

Korkstück, wie in Fig. 5, Taf. VI, so kann man, wie schon oben angegeben, dasselbe noch bedeutend belasten, und es bewegt sich beim Tönen doch noch immer sehr gut. Je größer die Belastung des Stückes ist, um so größer ist natürlich auch das Gewicht, welches der Kork noch zu ziehen vermag. Es wurde öfter auf etwa 5 Fufs langen Glasstreifen das Korkstück mit 200 Gr. belastet und ebenso 200 Gr. in die Schale gelegt, und doch bewegte sich das Korkstück noch sehr wohl. Ein wie in Fig. 3 sägenförmig eingeschnittener Kork zog in einer tönenden Röhre zuweilen sehr gut 70 Grm.

---

## II. *Einige Beobachtungen über das elektrische Licht in höchst verdünnten Gasen;* *von Prof. Dr. A. v. Waltenhofen.*

(Aus. d. Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. Bd. LI  
 vom Hrn. Verf. mitgetheilt.)

---

»Es würde von ganz besonderem Interesse seyn«, sagt Plücker in einer seiner Abhandlungen über die elektrischen Gasspectren<sup>1)</sup>, »durch eine sorgfältige Beobachtung des Sauerstoffspectrums festzustellen, in welcher Aufeinanderfolge die einzelnen prismatischen Farben verschwinden, während der elektrische Lichtstrom aus dem Grunde langsam erlöscht, dafs er, beim allmählichen Fortgehen des Sauerstoffgases, keine hinreichende Menge von ponderabler Materie mehr findet, die ihm als Träger dienen könnte«. — Es werden ferner gewisse Erscheinungen der elektrischen Entladung im Sauerstoffe besprochen, welche den Schluss begründen, dafs die *weniger brechbaren Strahlen zuerst* wegfallen. — An einer andern Stelle<sup>2)</sup> kommt Plücker auf diesen Gegenstand zurück, indem er das Zutreffen der

1) Pogg. Ann. Bd. 105, S. 79.

2) Pogg. Ann. Bd. 116, S. 51 — 54.

eben erwähnten Folgerung an dem bei äußerster Verdünnung eintretenden Erblassen und endlichen Erlöschen der Linie  $H\alpha$ , während  $H\beta$  noch hell bleibt, nachweist und schließlichs andeutet, wie sich in den Verdünnungsgraden, bei welchen das elektrische Licht in der Luft immer mehr verschwindet, Anhaltspunkte zur Beurtheilung der *Höhengränze des Nordlichtes* finden lassen. — Hierbei wird bemerkt, das nach einer vorläufigen Messung etwa bei einem Barometerstande von 0,3 Millim. das Licht in der Luft zu verschwinden anfangt, und bei 0,1 Millim. vollständig verschwunden sey; — das jedoch die Höhe (von etwa 9 Meilen), welche sich hieraus für die obere Gränze des Nordlichtes ergeben würde, *bedeutend hinter derjenigen zurückbleibt*, welche, nach vorliegenden Beobachtungen eines solchen Meteors sich herausgestellt hat.

Ich hatte Gelegenheit sowohl über das successive Verschwinden der Spectrallinien, als auch über hohe Verdünnungsgrade, bei welchen Gase noch als Träger der elektrischen Entladung fungiren können, einige Beobachtungen zu machen, die ich in Anbetracht der so eben hervorgehenden Wichtigkeit dieser Frage in Kürze mittheile.

I. Aus Anlaß einer anderen Untersuchung hatte ich die Entladung eines Inductoriums in der Art veranstaltet, das gleichzeitig die Spectra von Stickstoff, Wasserstoff und Quecksilber auftraten. Die dabei benutzte Quecksilberluftpumpe von Kravogel gestattete die Anwendung von außerordentlichen Verdünnungen, und es war mir von Interesse, die Einwirkung derselben auf die vorgenannten drei Spectren bei dieser Gelegenheit zu beobachten,

Als die Barometerprobe <sup>1)</sup> unter 1 Millim. zu sinken

1) Die Stände der Barometerprobe werden hier angegeben, weil sie eben abgelesen und notirt worden sind, nicht aber als einigermaßen verlässliche Angaben der Verdünnungsgrade. Ich habe mich durch directe Versuche mit meinem in Döngler's Journal (1862) beschriebenen Apparate genügend überzeugt, das die Angaben von Barometerproben gewöhnlicher Construction bei hohen Verdünnungen bis zur vollständigen Unbrauchbarkeit unzuverlässlich sind; aus naheliegenden Gründen deren Erörterung nicht hierher gehört.

begann, war der über die rothe Wasserstofflinie ( $H\alpha$ ) hinausragende Theil des Stickstoffspectrums bereits nicht mehr wahrzunehmen, und es verschwanden nach und nach auch die innerhalb der Linie  $H\alpha$  befindlichen Streifen, so daß bei einem Barometerstande von etwa 0,5 Millim. die mindest brechbaren Theile des Stickstoffspectrums bis nahe an die Gränze von Gelb erloschen. Bei fortgesetzter Verdünnung ging die Niveaudifferenz in der Barometerprobe (obgleich dieselbe sorgfältig ausgekocht war) aus dem positiven Sinne in den negativen über. Bei diesem Uebergange waren alle zwischen den Linien  $H\alpha$  und  $Hg\alpha$  <sup>1)</sup> gelegenen Streifen des Stickstoffspectrums fast spurlos verschwunden.

So weit wäre der Verlauf der Erscheinung ganz im Einklang mit der Erwartung, daß die Spectralstreifen mit zunehmender Brechbarkeit später erlöschen; aber der violette Theil des Stickstoffspectrums zeigte eine von dieser Regel abweichende Ausnahme, indem er — ziemlich gleichzeitig mit Gelb — früher verschwand als die grünen und blauen Partien, die noch länger fortleuchteten, obgleich nicht mehr mit kenntlicher Färbung, sondern mit einem fahlen aschgrauen Lichte, welches erst bei viel höherer Verdünnung gänzlich erlosch. Dabei zeigten sich, bis zum Momente des Erlöschens, im blauen Theile die Streifen noch immer deutlich, während sie im grünen Theile bereits spurlos verschwunden waren; dieser letztere Theil des Spectrums hatte sich schon früher in einen undeutlich begränzten grünen Raum ohne bestimmte Schattirung verwandelt, und erschien zuletzt in einen aschgrauen schwachleuchtenden Nebel aufgelöst, der ungefähr von der Linie  $Hg\beta$  <sup>2)</sup> an bis zur Mitte des Intervalles zwischen  $Hg\beta$  und  $H\beta$  <sup>3)</sup> sichtbar war.

Mit zunehmender Verdünnung, während welcher die Barometerprobe einen negativen Stand, der zwischen 0,1

1) Gelbe Quecksilberlinie.

2) Grüne Quecksilberlinie.

3) Blaue Wasserstofflinie.

Millim. und 0,2 Millim. geschätzt wurde, angenommen hatte, sah man das Stickstoffspectrum *vollständig auslöschen*.

Von den beiden anderen Spectren wurde bei fortgesetztem Evacuiren zunächst das Wasserstoffspectrum angegriffen, indem erst die rothe ( $H\alpha$ ) und dann die violette Linie ( $H\gamma$ ) erlosch. Unterdessen war auch die gelbe Quecksilberlinie ( $Hg\alpha$ ) auf einen schwachleuchtenden fahlen Streifen reducirt worden, der alsbald ebenfalls verschwand. Von den übrig gebliebenen Linien  $H\beta$ ,  $Hg\beta$  und  $Hg\gamma$ <sup>1)</sup> konnte keine mehr *einzel*n zum Verschwinden gebracht werden; sie verschwanden merklich gleichzeitig als bei einer Verdünnung, die sich bei näherer Untersuchung<sup>2)</sup> als eine 24,000 malige herausstellte, das erreichte Vacuum keine sichtbare Entladung mehr vermittelte.

Während dieser Vorgänge wurden auch an der die Entladung leitenden glühenden Gassäule merkwürdige Veränderungen beobachtet, bei deren Mittheilung ich jedoch bereits bekannte Erscheinungen unerwähnt lasse, wie z. B. die Farbenunterschiede im engeren und weiteren Theile des Rohres<sup>3)</sup> und die Farbenänderungen bei zunehmenden

1) Violette Quecksilberlinie.

2) Nach der Methode, die ich in meinem Aufsätze: »Ueber die Leistungen der Kravogl'schen Quecksilberluftpumpe« (Dingler p. J. 1862) beschrieben habe.

3) Bei diesen Versuchen diente nämlich der Apparat, dessen Beschreibung und Zeichnung der in der vorigen Anmerkung citirte Aufsatz enthält; bestehend aus einem weiten und einem engen Rohre, die durch Einkitten in eine passende Stahlfassung vereinigt sind; die andere Mündung des weiten Rohres ist mit einer an die Luftpumpe zu schraubenden stählernen Hahnfassung versehen, die des engen Rohres aber durch ein eingekittetes stählernes Stöpselchen, welches zugleich als Elektrode verwendbar ist, verschlossen. — Da dieser Apparat vermöge seiner ursprünglichen Bestimmung oft mit Quecksilber gefüllt worden war (weil halb denn auch sämmtliche Fassungen aus Stahl hergestellt wurden), so sind kleine Quecksilbertröpfchen darin zurückgeblieben, — und diese waren es eben, welche bei den hier beschriebenen Versuchen stets ein so intensives Quecksilberspectrum entstehen ließen. — Uebrigens sey bemerkt, daß sämmtliche Spectralbeobachtungen an dem engen Rohre gemacht worden sind.

Verdünnungsgraden, soweit solche auch mit gewöhnlichen Luftpumpen erreichbar sind.

Der Lichtstrom im weiten Rohre hatte schon längst jede Spur von rothem Lichte verloren, und war in eine weißgeschichtete Säule übergegangen, als das enge Rohr noch röthlich-violettes Licht ausstrahlte. Dasselbe, offenbar vom Wasserstoff herrührend, überdauerte das vollständige Erlöschen des Stickstoffspectrums, und verschwand erst mit dem Aufhören der rothen Wasserstofflinie. Von nun an ward die Lichterscheinung auch im engen Rohre weißlich, nur in der Nähe der an diesem Rohre eingekitteten negativen Elektrode zeigte sich bis zum gänzlichen Aufhören der Entladung, grünes Licht. Eine ähnliche grüne Lichterscheinung, jedoch viel weniger intensiv, zeigte sich an der Stelle, wo das enge Rohr in die Verbindung mit dem weiten Rohre eingekittet ist.

Nachdem das Stickstoffspectrum bereits erloschen, und bei fortgesetzter Verdünnung auch die beiden anderen Spectra schon angegriffen waren, machte sich alsbald ein veränderter Gang des Hammers am Inductorium bemerkbar, und gleichzeitig zeigten sich sehr auffallende Erscheinungen im Lichtstrom, welche andeuteten, daß man der Gränze *eines die Entladung nicht mehr vermittelnden Vacuums* nahe gekommen war. — Die hellen Schichtungen des Lichtstromes, welche mittlerweile immer mehr weiß erschienen und weiter aus einander gerückt waren, indem sie zugleich statt der linsenförmigen immer mehr eine ringförmige Gestalt angenommen hatten, traten jetzt nur *intermittirend* auf, und verloren sich endlich ganz in eine *continuïrliche*, aber schwachleuchtende stahlgraue Lichtsäule; worauf dann auch diese immer häufiger und länger intermittirte und zuletzt *ganz ausblieb*, — dabei war zu bemerken, daß die intermittirende schwache Lichterscheinung das Rohr *nicht mehr ganz ausfüllte*. — Als man dieser Verdünnung schon ziemlich nahe gekommen war, zeigten die in der grauen Lichtsäule bisweilen noch aufblitzenden Schichten oft eine *auffallende Helligkeit*.

Besonders merkwürdig sind andere Unregelmäßigkeiten, die ich bei sehr hoher Verdünnung an den Schichtungen wahrgenommen habe. — Es ist bekannt, daß dieselben bei zunehmender Verdünnung weiter aus einander rücken. — Ich habe nun beobachtet, daß diese Intervalle bei Verdünnungen, welche über die mit den gewöhnlichen Luftpumpen erreichbare Gränze weit hinausgehen, sehr *auffallende Ungleichheiten* zeigen, indem manche von den weissen Schichten der Lichtsäule bisweilen doppelt so weit von einander abstehen als andere. Ich habe bei dem beschriebenen Versuche dunkle Intervalle von etwa 1 Centimeter, und zugleich andere von 2 Centimeter neben einander gesehen; dabei war übrigens keine regelmässige Reihenfolge oder Vertheilung bemerkbar. Zugleich erschienen die hellen Schichten nicht mehr parallel, sondern zeigten *kleine unregelmässige Neigungen*. Wenn, wie oben erwähnt wurde, die hellen Schichten des Lichtstromes bisweilen mit auffallender Helligkeit intermittirten, war auch ein correspondirendes helleres Aufleuchten der Spectra des Wasserstoffs und des Quecksilbers bemerkbar, während das bereits erloschene Stickstoffspectrum nicht mehr zum Vorschein kam.

Wenn nach dem Auslöschen aller Spectra allmählich Luft eingelassen wurde, traten die Lichtstreifen in umgekehrter Reihenfolge, als wie sie verschwunden waren, wieder auf, wie vorauszusehen war.

Uebrigens möchte es wohl sehr schwierig seyn, für jedes einzelne Spectrum die Reihenfolge, in welcher die Lichtsorten desselben successive ausgelöscht werden, mit Sicherheit festzustellen, indem es dabei auf die *relative Helligkeit* derselben ankommt. — Es kann deshalb aus dem scheinbaren Erlöschen schwächerer Spectrallinien, während hellere noch sichtbar bleiben, nicht auf das wirkliche frühere Aufhören der ihnen entsprechenden Lichtoscillationen geschlossen werden. So kann denn auch das oben erwähnte frühere Verschwinden des Violett im Wasserstoffspectrum<sup>1)</sup>

1) Von derselben Erscheinung im Stickstoffspectrum wird später die Rede seyn.

keineswegs zur Widerlegung der Annahme dienen, daß die weniger brechbaren Lichtoscillationen zuerst aufhören. Andererseits gewinnt diese Annahme vielmehr in hohem Grade an Wahrscheinlichkeit, wenn man erwägt, daß *in allen drei Spectren*, von welchen oben die Rede war, in der That die am wenigsten brechbaren Streifen zuerst erloschen, und dieß sogar bei der Linie  $H\alpha$  der Fall war, *ungeachtet ihrer großen und im Vergleiche mit der schwachen  $H\gamma$  so weit überlegenen Lichtintensität*<sup>1)</sup>.

Bei gleichzeitiger Anwesenheit mehrerer Spectra müssen die Helligkeitsverhältnisse auch den Ausschlag geben, welches von den vorhandenen Spectren zuerst angegriffen oder wohl gar ganz ausgelöscht wird<sup>2)</sup>. — Ich kann dafür auch einen directen Versuch anführen.

II. Ein an beiden Enden mit messingenen Hahnfassungen versehenes Thermometerrohr, in welchem feine Platindrähte als Elektroden dienten, wurde an der Luftpumpe angebracht und in der Weise mit getrockneter Luft gefüllt, daß man einen durch Chlorcalcium geleiteten Luftstrom mittelst der Pumpe durchzog, bis man annehmen konnte, daß sowohl das Rohr als auch die damit communicirenden Räume der Pumpe trockene Luft enthielten. — Als das so vorbereitete Rohr sodann evacuirte und die Entladung eingeleitet wurde, erschien neben dem Stickstoffspectrum noch

1) Es erlischt nämlich: wie oben gesagt wurde, erst  $H\alpha$ , dann  $H\gamma$  und zuletzt  $H\beta$ .

2) Auf die Aenderung dieser Helligkeitsverhältnisse der vorhandenen Spectra im Laufe des Versuches hat natürlich auch der Umstand Einfluß: welches Gas bei der Verdünnung leichter fortgeführt wird. So bemerkt Plücker (Pogg. Ann. Bd. 116, S. 51), daß bei Anwendung von Luft und Kohlensäure, wenn auch nur die geringsten Spuren von Wasser in der Röhre zurückgeblieben sind, bei der Verdünnung Kohlensäure und Luft leichter fortgeführt zu werden scheinen, als der beim durchgehenden Strom Wasserstoff gebende Wasserdampf, der am Glase condensirt ist und sich schwer von demselben ablöst. — So tritt denn endlich ein Moment der Verdünnung ein, wo die Spectralanalyse nur noch die Streifen des reinsten Wasserstoffgases giebt. — Träger der Entladung ist dann Wasserstoff allein; das ursprüngliche Gas ist nur bis zu einem gewissen Grade der Verdünnung Träger der Entladung geblieben.

ein lichtschwaches Wasserstoffspectrum, welches erkennen liefs, dafs die Austrocknung noch nicht vollständig erzielt war; und auch ein Quecksilberspectrum von geringer Helligkeit, herrührend von dem Umstande, dafs das Rohr mit einem Quecksilber haltenden Pumpentiefel communicirte.

Bei fortgesetzter Verdünnung kamen die Linien  $H\alpha$  und  $H\gamma$  sogar früher zum Erlöschen<sup>1)</sup> als die violetten Streifen des Stickstoffspectrums, und die Linie  $Hg\alpha$ , während beim vorigen Versuche das Wasserstoffspectrum, wegen seiner gröfseren Intensität, dasjenige war, welches zuletzt angegriffen wurde. — Das gänzliche Erlöschen der Spectra konnte bei diesem Versuche nicht zu Stande gebracht werden, aus einem später angegebenen Grunde.

III. Ein dritter Versuch wurde in einem zwei Centimet. weiten und 120 Centimet. langen Rohre gemacht, welches einmal mit atmosphärischer Luft und ein anderes Mal mit Leuchtgas zur Anwendung kam. — Wegen der viel gröfseren Länge des Rohres im Vergleiche mit dem beim ersten Versuche benutzten (71 Centim.) hatte ich erwartet, dafs es noch leichter gelingen würde, das Aufhören der Entladung herbeizuführen. Der Erfolg ergab jedoch das Gegentheil; weder bei Anwendung von atmosphärischer Luft noch von Leuchtgas gelang es die Lichtsäule erlöschen zu machen, dieselbe war sogar bei mehr als 20,000fachen Verdünnungen noch nicht einmal intermittirend geworden.

Bemerkenswerth war die Lichterscheinung beim Leuchtgase. Die weifsen Schichten der Lichtsäule, anfangs wie

1) Dieses Ergebnis ist nicht ausgeschlossen durch die in der vorigen Anmerkung besagte Angabe von Plücker: dafs in der Regel die Spuren von Wasserstoff länger zurückbleiben als die Luft (Stickstoff); es beweist eben nur, dafs im vorliegenden Falle die Austrocknung der Luft vollständiger bewirkt worden ist, als es in der Regel zu gelingen pflegt. — Bei diesem Versuche ist denn auch die Vorsicht beobachtet worden, die Luftpumpe keinen Augenblick mit der äufseren Luft communiciren zu lassen; die ausgepumpte Luft wurde vielmehr in den zuvor evacuirten und mit Chlorcalcium ausgetrockneten grofsen Ballon übergeführt, welcher der benutzten Luftpumpe für gewisse Zwecke beigegeben ist. (Siehe die Beschreibung Sitzungsberichte Bd. 44.)

flache linsenförmige Scheibchen über einander gelagert, rückten bei fortgesetzter Verdünnung nicht nur immer weiter aus einander, sondern wuchsen zugleich an Dicke, indem sie dabei immer mehr die Gestalt von cylindrischen Scheiben annahmen, welche bei sehr hoher Verdünnung, etwa 1 Centim. dick, durch eben so große dunkle Intervalle getrennt waren. Bei zunehmender Verdünnung verloren die Ränder immer mehr ihre deutliche Begrenzung, und die hellen Schichten lösten sich in dieser Weise allmählig in einen continuirlichen Lichtstrom von geringerer Helligkeit auf.

Es mögen nun einige allgemeine Bemerkungen über die angeführten Versuche folgen; dabei sollen die bei den Versuchen I, II und III benutzten Röhren, der Kürze wegen, ebenfalls beziehungsweise mit I, II und III bezeichnet werden.

Dafs bei den Versuchen II und III das Auslöschen der Spectra durch fortgesetzte Verdünnung nicht gelang, wohl aber jedesmal bei den Versuchen I, findet seine Erklärung in der verschiedenen *Form der Elektroden*. — Während nämlich bei den Röhren II und III Drahtspitzen als Elektroden dienten, geschah die Entladung im Rohre I zwischen einem am oberen Ende eingekitteten, etwa 1 Millim. dicken stumpfen Drahtstifte und der am unteren Ende angebrachten Hahnfassung.

Aus den beschriebenen Versuchen ergeben sich nachstehende Folgerungen.

*Erstens. Von jedem einzelnen Spectrum erlöschen — in Uebereinstimmung mit der von Plücker aufgestellten Regel — bei hinreichender Verdünnung die weniger brechbaren Streifen früher als die brechbareren; und es ist wahrscheinlich, dafs sich diese Reihenfolge bewährt, so weit nicht eine zu geringe relative Helligkeit brechbarer Spectrallinien scheinbare Ausnahmen bedingt.*

*Zweitens. Wenn mehrere Spectra gleichzeitig auftreten, ist die Reihenfolge, in welcher sie bei zunehmender Verdünnung angegriffen oder wohl gar ausgelöscht werden, von*

den relativen Intensitäten der vorhandenen Spectra und insofern von dem Mischungsverhältnisse des glühenden Gasgemenges abhängig.

Diese beiden Sätze scheinen mir auch für die Chemie nicht ohne Bedeutung zu seyn. Unter Voraussetzung derselben würde sich nämlich in gewissen Fällen über die *Zusammengesetztheit* eines gasförmigen Körpers entscheiden lassen. — Wenn sich z. B. in einem bei fortgesetzter Verdünnung beobachteten Spectrum zeigen würde: daß eine Spectrallinie von größerer Brechbarkeit, selbst bei gleicher oder größerer Helligkeit im Vergleiche mit einer anderen weniger brechbaren, dennoch früher verschwindet als diese, so wäre damit offenbar die Zusammengesetztheit des untersuchten Gases angedeutet, indem man — um diese Erscheinung mit den obigen Sätzen in Einklang zu bringen — das beobachtete Spectrum als *eine Uebereinanderlagerung mindestens zweier Spectra* betrachten müßte, welche *verschiedenen materiellen Trägern der Entladung angehören*<sup>1)</sup>.

*Drittens* ergibt sich aus den obigen Versuchen, daß die Schichtungen des elektrischen Lichtes, welche bei zunehmender Verdünnung zunächst immer weiter aus einander rücken und anwachsen, bei noch höheren Verdünnungen unregelmäßig und intermittirend werden, und dann allmählich verschwinden, indem sie sich in einen continuirlichen Lichtstrom auflösen, der endlich selbst erlischt.

Die überraschende Ausdehnung, welche die Schichtenintervalle bei sehr hohen Verdünnungen gewinnen, macht die weitere Untersuchung wünschenswerth: ob bei so hohen Verdünnungsgraden in einzelnen Fällen nicht auch dort Schichten auftreten, wo man bisher noch keine bemerken

1) Wenn schon der Farbenreichtum des Stickstoffspectrums im Vergleiche mit anderen Gasspectren auffallend ist, so ist es noch mehr das frühere Erlöschen der violetten Streifen im Vergleiche mit manchen weniger brechbaren, von kaum größerer Helligkeit. Dieser Umstand läßt, nach dem so eben Gesagten, die *Einfachheit dieses Körpers sehr zweifelhaft* erscheinen. — Dagegen wäre man beim Wasserstoff durch das frühere Erlöschen von  $H\gamma$  im Vergleiche mit der viel helleren  $H\beta$  keineswegs zu einer ähnlichen Vermuthung berechtigt.

konnte<sup>1)</sup>, indem entweder unter dem Einflusse der elektrischen Entladung eine Zerlegung eines für einfach gehaltenen Gases stattfinden könnte, dessen Bestandtheil dann — im Sinne der Hypothese von Reitlinger — nach Maafsgabe ihrer verschiedenen Leitungsfähigkeit die Schichten bilden, — oder sey es, dafs in manchen Fällen erst bei sehr hohen Verdünnungen jene stellenweisen Discontinuitäten eintreten, welchen Riefs die Schichtenbildung zuschreibt.

Der Gedanke an eine Zerlegung der erwähnten Art wird auch durch die Erwägung nahe gelegt, dafs das stromleitende Gas bei zunehmender Verdünnung bis zu einer gewissen Gränze nothwendig auch höhere Temperaturen annehmen mufs, weshalb denn auch die in immer geringerer Anzahl auftretenden Schichten immer mehr weifsglühend erscheinen, bis jene oben beschriebenen Erscheinungen eintreten, welche dem Aufhören der Entladung in einem nicht mehr leitungsfähigen Vacuum vorausgehen.

*Viertens* zeigen die obigen Versuche, *dafs die Verdünnung, bei welcher die Entladung erlischt, auch von der Wahl der Elektroden abhängt, und dafs, wenn die Entladung zwischen Spitzen eingeleitet wird, dieselbe auch bei mehr als zwanzigtausendfacher Verdünnung nicht aufhört*<sup>2)</sup>. — Man kann dieses Ergebnifs wohl überhaupt auf solche Fälle ausdehnen, wo man es mit Elektroden zu thun hat, welche das Ueberströmen der Elektricität in einer der Spitzenwirkung analogen Weise begünstigen, wie z. B. fein zertheilte Körper von entsprechender Leitungsfähigkeit.

Man sieht aus den angeführten Thatsachen, dafs das bei einem gewissen Verdünnungsgrade beobachtete Erlö-

1) Z. B. bei einfachen Gasen. Siehe Reitlinger, »Ueber die Schichtung des elektrischen Lichtes« (Sitzungsberichte Bd. 43, II, S. 21).

2) Wenn Plücker bemerkt, dafs nach einer vorläufigen Messung, etwa bei einem Barometerstande von 0,3 Millim. das Licht in der Luft zu verschwinden anfängt und bei 0,1 Millim. vollständig verschwunden ist (Pogg. Ann. Bd. 116, S. 53), so mufs man wohl annehmen, dafs bei dem betreffenden Versuche keine Spitzen als Elektroden gedient haben dürften.

schen des elektrischen Lichtes nicht unbedingt zur Folgerung berechtigt, *dafs das angewendete Gas bei diesem Verdichtungsgrade nicht mehr fähig sey als Träger der Entladung zu dienen*, da die Beschaffenheit der Leiter, welche die Gassäule (als Elektroden) begrenzen, *den Uebergang der Entladung in das Gas* bald mehr und bald weniger leicht vermitteln<sup>1)</sup>. — Könnte man eine Luftsäule von 20,000 maliger Verdünnung, — welche in den beschriebenen Versuchen bei Anwendung von stumpfen Elektroden nicht mehr, wohl aber zwischen Spitzen die Entladung aufgenommen hat — ohne ihren Verdünnungsgrad zu ändern, mit einer andern Gassäule, *in welcher eine Entladung bereits eingeleitet ist, in unmittelbare Communication* setzen: ohne Zweifel würde sich diese Entladung auch in jene Luftsäule verbreiten. — Wendet man das Gesagte auf die Atmosphäre an, so wird man zu dem Ergebnisse gelangen müssen: *dafs auch in die Region der 20,000 mal verdünnten Luft elektrische Entladungen, welche in untern Schichten ihren Ursprung haben, sich verbreiten können; ja, sehr wahrscheinlich sogar in noch viel höhere, wenn man die obigen Versuche in nähere Erwägung zieht.* — Die mehr als 20,000fach verdünnte Luft hatte zwischen Spitzen die Entladung noch so vollständig vermittelt, *dafs kein Intermittiren der Lichtsäule, und überhaupt kein Vorzeichen eines die Leitung versagenden Verdünnungsgrades eingetreten ist.* — Man kann daher wohl annehmen, *dafs erst viel höhere Verdünnungen zu dem Punkte führen würden, wo die Entladung deshalb aufhört, weil die Luft nicht mehr fähig ist als deren Träger zu fungiren.*

Mit Rücksicht auf die Umstände, unter welchen die elektrischen Entladungen, die das *Nordlicht* verursachen, in der Atmosphäre vor sich gehen, wäre nach dem Gesagten wohl vorauszusetzen: *dafs die Gränze der Erhebung, über welche hinaus die Verdünnung der Luft solche elektrische*

1) In wie fern es dabei auch auf die Spannungsintensität des Inductoriums ankommt, bedürfte noch näherer Untersuchungen.

Lichtströmungen nicht mehr gestatten würde<sup>1)</sup>, *weit über jene reichen müsse, die man gewöhnlich als »Höhe der Atmosphäre« anzunehmen pflegt*<sup>2)</sup>. — Diese Annahme wäre denn auch vereinbar mit den Beobachtungen des Nordlichtes, wovon Plücker in der citirten Abhandlung erwähnt.

### III. *Quantitative Bestimmung der bei Volumveränderung der Metalle entstehenden Wärmephänomene und des mechanischen Wärme-Aequivalents, unabhängig von der inneren Arbeit des Metalls; von E. Edlund.*

(Gelesen in d. K. Akad. d. Wiss. zu Stockholm am 10. Mai 1865.)

#### 1.

In einer frühern Arbeit<sup>3)</sup> habe ich nachgewiesen, daß, wenn bei einem Metall das Volumen durch äußere Kräfte innerhalb der Elasticitätsgränze vergrößert wird, sich dessen Temperatur vermindert, und daß, wenn das Metall sodann sein ursprüngliches Volumen wieder einnimmt, dessen Temperatur steigt; die Untersuchung erwies aber zugleich, daß die Größe des Temperaturzuwachses in letzterem Falle davon abhängig ist, ob das Metall bei der Zusammenziehung irgend eine äußere mechanische Arbeit verrichtet, oder nicht. Die in diesem Falle entstandene Wärme ist somit verschieden, je nach der verschiedenen

1) Zufolge der von Plücker (Pogg. Ann. Bd. 116, S. 53) gegebenen Andeutungen etwa 9 Meilen; wenn man nach der Formel  $346,023 \frac{h}{R}$   $= \log \frac{B}{b}$  rechnet, wobei  $h$  die Höhe,  $R$  den Erdhalbmesser,  $B$  und  $b$  beziehungsweise den unteren und oberen Barometerstand bedeuten.

2) Nach Dämmerungsbeobachtungen berechnet kaum 10 Meilen.

3) Pogg. Ann. Bd. 114, S. 1.