



Gustav R. Kirchhoff

Beiträge zu den *Verhandlungen des naturhistorisch- medizinischen Vereins zu Heidelberg*

Band 1–3, 1857 – 1865
Heidelberg : Mohr, 1859–65

zusammengestellt von Gabriele Dörflinger,
Universitätsbibliothek Heidelberg, 2012

Seite	[PDF]	Band 1, 1857 bis 1859
251	[2]	Ueber das Sonnenspektrum
Seite	[PDF]	Band 2, 1858 bis 1862
16	[7]	Ueber einen neuen Satz der Wärmelehre
54	[15]	Demonstration des Ruhmkorff'schen Apparats
128	[16]	Ueber Rubidium und Caesium Vortrag von <i>Robert W. Bunsen</i>
129	[17]	Ueber den von Herrn Hofr. Bunsen und ihm con- struirten Spektral-Apparat
Seite	[PDF]	Band 3, Dez. 1862 bis März 1865
169	[20]	Ueber die Beobachtungen von Miller und Huggins über die Spektra der Gestirne

94. Vortrag des Herrn Prof. Kirchhoff: „Ueber das Sonnenspektrum,“ am 28. Oct. 1859.

Ein Lichtstrahl erleidet bekanntlich eine plötzliche Richtungsänderung, eine „Brechung“, wenn er aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes gelangt. Die Folge davon ist, dass ein Lichtstrahl, der auf ein Glasprisma fällt, aus diesem in einer Richtung austritt, die ganz verschieden von derjenigen ist, in der er das Prisma traf. Ebenso bekannt ist es, dass das Licht der Sonne und fast aller irdischen Lichtquellen aus verschiedenartigen Theilen besteht, die sich von einander durch ihre Brechbarkeit in durch ihre Farbe unterscheiden. Die Bestandtheile eines Sonnenstrahls werden von einander getrennt, wenn man diesen durch ein Prisma gehen lässt; sie treten dann in verschiedenen Richtungen aus. Sieht man durch ein Prisma nach einer punktartigen Oeffnung und einem undurchsichtigen Schirm, durch welche Sonnenlicht eindringt, so sieht man eine lange Lichtlinie statt des Lichtpunktes, die horizontal ist, wenn das Prisma vertikal gestellt ist, die an dem einen Ende roth, an dem andern violett gefärbt ist und alle Farbenübergänge von roth durch gelb, grün, blau bis violett zeigt. Die Erscheinung wird schöner, wenn man durch das vertikal gestellte Prisma nach einem vertikalen Spalt sieht, durch welchen Sonnenlicht fällt; man erblickt dann einen horizontalen Streifen, der so breit, als der Spalt lang ist, und in den verschiedenen Theilen seiner Länge die verschiedenen genannten Farben zeigt. Man nennt diesen Streifen ein Sonnenspektrum. Ist das Prisma gut und der Spalt enge, so bemerkt man in dem Spektrum mehrere dunkle Linien, die vertikal, im Sinne der Breite des Spektrum, verlaufen. Bringt man zwischen das Auge und das Prisma ein Fernrohr und vergrössert so das Spektrum, so sieht man eine unzählbare Menge solcher dunkler Linien, die theils einzeln, theils gruppenweise auftreten und alle Grade der Feinheit zeigen. Die Theile des Spektrums bekommen dadurch, abgesehen von ihren glänzenden Farben, eine solche Mannigfaltigkeit, dass ein rein dargestelltes Sonnenspektrum eine Erscheinung ist, die, wie die Erscheinung des gestirnten Himmels, immer ihren Reiz behält, wie oft man dieselbe auch wahrgenommen hat. Mit derselben Regelmässigkeit, mit der die Sterne an der Himmelskugel sich zeigen, treten dabei auch diese dunkeln Linien im Sonnenspektrum auf. Diese merkwürdige Thatsache, das Dasein und die Constanz dieser dunkeln Linien, ist von dem berühmten Münchner Optiker Fraunhofer entdeckt, und die Linien werden daher die Fraunhofer'schen Linien genannt. Was ihre Erklärung anbelangt, so ist so viel ohne Weiteres klar, dass sie ihren Grund darin haben müssen, dass in dem Lichte, welches wir von der Sonne erhalten, Bestandtheile von gewisser Brechbarkeit und Farbe fehlen oder wenigstens viel schwächer als die benachbarten sind. Die diesen Bestandtheilen entsprechenden

Stellen des Spektrums erscheinen dunkel. Entweder sendet die Sonne von diesen Bestandtheilen verhältnissmässig wenig aus, oder dieselben sind in unserer Atmosphäre durch Absorption stärker als die übrigen geschwächt. Es lässt sich nachweisen, dass sowohl der eine als der andere Fall stattfindet. Gewisse von den Fraunhofer'schen Linien treten nämlich um so deutlicher hervor, je näher die Sonne ihrem Aufgange oder ihrem Untergange ist, je weiter also der Weg ist, den die Sonnenstrahlen in unserer Atmosphäre zurückzulegen haben. Diese Linien werden von unserer Atmosphäre herrühren. Andere zeigen sich immer in gleicher Stärke, welches auch der Stand der Sonne am Himmel ist; an diesen Linien kann unsere Atmosphäre keinen Theil haben; sie haben ihren Grund in der Sonne. Zu den letzteren gehören die deutlichsten von den Fraunhofer'schen Linien, unter andern auch diejenigen, die Fr. durch die Buchstaben A, B,.. bezeichnet hat, und die für die praktische Optik eine höchst wichtige Bedeutung haben. Ohne die dunkeln Linien des Sonnenspektrums würde man nicht Fernröhre und Mikroskope von der Güte verfertigen können, wie wir sie heut zu Tage besitzen; die Fraunhofer'schen Linien A, B, C,.. benutzt man, um die gewissen Stellen des Spektrums entsprechenden Brechungsverhältnisse der Gläser zu messen, aus welchen die Linsen für ein optisches Instrument geschliffen werden sollen, und nach diesen Messungen berechnet man die Krümmungen, die den Linsenflächen gegeben werden müssen, damit man deutliche und farbenfreie Bilder erhalte. Ausser der praktischen Wichtigkeit, die die Fr. Linien besitzen, ist ihnen wohl noch eine höhere wissenschaftliche zuzusprechen. Sie sind zum grossen Theile, wie erwähnt, durch die Sonne und zwar durch die stoffliche Beschaffenheit derselben bedingt; sie bieten daher eine Möglichkeit dar, und aller Wahrscheinlichkeit nach die einzige, Schlüsse über die stoffliche Beschaffenheit der Sonne zu ziehen. Auf solche Schlüsse bezieht sich eine Beobachtung die ich gemacht habe und die mich zu diesen Auseinandersetzungen veranlasst hat. Bevor ich dieselbe beschreiben kann, muss ich noch Einiges über die Spektren künstlicher Lichtquellen vorausschicken. Das Spektrum einer Kerzenflamme zeigt keine Spur von dunkeln Linien; in ihm ändert sich die Helligkeit nur ganz allmählig, nimmt vom rothen Ende bis zum Gelb zu und von hier bis zum violetten oder blauen ab, ohne dass Sprünge in der Helligkeit vorkommen. Gewisse Salze, die man in die Flamme bringt, namentlich Chlormetalle lassen hier oder dort auf dem hellen Grunde noch hellere Linien, die bald mehr bald weniger scharf begrenzt erscheinen, hervortreten. In dieser Hinsicht ist das Kochsalz ganz besonders ausgezeichnet. Die kleinste Menge desselben, die in die Flamme gebracht wird, bewirkt, dass 2 vollkommen scharf begränzte helle Linien sehr nahe bei einander sich zeigen, die genau an den Orten des Spektrums liegen, an denen im Sonnenspektrum 2 dunkle Linien vorhanden sind, die von Fr. mit dem Buchstaben D bezeichnet sind. Die geringe Menge

Kochsalz, die gewöhnlich in einer Kerze sich befindet, reicht oft schon hin, diese hellen Linien zu zeigen; Fr. hat dieselben schon im Spektrum einer Kerzenflamme gefunden und ihre genaue Coincidenz mit der dunkeln Doppellinie D des Sonnenspektrums nachgewiesen. Viel deutlicher treten sie aber hervor, wenn man absichtlich etwas Kochsalz in die Flamme der Kerze oder besser noch in die heissere Flamme der Bunsenschen Lampe bringt. Das Natrium ist es übrigens, was die Streifen hervorruft, denn andere Natriumsalze bringen, so bald sie nur in der Flamme flüchtig sind, dieselbe Wirkung hervor. Die genaue Uebereinstimmung dieser Natriumstreifen, wie ich sie nennen will, mit den dunkeln Linien D des Sonnenspektrums ist gewiss eine höchst auffallende Thatsache; sie wird noch auffallender dadurch, dass sie nicht ohne Analogie dasteht; es hat nämlich Brewster gefunden, dass das Spektrum der Flamme, welche man erhält, wenn man Salpeter auf Kohlen verbrennt, helle scharf begränzte Linien enthält, welche mit andern dunkeln Linien des Sonnenspektrums genau zusammenfallen, nämlich mit den von Fr. durch A, a, B bezeichneten.

Eine solche Uebereinstimmung von dunkeln Linien des Sonnenspektrums mit hellen der Spektren farbiger Flammen kann keine zufällige sein; doch konnte man bisher einen Grund für dieselbe nicht finden und mithin Schlüsse aus ihr auch nicht ziehen. Diese Lücke ist durch meine Beobachtung ausgefüllt.

Ich untersuchte in Gemeinschaft mit Bunsen die Spektren farbiger Flammen, deren genaue Kenntniss erheblichen Nutzen für die qualitative chemische Analyse verspricht. Wir wollten diese Spektren direkt mit dem Sonnenspektrum vergleichen, und trafen daher die Einrichtung, dass durch den Spalt auf das Prisma zugleich Sonnenlicht und das Licht einer Flamme fiel. Dabei mussten die Sonnenstrahlen, bevor sie an den Spalt gelangten, durch die Flamme gehn. Wir benutzten zuerst eine Kochsalzflamme. Das Sonnenlicht hatten wir gedämpft, damit trotz desselben das schwächere Licht der Kochsalzflamme wahrnehmbar wäre. Am Orte der dunkeln Linien D zeigten sich die beiden hellen Natriumstreifen. Wir verstärkten nun das Sonnenlicht, um die Gränze zu finden, bis zu welcher dasselbe die Natriumstreifen noch wahrzunehmen erlaube. Als die Intensität des Sonnenlichtes einen gewissen Werth überstiegen hatte, nahm ich zu meinem Erstaunen die dunkle Doppellinie D in ganz ungewöhnlicher Stärke wahr. Es wurde die Flamme abwechselnd entfernt und wieder in den Weg der Sonnenstrahlen gebracht; dieser Versuch zeigte unzweifelhaft, dass die Linien D dunkler wurden, wenn man das Sonnenlicht durch die Kochsalzflamme gehen liess. Es musste diese Erscheinung im ersten Augenblicke sehr befremden. Sie lässt sich nur verstehen, wenn man annimmt:

1) dass die Kochsalzflamme von den Strahlen, die durch sie hindurchgehen, gerade die Strahlen von der Farbe derer, die sie aussendet, vorzugsweise schwächt, und

2) dass im Sonnenspektrum auch in den dunkeln Linien Licht ist, nur viel schwächeres, als in deren Nachbarschaft.

Dieses vorausgesetzt, ist es klar, dass, wenn das Sonnenlicht intensiv genug ist, das den dunkeln Linien D entsprechende Licht durch die Kochsalzflamme um mehr geschwächt werden kann als die Kochsalzflamme selbst hinzubringt, d. h. dass bei Anwesenheit der letzteren die Linien D dunkler, also deutlicher erscheinen können, als ohne dieselbe.

Es war hiernach zu erwarten, dass man bei einer künstlichen Lichtquelle von hinreichender Intensität, in deren Spektrum die dunkle Doppellinie D nicht vorkommt, diese würde hervorrufen können, indem man das Licht durch eine Kochsalzflamme gehen lässt. Ein Versuch, der mit Drummond'schem Lichte angestellt wurde, hat dem vollständig entsprochen. Durch eine Alkoholflamme, in die Kochsalz gebracht war, gelang es in dem Spektrum des Drummond'schen Lichtes die dunkle Doppellinie D in der Feinheit und Schärfe, wie sie im Sonnenspektrum vorkommt, zu erzeugen.

Es ist fast sicher, dass eine so scharf bestimmte Erscheinung, wie das Auftreten von zwei dunkeln Linien an ganz bestimmten Orten des Spektrums sich immer auf dieselbe Ursache muss zurückführen lassen; es ist desshalb fast sicher, dass die dunkle Doppellinie D beim Sonnenspektrum, wie bei dem eben beschriebenen Versuche durch Natrium hervorgerufen sein muss. Wir haben dieses Natrium in der Sonnenatmosphäre zu suchen, denn von der Atmosphäre der Erde kann die Linie D nicht herrühren, weil sie im Sonnenspektrum immer in gleicher Stärke sich zeigt, welches auch der Stand der Sonne ist, und weil sie in den Spektren einiger Fixsterne fehlt, während sie in denen anderer bemerkt ist. Wir werden daher mit Nothwendigkeit zu dem Schlusse geführt, dass in der glühenden Sonnenatmosphäre Natrium sich befindet.

Die Eigenthümlichkeit der Natriumflamme von den Lichtstrahlen, die durch sie hindurchgehn, diejenigen vorzugsweise zu schwächen, die in der Brechbarkeit mit denjenigen übereinstimmen, die sie selbst aussendet, muss einen allgemeineren Grund haben. Es liegt nahe anzunehmen, dass allen Flammen diese Eigenschaft zukommt. Ich bin so glücklich gewesen, durch eine andere Beobachtung diese Annahme bestätigen zu können. Ich hatte in Gemeinschaft mit Bunsen die an sich interessante Thatsache entdeckt, dass in dem Spektrum der Lithiumflamme eine sehr helle, vollkommen scharf begränzte rothe Linie vorkommt, die in der Mitte zwischen den Fr. Linien B und C liegt. Ich liess Sonnenlicht durch eine kräftige Lithiumflamme gehen und sah bei gesteigerter Intensität jenes die helle Lithiumlinie in eine dunkle sich verwandeln, die ganz den Charakter der Fr. Linien hatte.

Man kann hiernach mit vieler Wahrscheinlichkeit aussprechen, dass jede von den Fr. Linien, die nicht von unserer Atmosphäre herrühren, ihren Grund in der Anwesenheit eines gewissen chemi-

schen Bestandtheiles in der Sonnenatmosphäre hat, und zwar desjenigen, der in eine Flamme gebracht, in dem Spektrum dieser an dem entsprechenden Orte eine helle Linie hervorbringt.

Es ist hierdurch der Weg zur qualitativen chemischen Analyse der Sonnenatmosphäre vorgezeichnet. Man hat die Spektren der verschiedenen Flammen zu studiren, und nach hellen Linien in diesen zu suchen, die mit dunklen im Sonnenspektrum übereinstimmen. Hat man eine solche gefunden, so hat man zu schliessen, dass der Stoff, der im Spektrum der Flamme die helle Linie erzeugte, in der Sonnenatmosphäre vorkommt. Ich erwähnte schon, dass Brewster in dem Spektrum der Salpeterflamme helle Linien fand, die mit A, a, B übereinstimmen; diese hellen Linien rühren unzweifelhaft von Kalium her. Also auch Kalium befindet sich in der Sonnenatmosphäre. Nach einer Untersuchung, der ich das Spektrum der Eisenflamme unterworfen habe, glaube ich auch die Behauptung aussprechen zu dürfen, dass Eisen in derselben vorkommt.

Geschäftliche Mittheilungen.

Neu eingetreten sind in den Verein Herr Dr. Zehfuss und Herr Dr. Schelske, von hier weggezogen Herr Prof. Kussmaul, welcher einem Rufe als klinischer Lehrer nach Erlangen folgte, Herr Dr. Junge und Herr Dr. Pietrowsky, welche in ihre Heimath zurückkehrten. Die Zahl der ordentlichen Mitglieder des Vereins beträgt nunmehr 59.

Bei der Wahl des Vorstandsmitglieder am 28. Oktober 1859 wurden

- Herr Professor Helmholtz als erster Vorsitzender,
- » Hofrath Prof. Bunsen als zweiter Vorsitzender,
- » Dr. med. H. A. Pagenstecher als erster Schriftführer,
- » Prof. Nuhn als Rechner

wieder ernannt, und an die Stelle des Herrn Dr. Herth, welche dieser nicht wieder annehmen konnte

Herr Dr. Eisenlohr als zweiter Schriftführer erwählt.

Correspondenzen und andere Sendungen bitten wir an den ersten Schriftführer zu richten.

über die wirkliche Lage des vordern Mittelfells sich vergewissern. Führt man vor der Eröffnung der Zwischenrippenräume beiderseits vom Brustbein noch mehrere Nadeln ein, so dient dies noch zur weitern vergleichenden Prüfung dessen, was die Untersuchung ergeben hat.

Schliesslich erinnert Nuhn noch daran, dass er schon vor etwa 14 Jahren auf der IX. Tafel seiner *Tabulae chirurgico-anatomicae* eine Darstellung von der Lage der beiden Brustfelle hinter der vordern Brustwand gegeben habe, welche ganz mit den Ergebnissen der eben mitgetheilten Untersuchung übereinstimmt; obschon er damals unter dem Einflusse der allgemein herrschenden Ansicht, mehr geneigt war, diese Anordnung der Brustfelle mehr als eine Varietät zu betrachten. Daher auch das abweichende Verhalten, welches die linke Pleura an Querschnitten (welche auf Taf. XXVI. Fig. 3. desselben Werkes dargestellt sind und an nicht gefrorenen Leichen gemacht wurden) zeigte und wahrscheinlich durch Adhaesionen zwischen Lungen- und Costalpleura und Verwachsung der Pleura pericardiacä mit der Pleura costalis veranlasst wurde, — ihm kein grosses Bedenken erregte, es als das die Regel Darstellende gelten zu lassen.

12. Vortrag des Herrn Professor Kirchhoff „über einen neuen Satz der Wärmelehre,“ am 3. Februar 1860.

Vor einigen Monaten habe ich mir erlaubt, der Gesellschaft von gewissen Beobachtungen Mittheilung zu machen, die mir deshalb von Interesse schienen, weil sie einigen Aufschluss über die chemische Beschaffenheit der Sonnenatmosphäre gewährt und den Weg gezeigt haben, noch weiteren zu erlangen. Diese Beobachtungen führten nämlich zu dem Schlusse, dass eine Flamme, deren Spektrum aus hellen Linien besteht, für Lichtstrahlen von den Farben dieser Linien theilweise undurchsichtig, für andere Lichtstrahlen aber ganz durchsichtig ist. Hierin liegt die Erklärung der dunkeln Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspektrums und die Berechtigung aus diesen Linien auf die chemische Beschaffenheit der Sonnenatmosphäre zu schliessen; ein Stoff, der in eine Flamme gebracht, in dem Spektrum dieser helle Linien hervortreten lässt, die übereinstimmen mit dunklen Linien des Sonnenspektrums, muss in der Sonnenatmosphäre vorhanden sein.

Die Thatsache, dass eine Flamme ausschliesslich für solche Strahlen, wie sie sie selbst aussendet, theilweise undurchsichtig ist, war für mich, wie ich damals gestand, sehr unerwartet, und ich glaube, dass sie einem Jeden im ersten Augenblicke so erscheinen wird. Bei dem Nachdenken über dieselbe bin ich aber durch sehr einfache theoretische Betrachtungen zu einem Satze geführt, der sie als eine unmittelbare Folgerung in sich schliesst. Diesen Satz, der auch in andern Beziehungen mir von erheblicher Wichtigkeit zu sein scheint, will ich heute mittheilen.

Ein heisser Körper sendet Wärmestrahlen aus. Wir fühlen diese Strahlen sehr deutlich in der Nähe eines geheizten Ofens. Die Intensität der Wärmestrahlen, die ein Körper aussendet, hängt von der Natur und der Temperatur desselben ab, ist aber ganz unabhängig von der Beschaffenheit der Körper, auf welche sie fallen. Wir fühlen die Wärmestrahlen nur bei sehr heissen Körpern, aber sie werden ausgegeben von einem Körper, welches auch seine Temperatur sein möge, freilich in um so geringerem Grade, je niedriger seine Temperatur ist. Durch die Wärmestrahlen, die ein Körper aussendet, verliert derselbe Wärme, und seine Temperatur muss sinken, wenn der Verlust nicht ersetzt wird. Ein Körper, der rings umgeben ist von Körpern derselben Temperatur, ändert seine Temperatur nicht; bei ihm wird der Verlust an Wärme, den die eigene Strahlung herbeiführt, gerade ersetzt durch die Strahlen, die die Umgebung ihm zusendet, und von denen er einen Theil absorbiert. Die Strahlenmenge, die er in einer gewissen Zeit absorbiert, muss derjenigen genau gleich sein, welche er in derselben Zeit aussendet. Es muss dieses gelten, welches auch die Beschaffenheit des Körpers ist; je mehr Strahlen ein Körper aussendet, desto mehr von den auf ihn fallenden Strahlen muss er auch absorbieren. Man hat die Intensität der Strahlen, die ein Körper aussendet, sein Ausstrahlungs- oder Emissionsvermögen genannt, und den Bruch, der angiebt, den wie vielten Theil der auffallenden Strahlen er absorbiert, sein Absorptionsvermögen; je grösser das Emissionsvermögen eines Körpers ist, desto grösser muss auch sein Absorptionsvermögen sein. Eine etwas näher eingehende Betrachtung führt zu dem Schlusse, dass das Verhältniss zwischen dem Emissions- und Absorptionsvermögen bei einer Temperatur für alle Körper das Nämliche sein muss, einem Schlusse, der in vielen einzelnen Fällen bestätigt ist durch Versuche, die theils den letzten Jahrzehnten, theils einer viel älteren Zeit angehören. Die Richtigkeit dieses Schlusses setzt aber wesentlich voraus, dass die in Betracht kommenden Wärmestrahlen gleicher Art sind, dass diese qualitativ nicht so verschieden sind, dass ein Theil von ihnen stärker, ein anderer schwächer von den Körpern absorbiert wird; wäre dieses der Fall, so könnte man von dem Absorptionsvermögen eines Körpers schlechthin gar nicht sprechen, eben weil dieses für die verschiedenen Strahlenarten ein verschiedenes wäre. Nun ist es seit langer Zeit bekannt, dass es wirklich verschiedene Arten von Wärmestrahlen giebt, und dass diese im Allgemeinen von den Körpern in ungleichem Maasse absorbiert werden. Es giebt dunkle und leuchtende Wärmestrahlen; von den meisten weissen Körpern werden jene fast vollständig, diese fast gar nicht absorbiert. Ja, die Mannigfaltigkeit der Wärmestrahlen ist nicht kleiner, als die Mannigfaltigkeit der verschiedenen farbigen Lichtstrahlen, sondern noch grösser. Die Wärmestrahlen, die dunklen wie die leuchtenden, verhalten sich gerade so, wie die Lichtstrahlen in Bezug auf die Fortpflanzung, in Bezug auf

Reflexion, Brechung, Doppelbrechung, Polarisation, Interferenz, Beugung; bei den leuchtenden Wärmestrahlen ist es nicht möglich, das Licht von der Wärme zu trennen; wenn das eine in einem gewissen Verhältniss geschwächt wird, wird das andere in demselben Verhältniss geschwächt. Diese Thatsachen haben zu der Ueberzeugung geführt, dass Licht- und Wärmestrahlen ihrem Wesen nach identisch sind, dass die Lichtstrahlen eine Klasse der Wärmestrahlen bilden. Die dunkeln Wärmestrahlen unterscheiden sich hiernach von den Lichtstrahlen gerade so, wie die verschiedenfarbigen Lichtstrahlen unter einander, durch die Schwingungsdauer, die Wellenlänge, die Brechbarkeit, sie sind nicht sichtbar, weil die Medien unseres Auges für sie undurchdringlich sind. Eine qualitative Verschiedenheit zwischen Lichtstrahlen findet nicht allein in Hinsicht der Farbe statt, sondern auch in Hinsicht des Polarisationszustandes. Man hat deshalb unter den Wärmestrahlen zu unterscheiden nicht allein solche von verschiedener Wellenlänge, sondern unter Strahlen gleicher Wellenlänge auch noch solche von verschiedenem Polarisationszustande. Nimmt man Rücksicht auf die Verschiedenartigkeit der Wärmestrahlen, so verlieren die Schlüsse ihre Gültigkeit, durch welche man den Satz von der Proportionalität des Emissions- und Absorptionsvermögens abgeleitet hat. Ob ein ähnlicher Satz bei Rücksicht auf diese Verschiedenartigkeit besteht, darüber ist bis jetzt Nichts ausgemacht, weder durch theoretische Betrachtungen, noch durch Versuche. Diese Lücke habe ich ausgefüllt. Ich habe gefunden, dass der Satz von der Proportionalität des Emissions- und Absorptionsvermögens gilt, wie verschiedenartig die Strahlen auch sein mögen, die die Körper aussenden, wenn man die Begriffe des Emissions- und Absorptionsvermögens auf Strahlen einer Art bezieht.

Der von mir gefundene Satz, präciser ausgesprochen, ist der folgende:

Man denke sich vor einem Körper C zwei Schirme S_1 und S_2 aufgestellt, in denen zwei kleine Oeffnungen 1 und 2 sich befinden. Durch diese Oeffnungen tritt von dem Körper ein Strahlenbündel. Von diesem fasse man den Theil ins Auge, der einer gewissen Wellenlänge, λ , entspricht, und zerlege denselben in zwei polarisirte Componenten, deren Polarisations Ebenen zwei auf einander rechtwinkliche, durch die Axe des Strahlenbündels gelegte, sonst willkürliche Ebenen, a und b, sind. Die Intensität der nach a polarisirten Componente sei E (Emissionsvermögen). Nun stelle man sich vor, dass umgekehrt durch die Oeffnungen 2 und 1 auf den Körper C ein Strahlenbündel falle, das von der Wellenlänge λ und nach der Ebene a polarisirt ist. Der Bruchtheil dieses Strahlenbündels, der von dem Körper C absorbt wird, sei A (Absorptionsvermögen). Dann ist das Verhältniss $\frac{E}{A}$ unabhängig von Grösse, Lage, Natur des Körpers C und allein bedingt, ausser von der Grösse

und Lage der Oeffnungen 1 und 2, von der Wellenlänge λ und der Temperatur.

Ich will den Weg, auf dem ich diesen Satz bewiesen habe, andeuten. Ich bin bei demselben von der Voraussetzung ausgegangen, dass Körper denkbar sind, die bei sehr geringer Dicke alle Strahlen, die auf sie fallen, vollständig absorbiren; also das Absorptionsvermögen 1 besitzen. Ich nenne solche Körper vollkommen schwarze oder kürzer schwarze. Die wirklich existirenden schwarzen Körper mit matter Oberfläche genügen dieser Bedingung nahe, aber nicht vollständig; sie reflectiren noch einen Theil der auf sie fallenden Strahlen. Es kam mir zuerst darauf an die Strahlung solcher vollkommen schwarzer Körper zu untersuchen. Der Körper C sei ein solcher. Die Schirme S_1 und S_2 seien auch schwarz. Der Körper C werde in eine schwarze Hülle eingeschlossen, von der der Schirm S_1 einen Theil ausmacht, und die beiden Schirme werden durch eine schwarze Wand ringsum mit einander verbunden. Endlich werde die Oeffnung 2 durch eine schwarze Fläche, die ich die Fläche 2 nennen werde, verschlossen. Das ganze System soll in allen seinen Theilen dieselbe Temperatur besitzen und durch eine für Wärme undurchdringliche Hülle vor Wärmeverlust nach Aussen geschützt sein. Unter diesen Umständen kann die Temperatur des Körpers C sich nicht ändern; die Summe der Intensitäten der Strahlen, die er aussendet, muss daher gleich sein der Summe der Intensitäten der Strahlen, die er absorbirt, oder, da er alle absorbirt, die ihn treffen, gleich sein der Summe der Intensitäten der Strahlen, die ihn treffen. Nun denke man sich folgende Veränderung bei dem Systeme vorgenommen: die Fläche 2 werde entfernt und ersetzt durch einen Hohlspiegel, der die ihn treffenden Strahlen vollständig reflectirt und der seinen Mittelpunkt im Mittelpunkt der Oeffnung 1 hat. Das Gleichgewicht der Wärme muss auch jetzt bestehen; auch jetzt muss die Summe der Strahlen, die den Körper C treffen, gleich sein der Summe der Strahlen, die er aussendet. Da er aber jetzt eben so viel aussendet, als früher, so muss die Strahlenmenge, die der Hohlspiegel auf den Körper C wirft, gleich der Strahlenmenge sein, die die Fläche 2 ihm zusendete. Der Hohlspiegel entwirft von der Oeffnung 1 ein Bild, das mit ihr selbst zusammenfällt. Aus diesem Grunde gelangen nach einer Reflexion am Hohlspiegel gerade diejenigen Strahlen zum Körper C zurück, die dieser durch die Oeffnungen 1 und 2 aussenden würde, wenn die letztere frei wäre; und die Intensität dieser Strahlen, ist also gleich der Intensität der Strahlen, die die Fläche 2 durch die Oeffnung 1 hindurchschickt. Die letztere Intensität ist aber offenbar unabhängig von der Natur des Körpers C; und so folgt dann, dass die Intensität des Strahlenbündels, welches von dem Körper C durch die Oeffnungen 1 und 2 entsendet wird, unabhängig ist von der Gestalt, der Lage und Beschaffenheit des Körpers C, vorausgesetzt nur, dass derselbe schwarz und seine

Temperatur eine gegebene ist. Nach dieser Betrachtung könnte aber noch die qualitative Zusammensetzung des Strahlenbündels eine andere werden, wenn der Körper C durch einen andern schwarzen Körper von derselben Temperatur ersetzt wird. Doch auch das ist nicht der Fall. Bezeichne ich das Emissionsvermögen dieses schwarzen Körpers, bezogen auf eine gewisse Wellenlänge und eine gewisse Polarisationssebene — also das, was ich durch E bezeichnet habe unter der Voraussetzung, dass der Körper C ein beliebiger ist — durch e ; so ist dieses e durchaus unabhängig von der Natur des Körpers C, wenn dieser nur schwarz ist. Um die Richtigkeit dieser Behauptung zu beweisen, ist eine Complication des gedachten Apparates nöthig. In das Strahlenbündel, welches von der Oeffnung 1 nach der Fläche 2 geht, werde eine kleine Platte eingeschoben, die so dünn ist, dass sie in den sichtbaren Strahlen die Farben dünner Blättchen zeigt; sie sei so geneigt, dass jenes Strahlenbündel sie unter dem Polarisationswinkel trifft; ihre Substanz sei so gewählt, dass sie eine merkliche Strahlenmenge nicht aussendet und nicht absorbiert. Die Wand, die die Schirme S_1 und S_2 verbindet, sei so gestaltet, dass in ihr das Spiegelbild liegt, welches die Platte von der Fläche 2 entwirft. An dem Orte und von der Gestalt dieses Spiegelbildes sei eine Oeffnung in der Wand angebracht, die ich die Oeffnung 3 nennen werde. Ein Schirm sei so aufgestellt, dass keine gerade Linie von einem Punkte der Oeffnung 1 nach einem Punkte der Oeffnung 3 an ihm vorbeigezogen werden kann. Die Oeffnung 3 denke man sich zunächst durch eine schwarze Fläche, die ich die Fläche 3 nenne, verschlossen. Das ganze System soll dieselbe Temperatur besitzen; es besteht dann wiederum das Gleichgewicht der Wärme. Zu diesem tragen wesentlich auch Strahlen bei, die von der Fläche 3 ausgegangen sind, an der Platte eine Reflexion erlitten, die Oeffnung 1 durchdrungen und den Körper C getroffen haben. Diese Strahlen sind in der Einfallsebene der Platte polarisirt und enthalten, je nach der Dicke der Platte, bald mehr von einer, bald mehr von einer andern Farbe. Entfernt man die Fläche 3 und ersetzt sie durch einen Hohlspiegel, der seinen Mittelpunkt an dem Orte hat, an dem die Platte ein Spiegelbild von dem Mittelpunkt der Oeffnung 1 entwirft, so treffen die eben bezeichneten Strahlen, die von der Fläche 3 ausgehen, den Körper C nicht mehr, aber dafür treffen ihn andere, die von dem Hohlspiegel reflectirt sind, und das Gleichgewicht der Wärme besteht auch jetzt. Benutzt man, dass dieses gilt, wie man auch die Dicke der Platte wählen, und wie man diese drehen möge um die Axe des durch die Oeffnungen 1 und 2 bestimmten Strahlenbündels, so gelangt man durch eine Betrachtung, die derjenigen ganz ähnlich ist, die ich hier auseinandergesetzt habe, zu dem Schlusse, dass das auf eine beliebige Wellenlänge und eine beliebige Polarisationssebene bezogene Emissionsvermögen des schwarzen Körpers C, welches ich durch e bezeichnet habe, von der weiteren Be-

schaffenheit dieses Körpers ganz unabhängig ist. Eine Folgerung, die dabei von selbst sich darbietet, ist die, dass alle Strahlen, welche ein schwarzer Körper aussendet, vollständig unpolarisirt sind.

Stellt man sich vor, dass bei der zuletzt beschriebenen Anordnung der Körper C kein schwarzer, sondern ein beliebiger ist, so findet man durch ganz ähnliche Betrachtungen die Gleichung

$$\frac{E}{A} = e, \dots 1)$$

welche eben ausspricht, dass für alle Körper das Verhältniss des Emissions- und Absorptionsvermögen dasselbe ist. Offenbar kann man diese Gleichung auch schreiben

$$E = A e \dots 2)$$

$$\text{oder } A = \frac{e}{E} \dots 3).$$

Ich will nun einige merkwürdige Folgerungen erwähnen, die aus meinem Satze unmittelbar sich ergeben.

Wenn man einen gewissen Körper, einen Platindraht z. B. allmählig mehr und mehr erhitzt, so sendet er Anfangs nur dunkle Strahlen aus; bei der Temperatur, bei der er zu glühen anfängt, fangen sichtbare rothe Strahlen an sich zu zeigen; bei einer gewissen höheren Temperatur kommen gelbe Strahlen hinzu, bei einer noch höheren grüne u. s. f. bis er endlich weiss glüht, d. h. alle Strahlen, die im Sonnenspektrum vorhanden sind, ausgiebt. Das Emissionsvermögen E des Platindrahtes ist daher = 0 für rothe Strahlen bei allen Temperaturen, die niedriger sind, als diejenige, bei der der Draht zu glühen anfängt, für gelbe Strahlen hört es bei einer etwas höheren Temperatur auf = 0 zu sein, für grüne Strahlen bei einer noch höheren u. s. f. Nach der Gleichung 1 muss daher das Emissionsvermögen e eines vollkommen schwarzen Körpers aufhören = 0 zu sein für rothe, gelbe, grüne Strahlen bei denjenigen Temperaturen, bei denen jener Platindraht anfang rothe, gelbe, grüne Strahlen auszusenden. Nun denke man sich irgend einen andern Körper, der allmählig erhitzt wird. Nach der Gleichung 2 muss dieser in Folge hiervon bei denselben Temperaturen, wie jener Platindraht, anfangen rothe, gelbe, grüne Strahlen auszusenden. Es müssen also alle Körper bei derselben Temperatur zu glühen beginnen, bei derselben Temperatur gelbe, bei derselben Temperatur grüne Strahlen auszugeben anfangen. Es ist hierdurch der theoretische Beweis für einen Satz geliefert, der vor 13 Jahren von Draper aus Versuchen gefolgert ist. Die Intensität der Strahlen von gewisser Farbe, die ein Körper bei gewisser Temperatur aussendet, kann aber sehr verschieden sein; sie ist nach Gl 2 proportional mit dem Absorptionsvermögen A. Je durchsichtiger ein Körper ist, desto weniger leuchtet er. Das ist der Grund, wesshalb die Gase eine so sehr viel höhere Temperatur gebrauchen, um merklich zu glühen, als die meisten festen oder tropfbaren Körper.

Eine zweite Folgerung, die ich aus meinem Satze ziehen will, wird mich zu dem Gegenstande meines früheren Vortrages zurückführen.

Die Spektra aller undurchsichtigen glühenden Körper sind continuirliche; sie enthalten weder helle noch dunkle Linien. Man kann daraus schliessen, dass das Spektrum eines glühenden schwarzen Körpers — dieses Beiwort in demselben Sinne, wie bisher gebraucht — auch ein solches continuirliches sein müsste. Das Spektrum eines glühenden Gases besteht, sehr oft wenigstens, aus hellen Linien, die durch ganz dunkle Zwischenräume von einander getrennt sind. Bezeichnet man mit E das Emissionsvermögen eines solchen Gases, so hat also das Verhältniss $\frac{E}{\sigma}$ einen namhaften Werth für

Strahlen, die den hellen Linien des Gasspektrums entsprechen, ist aber unmerklich für alle andern Strahlen. Nach der Gl 3 ist aber eben dieses Verhältniss gleich dem Absorptionsvermögen des glühenden Gases. Dieses absorbt also, wenn Strahlen durch dasselbe hindurchgeleitet werden, ausschliesslich diejenigen, welche die Farben der hellen Linien seines Spektrums haben; für alle andern Strahlen ist es vollkommen durchsichtig. Es folgt hieraus, dass das Spektrum eines glühenden Gases, wie ich mich ausdrücken will, umgekehrt werden muss, wenn hinter dasselbe eine Lichtquelle von hinreichender Intensität gestellt wird, die an sich ein continuirliches Spektrum giebt; d. h. es müssen die vorher hellen Linien des Gasspektrums in dunkle verwandelt werden, die auf hellem Grunde sich zeigen. Das glühende Gas wirft auf den Ort einer ihrer hellen Linien Licht, hält aber von demselben Orte durch Absorption einen Theil des Lichts der hintern Quelle ab; die Menge dieses Lichtes wird grösser sein, als die Menge jenes, sobald nur die hintere Lichtquelle hell genug ist; findet dieses statt, so schwächt das glühende Gas die Helligkeit an dem betrachteten Orte; in der Nachbarschaft ändert dasselbe die Helligkeit nicht; die Linie muss also dunkel auf hellerem Grunde sich zeigen. Eine merkwürdige Folgerung meines Satzes, die ich beiläufig erwähnen will, ist die, dass wenn die hintere Lichtquelle ein glühender Körper ist, die Temperatur dieses höher als die Temperatur des glühenden Gases sein muss, wenn die Umkehrung des Spektrums stattfinden soll.

Die Sonne besteht aus einem leuchtenden Kerne, der für sich ein continuirliches Spektrum geben würde, und einer glühenden gasförmigen Atmosphäre, die für sich ein Spektrum geben würde, das aus einer ungeheuern Zahl heller Linien, entsprechend den mannigfaltigen Bestandtheilen derselben, zusammengesetzt wäre. Das wirkliche Sonnenspektrum ist die Umkehrung des letzteren. Wäre es möglich, das der Sonnenatmosphäre angehörige, aus hellen Linien bestehende, Spektrum zu beobachten, so würde Niemand Bedenken tragen, aus den dem Natrium, dem Kalium, dem Eisen eigenthümlichen Linien die unter jenen sich finden würden, auf den Gehalt der Sonnen-

atmosphäre an Natrium, Kalium, Eisen zu schliessen. Nach dem Satze, den ich hier besprochen habe, kann es eben so wenig Bedenken haben, aus dem wirklichen Sonnenspektrum dieselben Schlüsse zu ziehen.

Ich will schliesslich eine Erscheinung erwähnen, die, so un- scheinbar sie ist, für mich Interesse besitzt, weil ich sie nach mei- nem Satze vorausgesehn, und dann bei einem Versuche wirklich gefunden habe. Nach dem Satze muss ein Körper, der von Strah- len einer Polarisationsrichtung mehr absorbiert als von denen einer anderen, in demselben Verhältniss Strahlen von der ersten Polari- sationsrichtung mehr aussenden, als von denen der zweiten. Eine zur optischen Axe parallel geschliffene Turmalinplatte absorbiert bei gewöhnlicher Temperatur von Strahlen, die sie senkrecht treffen, mehr, wenn die Polarisationsebene derselben der Axe parallel ist, als wenn sie senkrecht zu dieser steht. Der Turmalin hat diese Eigenschaft auch in der Glühhitze, wenn gleich in geringerem Grade, als in niederen Temperaturen. Es muss daher das Licht, welches die Turmalinplatte senkrecht zu ihrer Ebene aussendet, theilweise polarisirt sein, und zwar polarisirt in einer Ebene, die senkrecht ist zur Polarisationsebene der Strahlen, die durch die Turmalinplatte hindurchgegangen sind. Und in der That verhält es sich so, wie der Versuch gezeigt hat.

13. Vortrag des Herrn Dr. Carius „über die Aether der schwefligen Säuren,“ am 3. Februar 1860.

In den Derivaten des Naphtalins hat man bekanntlich seit län- gerer Zeit ein Rad. $C_{10} H_7'$ angenommen, indem sich diese Körper vielfach an die Phenylverbindungen anschliessen. Versteht man unter Radical den bei chemischen Reactionen gleichsam unangegriffe- nen Rest, so schliesst sich ein Theil der Naphtalinderivate dem Radical $C_{10} H_7'$, ein zweiter dem Radical $C_{10} H_6''$ an, und zur Bestätigung dieser Ansicht fehlt nur noch die Darstellung der beiden Alcohole: $O \begin{matrix} C_{10} H_7' \\ | \\ H \end{matrix}$ und $O_2 \begin{matrix} C_{10} H_6'' \\ | \\ H_2 \end{matrix}$ selbst.

Diese Darstellung würde ohne Zweifel geschehen können durch Behandlung der den beiden Alcoholen entsprechenden Jodverbindun- gen, $J C_{10} H_7$ und $J_2 C_{10} H_6$, mit Silbersalzen und Zersetzen der etwa erhaltenen Aether mit Kalihydrat; bis dahin hat indessen noch keine Jodverbindung des Naphtalins erhalten werden können. Ein anderer Weg, der einen Erfolg versprach, ergiebt sich aus dem, was ich früher über Entstehung und Eigenschaften der neutralen schwefligsauren Aether mitgetheilt habe; schwefligsaures Aethyl ent- steht aus den Chloriden $Cl_1 S$, $Cl_2 S O$ und $Cl_2 S S$ und Alcohol, aber auch aus dem Chlorid der äthylschwefligen Säure $O \begin{matrix} S O \\ | \\ Cl \end{matrix} \begin{matrix} C_2 H_5 \end{matrix}$.

26. Herr Professor Kirchhoff zeigte dem Vereine einen neuen Ruhmkorff'schen Apparat von ausserordentlicher Kraft vor und machte mit demselben Versuche, am 6. Juli 1860

Anmerkung:

Der Ruhmkorff'sche Apparat ist ein leistungsfähiger Funkeninduktor, der 1855 von Heinrich Daniel Ruhmkorff erbaut wurde.

Vgl. den Wikipedia-Artikel im Internet <http://de.wikipedia.org/wiki/Funkeninduktor>

Gabriele Dörflinger, Juni 2010

57. Vortrag des Herrn Prof. Bunsen „über Rubidium und Caesium“, am 31. Mai 1861.

Prof. Bunsen sprach über die von Professor Kirchhoff und ihm durch Spectralbeobachtungen aufgefundenen neuen Alkalimetalle, das Rubidium und Caesium: Das Rubidium findet sich im Lepidolith, welcher nur einige Tausendtel davon enthält und lässt sich durch Platinchlorid mit dem in der Lösung des Fossils enthaltenen Kali fällen. Das Chlorplatin Kalium wird durch zwanzig- bis dreissigmaliges Auskochen der Fällung mit wenig Wasser entfernt und das Chlorplatinrubidium in Chlorrybidium verwandelt, um es aus kochender wässriger Lösung abermals durch Platinchlorid zu fällen. Zeigt sich der Niederschlag, im Spectralapparat geprüft, noch kalihaltig, so werden die letzteren Reinigungsoperationen noch ein- oder zweimal wiederholt.

Das Rubidiummetall bildet mit Quecksilber ein durch Electrolyse der Chlorverbindung leicht darstellbares, silberweisses, glänzendes krystallinisches Amalgam, welches electropositiver als Kalium-Amalgam ist, das Wasser leicht zersetzt und sich an der Luft unter Erhitzung mit einer Schicht zerfliessenden ätzenden Rubidiumoxydhydrats überzieht. Das Atomgewicht des Metalls ist 85.4 ($H = 1$), also mehr als doppelt so gross, als das des Kaliums. Es bildet ein an der Luft zerfliessliches Oxydhydrat, das so ätzend ist wie Kalihydrat und begierig Wasser und Kohlensäure aus der Luft anzieht. Das schwefelsaure Salz ist wasserfrei, an der Luft beständig und mit dem schwefelsauren Kali isomorph. Es bildet Doppelsalze mit schwefelsaurem Cobaltoxydul, Nickeloxydul etc., die 6 Atome Wasser enthalten und mit den entsprechenden Kaliverbindungen isomorph sind. Das salpetersaure Salz, welches wie Salpeter wasserfrei und luftbeständig ist, krystallisirt nicht rhombisch, wie dieser, sondern hexagonal. Das stark alkalisch reagirende kohlen-saure Salz ist zerfliesslich, leicht schmelzbar und verliert in der Glühhitze seine Kohlensäure nicht; es kann noch ein Atom Kohlensäure aufnehmen und bildet damit ein fast neutral reagirendes zweifach saures Salz, das luftbeständig ist. Chlorrybidium ist wasserfrei, luftbeständig und krystallisirt in Würfeln, das Ueberchlorsaure und saure weinsaure Rubidiumoxyd sind schwerlösliche Pulver, eben so das Chlorplatinrubidium und das Kieselfluorrybidium.

Das Caesium findet sich, gewöhnlich mit Rubidium gemeinschaftlich, im Dürkheimer und vielen andern Soolwassern, im neuerbohrten Sodener Sprudel, im Wiesbadener Kochbrunnen und in einigen der salzarmen Thermalquellen von Baden-Baden, immer in sehr zurücktretenden Mengen neben Kali-Natron- und Lithionverbindungen. Aus den Mutterlaugen dieses Wassers scheidet man das mit Chlorrybidium gemengte Chlorcaesium gleichfalls mit Platinchlorid nach dem eben angegebenen Verfahren. Zur Trennung beider Metalle wendet man die kohlen-sauren Salze an, von denen sich bei

der Behandlung mit absolutem Alkohol vorzugsweise nur das kohlen-saure Caesiumoxyd löst. Durch eine mehrfach wiederholte Behandlung mit Alkohol erhält man das letztere rein. Das Caesium bildet mit Quecksilber ebenfalls ein krystallinisches silberweisses Amalgam, das sich dem Rubidium Amalgam ganz analog verhält. Das Metall besitzt nächst dem Golde und Jod das grösste Atomgewicht von allen einfachen Körpern; dasselbe beträgt nicht weniger als 123.4. Das Caesiumoxydhydrat und das kohlen-saure Caesiumoxyd verhält sich den entsprechenden Rubidiumverbindungen ganz analog; nur ist das letztere in Alkohol löslich. Das wasserfreie, luftbeständige salpetersaure Salz ist mit dem Rubidiumsalpeter isomorph. Das schwefelsaure Salz ist luftbeständig und bei 0° C. in weniger als seinem gleichen Gewichte Wasser löslich. Das schwefelsaure Doppelsalz von Caesiumoxyd und Cobaltoxydul enthält 6 At. Wasser und ist mit den entsprechenden Verbindungen des Kalis und Rubidiumoxyds isomorph. Chlorcaesium zerfliesst an der Luft und krystallisirt schwierig in wasserfreien Würfeln. Chlorplatincaesium, Kieselfluorcaesium, saures, weinsaures und Ueberchlorsaures Caesiumoxyd bilden schwerlösliche krystallinische Pulver.

58. Vortrag des Herrn Prof. Kirchhoff „über den von Herrn Hofr. Bunsen und ihm construirten Spektral-Apparat“, am 14. Juni 1861.

In der vorigen Sitzung hat Herr Hofr. Bunsen der Gesellschaft einige Mittheilungen über die beiden neuen Metalle gemacht, die er bei der Arbeit entdeckt hat, die wir zusammen über die Spektren farbiger Flammen unternommen haben. Färbt man eine Flamme durch ein flüchtiges Salz eines Metalls, das man hineinbringt, so treten in dem Spektrum derselben gewisse helle Linien auf, die charakteristisch für das Metall sind, und deren Lage allein von diesem bedingt ist; bringt man ein Salz eines zweiten, eines dritten Metalles hinzu, so kommen zu jenen Linien, die ungeändert bleiben, neue, die eben so charakteristisch für das zweite, dritte Metall sind. Auf diese hellen Linien haben Bunsen und ich eine Methode der qualitativen chemischen Analyse gegründet, die wenigstens in vielen Fällen alle bisherigen Methoden an Empfindlichkeit und Sicherheit unendlich übertrifft. Die mit ihrer Hülfe gemachte neue Entdeckung zweier neuen Elemente in der Gruppe der Alkalimetalle zeigt deutlich ihre Fruchtbarkeit. Wir waren der Ueberzeugung, dass diese Methode eine allgemeine Anwendung bei den Chemikern finden wird, und wir haben desshalb einen Apparat construiren lassen, der diese Anwendung so bequem, als möglich macht. Ich erlaube mir diesen Apparat hier vorzuzeigen; er ist aus der berühmten Werkstätte von Steinheil in München hervorgegangen, und wohl schon in mehr als zwanzig Exemplaren in Deutschland, England und Frankreich verbreitet.

Als Flamme wählt man am besten die wenig leuchtende Flamme der Bunsen'schen Gaslampe; von dem zu untersuchenden Salze bringt man eine kleine Menge an das Ende eines feinen Platindrahtes und schiebt sie mit Hilfe eines geeigneten Trägers in den Saum der Flamme. Um mit den geringsten Mitteln das Spektrum der glühenden Dämpfe, die dann von der Salzperle sich erheben, zu sehen, braucht man nur vor die Flamme einen Schirm mit einem schmalen vertikalen Spalt zu setzen und aus einiger Entfernung nach diesem durch ein Prisma zu sehen, das man mit vertikaler brechender Kante dicht vor das Auge hält. Je grösser man jene Entfernung gewählt hat, um so deutlicher zeigt sich das Spektrum, vorausgesetzt, dass man nicht kurzsichtig ist. Aber das Spektrum erscheint zu klein, als dass seine Linien mit der nöthigen Schärfe unterschieden werden können. Man hebt diesen Uebelstand und gewährt zugleich auch dem kurzsichtigen Auge die Möglichkeit, das Spektrum vollkommen deutlich zu sehen, wenn man zwischen das Prisma und das Auge ein vergrösserndes Fernrohr setzt und den Spalt mit der Flamme in einer Entfernung von 10 bis 20 Fuss von dem Prisma aufstellt. Bei dieser Anordnung ist es aber unbequem, dass die Flamme weit ausser dem Bereich der Hand liegt, da es oft nöthig ist, die Perle erst in die Flamme zu bringen, wenn das Auge am Fernrohr ist, abgesehen von der Grösse des Raumes, die bei derselben erfordert wird. Diese Unbequemlichkeit umgeht man, indem man den Spalt in die Nähe des Prismas setzt und zwischen beide eine Linse bringt so, dass der Spalt in ihrem Brennpunkte sich befindet. Die Linse entwirft dann in der Unendlichkeit ein Bild von dem Spalte, welches die Rolle eines wirklichen Spaltes übernimmt. Diese Anordnung ist bei dem Apparate hier getroffen. Hier ist das Prisma, hier das vergrössernde Fernrohr — seine Vergrösserung ist etwa eine 8fache — dieses zweite Rohr trägt ausser einem feinen vertikalen Spalt, dessen Breite durch diese Schraube passend regulirt werden kann, innen die Linse, die den Spalt, um so zu sagen, in die Unendlichkeit rücken soll. Deckt man dieses schwarze Tuch über das Prisma und die beiden Röhre, um fremdes Licht abzuhalten, und schiebt die Salzperle in die Flamme, so sieht man bei richtiger Stellung des Fernrohrs in grossem Glanze das dem Metall des Salzes entsprechende Spektrum.

Dieses Spektrum nimmt nur die untere Hälfte des Gesichtsfeldes ein; die obere ist reservirt für das Spektrum einer zweiten Flamme. Die untere Hälfte des Spalts ist für die Strahlen der ersten Flamme gedeckt durch ein kleines gleichseitiges Glasprisma. Von einer zweiten, passend aufgestellten Flamme gehen Strahlen durch diese Hälfte nach dem grossen Prisma, nachdem sie eine totale Reflexion in dem kleinen Prisma erlitten haben. Hat man in beide Flammen gleiche Salze gebracht, so sieht man in dem ganzen Gesichtsfelde ein Spektrum, nur getheilt durch eine feine horizontale Linie; enthalten die beiden Flammen verschiedene Salze, so

sieht man von ihren Spektren das eine unmittelbar über dem andern und kann auf das Leichteste und Sicherste wahrnehmen, welche Linien sie etwa gemeinsam haben und durch welche sie sich von einander unterscheiden. Der Nutzen, den diese Anordnung dem Chemiker leisten kann, ist leicht ersichtlich. Gesetzt er wolle prüfen, ob in einem Gemenge von Salzen Strontium enthalten ist; er bringt eine Perle des Gemenges in die eine Flamme, ein reines Strontiumsalz in die andere, und sieht zu, ob die Strontiumlinien, die das Spektrum der letzteren bilden, sich fortsetzen in dem Spektrum der ersteren. Ist dieses der Fall, so ist Strontium in dem Gemenge.

Noch einen Theil des Apparates habe ich zu erwähnen, der bei seinem Gebrauche sich als sehr nützlich bewährt hat. Derselbe zeigt unmittelbar unter dem oberen Spektrum eine Skale mit schwarzen Theilstrichen und Zahlen auf hellem Grunde, die den Ort jeder Linie im Spektrum mit Bequemlichkeit abzulesen erlaubt. Gesetzt, es wäre in passender Richtung und in sehr grosser Entfernung vom Prisma eine horizontale Skale aufgestellt, so würde die dem Beobachtungsfernrohr zugekehrte Fläche des Prisma ein Spiegelbild dieser Skale entwerfen, welches von dem durch das Fernrohr blickenden Auge zugleich mit den Spektren wahrgenommen werden würde. Wenn der Apparat und die Skale immer unverrückt blieben, so würde jede Linie des Spektrums durch die ihr entsprechende Skalenablesung charakterisirt sein. Der Gebrauch einer solchen Skale wäre aber in mehrfacher Beziehung äusserst unbequem. Die Skale ist hier dem Apparate näher gerückt und mit ihm fest verbunden; sie befindet sich in dieser Kapsel. Damit sie deutlich erscheine in dem auf die Unendlichkeit eingestellten Fernrohr, ist zwischen sie und das Prisma eine Linse gesetzt, in deren Brennpunkt sie sich befindet. Durch diese Linse und die Linsen des Fernrohrs wird sie, wie durch ein Mikroskop betrachtet; damit die Theile nicht zu gross erscheinen, muss sie sehr fein getheilt sein. Sie ist ungefähr von der Feinheit, wie die Ocular-Mikrometer, die in Mikroskopen benutzt werden; sie hat 15 Theile auf der Länge von 1 Mm. Die Theilung der Ocularmikrometer ist gewöhnlich mit dem Diamant in Glas eingerissen; eine solche Theilung wollten wir nicht benutzen, hauptsächlich, weil bei ihr keine Zahlen angebracht werden können; dann wünschten wir auch der bequemeren Ablesung wegen stärkere und kürzere Theilstriche, als sie, wie es scheint, mit dem Diamant gemacht werden können. Wir haben eine Skale, wie wir sie haben wollten, durch Photographie erhalten können; die Skale ist ein auf einem Glassplättchen im Maassstabe von $\frac{1}{15}$ photographisch hergestelltes Bild einer in Millimeter getheilten Skale.

2. Vortrag des Herrn Prof. Kirchhoff: »Ueber die Beobachtungen von Miller und Huggins über die Spektra der Gestirne«, am 11. Nov. 1864.

Der Vortragende machte Mittheilung von dem Verfahren, welches Miller und Huggins in England anwandten um die Spektraluntersuchungen der Fixsterne zu einem bessern Resultate zu führen als das bisher möglich gewesen war, sowie von den Erfolgen, welche die ausgezeichneten Untersuchungen dieser Forscher an einigen Fixsternen und besonders auch an planetarischen Nebelflecken gehabt haben.