© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Über die elektrischen Entladungen in Gasen.

Von

Gustav Mie.

Während man sich noch vor nicht sehr langer Zeit in den scheinbar so ausserordentlich mannigfaltigen Erscheinungen der Entladungen in Gasen kaum zurecht finden konnte und eine grosse Anzahl verschiedener Entladungsformen unterschied, wie: Funken, kontinuierliche Glimmentladung, stille Entladung, Büschelentladung, Lichtbogen etc., zwischen denen sich schwer einfache Zusammenhänge feststellen liessen, weiss man durch die neueren Untersuchungen, dass diese alten Unterscheidungen ganz äusserlicher Natur sind, etwa so wie die älteste Unterscheidung in der Botanik zwischen Bäumen, Sträuchern, Kräutern, und dass es nur zwei Entladungsformen gibt, die wirklich ihrem Wesen nach verschieden sind, nämlich

1) Entladung mit kalten Elektroden: Glimmentladung,
2) Entladung mit glühenden Elektroden, zum mindesten mit glühender Kathode: Lichtbogenentladung.

Diese Entladungen können nun je nach der Ausgiebigkeit der Elektrizitätsquelle und nach der Grösse des im Entladungsstromkreis eingeschalteten Widerstandes kontinuierlich oder intermittierend sein, im letzten Fall können auch beide Entladungsformen abwechselnd auftreten. Ausserdem kann die Form der Elektroden der Entladung gelegentlich ein sonderbares Aussehen geben, wie bei der Spitzenentladung, doch ist im Wesen dabei nichts neues zu entdecken.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

1. Die typische Form der Glimmentladung studiert man am besten an einer langen Geisslerschen Röhre. Man erkennt leicht, dass sie aus dem negativen Glimmlicht, das die Kathode umgibt, und der von der Anode aus sich nach der Kathode hin erstreckenden positiven Lichtsäule besteht, beide sind durch einen dunklen Zwischenraum, den äusseren oder Faradayschen Dunkelraum getrennt. Bringt man die beiden Elektroden einer Glimmentladung näher und näher zusammen, so verkürzt sich die positive Lichtsäule in demselben Masse, während die Leuchterscheinungen um die Kathode herum völlig ungeändert bleiben. Geht man mit der Anode in den Dunkelraum oder gar in das negative Glimmlicht hinein, so verschwindet die positive Lichtsäule ganz. Es kann also eine Glimmentladung geben, die nur in den Vorgängen besteht, welche sich durch das negative Glimmlicht anzeigen, es ist aber keine Glimmentladung möglich, in der diese Vorgänge fehlen, sie sind es, die das Wesen der Entladung ausmachen.

Das negative Glimmlicht besteht unter allen Umständen aus drei Schichten, die man besonders deutlich bei sehr niedrigen Gasdrucken beobachtet. Unmittelbar an der Kathode sieht man eine leuchtende Schicht, die das Kathodenmetall wie ein Mantel bekleidet, der Kathodenlichtsaum. In Luft hat der Lichtsaum eine rötliche Farbe. Aussen grenzt an ihn eine lichtlose dunkle Schicht von gleichmässiger Dicke, der Kathodendunkelraum (auch innerer oder Hittorfscher Dunkelraum genannt). Die äusserste Schicht, welche sich an den Kathodendunkelraum ansetzt, ist endlich der weit ausgedehnte bläuliche Lichtnebel, den wir speziell das Glimmlicht nennen. Die Schichten des Kathodenlichtes werden alle drei um so voluminöser, je niedriger der Gasdruck ist. Da nun ohne sie keine Glimmentladung eintreten kann, so drängt sich die Frage auf, was denn wird, wenn man den Raum für sie beschränkt. Am leichtesten lässt sich die Antwort auf diese Frage finden, wenn man ein nicht gar zu grosses Gefäss mit zwei Elektroden weiter und weiter evakuiert.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

So lange der Platz für die Ausbildung der Kathodenvorgänge noch bequem ausreicht, geht die Entladung bei einer ziemlich niedrigen Spannung vor sich. Wenn man dafür sorgt, dass die Anode stets in dem Kathodenglimmlicht oder dem äusseren Dunkelraum sitzt und die Spannung zwischen der Kathode und der Anode misst, während eine Glimmentladung stattfindet, so findet man bei allen Graden der Verdünnung ungefähr denselben Wert von einigen hundert Volt, solange der Raum in dem Gefäss ausreicht, um das voluminöse Lichtgebilde aufzunehmen. Von dem Moment an aber, wo es an Platz zu fehlen beginnt, steigt die elektrische Spannung rapide, und wenn man weiter und weiter evakuiert, kommt man bald so weit, dass eine Spannung, welche aussen in der Luft grosse Funken hervorruft, noch nicht für die Entladung in dem evakuierten Raum ausreicht. Man erkennt auch hieran wieder, dass die Vorgänge um die Kathode herum das Wesentliche an der Glimmentladung sind.

Wenn es an Platz für die normale Ausbildung dieser Vorgänge fehlt, bekommen sie als Ersatz dafür durch die Wirkung der hohen Spannung eine besonders grosse Intensität, und infolgedessen haben sich die Entladungserscheinungen in hochevakuierten Gefässen als besonders wichtig für das Studium des eigentlichen Wesens der Kathodenvorgänge bei der Glimmentladung erwiesen. An einem hochevakuierten Gefäss beobachtet man beim Durchgang der Entladung nicht nur ein nebelhaftes Licht im Gase, sondern auch ein grünes Leuchten der Glaswand des Gefässes, besonders der Kathode gegenüber. Dieses Leuchten (Fluoreszenz) des Glases wird durch ganz dasselbe Agens hervorgebracht, welches in dem Gase das blaue weit ausgedehnte Glimmlicht erregt. Es lässt sich durch einfache Versuche streng beweisen, dass dieses Agens nichts anderes ist, als eine eigentümliche Strahlenart, welche von der Oberfläche der Kathode ausgeht. Man kann die schattenwerfende Wirkung fester Körper beobachten, die Absorption messen, die die Strahlen in verschiedenen Stoffen erfahren, und so fort. Sie zeigen ein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

durchweg anderes Verhalten, als etwa Lichtstrahlen, sie erfahren beispielsweise niemals eine Brechung und werden nicht regelmässig reflektiert. Dagegen werden sie in einem elektrischen Felde und in anderer Weise auch in einem magnetischen Feld nach einfachen, quantitativ festzustellenden Gesetzen abgelenkt. Ferner erteilen sie Körpern, welche sie absorbieren, eine negative Ladung. Alle ihre Eigenschaften lassen sich nur auf eine Weise verständlich deuten, nämlich, wenn man annimmt, dass sie aus materiellen Partikelchen bestehen, welche in der Strahlenrichtung von der Kathode abfliegen, und zwar Partikelchen, welche eine negative Ladung besitzen. Durch quantitative Untersuchungen hat sich feststellen lassen, dass in allen Gasen und bei allen Kathoden, aus welchem Metall man sie auch herstellen mag, diese Partikelchen die gleichen sind. Es muss sich also um Teilchen handeln, die nicht an bestimmte Elemente gebunden sind, sondern die in allen chemischen Atomen vorkommen und sich von ihnen loslösen können. Man kann durch Messungen das Verhältnis aus der Ladung zu der trägen Masse eines solchen Partikelchens feststellen. Durch Vergleich mit dem entsprechenden Verhältnis für ein Wasserstoffion ergibt sich das interessante Ergebnis, dass die Partikelchen, welche die Kathodenstrahlen bilden, nur den 1800ten Teil der Masse eines Wasserstoffatoms haben. Ihr Atomgewicht ist also 0,00055, unendlich viel kleiner als das Atomgewicht irgend eines chemischen Elements. Um den universellen Charakter dieser Partikelchen auszudrücken, hat man ihnen den Namen Elektronen gegeben. Die Elektronen sind materielle Partikelchen, deren wesentliche Eigenschaft darin besteht, dass sie eine negative Ladung tragen; sie bilden kein neues chemisches Element, denn infolge der abstossenden Kräfte zwischen ihren starken elektrischen Ladungen ist es unmöglich, einen greifbaren Körper aus ihnen aufzubauen. An dem Aufbau der Materie nehmen sie nur in Verbindung mit positiven Partikelchen teil, von deren Ladung sie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

neutralisiert werden, und mit denen zusammen sie die Atome bilden. Die Elektronen sind also keine Atome, sondern ein Bestandteil aller Atome. So wenig wir auch sonst noch vom innern Bau der Atome wissen, das eine ist sicher, dass sie eine sehr komplizierte Struktur haben und dass die Anordnung der Elektronen in ihnen von wesentlichem Einfluss auf ihre Eigenschaften ist.

In der Glimmentladung spielen die Elektronen die Rolle, dass sie infolge ihrer schnellen Bewegung in den Kathodenstrahlbahnen das primäre Agens sind, welches in dem Gase Jonen hervorbringt und es dadurch zu einem Leiter macht. Man hat sich das wahrscheinlich so zu denken, dass sie die Gasmoleküle, auf welche sie in heftiger Bewegung aufschlagen, in Jonen zerstossen. Ist einmal in dem Gase eine gewisse Zahl von Jonen vorhanden, so vermehren sich diese weiter durch „Jonenstoss", weil das elektrische Feld sie alle in rasche Bewegung setzt. Die Jonen, welche die Kathodenstrahlen in dem durch das blaue Glimmlicht bezeichneten Raumteil zuerst erzeugen, bilden also gewissermassen ein Stammkapital, mit welchem der elektrische Strom sofort wuchert. Jedenfalls ist das Gas in dem Gebiet des blauen Glimmlichtes und in dem benachbarten äusseren Dunkelraum ein recht guter Leiter. Ist die Entladungsbahn sehr lang, so bilden sich in ihr noch mehr Jonisierungszentren aus, wo unter dem Einfluss eines besonders starken Feldes die aus dem primären Jonisierungszentrum an der Kathode dahingewanderten Elektronen eine kräftige jonisierende Wirkung durch Stoss entfalten. Solche sekundären Jonisierungszentren sind die leuchtenden Teile der positiven Lichtsäule, ihre leuchtenden Schichten.

Da die Elektronen besonders befähigt sind, Jonen zu erzeugen, und da ferner die Elektronen nur von der negativ geladenen Kathode aus in Form der Kathodenstrahlen weggeschleudert werden, so ist es leicht zu verstehen, warum gerade die Kathode die Hauptrolle bei der Glimmentladuug spielt, und zwar in allen Gasen. Es bleibt nun aber noch die Frage zu erledigen, wie die Elektronen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

an der Kathode freigemacht werden. Die Antwort hierauf hat das Studium des Kathodenlichtsaums gegeben. Wenn man in die Kathode Löcher bohrt, und hinter ihr ein grosses Gefäss anordnet, welches mit dem Entladungsgefäss nur durch diese „Kanäle" in der Kathode kommunisiert, so beobachtet man, wie zuerst Goldstein gefunden hat, dass der Lichtsaum sich durch die Kanäle hindurch in langen leuchtenden Streifen fortsetzt, welche senkrecht von der Kathode weggehen. Diese Lichtstreifen bezeichnen die Bahn einer zweiten Art von Strahlen, welche ebenfalls aus schnell fliegenden materiellen Teilchen gebildet werden, man nennt sie Kanalstrahlen. Die Kanalstrahlen bestehen aus positiv geladenen Partikelchen, deswegen fliegen sie nicht von der Kathode weg, sondern auf sie zu, und der Lichtsaum bezeichnet den Bereich ihrer Hauptwirksamkeit, ähnlich wie das blaue Glimmlicht den der Kathodenstrahlen. Auch für die Kanalstrahlen ist das Verhältnis der Ladung zur Masse bestimmt worden und daraus ihr Atomgewicht berechnet. Es hat sich stets das Atomgewicht des Gases ergeben, in welchem die Entladung vor sich geht, und dessen Licht auch die Kanalstrahlenteilchen selber aussenden. Positive Elektronen gibt es nicht. Die positive elektrische Ladung haftet an dem grossen Restatom, die negative an den Elektronen, aus beiden zusammen baut sich das ungeladene chemische Atom auf.

Die Entstehung der Kanalstrahlen ist leicht zu verstehen, da ja durch die Wirksamkeit der Kathodenstrahlen eine Menge positiver Jonen in dem die Kathode umgebenden Raum vorhanden sind, welche nun von der Kathode angezogen werden. Andererseits ist experimentell nachgewiesen, dass Kanalstrahlen ebenfalls das Gas jonisieren, durch das sie fliegen, und dass sie ausserdem aus einem festen Körper, auf den sie auftreffen, Elektronen loslösen. So schaffen die Kanalstrahlen die für die Kathodenstrahlen nötigen Elektronen und andererseits diese die für jene nötigen positiven Partikelchen. Beide Vorgänge halten sich gegenseitig in Gang und von ihnen aus werden in die ganze Entladungsstrecke die Jonen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

gebracht, die den Grundstock bilden für die zur Entladung nötige weitergehende Jonisierung. Es ist klar, dass ehe die Glimmentladung einsetzt, schon eine Reihe von Vorgängen sich abspielen müssen, die schliesslich zur Ausbildung der Kathodenschichten führen. Da diese Vorgänge im einzelnen noch nicht erforscht sind, will ich hier nicht näher auf sie eingehen, natürlich handelt es sich im Wesentlichen immer um Jonenstosswirkungen.

2. Der Lichtbogenentladung oder der Entladung mit glühender Kathode fehlen die Kathodenschichten, welche die Glimmentladung charakterisiren. Ein glühender Körper wirkt schon an sich als Jonisator, so ist beispielsweise die Luft in der Nähe eines weissglühenden Platindrahtes gut leitend. Untersucht man die Erscheinung genauer, so findet man, dass ein weissglühender Körper eine grosse Menge von Elektronen ausschleudert, welche dann das umgebende Gas durch Stoss jonisieren. Diese Erscheinung wird praktisch verwertet in der Wehneltröhre, einem evakuierten Glasgefäss, in welchem als Kathode ein dünngewalztes Platinblech fungiert, das durch einen Heizstrom weissglühend gemacht wird. Auf das Platinblech ist ein Fleck von Kalziumoxyd aufgetragen, das, wie Wehnelt gefunden hat, noch in viel höherem Masse die Eigenschaft hat, Elektronen auszusenden, als das glühende Metall. Schickt man durch die Wehneltröhre eine Entladung, so wird durch das glühende Kalziumoxyd eine solche Menge von Elektronen geliefert, dass schon eine geringe Spannung genügt, um eine enorme Jonisierung des Gasinhaltes und einen ziemlich kräftigen elektrischen Strom hervorzubringen. Infolge der geringen Spannung treten keine Kanalstrahlen auf, weil die verhältnismässig schweren Atomionen in dem schwachen Feld nicht die grosse Geschwindigkeit erlangen können, die für die Wirkungen der richtigen Kanalstrahlen nötig ist. Durch die Glut der Kathode sind ja auch in der Tat die Kanalstrahlen überflüssig gemacht. Dagegen gehen von der Kathode, wenn die Röhre einigermassen evakuiert ist, deutlich wahrnehmbare Kathodenstrahlen aus.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Der Lichtbogen ist nun nichts anderes, als eine Entladung mit glühender Kathode, die sich von der Entladung in der Wehnelt-Röhre nur dadurch unterscheidet, dass die Glut der Kathode nicht durch einen fremden Strom, sondern durch den Lichtbogenstrom selber, nämlich durch das Bombardement der positiven Jonen auf die Kathode hervorgerufen wird. Eine Lichtbogenentladung kann deswegen nur bei sehr grossen Stromstärken zustande kommen, ihre Stromstärke ist rund etwa tausendmal so gross, wie die der Glimmentladung in einer Geisslerschen Röhre.

Betrachtet man einen Kohlenlichtbogen, so findet man, dass nicht nur die Kathode glüht, sondern auch die Anode. Ja, merkwürdigerweise ist sogar die Anode in einer weit stärkeren Glut begriffen, als die Kathode. Nichts destoweniger lässt sich durch einfache Experimente unzweideutig beweisen, dass die Glut der Anode eigentlich nicht wesentlich notwendig zum Zustandekommen der Lichtbogenentladung ist. Man kann Lichtbogenentladungen mit kalter Anode und glühender Kathode bekommen, aber niemals Lichtbogenentladungen mit kalter Kathode.

Die Lichtbogenentladung mit kalter Anode hat eine geringere Stromstärke als die Entladung mit glühender Anode. Wenn nämlich die Stromstärke sehr weit anschwillt, so werden aus der Umgebung der kalten Anode, welche keine Jonen produziert, die positiven Jonen so schnell weggeführt, dass das Gas in ihrer Nähe eine starke negative Ladung behält. Infolgedessen entsteht also unmittelbar an der Anode ein sehr kräftiges elektrisches Feld und dieses schleudert die Elektronen aus dem Gasraum mit einer solchen Wucht auf die Anode, dass diese zur Glut kommt. Schliesslich erhöht sich ihre Temperatur so weit, dass sie zu verdampfen beginnt, und in diesem Moment beginnt sie auch selber Jonen zu produzieren, weil Dämpfe von Leitern sehr leicht jonisiert werden. Auf diese Weise wird der Verarmung an positiven Jonen in der Umgebung der Anode, damit auch dem elektrischen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Feld und der Temperatur eine Grenze gesteckt, und die Vorgänge kommen in ein stationäres Gleichgewicht. Die Kohlenanode kommt zu einer sehr hohen Temperatur, weil Kohle besonders schwer verdampft, Metallanoden werden meistens weniger heiss. Dass diese Anschauungsweise richtig ist, geht vor allem daraus hervor, dass in der Tat das leitende Gas des Lichtbogens nicht das Spektrum der Luft, sondern das Spektrum des Elektrodendampfes zeigt. Ausserdem ist durch neuere Versuche von Gehrcke und Reichenheim an evakuierten Gefässen mit stark erhitzter Anode die Erzeugung der positiven Jonen an ihr direkt nachgewiesen, bei hohen Spannungen bekamen sie von der Anode ausgeschleuderte Strahlen positiver Teilchen, die sogenannten Anodenstrahlen.

Entstehen kann ein Lichtbogen auf zweierlei Weise. Entweder bringt man die Elektroden, nachdem die Spannung angelegt ist, in einen etwas mangelhaften Kontakt mit einander, infolge des Kontaktwiderstandes werden sie durch den Strom glühend, und wenn man sie auseinander zieht, entsteht sofort ein Lichtbogen. Das ist die gewöhnliche Methode, wie man den Lichtbogen der elektrischen Lampen hervorbringt. Oder man legt ausser der starken Stromquelle, die den Lichtbogen unterhalten soll, an die beiden von einander entfernten Elektroden eine kurz andauernde sehr hohe Spannung, welche im Stande ist, eine Glimmentladung hervorzurufen. Die Glimmentladung schwillt ganz von selber zu höheren und höheren Stromstärken an, wenn kein Widerstand vorgeschaltet ist. Dabei erhitzt sich die Kathode, kommt schliesslich in Glut und eine Lichtbogenentladung beginnt, die nun bei der niedrigeren, dauernd angelegten Spannung bestehen bleibt, wenn der Strom genügend stark ist, um die Elektroden in Glut zu erhalten.

3. Beide Formen der elektrischen Entladung in Gasen können wir gegen die elektrischen Ströme in den eigentlichen Leitern durch die Feststellung charakterisieren, dass in ihnen der elektrische Strom sich selber die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Jonen schafft, die für seine Existenz nötig sind, während in den Leitern die Jonen auch ohne Strom vorhanden sind.

Eine sehr bemerkenswerte Konsequenz dieser Eigenart der elektrischen Entladungen ist, dass der Widerstand einer Entladungsstrecke mit wachsender Stromstärke in hohem Masse abnimmt, und zwar so stark, dass die elektrische Spannung zwischen den Elektroden, welche den Strom hervorbringt, mit wachsender Stromstärke heruntergeht.

Wenn wir also an die beiden Elektroden eine Stromquelle anlegen, deren Spannung so hoch ist, als die Spannung einer Glimmentladung mit der kleinsten möglichen Stromstärke, dann setzt zunächst diese stromschwächste Glimmentladung ein. Aber infolge der eben besprochenen Eigentümlichkeit steigert sich alsbald die Stromstärke der Entladung ganz von selbst. Denn sobald die Stromstärke nur ein wenig anwächst, geht die Gegenspannung der Entladung herunter, sie hält daher der angelegten Spannung nicht mehr das Gleichgewicht und der elektrische Strom steigt. Er schwillt nun mehr und mehr an, bis der elektrische Spannungsverlust in den zwischengeschalteten Widerständen, der proportional mit der Stromstärke zunimmt, so gross geworden ist, dass er gerade die Differenz zwischen der angelegten Spannung und der mit der Stromstärke weit heruntergesunkenen Entladungsspannung ausgleicht. Ist kein nennbarer Widerstand in die Leitung eingeschaltet, so schwillt die Stromstärke soweit an, dass sich die Elektroden bis zur Glut erhitzen und die Entladung in die Lichtbogenentladung übergeht. Auch diese fährt fort, zu gewaltigen Stromstärken bei immer höherer Elektrodenglut anzuschwellen, solange bis der Spannungsverlust in dem unvermeidlichen Widerstand der Zuleitungen genügend gross ist, um der Spannung der Stromquelle das Gleichgewicht zu halten. Jedenfalls geht hieraus hervor, dass man eine Glimmentladung nur dann dauernd erhalten kann, wenn man einen sehr grossen Widerstand in die Zuleitungen einschaltet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Auch vor einen Lichtbogen muss man, wenn man vermeiden will, dass geringste Spannungsschwankungen der Stromquelle mit heftigen Stromschwankungen verbunden sind, stets einen nicht zu kleinen Widerstand legen. Alle praktisch gebrauchten Bogenlampen sind daher mit einem gut abgepassten Vorschaltwiderstand versehen.

Eine Besonderheit der elektrischen Gasentladung ist, dass sie leicht intermittierend oder auch disruptiv wird. Das erklärt sich ohne weiteres aus den eben besprochenen Verhältnissen. Lässt man durch ein kleines, teilweise evakuiertes Gefäss, dem ein grosser Widerstand (z. B. eine feuchte Schnur) vorgeschaltet ist, eine Glimmentladung gehen, indem man etwa als Stromquelle eine Hochspannungs-Akkumulatorenbatterie benutzt, so bekommt man leicht einen stetigen, ununterbrochen gleichmässig fliessenden elektrischen Strom. Schaltet man aber neben die Entladungsstrecke einen Kondensator von grosser Kapazität, und zwar indem man gut leitende Metalldrähte zur Verbindung benutzt, so zeigt sich sofort ein ganz anderes Bild: Die Entladung wird disruptiv. Infolge des in der Leitung zur Stromquelle liegenden grossen Widerstandes dauert es nämlich einige Zeit, bis der in den Kondensator gehende Strom eine so grosse Ladung herbeigebracht hat, dass der Kondensator und mit ihm die Entladungstrecke die zur Herstellung der ersten schwächsten Glimmentladung erforderliche Entladungsspannung erlangt. Sobald aber diese, ziemlich hohe, Spannung erreicht ist, setzt eine Entladung ein und nun liefert der Kondensator, da zwischen ihm und der Funkenstrecke kein Widerstand vorhanden ist, einen mehr und mehr anschwellenden Strom in die Entladungsstrecke hinein, indem gleichzeitig die Spannung sehr tief heruntergeht. Der ganze Vorgang spielt sich sehr schnell ab und bald ist die Ladung des Kondensators erschöpft, ohne dass die Stromquelle durch den hohen Widerstand der feuchten Schnur seine Ladung genügend schnell hätte ersetzen können. Infolgedessen muss also die Entladung gleich wieder abbrechen, die Gasstrecke wird wieder ein Nichtleiter. Nun beginnt sich dann

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

der Kondensator wieder langsam aufzuladen, bis die Entladungsspannung abermals erreicht ist und eine neue Entladung einsetzt. Eine sehr interessante Beobachtung macht man, wenn man die Kapazität des Kondensators ändert. Bei kleineren Kapazitäten hat die disruptive Entladung völlig das Aussehen einer Glimmentladung, der Entladungsstrom bricht also schon ab, ehe die Elektroden sich zur Glut erhitzt haben. Mit grösseren Kapazitäten aber kann man es leicht erreichen, dass der Entladungsstrom so lange anhält und so stark anschwillt, dass er in eine Lichtbogenentladung übergeht. Infolge der kurzen Dauer der ganzen Erscheinung, hat man dann den Anblick eines Lichtbogens in einer Glimmentladung. Wenn die Kapazität sehr gross genommen wird, so sieht man nur den Lichtbogen, weil dieser mit seinem blendenden Licht die schwach leuchtende Glimmentladung überstrahlt. Man sieht stets, dass dieser schnell vorbeigehende Lichtbogen auf jeder Elektrode in einem hellaufleuchtenden Punkt ansetzt. Dieser hellleuchtende Punkt bezeichnet die Stelle, wo die Elektrode, auf eine enorme Temperatur erhitzt, weiss glüht und verdampft (denn der Lichtbogen zeigt stets das Spektrum des Elektrodendampfes). Obwohl die ganze bei der Entladung zum Vorschein kommende Energie nur klein ist, so konzentriert sie sich räumlich und zeitlich so sehr, dass sie diese Glutwirkung hervorbringen kann. Ist die Entladung vorbei, so verschwinden die Glutpunkte infolge der guten Wärmeleitung sofort wieder, ohne dass die Elektroden sehr heiss werden.

Die eben beschriebene disruptive Entladung ist offenbar nichts anderes als ein elektrischer Funke. Ein elektrischer Funke entsteht dann, wenn die Elektroden mit einer Kapazität verbunden sind, und die Elektrizitätsquelle so langsam elektrische Ladungen liefert, dass es längere Zeit dauert, bis die Elektrodenkapazität auf die Entladungsspannung gebracht ist. Die Entladungsspannung oder Funkenspannung ist nichts anderes als die Spannung, bei welcher die schwächste Glimmentladung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

gerade eintritt. Es gibt zwei Arten von Funken: Bei geringerer Kapazität tritt der rötliche leise Glimmfunke ein, bei grösserer Kapazität der hellleuchtende, knallende Lichtbogenfunke.

Benutzt man zum Experimentieren eine sogenannte Elektrisiermaschine (das heisst eine Influenzmaschine, denn die den Laien meistens allein bekannte Reibungselektrisiermaschine hat für den Physiker nur noch historisches Interesse), so braucht die Kapazität der Elektroden nur sehr klein zu sein, um disruptive Entladungen zu liefern, weil diese Maschine die charakteristische Eigenschaft hat, dass sie ganz ausserordentlich langsam elektrische Ladungen erzeugt. Selbst wenn die ganze Kapazität nur aus den beiden Kugeln der Funkenstrecke besteht. dauert es schon eine merkbare Zeit, bis die Elektrisiermaschine sie auf die Entladungsspannung bringt. Ist diese Spannung erreicht, so geht ein sehr kurz dauernder Glimmstrom über, der den Kugeln ihre ganze Ladung wegnimmt, und wenn man die Maschine weiter dreht, so dauert es einige Zeit, bis wieder das Entladungspotential erreicht ist und ein neuer Glimmfunke einsetzt. Dieser schwache Funke hat eine rötliche Farbe; wenn man genauer zusieht, so bemerkt man, dass von der Anode ein blasser rötlicher Faden ausgeht, der dicht vor der Kathode aufhört, die positive Lichtsäule, und dass die Kathode an der Stelle, wo der rote Faden endigt, von einem bläulichen Lichtfleck bedeckt ist, dem Kathodenglimmlicht. Von der Glimmentladung in luftverdünnten Räumen unterscheidet sich der Glimmfunke nur durch seine sehr kleinen Dimensionen. Indessen ist das jedenfalls kein irgendwie wesentlicher Unterschied und hängt wahrscheinlich mit der ausserordentlich kurzen Dauer des Glimmfunkens zusammen. Schaltet man neben die Funkenstrecke der Elektrisiermaschine eine Leydener Flasche, so folgen die Funken infolge der bedeutend grösseren Kapazität viel langsamer aufeinander. Ausserdem sind sie hellglänzend weiss und entpringen in hellleuchtenden Pünktchen auf den Elektroden. Wir haben dann also einen richtigen Lichtbogenfunken, allerdings mit einem sehr schmalen Ent-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

ladungskanal, dessen Enge wiederum durch die extrem kurze Dauer der Entladung bedingt ist. Nimmt man grössere Kapazitäten in den Nebenschluss zur Funkenstrecke, so wird der Funke mit seiner grösseren Dauer zugleich breiter, ganz besonders, wenn man zwischen der Kapazität und der Funkenstrecke noch einen grossen Widerstand, etwa eine feuchte Schnur einschaltet und dadurch den Entladungsvorgang verlangsamt.

Die disruptive Entladung, die am frühsten beobachtete Erscheinungsform der Entladung in Gasen, bietet also nichts wesentlich neues. Nur ist ihr Verständnis durch die kurze Zeitdauer, in der sich der ganze Vorgang abspielt, sehr erschwert, und ist erst dadurch möglich geworden, dass man in das Wesen der kontinuierlich andauernden Entladungen tiefer eingedrungen ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 41

Autor(en)/Author(s): Mie Gustav

Artikel/Article: Über die elektrischen Entladungen in Gasen 24-37