansteigt. Der Effekt hängt also von der Wahl des Arbeitspunktes auf der Gittercharakteristik ab. Wir haben ein ähnliches Verhalten wie bei der Gittergleichrichtung durch Elektronenröhren vor uns (siehe etwa BARKHAUSEN, Elektronenröhren 1929. 3. Bd. S. 190). Auch die Abhängigkeit des Gleichrichtereffekts von der Frequenz zeigt darin eine Ähnlichkeit, dass er bei sehr kleinen Frequenzen (50 Hz) relativ gering ist. In diesem Fall hat das Gitter genügend Zeit, die influenzierten Potentialschwankungen durch den Isolations- bzw. Ableitwiderstand während jeder Periode weitgehend auszugleichen. Der Audioneffekt beim Spitzenstrom erweist sich jedoch darin als verschieden, dass er nicht fortwährend mit der Frequenz zunimmt, sondern nach Erreichung eines Maximums wieder beträchtlich abnimmt. Diese Erscheinung dürfte der im Vergleich zu Elektronen viel grösseren Trägheit der Ionen im Spitzenstrom zuzuschreiben sein. Dieser Trägheitseffekt tritt hier augenscheinlich schon bei Frequenzen von 1700—1800 stark hervor.

Es war demgemäß zu erwarten, dass der Audioneffekt bei Verwendung von Hochfrequenz überhaupt nicht mehr auftritt. Um dies zu prüfen, wurde ein kleiner Elektronenröhrengenerator induktiv an die Kapazität  $C$  (Fig. 9) angekoppelt. Die Sekundärspule des Transformators  $T$  war hier durch eine kleine Drahtspule ersetzt und die Primärspule durch die Schwingsspule des Schwingungskreises. Die Höhe der erzielten Wechselspannung kann nicht angegeben werden. Doch war sie beträchtlich, da eine an den Schwingkreis herangebrachte Neonröhre (125 V)

aufleuchtete. Der verwendete Gitterwiderstand  $W$  betrug hier  $0,5 \cdot 10^6$  Ohm.

Es seien einige wenige Messungen wiedergegeben.

$V_g'$ in Volt	$J_a$ in $3,3 \cdot 10^{-6}$ A	
	ohne $\sim$	mit $\sim$
1350	3,8	11
1970	24 <sup>+</sup>	29,5
1700	17	24*
1930	24 <sup>+</sup>	—

Aus diesen ist zu ersehen, dass sich bei Anlegen der Wechselspannung eine nicht unbeträchtliche *Erhöhung* des Spitzenstroms (Gleichstromwert) einstellt. Bei kleiner Gitterspannung d. h. kleinem Anfangsstrom erhält man ungefähr eine Verdreifachung. Es war daher nicht möglich einen Audioneffekt nachzuweisen. Jedenfalls wurde ein solcher, wenn er überhaupt vorhanden war, von dem neu hinzukommenden Hochfrequenzeffekt völlig überdeckt. Dass die Art der Spitzenentladung durch Hochfrequenz geändert wurde, liess sich unschwer erkennen. Stellte man die Spitzenstromstärke auf denselben Wert ein, einmal *ohne*, einmal *mit* Wechselspannung (siehe die in der Tabelle mit + und \* gekennzeichneten Werte), so war das Entladungsgeräusch in beiden Fällen verschieden. Während ohne Hochfrequenz nur ein äusserst schwaches Zischen vorhanden war, entstand mit Hochfrequenz ein ausgeprägtes zischendes bzw. brausendes Geräusch.

Dies deutet darauf hin, dass, wie schon eingangs erwähnt, die Gittersteuerung des Spitzenstroms sich sowohl auf die Ionenbewegung als auf die Ionenbildung (Beeinflussung der Entladung) erstreckt. Wenn man etwa die beiden Einflüsse trennen wollte, wäre die Einschaltung einer weiteren, passend gewählten Gitterelektrode zu versuchen. Die Frage, welches die Vorgänge bei hochfrequenzgesteuertem Spitzenstrom sind, wurde nicht näher verfolgt. Jedoch lassen die hier mitgeteilten Resultate schon deutlich erkennen, dass eine Anwendung der gesteuerten Spitzen- bzw. Koronaentladung zu Verstärkerzwecken bzw. zur Schwingungs-erzeugung nur innert eines kleinen Frequenzbereiches möglich erscheint.

**Zusammenfassung.**

Es wurde das Prinzip der Steuerelektrode auf den Spitzen- bzw. Koronastrom angewandt und gezeigt, dass sich eine solche Anordnung wie eine Gitterelektronenröhre verhält. Auch hier ist der gesteuerte Strom unipolar. Demgemäß liessen sich bei der Influenzierung des isolierten (freien) Steuergitters durchaus analoge Erscheinungen feststellen, wie sie bei einer Elektronenröhre zu beobachten sind. Die Charakteristiken des Spitzen- bzw. Koronastroms, die für verschiedene Anordnungen aufgenommen wurden, erwiesen sich in grösserer Ausdehnung als geradlinig. Für Durchgriff und Steilheit wurden dabei sehr verschiedene Werte erhalten. Auch gegenüber Wechselstrom verhält sich der gesteuerte Spitzenstrom wie ein Röhrenstrom. So liess er sich durch niederfrequente Wechselspannung am passend vorgespannten Gitter modulieren. Ferner wurde bei Verwendung der Audionschaltung sowohl Verstärkungs- als Gleichrichtereffekt beobachtet. Letzterer (Gleichstromabnahme) nimmt mit der Frequenz, solange diese klein ist, zu. Neu ist die Erscheinung, dass der Effekt bei weiter zunehmender Frequenz (1780 Hz) wieder bedeutend abnimmt. Dies kann auf die Ionenträgheit im Spitzenstrom zurückgeführt werden. Bei Hochfrequenz tritt umgekehrt eine beträchtliche Stromerhöhung ein. Die Umstände deuten darauf hin, dass es sich hier um eine Änderung im Entladungsvorgang handelt.

Physikalisches Institut der Universität, Bern.

---