kohol gelöste Chlorlithium wird vorsichtig bei *gelinder* Hitze eingedampft und nachdem man den Tiegel in einem Schwefelsäuretrockenapparate hat erkalten lassen, gewogen; oder man kann das Chlorlithium in schwefelsaures Lithion verwandeln und als solches wägen.

V. *Fortgesetzte Beobachtungen über die elektrische Entladung durch gasverdünnte Räume;* von *Plücker.*

(Siehe Ann. Bd. CIII, S. 88 und 151).

Magnetisches Licht.

47. Das magnetische Verhalten desjenigen Lichtes, das von der negativen Elektrode aus nach allen Seiten hin sich verbreitet, ist ein so eigenthümliches, dafs ich hier zunächst noch einmal auf dasselbe zurückkomme. Am besten können wir uns dieses Verhalten veranschaulichen, wenn wir von der allbekannten Erscheinung ausgehen, dafs Eisenfeilspäne, auf ein steifes Papier gestreut, welches die Pole eines Magneten bedeckt, sich in Curven zusammenlegen, die man magnetische Curven, magnetische Kraftlinien, genannt hat. Solche Curven geben auch da noch eine Anschauung von der Vertheilung der Kraft eines Magneten, wo die Kräfte der Analyse nicht mehr zur Bestimmung derselben hinreichen. In jeder solchen Curve legen sich die einzelnen Eisentheilchen, die, unter der Einwirkung des Magneten, selbst zu kleinen Magneten geworden sind, eine Kette bildend, mit ihren befreundeten Polen an einander. Könnten wir die Eisentheilchen der Kraft der Schwere entziehen und durch den ganzen die Pole umgebenden Raum vertheilen, so würden solche Ketten, die Form magnetischer Curven annehmend, das ganze magnetische Feld durchziehen und ein sichtbares Bild von der Vertheilung der magnetischen Kraft geben. Die Glieder jeder Kette würden sich in dem Zustande eines

stabilen Gleichgewichtes befinden; jeder Theil derselben würde, durch eine äufsere Kraft aus der ursprünglichen Lage herausgebracht, sich selbst überlassen, wieder in diese Lage zurückkehren. Durch einen gegebenen Punkt geht immer nur eine einzige magnetische Curve; durch die Stelle, die irgend ein Glied der Kette im Raume einnimmt, ist die Form der ganzen Kette bestimmt, so dafs, wenn wir dieses eine Glied festhielten, dabei aber der Kette eine beliebige Form gäben, diese Kette, sich selbst überlassen, die ursprüngliche Form der magnetischen Curve wieder annehmen würde. Denken wir uns die Glieder einer solchen der Schwere entzogenen Kette auch dann noch an einander haftend, nachdem sie nach Aufhören der inducirenden Wirkung des Magneten ihren Magnetismus verloren haben und denken wir uns ferner von einem gegebenen Punkt des Raumes aus beliebig viele solcher Ketten von beliebiger Form nach allen Richtungen hin ausgehen, so werden sich, nach Erregung des Magneten, alle solche Ketten in dieselbe Curve zusammenziehen, in diejenige magnetische Curve nämlich, welche durch den gegebenen Punkt vollkommen bestimmt ist.

48. Die Voraussetzungen, welche dieser Erscheinung zu Grunde liegen, sind schwerlich zu realisiren und darum wird die Erscheinung selbst wohl nur eine blofse Fiction bleiben. Sie wird aber zur Wirklichkeit, wenn wir, an die Stelle der gegliederten eisernen Ketten, Strahlen magnetischen Lichtes nehmen.

49. Wenn wir die elektrische Entladung durch eine Geifsler'sche Röhre leiten, an deren Enden Kugeln angeschmolzen sind, bis zu deren Mittelpunkt die Elektroden hineinragen, so strahlt von jedem Punkte der negativen Elektrode solches magnetisches Licht aus, und verbreitet sich durch den ganzen innern Raum, der diese Elektrode umschliefsenden Kugel. Diese Ausstrahlung beschränkt sich auf den Endpunkt der negativen Elektrode, wenn der übrige Theil derselben durch umgeschmolzenes Glas isolirt ist. Die von diesem Punkte ausgehenden Strahlen ziehen sich

alle in eine einzige Lichtlinie zusammen, welche mit der durch das Ende der negativen Elektrode gehenden magnetischen Curve zusammenfällt und diese, in Folge jener Zusammenziehung des Lichtes, hell beleuchtet, dem Auge sichtbar macht.

Jeder Strahl, der sich nach dieser magnetischen Curve krümmt und einen Theil des Lichtbogens bildet, verhält sich hierbei also gerade so, als ob er aus Elementen bestände, die als kleine Magnete mit ihren befreundeten Polen an einander stiefsen; er verhält sich als ein magnetischer Faden, der vollkommen biegsam ist und demzufolge, wenn er in irgend einem Punkte (dem Endpunkte der negativen Elektrode) festgehalten wird, die Form der durch diesen Punkt gehenden magnetischen Curve annimmt; oder er verhält sich auch, was auf dasselbe hinauskommt, wie ein zu einer unendlich dünnen Spiralen gewundener elektrischer Strom.

50. Ich habe durch diese Erörterungen blofs die Natur des Phänomens vollkommen klar machen wollen, bin aber weit entfernt die Natur des magnetischen Lichtes selbst dadurch näher bezeichnen zu wollen [1]).

1) Ueber die Bildung der *Lichtflächen*, die, wenn die nicht mehr isolirte Elektrode von jedem Punkte ihrer ganzen Länge magnetisches Licht ausstrahlt, an die Stelle der magnetischen Lichtcurven treten, wüfste ich dem früher schon Bemerkten (38) nichts mehr hinzuzusetzen. Ich möchte nur noch bei dieser Gelegenheit einer weiteren, etwa 32^{cm} langen Röhre Erwähnung thun, in welche die eine Elektrode 10^{cm} hineinragte. Wenn diese Elektrode bei der elektrischen Durchströmung die negative wurde, so füllte sich die Röhre, so weit die Elektrode hineinreichte, mit magnetischem Lichte. Dieses zog sich, wenn die Röhre in aequatorialer Lage auf die einander genäherten Halbanker gelegt wurde, zu einer einzigen, gewölbeförmigen schönen Lichtfläche zusammen. Wurde die Röhre in axialer Richtung aufgelegt, so zog sich das magnetische Licht in die durch den Draht gehende Ebene und bildete in dieser Ebene von einem Halbanker zum andern einen prächtigen auf dem Glase der Röhre aufstehenden Bogen, der auf seiner innern Seite am hellsten und vollkommen scharf begränzt war und der, oberhalb der Mitte zwischen den beiden Halbankern, den Draht berührte. Dieser Bogen blieb unverrückt und ungeändert, wenn die Röhre ihrer Länge nach verschoben wurde, so lange bis der Endpunkt der Elektrode über

51. Welches sind aber die Verhältnisse, unter welchen magnetisches Licht entsteht, das bisher nur an der negativen Elektrode beobachtet wurde und hier von demjenigen Lichte scharf sich scheidet, welches den elektrischen Lichtstrom bildet und durch den Magneten die Ablenkung eines solchen Stromes, eine elektromagnetische Ablenkung, erleidet? Wodurch unterscheidet sich dieses zwiefache Licht, auf welches der Magnet so ganz verschieden einwirkt?

Von der negativen Platin-Elektrode reifsen sich in der Regel Platinpartikel los, die sich an die innere Wandung der die Elektrode umgebenden Glaskugel absetzen [1]). Eine Folge davon ist, dafs diese Kugel sich allmählich schwärzt, und nach längerer Wirkung, wenn sie nicht zu grofs ist, von Innen mit einem schönen Metallspiegel bekleidet wird. Durch die chemische Analyse können wir das Platin des Beleges nachweisen. Dafs es diese von der negativen Elektrode sich losreifsenden Platinpartikel sind, welche, indem sie glühen, das magnetische Licht ausmachen, ist offenbar diejenige Annahme, welche am nächsten liegt. Zu bemerken bleibt hierbei aber, dafs nicht in allen Fällen die Kugel sich schwärzt; und zwar selbst in solchen Fällen — ich führe beispielsweise Röhren, die Fluorborgas enthalten an — wo das magnetische Licht sehr schön und die Einwirkung des Magneten auf dasselbe sehr stark ist, wird auch nach längerer Zeit keine Ablagerung auf die Kugel bemerkbar. Diese Ablagerung hat überhaupt ein sehr verschiedenes Ansehen je nach der Art des Gases in der Röhre. Die Art dieses Gases hat ferner auch Einflufs auf die Erwärmung der negativen Elektrode, die, unter sonst gleichen Umständen, bald hell glüht, bald nicht glüht. Die Aussendung leuchtender Platinpartikel von der negativen Elektrode mufs namentlich in demjenigen Falle auffallend erscheinen, wo

die Mitte zwischen den Halbankern hinwegrückte; dann änderte sich die Erscheinung in einer Weise, die hier keiner weitern Beschreibung mehr bedarf.

1) Ich habe nie eine Tendenz dieser Theilchen sich nach der entgegengesetzten Elektrode hin zu bewegen bemerkt.

der Funken einer Elektrisirmaschine von sehr mäfsigen Dimensionen durch die Röhre entladen wird (42) und wo, unter gewöhnlichen Verhältnissen, eine Erwärmung der negativen Elektrode kaum nachweisbar seyn würde.

Die Erwärmung der negativen Elektrode theilt sich der sie umgebenden Kugel mit, wahrscheinlich gröfstentheils durch die von jener ausgesendeten Platinpartikel.

52. Es bedurfte wohl kaum noch eines besondern Versuches, um festzustellen, dafs, wenn eine frische Röhre in aequatorialer Lage so zwischen die beiden einander genäherten Halbanker gebracht wird, dafs die Kugel mit derjenigen Elektrode, die zur negativen bestimmt ist, von Aufsen her an dieselben anstöfst (ich wähle diese eine Lage) und dann erst der elektrische Strom durch die Röhre hindurchgeleitet wird, und das magnetische Licht in einer sichelförmigen Scheibe zusammengezogen erscheint — die Kugel nur an derjenigen Stelle geschwärzt wird, wo die Lichtscheibe ihre innere Wandung berührt.

53. Die Farbe des magnetischen Lichtes scheint von der Art des Gases in der Röhre abzuhängeu. In den meisten Fällen ist dasselbe violett, mehr oder weniger ins Rothe übergehend, oft von intensiv grünem Lichte begleitet (35), oft ist es schön blau, und unter sonst weniger vortheilhaften Umständen, habe ich auch eine intensiv gelbe magnetische Lichtfläche gesehen.

Bisher haben wir immer Platin-Elektroden vorausgesetzt. Bei den fraglichen Erscheinungen scheint indefs das Metall der Elektroden, an und für sich, von keinem Einflusse. Ich habe bereits das anscheinend ganz gleiche Verhalten von stark verkupferten, versilberten, vergoldeten Platin-Elektroden angeführt (37). Eine Nähnadel als negative Elektrode gab die gleiche Erscheinung, ebenso eine bleierne und zinnerne Elektrode. (Der im Glase eingeschmolzene Theil der Elektroden kann bekanntlich nur Platin seyn, und mit diesem wurden die zu untersuchenden Metalle passend verbunden.)

54. Nach diesen Versuchen sind wir, wie es scheint,

zu dem Schlusse berechtigt, dafs insbesondere auch die *diamagnetische* oder *paramagnetische Natur* der von den Elektroden abgerissenen Partikel bei dem magnetischen Lichte nicht in Betracht kommt. Wollten wir dagegen annehmen, dafs diese abgerissenen Partikel, die Elektricität der Elektrode beibehaltend, dadurch, dafs sie sich bewegten, elektrische Elementarströme erzeugten, und wollten wir überdiefs annehmen, dafs ihre Bewegung eine spiralförmige wäre, so hätten wir allerdings für die beobachteten Erscheinungen eine Art von Erklärung, aber bis jetzt ist eine solche Erklärung wenig gerechtfertigt.

55. Das magnetische Licht giebt, auch unter der magnetischen Erregung, keine Spur von *Polarisation.*

56. Bei der Ungewifsheit, in der wir uns in Beziehung auf das magnetische Licht befinden und bei dem vollständigen Mangel an analogen Erscheinungen, machte ich noch mehrfache Versuche, unter andern Verhältnissen magnetisches Licht aufzufinden. Doch alle solche Versuche blieben ohne Erfolg und einen derselben zu erwähnen, mag hier hinreichen.

Ich richtete meine Aufmerksamkeit insbesondere auf das merkwürdige fluorescirende Licht, dessen nähere Kenntnifs wir Hrn. Stokes verdanken. Um es hervorzurufen, bediente ich mich einer engen Geifsler'schen Röhre, die beim Hindurchgehen des Stromes, intensiv blaues Licht gab und befestigte dieselbe in der Mitte einer weitern Röhre, die Wasser mit aufgelösten Aesculin enthielt. Nach Erregung des Stromes bildete das fluorescirende Licht im Wasser eine cylindrische Lichthülle von der bekannten hellblauen Farbe, welche die engere Röhre umgab. Als diese Vorrichtung in aequatorialer Lage auf den beiden einander genäherten Halbanker gelegt wurde, zeigte sich, nach Erregung des Elektromagneten, keinerlei Einwirkung auf die cylindrische Hülle fluorescirenden Lichtes.

Einstweilen tritt also das magnetische Licht nur unter sehr beschränkten Umständen auf und elektrische Verhältnisse scheinen zu seiner Entstehung erforderlich zu seyn.

Elektromagnetische Einwirkung auf den elektrischen Lichtstrom.

57. Durch die früher von mir mitgetheilten Beobachtungen (9—15) ist bereits nachgewiesen, dafs, abgesehen von secundären Erscheinungen, der Magnet auf den elektrischen Lichtstrom in gasverdünnten Röhren in gleicher Weise, wie auf den an metallischen Leitern gebundenen elektrischen Strom wirkt. Wenn es auch der grofsen Schwierigkeiten in der technischen Ausführung wegen, bisher nicht gelang, Apparate herzustellen, die mit elektrischem Licht die Rotation des Barlow'schen Rades und ähnliche Erscheinungen wiedergeben, so erkennen wir doch schon in den erhaltenen unvollständigen Resultaten eine neue Bestätigung der obigen Behauptung.

58. Die folgende Beobachtung möchte der Erwähnung nicht unwerth seyn. Dafs in Folge der magnetischen Anziehung und Abstofsung des Lichtstroms, dessen Intensität an einzelnen Stellen bald vermehrt, bald vermindert wird, wurde von mir gleich anfangs beobachtet und war von vornherein klar. Seitdem habe ich aber durch die Annäherung einer Röhre, durch welche die Entladung ging, an den Magneten, den Lichtstrom sich schwächen und ganz erlöschen gesehen und zugleich, was eine Aenderung in den Leitungsverhältnissen anzeigt, den Gang des Hammers des Ruhmkorff'schen Apparates dadurch gestört werden.

59. Ferner verdient die *verschiedenartige* Einwirkung auf verschieden gefärbtes Licht, das in dem elektrischen Lichtstrom ursprünglich vereinigt ist, unsere Aufmerksamkeit. Sie tritt z. B. an Röhren die Bromwasserstoff oder Jodwasserstoff enthalten auf und das verschiedene Licht entspricht wahrscheinlich verschiedener ponderabelen Materie in den Röhren. Das ursprüngliche Licht wird dadurch in Licht von verschiedener Farbe zerlegt, das unter gewissen Verhältnissen als verschieden gefärbte Blitze auftritt (18). Davon hängt auch die später noch zu erwähnende Erscheinung ab, dafs in engern Röhren, die Farbe

des Entladungsstroms doch den Magneten sich vorübergehend ändert.

60. Das elektrische Licht des Entladungsstroms verbreitet sich in den Geifsler'schen Röhren auch auf diejenigen Theile, die nicht auf dem Wege der Entladung liegen. Diefs geschieht zum Beispiel in längeren engen Röhren, die an irgend einer Stelle der Hauptröhre angeschmolzen sind, und die, nachdem sie zur Evacuirung gedient haben an ihren Enden zugeschmolzen und zuletzt nahe der Hauptröhre abgeblasen werden. Die nachstehende Beobachtung beweist, dafs dieses Licht kein ruhendes ist, wie das Licht einer Flamme und das magnetische: es ist Licht das bis zum Ende der Röhre hin und wieder zurückströmt, um dann wieder einen Theil der allgemeinen elektrischen Strömung zu bilden.

61. Unter den von Hrn. Geifsler auf den Effect berechneten Röhren war eine cylindrische von etwa 25^{cm} Länge und 3 bis 4^{cm} Dicke. In derselben befand sich eine mehrmals umgebogene enge Röhre, die im Ganzen eine Länge von mehr als einem Meter hatte, deren eines Ende eine Platinelektrode enthielt und in das erste Ende der weitern Röhre eingeschmolzen war, während das andere Ende derselben in die letztgenannte Röhre mündete nahe dem zweiten Ende derselben, wo sich dieselbe stark verengte und dann erst wieder sich erweiterte, um die andere Elektrode aufzunehmen. Wenn der elektrische Strom aus der engen Röhre in die weitere sich ergofs, so ging er nur zum Theil durch die Verengung, theilweise verbreitete er sich rückwärts in die weite Röhre, schöne Ringe um die zusammengelegte enge Röhre bildend. Als die Röhre in aequatorialer Lage auf den Magneten gelegt wurde, vertheilte sich das Licht auf den untern und obern Theil derselben. Von der Oeffnung der engern Röhre senkte sich die Strömung nach unten, zog sich an dem untern Theil der Röhre rückwärts und stieg dann, um sich an dem obern Theile der Röhre nach der Verengung hinzuziehen. Bei anderer Stromrichtung und commutirter magnetischer Pola-

rität ergaben sich die vorauszusagenden Modificationen der Erscheinung. Auffallend war es, dafs an dem *zweiten* Ende der weitern Röhre immer magnetisches Licht auftrat, welches auch die Richtung der elektrischen Entladung seyn mochte.

Ablenkbarkeit der elektrischen Lichtströmungen durch Annäherung von Leitern.

62. Ein merkwürdiger Umstand ist die verschiedene Ablenkbarkeit der elektrischen Lichtströmungen, wenn wir die Hand oder einen andern Leiter denselben nähern. Diese Ablenkbarkeit ist je nach der verschiedenen Natur der ponderabeln Substanz in den Röhren sehr verschieden; sie ist namentlich höchst merkwürdig, wenn die Röhren Dampfspuren von Kieselfluorgas enthalten. Ich theile hier eine Beobachtung mit, die von Hrn. Geifsler herrührt und die ich als die seinige hier gebe.

63. Unter den verschiedenen Formen die Hr. Geifsler neuerdings seinen Röhren giebt, zeichnet sich eine Form durch die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, die sie bietet, besonders aus. Röhren dieser Art von 50 bis 70^{cm} Länge sind aus mehreren Theilen zusammengesetzt. In der Mitte haben sie eine cylindrische oder ellipsoïdische Erweiterung, an den Enden befinden sich ein weiterer kurzer Cylinder und eine Kugel, in welchen die beiden Platin-Elektroden eingeschmolzen sind. Der mittlere Theil ist mit den beiden äufsern durch zwei Röhren von verschiedener Weite im Innern verbunden, die engere dieser Röhren ist eine etwas weite Thermometerröhre.

64. Eine der eben beschriebenen Röhren enthielt Kieselfluorgas; der elektrische Lichtstrom verbreitete sich in dem mittleren weiten Cylinder mit einer verwaschenen Farbe, während die Intensität des Lichts in den beiden Verbindungsröhren intensiver war und zwar bei Weitem am intensivesten in der engern dieser beiden Röhren. In der die negative Elektrode einschliefsenden Kugel verbreitete sich eine schöne Atmosphäre magnetischen Lichtes.

65. Schon bei der Annäherung der Hand aus gröfserer Entfernung wurde das Licht in dem mittlern Cylinder abgelenkt. Wenn man den Cylinder mit den Fingern berührte, wurde das Licht *bald* zu den berührten Stellen hingezogen und concentrirte sich daselbst, *bald* floh es von den berührten Stellen, indem zugleich breite dunkle Schichten die Lichtströmung in dem Cylinder unterbrachen. Bei einer Commutation des Ruhmkorff'schen Apparates trat immer die entgegengesetzte Erscheinung auf.

Die beschriebenen sehr auffälligen Erscheinungen würden einen inneren Widerspruch einschliefsen, wenn zu beiden Seiten des mittleren Cylinders Alles symmetrisch wäre. Die freie Spannung der beiden Enden des inducirten Drahtes ist eine sehr verschiedene, aber man überzeugt sich bald, dafs hierin der Grund nicht lag. Es blieb also nichts übrig, als diesen Grund in der verschiedenen Weite der beiden Verbindungsröhren zu suchen und es ergab sich wirklich, *dafs das Licht in dem mittleren Cylinder durch die Hand entweder angezogen oder abgestofsen wird, je nachdem die positive Lichtströmung aus der weiteren oder engeren dieser beiden Verbindungsröhren in den weiten mittleren Cylinder eintritt.*

Spectra der elektrischen Lichtströmungen.

66. Es stand mit Sicherheit zu erwarten, dafs, wenn man eine Röhre, welche die Ruhmkorff'schen schwarzen Streifen deutlich zeigt, durch ein Prisma ansieht, diese Streifen zu Longitudinalstreifen sich verlängern, welche durch alle Farben des Spectrums sich hindurchziehen. Ich fand diefs gleich bei der Prüfung der ersten Geifsler'schen Röhren auf dem hiesigen physikalischen Cabinette bestätigt und überzeugte mich zugleich bei dieser Gelegenheit, dafs solche Röhren, je nach der Natur der Spuren von Gasen oder Dämpfen die sie enthalten, schöne Spectra von der gröfsten Mannigfaltigkeit geben. Alle diese Spectra stimmen im Allgemeinen darin überein, dafs die verschiedenen Farben nicht wie in dem gewöhnlichen Sonnenspectrum in einander

überfliefsen, sondern vielmehr scharf begränzt sind und die einzelnen Farbenräume wiederum in ebenso scharf sich begränzende hellere und dunklere Streifen zerfallen. Jedes Gas hat dabei sein charakteristisches Spectrum.

67. Wenn wir durch eine der früher beschriebenen Röhren (63) den Ruhmkorff'schen Apparat entladen, so ändert sich nicht nur die Intensität des Lichtes von einem Theile der Röhre zum andern, sondern auch die Farbe; das Auge sieht zum Beispiel in einem Theile roth, in einem anderen violett und in dem mittleren Cylinder eine mehr verwaschene Farbe, so dafs man glauben sollte die leuchtend werdende, ponderabele Materie des Lichtstromes sey in der Röhre verschieden vertheilt. Dazu kommt noch, dafs in vielen Fällen, die Farbe des elektrischen Lichtes bei seinem Durchgange durch den engeren Theil der Röhre, den man, etwa in aequatorialer Lage auf die einander genäherten Anker des grofsen Elektromagneten legt, nach Erregung desselben sich ändert, und wenn das Licht vorher zum Beispiel schön roth oder violett war, schön grün oder blau wird (59). Aber in allen angeführten Fällen bleibt, was immerhin auch der Farbeneindruck fürs Auge seyn mag, für eine dasselbe Gas enthaltende Röhre, die Vertheilung der Farben in dem Spectrum *ganz von derselben Art* und nur die Intensität derselben in den verschiedenen Theilen des Spectrums ändert sich in verschiedenem Maafse. Während also das Auge, dessen Urtheil überdiefs von der äufseren Beleuchtung wesentlich beeinflufst wird, keinen Aufschlufs mehr giebt, ist durch das Spectrum die Art des in der Röhre befindlichen Gases oder Dampfes unzweifelhaft bestimmt.

68. Nehmen wir beispielsweise eine enge Röhre mit Platin-Electroden, deren inneres Volumen nur einen kleinen Bruchtheil eines Cubikcentimeters beträgt, die, ursprünglich mit Wasserstoffgas gefüllt, so weit evacuirt worden ist, bis die barometrische Spannung sich auf zwei oder drei Millimeter vermindert hat, so sind die Spuren des Gases so gering, dafs sie für keine chemische Reaction mehr vorhanden sind und die feinste chemische Waage giebt ihr Gewicht,

Bruchtheile der Tausendtheile eines Milligramms, nicht mehr an; wenn aber der elektrische Strom durch die Röhre geleitet wird, so werden die Spuren des leuchtend gewordenen Gases durch ein schönes charakteristisches Spectrum dem fast geblendeten Auge sichtbar und kenntlich gemacht.

69. Einstweilen habe ich solche Spectra nur vermittelst eines Fernrohrs, wie es Fraunhofer zur Beobachtung seiner Linien im Spectrum anwandte, beobachtet, ohne Winkel zu messen. Der brechende Winkel des Flintglasprisma, das unmittelbar vor dem Objectiv des Fernrohrs angebracht ist, war 45°. Das Ocular derselben wurde aber in der Regel durch ein anderes ersetzt, das weniger stark vergröfserte. Die enge Röhre, durch welche der Ruhmkorff'sche Apparat entladen wurde, war in einer Entfernung von 4^{m} vertical aufgehängt.

70. *Wasserstoffgas* gab ein verhältnifsmäfsig einfaches Spectrum, in dem fünf helle Streifen von nahe gleicher Breite besonders hervortraten: ein hell violetter Streifen *A* aus der Gränze des Spectrums, drei Streifen im Grünen, *B* die Gränze derselben nach dem Violetten hin, *D* die Gränze nach der anderen Seite hin bildend, und zwischen beiden *C* etwa um die Hälfte weiter von *B* als von *D* abstehend, und endlich ein schön gelber Streifen *E*. Von den drei Streifen im Grünen ist *D* besonders hellglänzend in gelblicher Nüance, dann folgt, was die Intensität betrifft, *C* und zuletzt *B*. Das Rothe tritt stark hervor und verbreitet sich über einen gröfseren Raum; eine scharfe dicke schwarze Linie befindet sich nahe seiner äufsersten Gränze, nach der andern Seite hin ist es durch eine breitere schwarze Linie von dem gelben Streifen *E* scharf getrennt. Auf diesem Streifen concentrirt sich das ganze gelbe Licht. Der Streifen *D* wird von dem Streifen *E* durch eine graues Intervall getrennt, der dem Intervalle zwischen *D* und *C* nahe gleich ist. Das violette Licht beschränkt sich auf den Streifen *A*. Der Raum zwischen *A* und *B* zerfällt in einen vollkommen schwarzen Raum und in einen Raum von unbestimmter dunkler Farbe. Der schwarze Raum der den Streifen *A* scharf begränzt,

ist etwa dreimal so breit als jeder einzelne der fünf hellen, gleich breiten Streifen, und etwa ein Drittel des ganzen Raumes zwischen *A* und *B*, oder zwischen *B* und *D*.

71. Um ein von dem eben beschriebenen Spectrum ganz verschiedenes noch hervorzuheben, wähle ich das schöne Spectrum von *Fluorborgas*. In diesem Spectrum, das von einer Gränze zur andern helle Farben zeigt, nimmt Roth mit Orange und Gelb etwa ein Fünftel des ganzen Raumes ein, von den übrigen vier Fünftel kommen zwei auf das Grüne und die übrigen auf das Violette. Merkwürdig ist, dafs das Auge keinen Uebergang zwischen Violett und Grün wahrnimmt, indem das Blau ganz zu fehlen scheint. Gelb und Orange bilden zwei scharf begränzte helle Streifen von nahe gleicher Breite, beide zusammen sind etwa um die Hälfte schmäler als das Rothe, von dem das Orange durch eine starke schwarze Linie getrennt ist. Nahe an der Gränze des Rothen befindet sich eine zweite solche schwarze Linie. Der Raum des Rothen zwischen diesen beiden schwarzen Linien wird durch fünf *feine* schwarze Linien in sechs gleiche Theile getheilt und in denselben Abständen von einander befindet sich auch jenseits der erstgenannten starken schwarzen Linie, im Orange und Gelben noch eine gleiche Anzahl solcher einen schwarzen Linien. Im Grünen, der gelben Gränze etwa um die Hälfte näher als der violetten, befindet sich ein hell grüner Streifen, etwa so breit als der gelbe Streifen; er theilt das Grüne in zwei von einander wesentlich verschiedene Theile. Der dem Gelben zunächst liegende Theil hat in der Mitte einen hell glänzenden Streifen, das Grüne zu beiden Seiten dieses Streifens ist nicht gleichmäfsig, es wird nach den beiden äufseren Gränzen hin immer dunkler. Der übrige Theil des Grünen und des Violetten haben ein ganz charakteristisches Ansehen. Der Raum desselben erscheint in 16 Streifen getheilt, von denen 10 auf das Violette kommen. Jeder einzelne Streifen ist nach der Seite des Rothen hin hell und wird nach der entgegengesetzten Seite hin allmählich dunkel. Die Breite der Streifen ist nicht ganz dieselbe, gegen die Mitte des Violetten hin

ist sie am gröfsten, der breiteste dieser Streifen ist auf der einen Seite hell glänzend violett, auf der andern absolut schwarz. An dieser Stelle erscheint das Spectrum im Fernrohre wie eine cannelirte Säule in heller Beleuchtung.

72. Einstweilen beschränke ich mich auf die Beschreibung der obigen beiden Spectra. Die schwierigste Frage der bei Entladung der Elektricität durch gasverdünnte Räume betrifft die chemische Natur der ponderablen Substanz, welche die so unendlich mannichfaltigen Lichterscheinungen hervorbringt und diese kann mit Sicherheit nur in Gemeinschaft mit der prismatischen Analyse des dabei auftretenden Lichtes behandelt werden, um so mehr da auf diesem Wege auch jede plötzliche oder allmähliche chemische Veränderung der Substanz erkannt wird.

73. Als Bestätigung der letzten Behauptung führe ich das folgende Beispiel an. Es schien mir vor Allem wünschenswerth das Spectrum des Sauerstoffgases zu bestimmen und wie die übrigen Spectra in Farben darzustellen. Hr. Geifsler stellte mit seiner bekannten Kunstfertigkeit die dazu erforderliche Röhre her, wobei er das Sauerstoffgas aus chlorsaurem Kali bereitete. Das hellfleischfarbige Licht in dem engen Theile der Röhre gab ein Spectrum, das sich durch einen besonders hellen Streifen am Ende des Rothen und durch zwei schöne orangefarbenen Streifen, die durch einen dünneren, vollkommen schwarzen getrennt waren, auszeichnete. Auch im Grünen traten helle Streifen hervor, das Violette war sehr dunkel. Eine Verständigung über das, was nach einander gesehen würde, war zwischen mir und dem Studirenden Hrn. Liek, der für mich das Spectrum zeichnen wollte, nicht möglich und ich erkannte den Grund davon bald in der fortwährenden Aenderung des Spectrums. Das Violette trat intensiver mit schwarzen Stellen hervor, die helle Linie, auf welche das Rothe ursprünglich beschränkt war, erblafste immer mehr, in einem breitern Raume traten hellrothe Streifen mit dunkeln abwechselnd auf; mit einem Worte, das ganze Spectrum hatte sich verändert. Das Licht in der engen Röhre wurde immer mehr grün und nahm an Helligkeit zu.

Ich liefs den etwas verstärkten Inductionsstrom des durch 5 statt durch 3 Grove'sche Elemente erregten Ruhmkorff'schen Apparates fortwährend in gleicher Richtung durch die Röhre hindurchgehen. Das Spectrum blieb eine Zeitlang so constant, dafs es bequem gezeichnet werden konnte, fing dann aber an rasch an Intensität abzunehmen, wobei das Licht in der engen Röhre allmählich ganz violett wurde, bald wurde die Entladung durch die Röhre von Zeit zu Zeit unterbrochen und endlich zeigten sich nur noch einzelne Entladungen, bis zuletzt der Strom *ganz aufhörte* durch die Röhre hindurchzugehen.

Ich halte das ursprüngliche Spectrum für das Spectrum des Sauerstoffgases, das, unter freier Form, offenbar allmählich verschwindet. Das zweite Spectrum ist, wenn wir nicht an Ozonbildung denken wollen, mit Wahrscheinlichkeit der hierbei allmählich sich geltend machenden Spuren eines anderen aus der Röhre nicht ganz vertriebenen Gases zuzuschreiben, worüber entscheidende Versuche noch anzustellen sind. Nach vollständigem Verschwinden des freien Sauerstoffgases enthält die Röhre ganz in Uebereinstimmung mit den älteren Versuchen des Hrn. Faraday und den neueren des Hrn. Masson, zu wenig Gas, um den Strom durchzulassen, das Innere der Röhre verhält sich wie ein absolut leerer nicht leitender Raum.

Schon vor dem gänzlichen Erlöschen des Stromes in der Röhre, suchte ich, durch eine Commutation, die Continuität der Entladung wieder herzustellen, aber umsonst. Bei dieser Commutation erfüllte sich die Kugel um den negativen Pol mit dem früher schon erwähnten, räthselhaften schön grünen Lichte (35), aber auch dieses Licht erlosch, sobald der Strom aufhörte durch die Röhren zu gehen.

Der Strom war im Ganzen etwa $1\frac{1}{4}$ Stunde durch die Röhre gegangen.

74. Ich breche hier ab, weil, isolirt von der chemischen Frage, die Untersuchungen über die Spectra der verschiedenen Gase den nothwendigen Grad von Sicherheit nicht haben können. Diese Spectra sind wesentlich verschieden

von denjenigen, welche dem elektrischen Lichtbogen in der Luft und den in demselben glühenden oder verbrennenden Metallen entsprechen. Ich zweifle daran, dafs von den Elektroden übergeführte Theilchen Einflufs auf die oben beschriebenen Spectra haben (51) sondern glaube vielmehr, dafs dieselben lediglich dem verdünnten Gase angehören. Der elektrische Lichtbogen in der Luft ist dagegen niemals frei von übergeführter Materie (Kohle oder Metall), deren Leuchten neue, jeder Substanz eigenthümliche, helle Linien zu dem Spectrum hinzubringt [1]).

75. In Verbindung mit der chemischen Frage gedenke ich die Frage über die Spectra wieder aufzunehmen. Es ist, um den Ausdruck zu gebrauchen, eine Art von Mikrochemie, der wir hier begegnen und Verhältnisse finden hierbei statt, welche von denjenigen, unter welchen chemische Wirkungen gewöhnlich stattfinden, verschieden sind. Erst dann werden mannigfaltige, für Moleculartheorie nicht unwichtige Fragen, wie die nachstehenden eine befriedigende Lösung finden.

Wie leitet sich das Spectrum eines gemengten Gases aus den Spectra der einzelnen Gase ab?

Wie verhalten sich die Spectra vor und nach der chemischen Zersetzung eines zusammengesetzten Gases durch den Strom?

Wie giebt sich in dem Spectrum die chemische Verbindung, welche das Gas mit der Elektrode eingeht, kund?

Geben isomerische Gase gleiche Spectra?

Bonn, den 30. März 1858.

1) Vergleiche die interessante Arbeit von Hrn. Masson über elektrische Photometrie.