

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1870. Band I.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1870.

In Commission bei G. Franz.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. Mai 1870.

Herr v. Jolly berichtet über einen Aufsatz des Herrn Prof. Lommel in Erlangen:

„Das Leuchten der Wasserhämmer“.

Es ist bekannt, dass Geissler'sche Röhren durch den Inductionsapparat auch dann zum Leuchten gebracht werden, wenn die Poldrähte nicht mit den Platinelektroden der Röhre in Berührung, sondern bloss um die Enden der Röhre gewickelt oder noch besser mit daselbst angebrachten Stanniolbelegungen verbunden sind. Dabei ist der Schliessungskreis des Inductors durch die eingeschaltete nichtleitende Glasröhre unterbrochen, und die elektrische Strömung in der Röhre kann nur herrühren von der durch die Poldrähte auf den leitenden Inhalt ausgeübten Influenz.

Jede mit einem Gas oder Dampf von geringer Spannkraft angefüllte rings geschlossene Glasröhre muss, in derselben Weise in den Inductionskreis eingeschaltet, das nämliche Verhalten zeigen. Wenn man die Kugel eines Thermometers mit dem einen, sein oberes Ende mit dem andern Poldraht des Inductors verbindet, so leuchtet der luftleere Theil der Röhre mit dem grünlichen Lichte des Quecksilberdampfes. Man kann durch dieses Verfahren leicht prüfen, ob das Thermometer wirklich luftleer ist. Denn wenn es noch eine Spur von Luft enthält, so leuchtet die Röhre im röthlichen Lichte des Stickstoffs.

Diese Wirkung tritt selbst dann noch ein, wenn das eigentliche Thermometerrohr in eine weitere Glasröhre eingeschmolzen ist. Die von den Pohldrähten ausgeübte Influenz wirkt mit Leichtigkeit auch durch diese zweite Glashülle hindurch. Solche Thermometer mit Glashülle (selbstverständlich ohne Scala) sind die einfachsten und wohlfeilsten Fluoreszenzröhren. Versieht man die oben zugeschmolzene Glasumhüllung seitlich mit einem Ausguss, so kann man sie mit der auf Fluorescenz zu prüfenden Flüssigkeit füllen und diese von innen heraus durch elektrisches Licht erleuchten. Dabei empfiehlt es sich, im Innern des Thermometerrohrs absichtlich eine Spur von Luft zurückzulassen, weil das Licht des Stickstoffs an Fluorescenz erregenden Strahlen reicher ist als dasjenige des Quecksilberdampfes.

Dieselben Wirkungen werden eben so gut auch durch die Holtz'sche Influenzmaschine hervorgebracht, wenn man ihre Conductoren durch Drähte mit den Enden der zu prüfenden Röhre in Verbindung setzt.

Ich versuchte nun, ob auch sogenannte „Wasserhämmer“, d. h. Glasröhren, welche mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit gefüllt, durch Auskochen luftleer gemacht und dann zugeschmolzen sind, welche also bloss eine Flüssigkeit und deren Dampf enthalten, auf dieselbe Weise zum Leuchten gebracht werden können.

Der Inductionsapparat brachte keine Wirkung hervor, ohne Zweifel weil die von ihm gelieferte Elektrizität eine zu geringe Spannung besass.

Bei Anwendung der Influenzmaschine dagegen zeigte sich eine Lichterscheinung von unerwarteter Schönheit.

Die benutzten Wasserhämmer bestanden aus Röhren von 15 bis 23 cm Länge und 10 bis 15 mm lichter Weite; am einen Ende war eine Kugel von 3 bis 4 cm Durchmesser angeschmolzen, welche durch einen verengerten Hals mit der Röhre in Verbindung stand. Die Kugel und das geschlossene

Röhrende waren mit Stanniolbelegungen versehen und diese durch Drähte mit den Conductoren der Influenzmaschine verbunden.

Wird nun die Maschine in Thätigkeit gesetzt und man entfernt ihre Elektroden so weit, dass ein prasselnder Funkenstrom zwischen ihnen übergeht, so durchzuckt der horizontal gehaltene Wasserhammer in dem von Wasser freien Raum eine Art Wetterleuchten, ähnlich den breiten Flächenblitzen unserer Gewitter.

Entfernt man die Elektroden noch weiter, so springen nur noch nach Pausen stärkere Funken zwischen ihnen über; das Wetterleuchten im Wasserhammer dauert auch jetzt noch fort, ausserdem aber durchfährt die Röhre jedesmal im Momente der Entladung zwischen den Elektroden ein prachtvoller scharf linienförmiger Lichtblitz.

Diese starke elektrische Entladung im Innern der rings geschlossenen, bloss eine Flüssigkeit und deren Dampf enthaltenden Glasröhre lässt sich, wie mir scheint, in folgender Weise leicht erklären. Sind die Elektroden der Maschine geöffnet, so können ihre beiden Elektricitäten durch die Drähte zu den Stanniolbelegungen des Wasserhammers übergehen; jede Belegung wirkt vertheilend und bindend durch die Glaswand auf den leitenden Inhalt der Röhre. Auf der Stanniolbelegung A, welche mit dem positiven Conductor der Maschine in Verbindung steht, häuft sich positive Elektricität an, indem sie eine entsprechende Menge negativer Elektricität im Innern bindet und ihrerseits von dieser gebunden wird: die gleichnamige positive Elektricität im Innern der Röhre dagegen wird nach dem Ende B hin abgestossen. Ebenso treibt die Belegung B, welche vom negativen Conductor aus geladen wird, im Innern negative Elektricität nach der Belegung A, und bindet selbst sich gegenüber eine entsprechende Menge positiver Elektricität. Durch diese ununterbrochene Strömung positiver Elektricität von A nach B,

negativer von B nach A, wird das „Wetterleuchten“ hervorgebracht.

Haben aber nach einiger Zeit die auf den Stanniolbelegungen angehäuften entgegengesetzten Elektricitäten eine hinlängliche Spannung erreicht, um die Luftstrecke zwischen den Elektroden der Maschine zu durchbrechen, so springt hier mit lebhaftem Knalle ein Funke über; gleichzeitig aber werden im Innern der Röhre die den Stanniolbelegungen gegenüber gefundenen Elektricitäten frei und vereinigen sich mit einander durch einen hellen Blitz. Bei dieser blitzähnlichen Entladung geht, wie sich aus der obigen Auseinandersetzung ergibt, die positive Elektricität von B nach A, also entgegengesetzt jener Strömung, welche das Wetterleuchten bewirkt. Die Elektricitätsbewegung in der Röhre ist demnach eine alternirende; in der einen Richtung geht ein continuirlicher Ladungsstrom, dann erfolgt im entgegengesetzter Richtung eine momentane Entladung durch einen bis zu 23 cm langen Funken.

Der Wasserhammer wirkt hienach in ganz ähnlicher Weise wie die Verstärkungsröhre oder wie die beiden Leidener Flaschen, welche man mit den Conductoren der Influenzmaschine zu verbinden pflegt, um verstärkte Funken zu erzielen. Die Belegungen an den Enden des Wasserhammers entsprechen den innern Belegungen der beiden Leidener Flaschen, sein Inhalt aber den äusseren Belegungen nebst ihrer leitenden Verbindung. Die durch diese Verbindung erfolgende abwechselnde Ladung und Entladung der äusseren Belege kann natürlich, so lange die Verbindung ununterbrochen metallisch (etwa ein Stanniolstreifen) ist, nicht gesehen werden; sie wird aber sichtbar, wenn man auf eine Glasplatte Eisenfeile siebt und die beiden Flaschen auf diese mit zahlreichen Unterbrechungen versehene leitende Unterlage stellt. Alsdann sieht man, während die Flaschen sich laden, zahlreiche Fünkchen zwischen den Eisenpartikelchen

übergehen, und im Momente der Entladung zwischen den Elektroden fährt ein lebhafter Blitz an der Eisenfeile entlang von einem Aussenbeleg zum andern.

Die angewendeten Hämmer enthielten theils destillirtes Wasser, theils Wasser mit einem geringen Zusatz von Weingeist, theils gewöhnlichen Weingeist. In den mit destillirtem Wasser gefüllten erschienen die Blitze schön purpurroth, und zeigten im Spectroscop die drei Wasserstofflinien nebst der Natriumlinie. Wegen der Schmalheit der Blitze kann das Spectrum derselben auch ohne Anwendung eines Spaltes durch ein Prisma, welches man mit der brechenden Kante der Längsrichtung der Blitze parallel in der Hand hält, vollkommen scharf gesehen werden.

Die Funken hatten demnach durch Zersetzung des Wasserdampfes Wasserstoffgas entwickelt, nachdem etwa 500 Blitze durch den Wasserhammer sich entladen, verrieth sich die Anwesenheit eines Gases auch dadurch, dass der Hammer nicht mehr klopfte. Das Wasser in den gebrauchten Wasserhämmern reagirte deutlich alkalisch, während es sich in den noch ungebrauchten aus demselben Glase und mit derselben Füllung verfertigten vollkommen neutral verhielt. Es deutet dieses Verhalten darauf hin, dass auch das Glas durch die Entladungen chemisch angegriffen wurde und Natron in Lösung ging; daher auch die Natriumlinie im Spectrum des Funkens.

Bei den Hämmern, welche Wasser mit Weingeist oder durchaus Weingeist enthielten, war der Blitz prachtvoll hellgrün. Sein Spectrum zeigte zwei rothe, eine gelbgrüne, eine sehr helle grüne, eine blaue und eine violette Linie. Die grüne ist die hellste, dann folgt der Lichtstärke nach die gelbgrüne, dann die blaue; die beiden rothen und die violette Linie sind weniger intensiv. Die helleren derselben erscheinen übrigens mehr als Streifen, welche nur an dem rothen Ende des Spectrums zugewendeten Seite scharf

begrenzt sind, und gegen das brechbarere Ende hin sich allmählig abschattiren. Mit einem Steinheil'schen Spectroscop untersucht, zeigte sich der gelbgrüne Streifen bei dem Theilstrich 62 der Scala (die Linie D bei 50 angenommen), der hellgrüne bei 78, der blaue 126. Die übrigen Linien, welche bei unmittelbarer Betrachtung durch ein in der Hand gehaltenes Prisma sehr deutlich hervortraten, erschienen im Spectroscop der Enge des Spaltes wegen zu lichtschwach, um eine Messung zuzulassen. Ueberhaupt war die Bestimmung der Lage der Linien wegen ihres nur momentanen Aufblitzens sehr schwierig, und die oben angegebenen Zahlen können daher keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit machen.

Dieses Spectrum, mit anderen bekannten verglichen, zeigte eine die auffallende Uebereinstimmung mit demjenigen des grünlichen Theils der Flamme des Bunsen'schen Brenners. Diesem fehlen nur die rothen Linien, die übrigen Streifen haben dasselbe Aussehen und dieselbe Lage wie die oben beschriebenen. Wenn das Spectrum des grünlichen Kegels der Bunsen'schen Flamme wirklich einem Kohlenwasserstoff angehört, so hätten wir zu schliessen, dass in der Röhre durch Zersetzung des Weingeistes ein Kohlenwasserstoff gebildet worden sei. Jedenfalls verrieth sich, nachdem eine hinreichende Anzahl von Blitzen durch die Röhre gefahren war, die Anwesenheit eines Gases dadurch, dass der Hammer nicht mehr klopfte. Die eudiometrische Analyse des gasigen Inhaltes, welche bis jetzt aus Mangel an hinreichenden Material noch nicht vorgenommen werden konnte, wird ohne Zweifel Aufklärung geben über die Natur des Gases, welchem das obige Spectrum zuzuschreiben ist. — Ob die eine der rothen Linien etwa mit der C - Linie des Wasserstoffs übereinstimme, konnte vorläufig nicht constatirt werden; jedenfalls war die blaugrüne F - Linie nicht vorhanden.

Der flüssige Inhalt der mit Weingeist gefüllten Hämmer reagierte merklich sauer; es hatten sich also wahrscheinlich,

unter Mitwirkung des Natrons des Glases, organische Säuren oder saure Salze derselben gebildet. Es zeigte sich ferner mit Chromsäure und Aether eine deutliche Reaction auf Wasserstoffhyperoxyd. Die Bildung von Wasserstoffhyperoxyd in den mit destillirtem Wasser gefüllten Röhren ist wohl durch die alkalische Beschaffenheit ihres Inhaltes verhindert worden.

Die genauere Feststellung dieser chemischen Vorgänge und der dabei entstandenen Producte muss ebenfalls einer eingehenderen Untersuchung vorbehalten bleiben.

Zum Schlusse dieser vorläufigen Notiz sei noch hingewiesen auf die von Kundt beobachteten Spectra der Blitze. Kundt konnte zwei Arten von Blitzspectren unterscheiden: Bandenspectren, bestehend aus einer grossen Anzahl ziemlich schwacher, breiter und gleichmässig nahe aneinander liegender Bänder; und Linienspectren, bestehend aus einer Anzahl scharf markirter heller Linien. In den Linienspectren traten hervor: eine, zuweilen zwei Linien im äussersten Roth, einige sehr helle Linien im Grün und einige etwas weniger helle im Blau. Die Bandenspectren entsprachen dem röthlich-violetten Lichte der Flächenblitze, die Linienspectren dem stets mehr oder weniger weissen Lichte der Zickzackblitze.

Die Aehnlichkeit des zweiten von Kundt beobachteten Blitzspectrum mit demjenigen der weingeisthaltigen Wasserhämmer ist unverkennbar. Wir können daher hoffen, durch die Blitze der Wasserhämmer Aufklärung darüber zu erhalten, welchem Bestandtheil der Atmosphäre das Spectrum der Gewitterblitze zuzuschreiben ist.
