8. Zur Kenntniss der Canalstrahlen; von A. Wehnelt.

Bei Versuchen über elektrische Entladungen hat Hr. E. Wiedemann häufig beobachtet, dass in der Nähe einer Kathode befindliche Gegenstände auf diese einen Schatten werfen. Später zeigte sich, dass schon vor längerer Zeit Hr. A. Schuster¹⁾ eine ähnliche Beobachtung veröffentlicht und richtig gedeutet hat. Er sagt:

„Was die innere, der Kathode dicht anliegende, leuchtende Schicht anbetrifft, so scheint dieselbe den sich der Kathode nähernden positiven Ionen zu entsprechen und nicht wie das Glimmlicht den negativen von ihr fortgeschleuderten Ionen. Bewiesen ist dies durch die Thatsache, dass ein innerhalb dieser Schicht befindlicher Draht einen Schatten auf die Kathode wirft, und auch noch durch die Ablenkung, die diese Schicht im magnetischen Felde erleidet. Bemerkenswerth ist, dass dieses, durch das Auftreffen der positiven Ionen hervorgerufene Leuchten, nach Goldstein, bei Anwendung von Stickstoff stets das Spectrum des positiven Theiles der Entladung zeigt.“

Da trotz ihrer Bedeutung diese Beobachtung nicht weiter verfolgt worden ist, so erlaube ich mir, eine Reihe hierher gehöriger Versuche mitzutheilen.²⁾

I. Als Kathode diene eine ebene Platte, die den Querschnitt eines cylindrischen Entladungsrohres fast ausfüllte. Als schattengebender Körper diene ein Glimmerkreuz, das auf einem Stückchen Eisenblech befestigt war, um ihm mit einem Magnet eine beliebige Stellung im Rohr geben zu können. Evacuirt man das Rohr soweit, dass ein dunkler Kathodenraum von ungefähr 1 cm Dicke oder mehr entsteht, und befindet sich das Glimmerkreuz noch ausserhalb desselben, so bedeckt, wie bekannt, eine gelblich-röthlich leuchtende Schicht,

1) A. Schuster, Proc. Roy. Soc. **47**. p. 557. 1890.

2) Die Arbeiten von Hrn. Villard in den Compt. rend. sind erst erschienen, als meine Versuche so gut wie abgeschlossen waren.

die den Canalstrahlen entspricht, gleichmässig fast den ganzen Querschnitt der Kathode. Nähert man das Kreuz mit einem Magnet der Kathode, so erscheint, sobald das Kreuz in den dunklen Kathodenraum eintritt, in der Lichthaut auf der Kathode eine dunkle Stelle, deren Gestalt einem etwas vergrösserten Bilde des Kreuzes entspricht; man erhält gleichsam einen etwas vergrösserten Schatten.

Die Grösse dieses vergrösserten Schattens ist unabhängig von dem Abstand zwischen schattengebendem Körper und Kathode, vorausgesetzt, dass der Körper nicht zu nahe der Grenze des dunklen Kathodenraumes steht, da alsdann das Schattenbild undeutlich wird. Bewiesen wurde dies durch zwei Versuche:

1. durch Veränderung des Abstandes des schon vorher benutzten Glimmerkreuzes von der Kathode;

2. durch einen zur Kathodenfläche geneigt stehenden Draht. Trotz der ungleichen Entfernungen der einzelnen Theile des Drahtes besass das Schattenbild desselben doch überall die gleiche Breite.

Veränderungen des Druckes in der Entladungsröhre haben auf die Grösse des Schattens keinerlei Einfluss, wenn nur der Körper sich noch innerhalb des dunklen Kathodenraumes befindet. Das Material des schattengebenden Körpers, ob Leiter oder Dielektricum, hat keinen Einfluss auf die Schattenbildung.

Da die Kathodenstrahlen doch *von der Kathode* ausgehen und ausserdem auch in ihrem ganzen Verlaufe, also auch ausserhalb des dunklen Kathodenraumes Schatten entwerfen, so lässt sich das Entstehen der Schatten auf der Kathode selbst wohl nur durch Strahlen¹⁾ erklären, die einer Bewegung zur Kathode hin entsprechen. Diese Bewegung ist ausserhalb des dunklen Kathodenraumes eine diffuse, sodass keine Schatten entstehen können, dagegen innerhalb des dunklen Raumes eine *normal* zur Oberfläche der Kathode gerichtete. Es ist daher wahrscheinlich, dass die leuchtende Schicht aus Strahlen besteht, die den Weg der positiven Entladung (Ionen) darstellen, und dass diese Strahlen dort, wo sie die Kathode treffen, Kathodenstrahlen auslösen, und dass sie ferner, falls die Kathode durchlöchert ist, nach rückwärts in Form von Canalstrahlen

1) Vgl. oben A. Schuster.

weitergehen. Die Canalstrahlen sind daher wohl identisch mit der leuchtenden Schicht auf der Vorderseite der Kathode und beide bestehen nur aus den von der Anode zur Kathode und, falls die letztere durchbrochen ist, darüber hinaus wandernden positiven Ionen. Die Richtigkeit dieser Annahme wird dadurch bestätigt, dass

1. die leuchtende Schicht nach Hrn. Goldstein¹⁾ das Spectrum des positiven Theiles der Entladung zeigt, und dass

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

2. die Canalstrahlen, wie Hr. W. Wien²⁾ nachgewiesen hat, positive Ladung mit sich führen;

3. diejenigen Stellen der Kathode, welche durch einen vor der Kathode befindlichen Körper vor der positiven Strahlung geschützt werden, auch nach rückwärts keine Canalstrahlen aussenden. Ein Versuch mit einer Drahtnetzkatode K , vor welcher ein Draht S aufgestellt war, zeigte sowohl in der ersten Kathodenschicht α , als auch im Gange der Canalstrahlen (β) einen dem Körper entsprechenden, etwas vergrößerten Schatten (Fig. 1).

1) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 29. Juli 1886; Wied. Ann. **64**. p. 38. 1898.

2) W. Wien, Wied. Ann. **65**. p. 446. 1898.

Dass die positive Strahlung sowohl als erste Kathodenschicht vor der Kathode, als auch als Canalstrahlen hinter der Kathode stets normal zur Fläche der Kathode steht, zeigt ein Versuch mit einer drehbaren Kathode. Der Schatten eines im dunklen Kathodenraume aufgestellten Drahtes D wandert beim Drehen der Kathode K stets an eine solche Stelle, welche einem normalen Einfall der positiven Strahlung α entspricht. (Fig. 2.) Ist die drehbare Kathode durchlöchert, so ist auch sichtbar, dass die Canalstrahlen stets senkrecht zur Kathodenfläche austreten. Ferner ist noch für den normalen Einfall der positiven Strahlung bezeichnend, dass das Schatten-

Fig. 4.

bild eines einfachen Drahtes D bei gleichem Abstand von der Elektrodenmitte bei concaver Kathode K_1 grösser, bei convexer Kathode K_2 hingegen kleiner ist, als bei der ebenen Kathode K . (Fig. 3.)

II. Schon mehrfach wurde beobachtet, dass die Kathode an der Ansatzstelle der Kathodenstrahlen stark oxydirt. Da die Kathodenstrahlen, wie Hr. Villard gezeigt hat, und wie ich mich durch Wiederholung seiner Versuche überzeugt habe, stets eine reducirende Wirkung ausüben, so kann die erwähnte Oxydation keine Wirkung der Kathodenstrahlen sein. Es liegt nahe, als Ursache der Oxydationerscheinungen die positive Strahlung zu betrachten. Ein diesbezüglicher Versuch bestätigte diese Annahme. Stellt man in den Gang der Canalstrahlen eine polirte Kupferplatte, so werden schon nach kurzer Zeit die von denselben getroffenen Stellen stark oxydirt. Es

folgt hieraus, dass auch die Oxydation der Kathode durch das Auftreffen der positiven Ionen bewirkt wird.¹⁾

Es war zu erwarten, dass diejenigen Stellen der Kathode, welche von einem schattengebenden Körper geschirmt wurden, also nicht von positiven Ionen getroffen wurden, keine derartige Oxydation erleiden würden, und dass man somit im Stande sein würde, ein bleibendes Bild des Schattens auf der Kathode zu erzeugen. In der That zeigte sich bei Anwendung stärkerer Ströme und bei richtiger Stellung des schattengebenden Körpers *A* (Fig. 4) innerhalb des dunklen Kathodenraumes nach einiger Zeit auf einer Kathode aus polirtem Kupfer auf dunkel oxydirtem Hintergrunde ein etwas vergrössertes Bild des Körpers *B* (Fig. 4). Die Ränder der oxydirten Theile sind stets etwas unscharf und farbig. Die Farbenreihenfolge entspricht genau derjenigen, die man bei Erhitzung einer Kupferplatte erhält. Versuche mit

Fig. 5.

anderen Metallen ergaben, dass alle oxydirbaren Metalle so unter dem Einfluss der positiven Ionen oxydirt wurden. Am vortheilhaftesten erwies sich jedoch polirtes Kupferblech, da es sich am schnellsten oxydirte und auch die contrastreichsten Bilder lieferte.

Stellt man in den Gang von Kathodenstrahlen einen Draht und einen Kreideschirm, so wird von ersterem, falls er sich ausserhalb des dunklen Kathodenraumes befindet, ein scharfer

1) Sehr eigenartig ist, dass nach W. Arnold, Wied. Ann. 61. p. 326. 1897, Chlornatrium in den Canalstrahlen die *D*-Linie zeigt. Das Leuchten lässt freilich mit der Zeit nach, wie jede durch die Canalstrahlen hervorgerufene Luminescenz.

Schatten auf dem Schirm entworfen, dessen Breite gleich der des Drahtes ist. Bringt man den Draht jedoch in den dunklen Kathodenraum, so wird sofort das Schattenbild auf dem Schirm bedeutend breiter (Fig. 5). Denselben Effect erzielt man, wenn man den Draht stehen lässt und durch Auspumpen bewirkt, dass der Draht zuerst ausserhalb, dann innerhalb des dunklen Kathodenraumes steht.

Die Ursache dieser Erscheinung ist im Auseinanderdrängen der positiven Strahlung zu suchen. Befindet sich der Draht im dunklen Kathodenraum, so entsteht auf der Kathode der stark verbreiterte Schatten. Da nun nur von denjenigen Stellen der Kathode, die von den positiven Ionen getroffen werden, Kathodenstrahlen ausgehen, so muss auch der Schatten auf dem Kreideschirm entsprechend breit sein.

Resultate.

1. Die leuchtende, dicht an der Kathode anliegende erste Kathodenschicht und die Canalstrahlen sind, wie Goldstein nachwies, identisch und stellen den Endweg der *positiven* Bewegung dar.

2. Die positive Strahlung ist innerhalb des dunklen Kathodenraumes und auch hinter der Kathode normal zur Oberfläche der letzteren gerichtet und ist daher im Stande, von einem innerhalb des dunklen Kathodenraumes befindlichen Körper Schatten auf der Kathode zu erzeugen.

3. Die positive Strahlung löst an ihrer Auftreffsstelle Kathodenstrahlen aus und geht, falls die Kathode durchlöchert ist, nach rückwärts in Form der Goldstein'schen Canalstrahlen weiter.

4. Die positive Strahlung bewirkt im Gegensatze zur negativen Strahlung eine Oxydation.

(Eingegangen 4. November 1898.)