

Vorvakuum- oder auch andere Vakuumleitungen kleinerer Querschnitte binnen kurzer Zeit zusammenzustellen.

Sollen zur intensitätsgleichen Erzeugung der Linien eines Dubletts zwei oder mehrere Gase miteinander gemischt werden, so werden entsprechend mehrere Nadelventile zueinander parallel geschaltet. Nach Durchtritt durch die Ventile werden die auf diese Weise für sich regulierbaren Einzelgasströme dann zusammengeführt. Es ist vorteilhaft, die Strömungsgeschwindigkeit dieser Gasmischung vor Eintritt in die Ionenquelle insgesamt noch durch ein weiteres, größeres Nadelventil nachregulieren zu können. Damit lassen sich z. B. zeitliche Schwankungen im Gasbedarf einer Kanalstrahlröhre ausgleichen, ohne die anderen Ventile zu verstellen, ohne also Gefahr zu laufen, die prozentuale Zusammensetzung einer einmal ausprobierten Gasmischung zu verändern.

### Über den Beginn des Geiger-Bereichs bei Methan-Zählern

Von Hugo Neuert<sup>1</sup>

(Z. Naturforsch. 5a, 231 [1950]; eingeg. am 6. Febr. 1950)

Bekanntlich wächst in einem Proportionalzählrohr die Impulsamplitude von  $\alpha$ -Teilchen im wirklichen Proportionalbereich exponentiell mit der Spannung an. Im sich anschließenden beschränkten Proportionalbereich steigt die Amplitudenkurve dann infolge der Raumladung allmählich immer langsamer mit der Spannung an, während die Impulsgröße von  $\beta$ -Teilchen im gesamten Proportionalbereich im allgemeinen (bei mäßigen Drucken im Zählrohr) keine Raumladungsbegrenzung erfährt. Die Spannung, bei der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Teilchen die gleiche Impulsgröße im Zähler hervorrufen, nennt man die Anfangsspannung des Geiger-Bereichs. In den normalen Fällen, z. B. beim Argon-Alkohol-Zähler mit nicht zu starkem Alkohol-Anteil, geht die Entladungsform in diesem Punkt eindeutig von der Lawinen-Entladung in die Ionenschlauchentladung über, die dann von der Natur des den Impuls auslösenden Teilchens unabhängig ist.

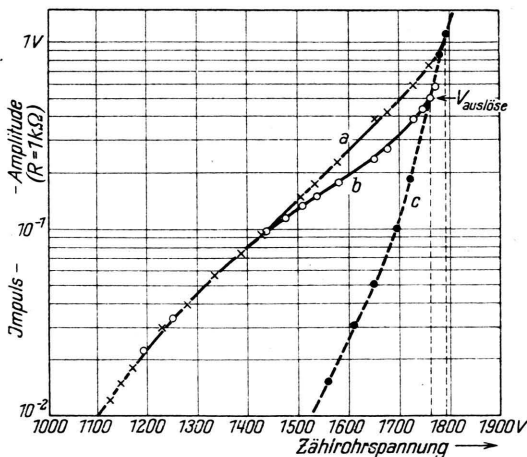


Abb. 1. Amplitudenkurve bei einem Cu-Zählrohr (20; 20; 0,16 mm); 60 mm Methan. a) —×—  $\alpha$ -Teilchen radial; b) —○—  $\alpha$ -Teilchen axial; c) —●—  $\beta$ -Teilchen.

Bei den Untersuchungen an reinen Dampfzählern<sup>2</sup> hatte sich nun gezeigt, daß die Wirkung der Raumladung im beschränkten Proportionalbereich recht verschieden sein kann, je nachdem man die  $\alpha$ -Teilchen parallel oder senkrecht zur Zählerachse einstrahlt. Dieser Effekt ist nun auch bei dem häufig gebrauchten Methanzähler in Erscheinung getreten. Bei Versuchen über die Ausbreitung der Ionenschlauchentladung in einem Doppelzählrohr mit gemeinsamem Draht bei Methan-Füllung (etwa 50 mm) war nämlich aufgefallen, daß bei einer gewissen Spannung radial eintretende  $\beta$ -Strahlen in beiden Zählern koinzidierende Entladungen hervorriefen; offensichtlich befand man sich bereits im Geiger-Bereich. Strahlte man bei der gleichen Spannung am gleichen Ort  $\alpha$ -Teilchen radial ein, so traten im 2. Zähler praktisch keine Impulse auf, die Entladung hatte sich nicht nach dorthin ausgebreitet. Vermutlich befand man sich noch im beschränkten Proportionalbereich. Zum näheren Studium dieser Erscheinung wurde die Amplitudenkurve für einen solchen Zähler (2 cm Ø; 2 cm Länge; 0,16 mm Drahtdurchmesser; 1 kOhm Ableitwiderstand; 60 mm Methan) nach der andernorts<sup>2</sup> bereits beschriebenen Methode für  $\alpha$ -Strahlen axial und radial (bei gleicher Primärisation) und für  $\beta$ -Strahlen aufgenommen (Abb. 1). Man erkennt, daß die Kurve für axiale Einstrahlung eine stärkere Raumladungsbegrenzung aufweist als diejenige für radiale Einstrahlung. Vom Vereinigungspunkt der Kurven b und c (1760 V) an tritt Ionenschlauchentladung ein, außer für den Fall der ziemlich genau radial eintretenden  $\alpha$ -Teilchen. Diese rufen erst ab etwa 1790 V Entladungen mit Ionenschlauch-Charakter hervor. Es existiert also ein Spannungsbereich von in diesem Falle 25–30 V, in dem eigenartigerweise das schwächer ionisierende  $\beta$ -Teilchen bereits einen reinen Auslöseimpuls, das viel stärker ionisierende  $\alpha$ -Teilchen bei radialem Einfall noch einen reinen Proportionalimpuls hervorruft. Das Auftreten und die Ausdehnung dieses Bereichs hängen sehr von den Versuchsbedingungen ab. Ähnliche Verhältnisse können auch bei reinen Dampfzählern auftreten, sofern bei diesen ebenfalls ein Geiger-Bereich vorhanden ist, wie z. B. bei Methylalkohol (vgl. <sup>2</sup>).

<sup>1</sup> Weil a. Rh., Marktplatz 5.

<sup>2</sup> E. Fünfer u. H. Neuert, Z. angew. Physik, im Druck.

### Zur Frage der magnetischen Widerstandsänderung von Trockengleichrichtern

Von E. Justi und G. Vieweg

Institut für techn. Physik der T. H. Braunschweig

(Z. Naturforsch. 5a, 231–233 [1950]; eingeg. am 16. Febr. 1950)

Die in Metallen durch ein magnetisches Transversalfeld hervorgerufene Widerstandsvermehrung galt lange als ein etwa im Vergleich zum Hall-Effekt unbedeutender Effekt, bis Justi und Scheffers<sup>1</sup> zeigten, daß sie außerordentlich hohe Beträge annehmen kann und, über die bisherige universelle Metalltheorie hinausgehend, zur

<sup>1</sup> Vgl. z. B. E. Justi, Leitfähigkeit und Leitungsmechanismus fester Stoffe, S. 39 ff. u. S. 62 ff., Verlag Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1948.



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

Unterscheidung verschiedener Leitungstypen führt. Unter diesem Gesichtspunkt haben wir auch die magnetische Beeinflussbarkeit von Trockengleichrichtern untersucht, worüber bisher keine ausreichenden Angaben vorhanden waren. Schon Grondahl soll eine magnetische Beeinflussung des von ihm erfundenen  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Gleichrichters vorsorglich zum Patent angemeldet haben, aber v. Auwers<sup>2</sup> zeigte, daß die Widerstandsänderung von  $\text{Cu}_2\text{O}$  durch ein Querfeld von  $\sim 15000$  Gauß unterhalb der Meßfehlergrenze seiner Wheatstonebrücke ( $\pm 0,1\%$ ) liegt. Andererseits behauptet Rupp<sup>3</sup> einen beträchtlichen magnetischen Effekt von  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Sperrschicht-Photozellen. Über Selen-gleichrichter scheinen überhaupt keine entsprechenden Beobachtungen vorzuliegen.

Um die Empfindlichkeit des zur Spannungsmessung verwendeten 5-stufigen Diesellhorst-Kompensators mit Siemens-Supergalvanometer ausnutzen zu können, mußten die Gleichrichter-Proben wegen ihres großen Widerstands-Temperaturkoeffizienten auf  $\pm 0,01^\circ$  konstant gehalten werden. Zu diesem Zweck wurde die Grundmetall-Seite im Spalt des Elektromagneten auf einen Cu-Drehkörper gepreßt, der über ein leicht vibrierendes, schnell schaltendes Kontaktthermometer, über Röhrenverstärker und Relais durch einen ihn durchfließenden Warmwasserstrom auf  $0,01^\circ$  automatisch konstant gehalten wurde. Ebenso wichtig war es, für einen unveränderlichen Anpreßdruck der Gegenelektrode (Pb) zu sorgen.

Untersucht wurden einerseits kreisförmige  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Plättchen ( $D = 7$  mm) von Siemens & Schuckert: a) ohne Kontaktierung, b) mit Aquadag-Kontaktierung, c) mit aufgedampfter Ag-Kontaktierung und andererseits d) Se-Gleichrichter-Plättchen mit Ag-Elektrode von SAF, Nürnberg.

Die Präparate a) ließen wegen ihres variablen Kontaktwiderstandes keine genügend genaue Messung zu, wohingegen die Proben c) und d) mit aufgedampfter Ag-Kontaktschicht jede magnetische Beeinflussung durch Quer- oder Längsfelder ( $\mathfrak{H} \perp \mathfrak{J}$ ,  $\mathfrak{H} \parallel \mathfrak{J}$ ) bis zu 43 kGauß mit einer Meßgenauigkeit von  $\Delta R/R = 0,0005\%$  ausschließen ließen.

Die  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Gleichrichter mit Aquadag-Kontaktierung zeigten eine vom Richtungsunterschied  $\mathfrak{H} \times \mathfrak{J}$  unabhängige relative Widerstandszunahme, die bei der höchsten Feldstärke (43 kGauß) und höchsten Stromstärke (0,008 A) maximal 0,056% erreichte. Bei festgehaltener Stromstärke stieg  $\Delta R/R$  mit  $H^2$ , bei unverändertem Magnetfeld mit  $J^{1/3}$ . Trägt man daher  $\log(\Delta R/R)$  über  $\log(H^2 J^{1/3})$  ab, so erhält man eine Gerade, die nach den in der Abb. 1 eingetragenen Meßpunkten durch  $\Delta R/R = 2 \cdot 10^{-5} H^2 J^{1/3}$  interpoliert werden kann.

Die Meßergebnisse beweisen, daß weder die  $\text{Cu}_2\text{O}$ -noch die Se-Gleichrichter eine echte Widerstandsänderung zeigen, sondern daß diese lediglich in den verwendeten Aquadag-Schichten auftritt; ein solcher Effekt ist insofern nicht überraschend, als das hierin den Strom tragende Graphit bekanntlich eine starke magnetische Widerstandsänderung zeigt<sup>4</sup>. Ein Handversuch mit einer Bleistiftmine

zeigte eine von der Feldrichtung  $\mathfrak{H} \times \mathfrak{J}$  nicht stark abhängige relative Widerstandsvermehrung von 7% bei 43 kGauß.

Eine Überschlagsrechnung zeigt, daß die Dicke der Aquadag-Schicht nicht ausreicht, die gemessenen Widerstandsänderungen quantitativ zu erklären, wenn sie lediglich senkrecht von  $\mathfrak{J}$  durchflossen würde; es ist aber bekannt, daß die Oberfläche von Flächengleichrichtern nicht völlig homogen ist, sondern daß auch Stromkomponenten parallel zur Fläche zwischen verschiedenen effektiven Stellen auftreten. Nimmt man also an, daß die Aquadag-Schicht nicht ausschließlich senkrecht vom Strom durch-

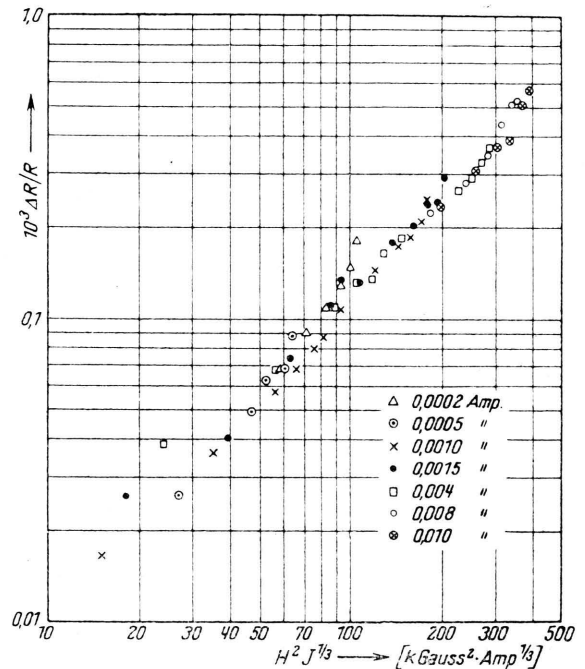


Abb. 1.

flossen wird, so versteht man sowohl den verhältnismäßig großen Betrag der beobachteten Widerstandszunahme wie die Feststellung, daß der Effekt vom Winkel zwischen Magnetfeld und scheinbarer Stromrichtung unabhängig ist; tatsächlich findet eine statistische Mittelwertbildung über verschiedene Stromrichtungen statt. Bedenkt man ferner, daß der Exponent von  $J^{1/3}$  der Charakteristik des Gleichrichters zuzuschreiben ist, so scheint der hier vorgelegte experimentelle Befund als voll verständlich.

Die Feststellung, daß den Trockengleichrichtern an sich keine meßbare magnetische Widerstandsänderung zukommt, wird — anders als für extrem reine, tief gekühlte Metalle — durch die ursprüngliche Theorie des freien isotropen Elektronengases erklärt. Hiernach wird zwar einerseits der Widerstand durch das magnetische Querfeld erhöht, indem es die Bahnen der Leitungselektronen verlängert; andererseits tritt aber eine zur ursprünglichen Stromrichtung parallele Komponente des Hall-Effektes auf, die eine die zuerst genannte Widerstandsvermehrung

<sup>2</sup> O. v. Auwers, Wiss. Veröff. Siemens-Konzern 9, 244 [1930].

<sup>3</sup> E. Rupp, Naturwiss. 20, 253 [1932].

<sup>4</sup> P. Kapitza, Proc. Roy. Soc. [London], Ser. A 123, 292 [1929].

genau kompensierende Spannungserhöhung zur Folge hat, so daß sich der Strom insgesamt nicht ändert.

Den HHrn. Dir. Herrmann (SAF, Nürnberg) und Dr. E. Spenke (Siemens & Schuckert, Pretzfeld) möchten wir für die Überlassung der untersuchten Gleichrichter verbindlichst danken.

## Über eine Methode, den magnetischen Kraftlinienverlauf räumlich sichtbar zu machen

Von Friedrich Blaha

I. Physikalisches Institut der Universität Wien

(Z. Naturforschg. 5a, 233—234 [1950]; eingeg. am 1. Okt. 1949)

Im folgenden sei ein Verfahren beschrieben, zu dem eine Arbeit von Ehrenhaft und Mitarbeitern<sup>1</sup> die Anregung gab. Es gestattet den Verlauf von magneti-

zweckmäßigerweise so gut isoliert sein, daß von ihr keine Glimmentladung ausgehen kann. Die Lage der Anode im Entladungsraum und ihre Gestalt sind ziemlich belanglos, ebenso ist die Art des verwendeten Füllgases ohne Bedeutung für das Zustandekommen der Erscheinung, bestimmt aber natürlich die Farbe der Glimmbahnen.

Wird nun das Innere der Glasglocke auf einen Druck von größenordnungsmäßig  $10^{-1}$  Torr evakuiert und legt man die für eine Glimmentladung erforderliche Spannung zwischen Kathode und Anode, so ergeben sich zwischen den Polschuhen des Magneten Glimmbahnen, die dem magnetischen Kraftlinienverlauf entsprechen. Als Beispiele mögen die folgenden Photographien dienen (es handelt sich durchweg um Momentaufnahmen in etwa natürlicher Größe). Abb. 2\* zeigt die zwei kegelförmigen Polschuhe eines Magneten, Abb. 3 den Fall „Spitze gegen Spitze“, Abb. 4 „Spitze gegen Hohlraum“ und Abb. 5 die Verzerrung eines Magnetfeldes durch einen einge-

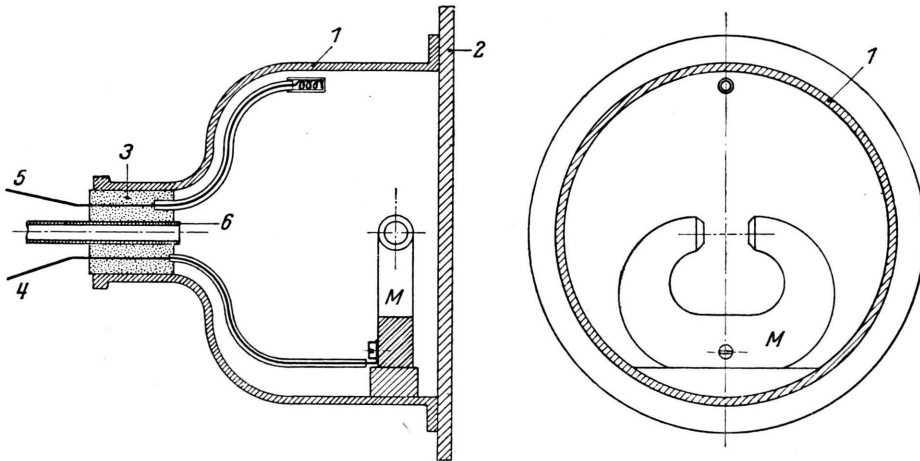


Abb. 1. Apparat zur Sichtbarmachung des Kraftlinienverlaufs.

schen Kraftlinien, etwa zwischen zwei beliebig gestalteten Polschuhen, sichtbar zu machen und beruht darauf, daß von der besonders präparierten Oberfläche eines Polschuhses Glimmbahnen ausgehen, die dem magnetischen Kraftlinienverlauf folgen, wenn der Magnet als Kathode einer Glimmentladung verwendet wird.

Eine geeignete Anordnung zur Durchführung des Verfahrens stellt Abb. 1 im Axial- bzw. Querschnitt dar. Der Magnet M befindet sich in der Glasglocke (1), die an der geschliffenen Endfläche durch eine planparallele Spiegelglasplatte (2) verschlossen ist, während der Hals durch den Stopfen (3) mit den Durchführungen für Kathode (4) und Anode (5) sowie Pumpstutzen (6) abgedichtet ist.

Der Magnet M ist an seiner Oberfläche mit Lack überzogen oder einem anderen Isoliermaterial (Pertinax, Glimmerplättchen od. dgl.) abgedeckt, das an denjenigen Stellen Unterbrechungen in Form von kleinen Löchern oder Schlitzten aufweist, von denen aus man den Feldverlauf sichtbar zu machen wünscht. Die innerhalb des Entladungsraumes zum Magnet führende Zuleitung soll

<sup>1</sup> F. Ehrenhaft u. Mitarbb., Acta Physic. Austr., im Druck.

brachten Eisenzyylinder. Das Verfahren ist keineswegs auf das Gebiet so hoher Feldstärken beschränkt, wie sie etwa zwischen den Polschuhen herrscht. Dazu zeigt Abb. 6 den Mittelteil des Magneten, wo wieder eine Stelle in der oben beschriebenen Weise präpariert wurde, und von der aus der Kraftlinienverlauf in gleicher Weise in Erscheinung tritt.

Hinsichtlich des Zustandekommens der geschlossenen Glimmbahnen scheinen die Deutungen, wie sie z. B. Ives<sup>2</sup> für die ähnlichen Righischen „magnetischen Strahlarbeit“<sup>1</sup> auseinandergesetzt wird. Die sonst für Glimmen“ gibt, hier nicht ganz zuzutreffen, wie in obiger entladungen typische Unterteilung der kathodischen Entladungssteile wird vermutlich dadurch stark herabgesetzt bzw. zum Verschwinden gebracht, daß sich durch das Überdecken der Flächen mit einer Isolierschicht diese positiv auflädt, wodurch an den Durchbrechungen der Isolierschicht vielleicht ein Effekt ähnlich wie bei der sog. Spritzentladung auftritt. In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, daß statt der festen Isoliermaterialien

<sup>2</sup> J. Ives, Physic. Rev. 9, 349 [1917].

\* s. Tafel S. 228b.