

## 7. *Ueber Wirkungen des ultravioletten Lichtes auf gasförmige Körper; von P. Lenard.*

---

1. Die Kathodenstrahlen waren ein erstes Beispiel einer Strahlung, welche die sie verschluckende Luft in einen eigentümlichen Zustand versetzt, dem ähnlich, welchen elektrostatische Kräfte in ihr hervorbringen können. Die Luft wird elektrisch leitend, ihr Sauerstoff wird teilweise zu Ozon und es bilden sich Kerne der Dampfcondensation in ihr. Mehrere andere Strahlungsarten von gleicher Wirkung sind seither aufgefunden worden, aber es ist, soviel mir bekannt, unbemerkt geblieben, dass auch eine dem sichtbaren Licht sehr nahe verwandte Strahlung dieser selben Wirkungen fähig ist.

### I. Nebelkernbildung.

2. Versuche über das „Zerstäuben der Körper durch das ultraviolette Licht“ hatten Hrn. M. Wolf und mir vor längerer Zeit die folgende Erscheinung gezeigt.<sup>1)</sup> Das Licht elektrischer Funken trat durch ein Quarz- oder Gyps Fenster in einen sonst von der Lichtquelle abgeschlossenen Raum, in welchen sich ein Wasserdampfstrahl befand, der aus der Spitze eines Glasrohres in die Luft trat. Mit dem Einsetzen des Lichtes erfolgte kräftig diejenige Wirkung auf den Dampfstrahl, welche nach Aitken's und R. v. Helmholtz' Untersuchungen<sup>2)</sup> das Vorhandensein von Condensationskernen in der ihn umgebenden Luft anzeigt: Die sonst nebelige und verwaschene Gestalt des Strahles wird wolkig und besser begrenzt und sein sonst mattes Grau geht in schimmernde Farben oder gar helles Weiss über, Veränderungen, welche dem etwas geübten Auge bei zweckmässiger Beleuchtung sehr auffällig sind. Es war unwesentlich für das Eintreten der Wirkung, ob der

---

1) P. Lenard u. M. Wolf, Wied. Ann. **37**. p. 447—451. 1889.

2) N. Aitken, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **30**. p. 337. 1881. — R. v. Helmholtz, Wied. Ann. **32**. p. 1. 1887.

Dampfstrahl und sein Rohr in dem aus dem Fenster tretenden Lichtbündel sich befanden oder völlig ausserhalb desselben; um eine directe Wirkung des Lichtes auf den Dampfstrahl handelte es sich also nicht. Am kräftigsten war die Wirkung in unmittelbarer Nähe des Fensters und nur hier trat sie auch ohne Verspätung, gleichzeitig mit dem Einsetzen der Funken auf; je weiter aber der Dampfstrahl vom Fenster entfernt war, um so mehr war Verspätung der Wirkung nach Einsetzen und entsprechende Nachdauer derselben nach Aufhören der Belichtung zu bemerken. Aus diesen und den übrigen damaligen Beobachtungen schlossen wir, dass die Oberfläche des Fensters bei der Belichtung zur Quelle der vom Dampfstrahl angezeigten Condensationskerne werde und wir nannten diese Kerne daher kurz Quarzstaub, ohne übrigens damit, wie wir hinzufügten, etwas über ihre Natur aussagen zu wollen. Es gelang uns auch, die Wege der vom Quarzfenster ausgehenden Kerne zu verfolgen und ihre Geschwindigkeiten zu bestimmen, die von sehr geringer Grösse waren, rund 4—10 cm/sec. Da der Quarzstaub das besondere Vorhaben der damaligen Versuche störte, hielten wir ihn durch feste Schirme vom Dampfstrahl ab, was möglich war, ihn aber der weiteren Untersuchung entzog. Ich habe diese Untersuchung seither, und neuerdings mit Erfolg, wieder aufgenommen, worüber das Folgende berichtet.

3. Als Lichtquelle kam vorerst (3.—7.) wieder die von Zinkdrähten gebildete Funkenstrecke eines grösseren, mit Leydener Flaschen versehenen Inductoriums zur Verwendung<sup>1)</sup>, als Fenster eine 3 mm dicke, planparallele Quarzplatte von 2 cm Durchmesser, luftdicht befestigt in der Oeffnung einer grossen, als Schirm wirkenden Zinkplatte, welche in allen Fällen leitend mit der Erde verbunden ist.

Zunächst ergab sich, wie schon bei den früheren Versuchen, dass eine dünne Glas- oder Glimmerplatte von der Grösse des Fensters, an beliebiger Seite an dasselbe gelegt, die Dampfstrahlwirkung völlig unterdrückt. Eine Wirkung des sichtbaren Lichtes ist dieselbe also nicht.

---

1) Als Unterbrecher des Primärstromes wurde der von Hrn. Wehnelt angegebene Flüssigkeitsunterbrecher mit Vorteil benutzt.

Weiter aber, was neu ist, verschwindet die sonst sehr kräftige Wirkung auch dann völlig, wenn der Abstand der Funken vom Fenster grösser gemacht wird als etwa 2 cm, woraus folgt, dass auch keine Wirkung des gewöhnlichen ultravioletten Lichtes vorliegt. Denn dieses Licht dringt in viel grössere Entfernungen hinter das Fenster, wie man erkennt, wenn man an Stelle des Dampfstrahles eine negativ geladene, mit einem Elektroskop verbundene Zinkplatte in das Lichtbündel bringt und die bekanntlich durch das ultraviolette Licht ausgeübte entladende Wirkung auf die Platte beobachtet; diese Wirkung, welche durch Glimmer und Glas ebenfalls abzuschneiden ist, reicht bis in die Entfernung mehrerer Decimeter von Funken.

4. Wir stellen nun die Funken ganz nahe am Fenster, etwa in 0,2 cm Entfernung von demselben auf. Die Wirkung ist jetzt intensiv, und befindet sich der Dampfstrahl dicht am Fenster, so erfolgt sie, wie zu erwarten, stets gleichzeitig mit dem Einsetzen des Lichtes. Das letztere bleibt nun aber auch dann noch der Fall, wenn der Dampfstrahl allmählich vom Fenster entfernt wird bis zu einem Abstände von etwa 2 cm; erst ausserhalb der Strecke von 2 cm ist deutliche Verspätung der Wirkung zu beobachten. Entfernen wir nun die Funken in kleinen Stufen mehr und mehr vom Fenster und wiederholen jedesmal den Versuch, so ergibt sich, dass die Strecke der unverspäteten Wirkung in den nämlichen Stufen gegen das Fenster sich zurückzieht, sodass sie, von der Lichtquelle aus gemessen, in allen Fällen etwa 2 cm betrug. Steht die Lichtquelle selber 2 cm vom Fenster ab, so resultirt der in 2. beobachtete Fall der überall, ausser dicht am Fenster, verspäteten Wirkung; steht sie noch weiter ab, haben wir den Fall des Fehlens der Wirkung (3.).

Hiernach wird man nicht mehr geneigt sein, das Quarzfenster als Quelle der vom Dampfstrahl angezeigten Condensationskerne zu betrachten, vielmehr erscheint die durchstrahlte Luftstrecke innerhalb eines bestimmten Abstandes um den Funken herum — 2 cm in Obigem — als diese Quelle, ein Resultat, das später (11.) noch viel deutlicher hervortreten wird.

5. Dass die Wirkung nicht unmittelbar von den elektrischen Kräften der Funken selber ausgeübt wird, ist schon

durch die Undurchlässigkeit dünnen Glases und Glimmers angezeigt (3.) und wird durch die folgenden Versuche bestätigt.

Engmaschiges Drahtnetz, welches das Fenster bedeckt und dabei den Zinkschirm berührt, schwächt die Wirkung kaum und das Gleiche gilt von einer dünnen Schicht destillirten Wassers, mit welcher man die eine oder auch die andere Fläche des Fensters benetzt, oder welche zwischen dem Fenster und einer zweiten, aufgelegten Quarzplatte so gehalten wird, dass sie in dem Zinkschirm eine leitende Fortsetzung zur Erde besitzt.

Auch andere Körper konnten durch Anlegen an das nötigenfalls durch Blenden aus schwarzem Papier verkleinerte Fenster auf ihre Durchlässigkeit geprüft werden. Welche Seite des Fensters dabei benutzt wurde, war ohne Einfluss.

Durchlässig waren Quarzschichten bis zu etwa 10 mm Dicke, gleichgültig welches die Richtung ihrer Krystallaxe und ihr optischer Drehungssinn war. Besonders auffallende Durchlässigkeit zeigten Krystallplatten aus Steinsalz, Gyps, Flussspat, durch welche die Wirkung sogar auf grössere Entfernungen fortgeleitet werden konnte als durch Luft; so durch Steinsalzsichten von 25 mm Dicke sehr deutlich, durch eine Gypsschicht von 22 mm Dicke fast ohne Schwächung, während doch 20 mm Luft die Wirkung ganz auslöschten. Unter einer Anzahl klarer Stücke farblosen Steinsalzes fanden sich indessen auch einige, die bei einer Dicke von nur 5 mm undurchlässig waren.

Undurchlässig waren auch gewöhnliches Blattaluminium, trockenes und feuchtes Seidenpapier, schwarzes Papier, Gelatine von 0,06 mm Dicke, dünnes klares Celluloid, dünner schwarzer Glimmer, klare Platten aus Beryll von 4 mm Dicke, Arragonit von 2 mm Dicke, Kalkspat von 4 mm Dicke.

Um Flüssigkeiten zu prüfen, wurde der Schirm mit dem Quarzfenster horizontal gelegt, die Funken unter, der Dampfstrahl in horizontaler Richtung über demselben angebracht. Die Flüssigkeiten konnten dann unmittelbar die obere Fläche des Fensters bedecken. Glycerin, Seifenlösung hielten so alle Wirkung ab, ebenso concentrirte oder verdünnte Kochsalzlösungen, letztere selbst in dünnster Schicht zwischen dem Fenster und einer aufgedrückten ebenen Quarzplatte ein-

geschlossen.<sup>1)</sup> Das in dünner Schicht durchlässige Wasser wurde undurchlässig bei 1,3 mm Schichtendicke, die undurchlässige Seifenlösung durchlässig in Form von Lamellen, welche Farben, wenn auch hoher Ordnung, zeigten.

6. Trübung bewirkt Undurchlässigkeit. — Eine Steinsalzplatte von 3,5 mm Dicke verlor durch grobes Mattschleifen einer ihrer Flächen fast völlig ihre vorherige Durchlässigkeit; ob die matte oder die blanke Seite der Platte dem Dampfstrahl zugewendet war, war gleichgültig. Grobes Gypspulver, durch Zerdrücken eines sehr durchlässigen Krystalles hergestellt, war in 4 mm dicker Schicht völlig undurchlässig.

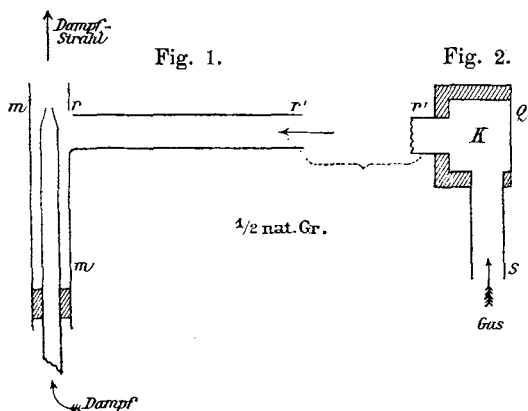
7. Die Wirkung geht durch das Vacuum. — An Stelle des bisherigen einfachen Fensters wurde ein Doppelfenster gesetzt, bestehend aus zwei planparallelen, 3 mm dicken Quarzplatten in 7 mm Abstand voneinander. Der Raum zwischen den Platten konnte mit der Quecksilberluftpumpe evacuirt werden. Solange er Luft enthielt war keine Wirkung der 3 mm von der ersten Quarzfläche entfernten Funken zu bemerken, bei allmählichem Evacuiren erst trat die Wirkung auf; sie war deutlich bei 300 mm Quecksilberdruck, kräftig bei 65 mm und allen geringeren Drucken bis zur erreichbaren Grenze herab. Einlassen von Luft brachte die Wirkung zum Verschwinden, neues Evacuiren liess sie wieder hervortreten. Einlassen von Wasserstoffgas, auch bis zu vollem atmosphärischen Druck, war dagegen kein Hindernis für kräftige Wirkung.

8. Nach den Resultaten der vorhergehenden Versuche gehört die Luft zu den nicht unbeträchtlich absorbirenden Körpern; sie ist undurchlässiger als Flussspat, Gyps, Steinsalz (5.), Wasserstoffgas (7.). In Bezug auf die hier studirte Wirkung erscheint diese Absorption als ein Umsetzungsprocess, denn es verschwindet in der Luft diejenige ursprüngliche Form der von den Funken ausgehenden Wirkung, welche für die Dampfstrahlwirkung als Ursache gilt und auf welche unsere Durchlässigkeitsangaben sich beziehen, und es erscheinen in ihr (4.) die Nebelkerne, welche der Dampfstrahl anzeigt.

---

1) Die Kochsalzlösung war aus einem durchlässig befundenen Krystallstück hergestellt. Ueber den Gegensatz in der Durchlässigkeit des festen und gelösten Kochsalzes für ultraviolettes Licht vgl. H. Hertz, Ges. Werke 2. p. 77.

Was aber jene ursprüngliche Form der Wirkung anlangt, so kann dieselbe, wenn sie mit Bekanntem überhaupt identisch ist, nach den mitgetheilten Erfahrungen nur ultraviolettes Licht aus demjenigen höchst brechbaren Spectralgebiete sein, dessen Erschliessung Hr. V. Schumann's Verdienst ist. Für dieses Spectralgebiet ist charakteristisch die ungewöhnlich kräftige Absorption in fast aller Materie, die Luft eingeschlossen, während nur vereinzelte Körper, wie Flussspat, Gyps, Wasserstoffgas als gut durchlässig gefunden wurden.<sup>1)</sup>



9. Den Nachweis der geradlinigen Ausbreitung und der Brechbarkeit zu versuchen, war es zunächst erwünscht, die Wirkung in grösseren Entfernungen als bisher zu erhalten. Hierin konnte zunächst Vorteil erzielt werden durch Anbringung einer zweckmässigeren Primärwicklung im Inductorium; es verfunffachte dies die bisher in Luft erreichte Entfernung. Eine weitere Verbesserung betraf den Dampfstrahl. Die Ansatzstelle desselben wurde mit einem gläsernen Mantel umgeben,  $m$  *m* Fig. 1, in welchen die zu prüfende Luft durch das Seitenrohr  $r r'$  vom Dampfstrahl selber eingesogen wird. Die Empfindlichkeit des Dampfstrahles an sich wird dadurch allerdings nicht vergrössert, aber es wird die Sicherheit erlangt, dass die dem Dampfstrahl zugeführte Luft wirklich der jeweils

1) V. Schumann, Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wissensch. zu Wien. II. 102. p. 415 u. 625. 1893.

gewünschten Stelle des Raumes entstammt, an welche man nun die einsaugende Mündung  $r'$  zu bringen hat<sup>1)</sup>, während der freie Dampfstrahl die Luft in etwas unregelmässiger Weise aus seiner Umgebung ansaugt. Die Wirksamkeit der Vorrichtung beruht offenbar darauf, dass die in einem Luftvolumen einmal erzeugten Nebelkerne nicht sofort aus demselben verschwinden (vgl. 2., 4., 11.). Endlich wird von jetzt ab als Fenster eine Quarzplatte von nur  $\frac{1}{2}$  mm Dicke und 2 cm Durchmesser vorausgesetzt.

10. Mit den so verbesserten Mitteln wurde eine Reihe von Metallen als Funkenelektroden versucht. Folgendes sind die grössten Entfernungen, bis zu welchen die stets 2 mm langen Funken vom Fenster abgerückt werden konnten, ohne dass die Wirkung auf den dicht an der anderen Fensterseite befindlichen Dampfstrahl ganz verschwand.

Al	Cd	Sn	Pb	Zn	Mg
50	36	27	20	18	12 cm

Im Aluminium ist somit ein weitaus vorteilhafteres Elektrodenmetall gefunden, als das bisher benutzte Zink, welches wir daher für das nun Folgende verlassen. Ein anderer als nur der quantitative Unterschied zwischen den Lichtern der verschiedenen Funken kam übrigens nicht zum Ausdruck (vgl. 12c). So hielt eine 0,03 mm dicke Glimmerplatte auch die in kurzer Distanz ausgeübte, äusserst intensive Wirkung der Aluminiumfunken völlig ab und auch die anderen oben mit Zinkfunken auf ihre Durchlässigkeit geprüften Körper ergaben, zum grösseren Teil mit Aluminium- und Magnesiumfunken wieder versucht, nichts Neues.

11. Art der Ausbreitung. — Befinden sich die kurzen Aluminiumfunken in grösserer Entfernung vom Fenster, sagen wir 20 cm, so können undurchlässige Körper leicht so zwischen beide eingeschoben werden, dass deren sichtbarer Schatten auf der Fensterfläche scharf begrenzt erscheint. Ich habe den Versuch mit Diaphragmen und Schirmen von kreisförmiger

---

1) Es wird der Ort der einsaugenden Mündung im Folgenden manchmal kurz als Ort des Dampfstrahles bezeichnet. Auch soll es sich durchweg von selbst verstehen, dass Dampfstrahl und Lichtquelle auf entgegengesetzten Seiten des Fensters befindlich sind.

und geradliniger Begrenzung aus Papier und Metall durchgeführt und gefunden, dass dieselben solange ganz ohne Einfluss blieben auf die Dampfstrahlwirkung, als ihr Schatten keinen Teil der freien Fensteroberfläche bedeckte und dass die Wirkung jedesmal dann und nur dann völlig verschwand, wenn die ganze Fensteroberfläche beschattet war.

Das auf der Dampfstrahlseite aus dem Fenster dringende Lichtbündel ist bei obigem Abstand der Funken ebenfalls sehr scharf begrenzt; es liess sich an demselben, in Entfernungen bis zu etwa 15 cm vom Fenster, Folgendes beobachten. Befindet sich zuerst die einsaugende Mündung des Dampfstrahlmantels ausserhalb des Lichtbündels, in der Entfernung einiger Centimeter davon, so erhält man nur verspätete, oft unsichere Reaction. Wird zweitens die Mündung bis dicht an das Lichtbündel gebracht, so aber, dass noch immer kein Teil des Dampfstrahlrohres oder Mantels noch auch ein anderer fester Körper, oder der Dampfstrahl selber vom Lichte getroffen werden, so tritt die Reaction in aller Regelmässigkeit und ohne merkbare Verspätung zugleich mit dem Einsetzen der Funken auf. Ein Luft-, Sauerstoff- oder Leuchtgasstrom, welcher aus der Mündung eines Schnittbrenners zwischen dem Lichtbündel und der einsaugenden Rohrmündung quer an letzterer vorbeibläst, hält ganz die Wirkung ab. Wird aber endlich der Dampfstrahl so aufgestellt, dass das Licht in das Innere des einsaugenden Rohres strahlt, so ist der Luftstrom kein Hindernis mehr für die übrigens wieder ohne Verspätung eintretende Wirkung.

Diese Versuche scheinen mir deutlich zu zeigen, dass die wirksamen, vom Funken geradlinig ausgehenden Strahlen ihren Weg durch die Luft überall mit Kernen der Dampfcondensation erfüllen, welche, einmal entstanden, auch aus dem Strahlenbündel herauswandern und mit der Luft fortströmen können (vgl. 2., 4., 9.).

12. Bréchbarkeit. — Schon mit den verstärkten Zinkfunken (9), welche in 10 cm Abstand noch Wirkung erzeugten, war festzustellen, dass die bei 20 cm Abstand verschwundene Wirkung wieder zum Vorschein kam, wenn eine Quarzlinse in geeigneter Stellung zwischen Funken und Dampfstrahl eingeschoben wurde.



Um die so nachgewiesene regelmässige Brechbarkeit der wirksamen Strahlen quantitativ zu erforschen, habe ich der sonst gebräuchlichen Spectrometeranordnung die einfache Linse vorgezogen. Je eine Quarz-, Steinsalz- und Flussspatlinse von kurzer Brennweite kam zur Verwendung, alle waren biconvex gleichgekrümmt und im Durchmesser auf 2,4 cm abgeblendet. Object-, bez. Bildabstand wurden so gewählt, dass die chromatische Aberration stark zur Geltung kam. Object sind die Funken; den Ort des Bildes kennzeichnet eine Blende aus Glimmer, jedesmal sehr nahe von solchem Oeffnungsdurchmesser, dass dieser sich verhielt zur Funkenlänge, wie der Bildabstand zum Objectabstand. Es wurde so erreicht, dass jedesmal nur diejenigen Strahlen ungehindert die Blende passiren konnten, in deren Bildebene sie sich befand, während die anders brechbaren Strahlen als Zerstreuungskreise auf ihr aufgefangen wurden. Die Blende selbst ist stets an der Fensterfläche befestigt, aus deren Nähe der Dampfstrahl die Luft entnimmt. Funken und Blende wurden der Einfachheit halber unverrückt belassen, nur die Linse verschoben.

Es zeigte sich sogleich, dass die wirksamen Strahlen weit brechbarer waren als die sichtbaren. Denn befand sich das sichtbare Bild der Funken in der Blendenöffnung, so fehlte die Wirkung und sie erschien erst nach solcher Verschiebung der Linse, dass das sichtbare Licht noch weit vor seiner Vereinigung als grosser Zerstreuungskreis auf die Blendenoberfläche fiel.

Folgendes waren die quantitativen Resultate:

a) Quarzlinse, senkrecht zur Axe geschliffen; centrale Dicke 0,70 cm. Beobachtung in freier Luft. Quarzplatte von  $\frac{1}{2}$  mm Dicke als Fenster.

Aluminiumfunken von 2 mm Länge	Object- abstand von der Linsenmitte	Bild- abstand	Brechungs- exponent <i>n</i>	Wellen- länge $\lambda$
	cm	cm		mm
Maximum der Wirkung	19,65	7,15	1,68	0,00018
Optische Einstellung mit Natriumlicht	15,65	11,15	(1,544)	—

Die Berechnung des in der vorletzten Columne angegebenen Brechungsexponenten stützt sich hier, wie in den folgenden Fällen, auf den in der letzten Zeile der Tabellen vermerkten Versuch, bei welchem eine durch Natriumlicht erhellte Kreisöffnung von etwa der Grösse der Funken Gegenstand, durchscheinendes Papier Bildschirm war und die Einstellung auf kleinsten Durchmesser des Bildes gesucht wurde. Der Brechungsexponent für Natriumlicht wurde mit dem eingeklammerten Werte in die Rechnung gesetzt, in welcher auch die Dicke der Linse berücksichtigt ist.

b) Steinsalzlinse; centrale Dicke 0,90 cm. Beobachtung in freier Luft. Quarzplatte von  $1/2$  mm Dicke als Fenster.

Aluminiumfunken von 2 mm Länge	Object- abstand von der Linsenmitte	Bild- abstand	Brechungs- exponent $n$	Wellen- länge $\lambda$
	cm	cm		mm
Aeußere Grenze der Wirkung	16,9	3,75	2,03	0,00016
Maximum der Wirkung	16,3	4,4	1,90	0,00017
Innere Grenze der Wirkung	15,5	5,15	1,80	0,00019
Opt. Einstellung m. Na-Licht	15,8	8,55	(1,544)	—

c) Flusspatlinse, farblos, jedoch nicht frei von Sprüngen und kleinen Trübungen; centrale Dicke 0,70 cm.

Hier wurden die Versuche etwas weitergehend variirt. Die Linse war dazu im Inneren eines mit mattschwarzem Papier ausgekleideten Glasrohres verschiebbar, dessen beide Enden mit klaren, farblosen, planparallelen Flusspatplatten von 3 mm Dicke verschlossen waren und welche evacuirt oder mit Gasen gefüllt werden konnte. In 1 cm Abstand von der einen Verschlussplatte, also stets in freier Luft, stand der Funke, an der äusseren Fläche der anderen Platte war die Glimmerblende befestigt.<sup>1)</sup> Es wurden Funken zwischen Al, Zn, Cd und Mg benutzt, die ersteren beiden bei Luft-, Wasser-

1) Wegen der Brechung in den Verschlussplatten waren die in der Tabelle gegebenen beobachteten Object- und Bildweiten zur Berechnung der  $n$  zu corrigiren. Es wurden beide vermindert um  $D(n-1)/n$ , wo  $D$  die Dicke der Platten,  $n$  der ohne die Correction berechnete bez. für Natriumlicht schon bekannte Brechungsexponent ist.

stoff- und Vacuumfüllung des Rohres, die letzteren beiden nur bei Vacuumfüllung, worunter hier eine mit der Wasserluftpumpe auf etwa 20 mm Quecksilberdruck gebrachte Wasserstofffüllung zu verstehen ist. Die verschiedenen Metalle ergaben keine deutlich verschiedenen Lagen des Maximums und der Grenzen der Wirkung (vgl. 10.), ebenso nicht Wasserstoff- und Vacuumfüllung des Rohres; die Resultate dieser Fälle sind daher in der folgenden Zusammenstellung zu Mittelwerten vereinigt. Das Gleiche gilt von der zweiten wirksamen Lage der Linse zwischen Object und Bild, welche hier in einigen Fällen aufgesucht wurde und wobei Vertauschung von Object- und Bildabstand resultirte.

Funken verschiedener Metalle von 0,5 bis 2 mm Länge	Füllung des Rohres	Object- abstand von der Linsenmitte	Bild- abstand	Brechungs- exponent <i>n</i>	Wellen- länge $\lambda$
		cm	cm		mm
Äußere Grenze der Wirkung	} H <sub>2</sub> oder } Vacuum {	3,91	23,72	1,62	0,00014
Maximum „ „		4,41	23,22	1,55	0,00016
Äußere Grenze „ „	} Luft {	4,51	23,12	1,54	0,00016
Maximum „ „		4,76	22,87	1,52	0,00018
Innere Grenze „ „	} H <sub>2</sub> , Vac. } oder Luft {	4,91	22,72	1,50	0,00019
Optische Einstellung mit Natriumlicht		5,87	21,76	(1,434)	—

13. Die gefundenen Brechungsexponenten zeigen, dass das Spectralbereich der Wirkung nahe dort beginnt, wo die vorhandenen Dispersionsmessungen im Ultraviolett enden. In der That sind so brechbare Strahlen, wie die hier wirksamen, bisher überhaupt nur in Hrn. Schumann's Spectralaufnahmen zur Untersuchung gelangt, welche, wie bekannt, im evacuirten Spectrographen erzielt wurden.

Die in der letzten Columne der Tabellen verzeichneten Wellenlängen sind nach der von Helmholtz aus der elektromagnetischen Lichttheorie gefolgerten, für nichtabsorbirende Medien geltenden zweiconstantigen Formel<sup>1)</sup> berechnet, wobei zu Grunde gelegt wurden für Quarz und Flussspat die Fraun-

1) H. Helmholtz, *Wissensch. Abhandl.* 3. p. 519. Gleichung (9).

hofer'sche Linie  $D$  und Cornu's  $Al_{32}$  im Ultraviolett<sup>1)</sup>, für Steinsalz Rubens'  $b_5$  im Ultrarot<sup>2)</sup> und Fraunhofer's  $H$ , zwischen welchen Stellen Zeichen von Absorption sich nicht zeigen. Ein Vergleich der Wellenlängen in den drei Tabellen zeigt Uebereinstimmung in den Aussagen der drei verschiedenen Körper, soweit die Genauigkeit der Versuche geht. Diese Uebereinstimmung war notwendig, wenn die wirksamen Strahlen Lichtstrahlen waren.

Dass die wirksamen Strahlen in der Luft absorbirt werden, ist schon festgestellt worden (8.). Wir finden nun den Anfang der Absorption — weil den der Wirkung — in Luft bei  $\lambda = 0,00019$  und vollständige Absorption bei  $\lambda = 0,00016$ , über welche Grenze hinaus die Wirkung nach Durchsetzung der rund 28 cm langen Luftschicht nicht geht. Wasserstoff dagegen verhielt sich noch bei  $\lambda = 0,00014$  gleich dem partiellen Vacuum, lässt also bis dahin noch keine merkliche Absorption derjenigen wirksamen Strahlen erkennen, welche nach Durchsetzung der stets vorhandenen Luftschicht von 1 cm Dicke und der drei Flussspatschichten noch übrig geblieben waren. Hrn. Schumann's entsprechende Resultate<sup>3)</sup> scheinen mir hiermit gut übereinzustimmen, was wieder für die Lichtnatur der Wirkung spricht, denn bei Spectralaufnahmen, die Liniengruppierungen zeigen, welche ohne Bruch bis zum sichtbaren Gebiete sich fortsetzen, wird man in dieser Hinsicht kaum zweifeln.

14. Wirkung auf verschiedene Gase. — Die luftdichte Kammer  $K$ , Fig. 2 (p. 491), mit dem  $\frac{1}{2}$  mm dicken Quarzfenster  $Q$ , welche an das Rohrende  $r'$  des Dampfstrahlmantels (Fig. 1) gesetzt werden kann, erlaubt beliebige Gase erst in  $K$  der Durchstrahlung und dann der Wirkung auf den Dampfstrahl zu unterwerfen. Die Gase wurden bei  $s$  alle mit nahezu gleicher und so geringer Geschwindigkeit eingeleitet, dass der Dampfstrahl sein ungestörtes Aussehen behielt, andernfalls er seine Empfindlichkeit verlieren würde.

---

1) E. Sarasin bez. A. Cornu nach Landolt und Börnstein's Tabellen. 2. Aufl. p. 386 und 398.

2) H. Rubens, Wied. Ann. 45. p. 254. 1892.

3) V. Schumann, l. c.

Es erwiesen sich bei 10 cm Funkenabstand vom Fenster als nahezu gleich wirksam Sauerstoff, Luft und Kohlensäure<sup>1)</sup>, nur wenig wirksam war Leuchtgas und es fehlte jede Wirkung beim Wasserstoffgas. Die Gase waren durch Watte filtrirt; unterblieb diese Vorsicht, so änderte dies jedoch den Erfolg nicht.<sup>2)</sup>

Das Verhalten des Wasserstoffgases ist erklärlich, denn wir fanden (13), dass es durch 1 cm Luft filtrirte Strahlen nicht absorbiert. Als durchaus unerregbar erwies sich das Gas indessen nicht, denn bei weniger als 1 cm Abstand der Funken vom Fenster erfolgte deutliche, bei 1 mm Abstand kräftige Wirkung. Man kann daraus schliessen, dass von den Funken auch Strahlen ausgehen, welche vom Wasserstoff merklich absorbiert werden. Glimmer hielt auch die Wirkung auf Wasserstoffgas völlig ab; Flussspat, Gyps, Steinsalz und Quarz in der Dicke einiger Millimeter liessen sie durch. Ausser den Aluminiumfunken waren auch Cadmiumfunken auf Wasserstoffgas wirksam; keine Wirkung sah ich bei Magnesium-, Zink-, Zinnfunken, auch wenn dieselben dem Fenster bis auf 1,5 mm genähert waren.

Um das Verhalten der anderen Gase zu beurteilen, habe ich deren Durchlässigkeit in 65 mm dicker, zwischen zwei dünne Quarzplatten eingeschlossener Schicht geprüft, wobei Luft den Dampfstrahl umgab. Sauerstoff und Kohlensäure waren nicht undurchlässiger als Luft, Leuchtgas dagegen völlig undurchlässig. Man wird also kräftige Absorption zwar als notwendige, jedoch, wie der Fall des Leuchtgases zeigt, nicht als hinreichende Bedingung für kräftige Wirkung ansehen dürfen.

Ruhte die Luft in der Vorkammer *K* während der Bestrahlung, so war keine Wirkung auf den Dampfstrahl zu bemerken. Wurde aber nach Aufhören der Belichtung die

---

1) In schnellerem Strome wirkte Kohlensäure auch ohne Belichtung auf den Dampfstrahl.

2) Dass die Wirkung nicht etwa auf Staub ausgeübt wird, welcher in unfiltrirtem Gase vorhanden wäre, schliesse ich besonders auch aus früheren Versuchen (P. Lenard u. M. Wolf l. c.), in welchen staubfreie Luft in einem sehr grossen Glasballon durchstrahlt und nachher nebelkernhaltig gefunden wurde.

Luft aus der Kammer durch eingeblasenes Gas zum Dampfstrahl getrieben, so erfolgte noch nachträglich die Wirkung auf denselben. Es konnten dabei selbst 30 sec zwischen Belichtung und Einblasen verstreichen. Dieses Andauern der Wirkung, das nach früherem (11.) zu erwarten war, habe ich auch in Sauerstoff und Leuchtgas beobachtet.

## II. Elektrische Wirkung.

15. An elektrisch geladenen Leitern, welche dem Funkenlichte ausgesetzt sind, war folgendes zu beobachten.

Es sei zuerst eine Aluminiumplatte mit alter, oxydirter Oberfläche parallel der Fläche des dünnen Quarzfensters in etwa 3 cm Entfernung von demselben isolirt aufgestellt und mit dem Exner'schen Elektroskop verbunden; auf der anderen Seite des Fensters, in etwa 5 cm Entfernung davon, befinden sich die 3 mm langen Aluminiumfunken, deren Lichtbündel von der Platte ganz aufgenommen wird. Ist die Platte negativ elektrisch gemacht, so wird man die erfolgende rasche Entladung zunächst als wohlbekanntes Hallwachs'schen Effect deuten; dass aber positive Ladungen im Licht fast ebenso schnell von der Platte verschwinden, stimmt nicht mit Bekanntem überein. Allerdings ist das Bestehen einer Wirkung solcher Art schon behauptet worden<sup>1)</sup>, indessen konnten die Herren Elster und Geitel in diesem Falle sehr wahrscheinlich machen, dass wieder nur die bekannte lichtelektrische Wirkung vorliege, ausgeübt von reflectirtem Lichte auf die negative Ladung, welche an der der Platte gegenüberliegenden Schirmfläche gebunden ist.<sup>2)</sup> Diese Erklärung dürfte aber in unserem Falle nicht zutreffen. Denn ob die Schirmfläche, welche das Fenster trägt, von altem, stark oxydirtem Zink gebildet war, wie stets bisher, oder ob dieses bedeckt wurde mit altem Kupfer, mit Pappe, trockenem oder benetztem Filtrirpapier, und ob ausserdem noch das Fenster mit Drahtnetz überdeckt wurde, das mit Glycerin befeuchtet war, alles dies war für die Geschwindigkeit der Entladung der positiven Platte unwesentlich. Dafür, dass es nicht von der Schirmfläche aus-

1) E. Branly, *Compt. rend.* 120. p. 829. 1895.

2) J. Elster u. H. Geitel, *Wied. Ann.* 57. p. 24. 1896.

gehende negative Elektrizität ist, welche die positive Ladung der Platte vernichtet, spricht auch der Umstand, dass ein kräftiger, breiter Sauerstoffstrom, zwischen Platte und Schirm hindurchgeblasen, die Entladung nicht vermindert, sondern beschleunigt.

Die Natur der bestrahlten Fläche selber war ebenfalls nicht von dem Einfluss, welcher für die bekannte Entladung der negativen Elektrizität maassgebend ist. So änderte Blankmirmgeln der alten Aluminiumfläche nichts an der Geschwindigkeit der Entladung der positiven Elektrizität. Es wurden beispielsweise von der alten Aluminiumfläche entladen 5,1 sc. des Elektroskops in 10 sec bei einer anfänglichen Divergenz von + 20 sc., von der blanken Aluminiumfläche 5,2 sc. und mit dem oben erwähnten Sauerstoffstrom 7,0 sc.; die Platte stand dabei 10 cm vom Fenster, 12 cm von den Funken entfernt. Auch Bedecken der bestrahlten Plattenfläche mit Filtrirpapier, das mit destillirtem Wasser benetzt wurde, verminderte die Entladung der positiven Elektrizität nicht. Dieselbe blieb im besonderen auch dann kräftig bestehen, wenn sowohl die Platte als auch die Schirmfläche samt dem Quarzfenster mit Wasser benetzte Oberflächen darboten. Auch Zink- und Messingflächen verloren positive Ladungen.

Eine auch nur wenige Millimeter dicke Leuchtgasschicht, eine Glimmerplatte von 0,03 mm Dicke verhinderten ganz die Entladung der positiven, wie die der negativen Elektrizität.

Funken anderer Metalle wie die des Aluminiums erwiesen sich ebenfalls als wirksam und zwar in denselben Abstufungen, welche mit dem Dampfstrahl gefunden wurden (10.). Platte und Schirm waren mit feuchtem Papier bedeckt, das Fenster mit befeuchtetem Drahtnetz, die Platte stand 1 cm vom Fenster ab; die Entfernungen der Funken vom Fenster, bis zu welchen in 2 sec deutliche positive Entladung bemerkt wurde, waren bei Al, Cd, Pb, Sn, Zn: 10, 5, 4, 4, 3 cm, Mg wirkte auch in 1 cm Entfernung nicht deutlich.

Eine unelektrische, mit nassem Papier bedeckte Platte nahm im Lichte der Aluminiumfunken keine am Exner'schen Elektroskop bemerkbare Ladung an.

16. Die obigen Beobachtungen scheinen anzudeuten, dass die durchstrahlte Luft elektrisch leitend wird. Als einwand-

freier wird man aber vielleicht die folgenden Versuche betrachten, welche das Leitvermögen ausserhalb des durchstrahlten Raumes zeigen und wobei verschiedene Gase sich verschieden verhalten.

Das stets  $\frac{1}{2}$  mm dicke Quarzfenster mit seiner Schirmwand verschliesst das eine Ende eines 28 cm langen, 4,2 cm weiten Glasrohres, an dessen anderem Ende das zu untersuchende Gas eintritt. Dem Fenster zuströmend bleibt das Gas der Wirkung der daselbst eintretenden Strahlung unterworfen, bis es an einem Seitenrohre dicht vor dem Fenster wieder austritt, um alsdann den Zwischenraum zweier conaxialer Messingcylinder zu durchströmen, welche die beiden Belege eines elektrischen Condensators bilden.<sup>1)</sup> Der äussere Cylinder des letzteren ist stets mit der Erde verbunden, der innere mit dem Exner'schen Elektroskop; die Durchmesser der Cylinder sind 3,5 und 2,4 cm, ihre Längen 6 cm. Der Gasstrom passirt zuletzt eine Gasuhr, welche seine Geschwindigkeit misst.

Sind die 3 mm langen Aluminiumfunken nicht weiter als 10 cm vom Fenster entfernt, so ergibt sich deutliche Abnahme einer Ladung des Condensators; die Abnahme wird sehr augenfällig, wenn die Funken dem Fenster auf Bruchteile eines Centimeters genähert werden. Ein Glimmerblatt oder eine 5 mm dicke Leuchtgasschicht hielten die Wirkung auch bei kleinstem Funkenabstande ab; ebenso blieb dieselbe aus, wenn das Gas im Rohrsystem ruhte. Positive und negative Ladungen verhielten sich genau gleich; nachdem dies bei Luft, Leuchtgas und Kohlensäure constatirt war, kamen nur mehr positive Ladungen zur Verwendung. Feuchte und sorgfältig getrocknete, durch Watte staubfrei gemachte und unfiltrirte Luft waren nicht deutlich verschieden. Von Einfluss war die Strömungsgeschwindigkeit des Gases; schneller strömendes Gas wirkte im allgemeinen stärker, doch war der Einfluss innerhalb der untersuchten Grenzen nur bei Kohlensäure und Leuchtgas auffallend.

---

1) Um den Versuch möglichst beweisend zu machen, war zuerst ein längerer, schwarzer Gummischlauch mit Krümmung zwischen Bestrahlungsrohr und Condensator geschaltet, welcher dann für die quantitativen Versuche ohne wesentliche Aenderung des Erfolges durch ein kurzes, gerades Schlauchstück ersetzt wurde.



In der folgenden Zusammenstellung ist die Wirkung (Columnne 3—5) durch die Divergenzabnahme angegeben, welche bei einer Anfangsdivergenz von 20,0 sc. durch 15 sec währende Bestrahlung erfolgte. Die Isolation des Condensators war stets so gut, dass an dem mit Fernrohr abgelesenen Elektroskop ohne Licht eine Divergenzabnahme nicht zu bemerken war.

Gas	Zeit für das Durchströmen von 1 l Gas	Funkendistanz vom Fenster		
		3 mm	6 mm	60 mm
	sec	sc.	Wirkung	
			sc.	sc.
Kohlensäure	18 <sup>1)</sup>	11,1	—	—
	34	8,0	7,2	1,0
Luft	19—38	5,8	5,1	0,8
Sauerstoff	18—37	3,9	4,3	0,5
Leuchtgas	16	5,5	—	—
	36	3,6	—	—
Wasserstoff	14—37	3,7	3,2	0,2

Die Zeit, welche das Gas brauchte, um aus dem Bestrahlungsrohre in den Condensator zu gelangen, beträgt nach den Angaben der Tabelle und den Ausmessungen des Verbindungsrohres 0,06 bis 0,14 sec. Es scheint das Gas seine Leitfähigkeit nach Aufhören der Belichtung ausserordentlich schnell zu verlieren, denn tauchte auch nur ein Stück des vom positiv geladenen Condensator zum Elektroskop führenden dünnen Leitungsdrahtes in das Lichtbündel, so wurde dadurch die Wirkung schon ganz bemerkbar verstärkt.

Die Tabelle giebt die Gase nach der Stärke ihrer Wirksamkeit geordnet. Soweit Vergleich möglich, gehen danach Dampfstrahlwirkung (14.) und elektrische Wirkung hierin ebenso parallel, wie in Hinsicht der Absorbirbarkeit, des gemeinsamen Bestehens einer Nachdauer und der Ergiebigkeit der verschiedenen Funken als Quellen.

17. Auch gegen die zuletzt beschriebenen Versuche kann man einwenden, dass mindestens ein Teil der beobachteten

1) Bei noch schnellerer Strömung erwies sich die Kohlensäure schon ohne Belichtung als schwach leitend.

Wirkung in der Bestrahlung der festen Wände des Glasrohres seinen Ursprung haben könnte, durch welches das Gas dem Fenster zuströmte. In dem Streben, die Wirkung völlig rein zu erhalten, so nämlich, dass dabei ein anderer Körper als die Luft vom Licht überhaupt nicht getroffen wird, habe ich Erfolg gehabt. Es liess sich elektrische Wirkung in der Umgebung eines scharf begrenzten Strahlenbündels beobachten und zwar in Entfernungen bis zu 40 cm vom Fenster. Ich möchte aber über diese Form der Wirkung in anderem Zusammenhange berichten.

### III. Ozonbildung.

18. Schon lange war mir der Ozongeruch aufgefallen, welcher in der Nähe eines vollkommen dichten Quarzfensters bemerkbar wird, wenn Funkenlicht aus demselben dringt. Bei den hier benutzten stärkeren Funken ist dieser charakteristische Geruch so intensiv, dass Luft oder Sauerstoff, welche die Nähe des Fensters passirt haben, nicht mehr äthembar erscheinen. Zum chemischen Nachweis wurde atmosphärische Luft in langsamem Strome durch das oben (16.) benutzte Bestrahlungsrohr und dann über stärkehaltige Jodkaliumlösung geleitet. Waren 3 mm lange Aluminiumfunken in 1 cm Abstand vom Quarzfenster des Rohres aufgestellt, so trat in 1 sec deutliche, in 5 sec intensive Blaufärbung des Reagenses ein. Bei Vorschaltung einer Glimmerplatte blieb jede Wirkung auch nach 30 sec aus. Bei 0,2 cm Abstand der Funken vom Fenster war die Blaufärbung intensiv in 1 sec, bei 10 cm Abstand deutlich in 15 sec. Bei grösserer Entfernung der Funken, 20,7 cm vom Fenster, war nach 5 sec noch keine Wirkung zu bemerken; wurde nun aber die früher benutzte Steinsalzlinsen in 4,4 cm Entfernung vom Fenster eingeschaltet und so diejenige Strahlung der Funken auf dasselbe concentrirt, welche die stärkste Dampfstrahlwirkung ergab (12b), so trat innerhalb derselben Zeit kräftige Bläuung ein. Trockene und feuchte, staubfreie und unfiltrirte Luft verhielten sich wie bei der elektrischen Wirkung, so auch hier nicht deutlich verschieden.

#### Andere Quellen.

19. Die bisher ausschliesslich benutzten elektrischen Funken sind nicht die einzige und wohl auch nicht die mächtigste Quelle der als wirksam befundenen Strahlen.

Unwirksam waren freilich, mit dem Dampfstrahl hinter dem  $\frac{1}{2}$  mm dicken Quarzfenster in 2 cm Abstand geprüft, die leuchtende Gasflamme eines Schnittbrenners, die blaue eines Bunsenbrenners, einer Gebläselampe, die Flamme des Wasserstoffgases in Luft oder auch mit Sauerstoff im Knallgasgebläse, brennender Schwefelkohlenstoff, brennendes Magnesium, Gasglühlicht frei brennend, Drummond'sches Kalklicht, Zirkonlicht.

Wirksam war dagegen bis zu Entfernungen von 35 cm das elektrische Bogenlicht. Die Wirkung ging dabei augenscheinlich von der leuchtenden Luft aus, denn sie war jedesmal am intensivsten, wenn der Lichtbogen am vollsten entwickelt war und sie verschwand beim Zusammendrücken der Kohlen sowohl, wie beim Abbrechen des Bogens durch plötzliches Auseinanderziehen derselben. Ersetzen der positiven Kohle durch Zink verbesserte die Wirkung nicht deutlich; dagegen Aluminium als positive Elektrode war wirksamer als Kohle.

20. Eine wichtige Frage scheint es mir zu sein, ob die Sonne Strahlen zur Erde sendet, welchen die hier studirten Wirkungen zukommen. Als möglicher Ursprung solcher stark absorbirbarer Strahlen könnten nur die äusseren Schichten des Sonnenkörpers in Betracht kommen. Diese Schichten aber, die Chromosphäre und die Protuberanzen, scheinen ihrem Spectrum nach aus Gasen, hauptsächlich Wasserstoffgas, in demjenigen Zustande der Lichtemission zu bestehen, welchen wir durch elektrische Entladungen herzustellen gewohnt sind. Dieser Zustand hat sich nicht nur in unseren Versuchen als wirksam erwiesen, sondern es ist nach Hrn. Schumann's Untersuchungen elektrisch leuchtendes Wasserstoffgas sogar die reichste Quelle des kurzwelligen, in der Luft absorbirbaren Lichtes.

Unmittelbare Wirkungen solcher Sonnenstrahlung dürften am ehesten in den oberen Schichten der Erdatmosphäre zu suchen sein. Vielleicht ist in diesem Zusammenhange die Mit-

teilung von Beobachtungen erlaubt, welche ich im Herbst des Jahres 1889 in den Alpen gemacht hatte und deren mir damals sehr auffälliges Resultat ich jetzt weniger geneigt bin einer Täuschung durch die Mängel der nur improvisirten Hilfsmittel zuzuschreiben.

Ein Elektroskop mit Blättern aus unechtem Goldschaum trug als Knopf ein stets blankgeschmirgeltes kleines Stück Zinkblech. Es wurden im Freien, bei Sonnenschein von tiefblauem Himmel die Zeiten beobachtet, in welchen die Divergenz des positiv oder negativ geladenen Elektroskopes um einen bestimmten Teil zurückging. Die Erwartung war<sup>1)</sup>, dass überhaupt nur negative Ladungen entweichen würden, ich fand aber, dass mit nahe der gleichen Geschwindigkeit auch positive Ladungen entwichen, während doch die Isolation des Elektroskopes, so oft sie im Inneren eines Hauses oder hohlen Baumes geprüft wurde, grosse Mängel nicht zeigte. Die Zeiten zur Abnahme der Divergenz von 90 auf 60 Winkelgrade waren z. B. für positive oder negative Ladung in Ober-Gurgel (1900 m ü. Meeressp., 28. Aug., 12<sup>h</sup> m.) 10 sec, in Vent (1890 m ü. Meeressp., 31. Aug., 10<sup>h</sup> a. m.) 10 sec, auf der Kreuzspitze (3500 m ü. Meeressp., 30. Aug., 2<sup>h</sup> p. m.) 2 sec. Beschattete man die Platte des Elektroskopes, was meist durch die in einiger Entfernung vorgehaltene Hand geschah, so wurden die Entladungszeiten vergrössert, z. B. auf der Kreuzspitze von 2 auf 5 sec, und zwar wieder ohne Rücksicht auf das Zeichen der Ladung. Eine Beobachtung bei Sonnenuntergang schien mir besonders bemerkenswert (Sölden, Thalsole der Oetzer Ache, 1400 m ü. Meeressp., 31. Aug., 5<sup>h</sup> bis 6<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> p. m.) Es waren die schiefen Strahlen der schon den Bergkämmen sich nähernden Sonne von der Platte des Elektroskopes abgeblendet, sodass nur Licht vom tiefblauen Himmelsgewölbe sie traf. Ich erwartete, dass die deutlich vorhandene entladende Wirkung erst mit dem Verblässen dieses Lichtes abnehmen würde; die Wirkung verschwand aber ziemlich plötzlich zu der Zeit, in welcher die letzten Sonnenstrahlen die

---

1) Entsprechend der von den Herren Elster u. Geitel damals kurz vorher festgestellten Thatsache, dass auch Sonnenlicht die Hallwachs'sche lichtelektrische Wirkung ausübt.

Nähe der Thalsohle verliessen, während doch das Himmelslicht noch immer unverändert die Platte des Elektroskopes beleuchtete.

Auch Hrn. Linss' Studien über die Zerstreuung der Elektrizität von geladenen Körpern in der freien Luft des Tieflandes könnten hier in Betracht kommen (vgl. 16.). Diese verhältnismässig sehr geringe Zerstreuung wurde mit Hilfe des Quadrantelektrometers verfolgt, sie wurde für positive und negative Elektrizität gleich gross gefunden, war unabhängig von der Menge der sichtbar trübenden Bestandteile in der Luft, grösser bei heiterem als bei trübem Wetter und wuchs im allgemeinen im Laufe des Tages wie des Jahres mit zunehmender Sonnenhöhe. <sup>1)</sup>

21. Ist die bezüglich der Sonne aufgeworfene Frage zu bejahen, so dürfte dies nach Kenntnis des Vorhergehenden nicht ohne Einfluss bleiben für das Verständnis der elektrischen Vorgänge in der Erdatmosphäre. Die Absicht der gegenwärtigen Arbeit ging jedoch nur soweit, die Belege mitzuteilen, welche ich dafür erhalten habe, dass ultravioletes Licht von der angegebenen Brechbarkeit die eingangs genannte dreifach sich äussernde Wirkung auf Gase ausübt und zwar auf das Innere der Gase selbst, ohne notwendige Vermittelung eines festen oder flüssigen Körpers. Die letztere Eigentümlichkeit ist es, durch welche diese Wirkung scharf geschieden erscheint von der schon früher bekannten, mit den Namen Hertz und Hallwachs verknüpften lichtelektrischen Wirkung, welche an der Oberfläche fester oder flüssiger Körper ihren Sitz hat.

Kiel, im Januar 1900.

---

<sup>1)</sup> Linss, Met. Zeitschr. 1887. p. 352 u. Elektrotechn. Zeitschr. 11. 1890.

(Eingegangen 6. Februar 1900.)

---

*Nachschrift* (17. Februar 1900). — Nachdem das Vorstehende dem Drucke übergeben war, erhalte ich einen Abdruck aus der Decemhernummer von „Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity“, worin die Herren Elster und

Geitel höchst wertvolle Studien über das Leitvermögen der Erdatmosphäre bekannt geben. Es kann darnach nicht mehr gezweifelt werden, dass solches Leitvermögen regelmässig und aller Orten in der freien Luft besteht, und in erfreulicher Uebereinstimmung mit den oben mitgetheilten Beobachtungen wurde dasselbe besonders gross an hoch gelegenen Orten gefunden. Als Folgen des constatirten Leitvermögens und der Eigenschaften leitender Luft werden auch schon die elektrischen Begleiterscheinungen der atmosphärischen Niederschläge und die negative Eigenladung des Erdkörpers gezeigt. Die Frage nach dem Ursprung des unter Umständen nicht geringen Leitvermögens wird dabei offen gelassen.

---