Gasentladungen

Autor(en): **Gugelberg, H.L. von**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **33 (1960)**

Heft [5]: **Supplementum 5. Beiträge zur Entwicklung der Physik**

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-513251

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Gasentladungen

Von H. L. von Gugelberg, Elesta AG, Bad Ragaz

Die Physik der Gasentladungen gehört zu den klassischen Arbeitsgebieten der neueren Experimentalphysik. Ihre stärksten Impulse verdankt sie der Tatsache, dass das Verhalten der Atome und Moleküle sowie die Art, wie sie Energie aufnehmen und abgeben, im gasförmigen Zustand am leichtesten zu beobachten sind. Der Gasentladungsphysik verdankt man daher entscheidende Beiträge zu den modernen Modellvorstellungen über den Aufbau der Atome und Moleküle.

Schon früh wurde ein beträchtlicher Teil der Forschungsarbeiten durch eine weite technische Anwendung der Gasentladung sowohl in der Beleuchtungstechnik als auch in der industriellen Elektronik angeregt, und in beiden Gebieten nahm ihre technische Bedeutung in den letzten Jahren rasch zu.

Heute endlich hofft man, im konzentrierten Plasma langer Lichtbögen jene ausserordentlich hohen Temperaturen zu erreichen, bei welchen Kernreaktionen wie die Fusion von Wasserstoff- zu Heliumkernen stattfinden.

Eine Gasentladung entsteht, wenn freie, im Gasraum durch elektrische Felder beschleunigte Elektronen neutrale Atome oder Moleküle ionisieren, wobei es zur Bildung von Elektronen- und Ionenlawinen kommt. Weitere wichtige Lawinenprodukte sind das Entladungslicht und metastabil angeregte Atome.

Die Existenz einer dauernden Gasentladung hängt – mindestens wenn sich die Feldrichtung im Vergleich zu Lawinenlaufzeiten langsam ändert – vom Vorhandensein einer Elektronenquelle, meist einer Kathode, ab. Es kann dies eine geheizte Kathode sein oder aber eine kalte Kathode, bei der die Elektronenauslösung durch aus den Entladungslawinen kommendes Licht, positive Ionen und metastabile Atome erfolgt.

Dieser Vorgang, bei dem Lawinenprodukte stets die Nachlieferung neuer, der Bildung weiterer Lawinen dienender Elektronen besorgen, wird als Rückwirkungsmechanismus bezeichnet. Im Physikalischen Institut der ETH wurden 1944–1947 Arbeiten durchgeführt, die sich mit diesem Mechanismus an kalten Kathoden befassen.

Die Anregung ging von einer Industriefirma aus, die genauere Kenntnisse über das dynamische Verhalten und die Stabilität der strom-

schwachen Steuerentladung in Relaisröhren mit kalter Kathode wünschte. Ausser der damals schon bekannten Stromspannungscharakteristik ist dafür ausserordentlich wichtig, in welchem Umfange die einzelnen Lawinenprodukte für die Rückwirkung massgebend sind. So sind Ionisations- und Deionisationszeiten zum Beispiel bei photoelektrischer Rückwirkung im wesentlichen durch Elektronenlaufzeiten bestimmt, bei Rückwirkung durch metastabile Atome aber durch um mehrere Grössenordnungen langsamere Diffusionsvorgänge. 1944 war zwar bekannt, welche Lawinenprodukte für die Rückwirkung in Frage kommen, aber selbst über die Grössenordnung ihres quantitativen Anteils bestanden teils sehr widersprechende und unsichere Vermutungen, die meist aus Messungen an stationären Vorgängen gewonnen waren.

Ziel der Versuche war daher, Aufschluss über den quantitativen Anteil verschiedener Lawinenprodukte an der Elektronennachlieferung zu gewinnen. Zu diesem Zwecke wurden Ionisationszeitmessungen in verschiebbaren Strecken mit immer grösseren Lawinen durchgeführt und beobachtet, bei welcher Lawinengrösse das instabile Anwachsen des Stromes jeweils von einem langsameren Rückwirkungsmechanismus unabhängig wurde. Die Messungen wurden unter Ausschaltung statistischer Zündverzüge für kleine Stromdichten in allen Edelgasen und 2 Molekülgasen sowie für 2 typische Kathodenmaterialien durchgeführt. Kontrolliert wurde ferner die Gültigkeit der bekannten Ähnlichkeitsgesetze für Ionisationszeiten.

Das Verfahren erwies sich als recht fruchtbar. Bei Edelgasen bestätigte sich, dass positiven Ionen eine ausschlaggebende Bedeutung an der Elektronennachlieferung zukommt, aber es zeigte sich ausserdem, dass metastabile Atome besonders bei den leichten Edelgasen mit ihren hohen metastabilen Anregungsenergien einen nennenswerten Teil der Rückwirkungselektronen liefern. Bei schweren Edelgasen, ab Argon, wurde eine mit dem Atomgewicht zunehmende photoelektrische Rückwirkungskomponente beobachtet. Wasserstoff zeigte sehr kurze, nur durch vorwiegend photoelektrische Rückwirkung erklärbare Ionisationszeiten, eine Erkenntnis, die später bei der Entwicklung rasch arbeitender dekadischer Zählröhren ausgenutzt wurde. Bemerkenswerterweise zeigte das andere untersuchte Molekülgas, nämlich Stickstoff, keinerlei photoelektrische Rückwirkungskomponente.

Die in Zürich gefundenen Resultate wurden später in den USA durch eingehende und sehr sorgfältig durchgeführte Arbeiten, besonders von MOLNAR, HORNBECK und HAGSTRUM ergänzt, aber auch heute kennt man erst die Bedeutung der an der Rückwirkung beteiligten Lawinenprodukte, weiss aber noch wenig über den eigentlichen Mechanismus. Der Techniker insbesondere vermisst zuverlässige Kenntnisse über die Gesetze der Kathodenzerstäubung, die oft durch scheinbar unbedeutende Beimischun-

gen zum Füllgas entscheidend beeinflusst wird. Es ist zu hoffen, dass die zunehmende technische Bedeutung der Kaltkathodenröhre als elektronischer Schalter und Zähler den Anstoss zu weiteren Untersuchungen über den Mechanismus der Vorgänge an der kalten Kathode gibt.

Die Ergebnisse der Arbeit des Physikalischen Institutes wurden in der Schweiz bei der Entwicklung verschiedener industrieller Relais- und Zählröhren ausgewertet, und sie ermöglichten bei diesen Produkten einen wesentlichen technischen Fortschritt.

LITERATURHINWEISE

F. Tank und K. Graf (ETH) zeigten 1929 erstmals, dass das Anwachsen des Entladungsstromes reproduzierbar gemessen werden kann [Helv. phys. Acta *2*, 33 (1929)]. M. Steenbeck untersuchte rechnerisch und experimentell den zeitlichen Verlauf des Entladungsaufbaus für Elektronennachlieferung durch positive Ionen [Wiss. Veröff. Siemens-Konz. *8*, 84 (1930); *9*, 42 (1930)]. W. Bartholomeyczyk erweiterte die Theorie durch Einbezug des Photoeffektes und schlug Trennung der Rückwirkungsursachen durch Aufbauzeitmessungen vor [Z. Physik *116*, 235 (1940)]. W. Rogowski berücksichtigte auch noch metastabile Atome als Ursache der Elektronennachlieferung [Z. Physik *115*, 257 (1940)]. H. L. von Gugelberg führte am Physikalischen Institut der ETH Aufbauzeitmessungen zur Trennung der Nachlieferungsprozesse in verschiedenen Gasen durch und wertete die Resultate anhand der für ein homogenes Feld vereinfachten und integrierten Trägerbilanzen aus [Helv. phys. Acta *20*, 308 (1947)]. Neuere und eingehendere Untersuchungen über Elektronennachlieferung stammen von R. R. Newton, Phys. Rev. *73*, 570 (1948); J. A. Hornbeck, Phys. Rev. *80*, 297 (1950); *83*, 374 (1951); *84*, 615 (1951); R. N. Varney, Phys. Rev. *93*, 1156 (1954); J. P. Molnar, Phys. Rev. *83*, 933, 940 (1951); H. D. Hagstrum, Phys. Rev. *89*, 244 (1953); *91*, 543 (1953); *96*, 325 und 336 (1954). Eine zusammenfassende Darstellung wird von L. B. Loeb im *Handbuch der Physik*, Band 22, S. 457 ff. (1956), gegeben.