

Ueber die Elemente der Spectral- Analyse.

Von

PROF. KLETZINSKY.

Vortrag, gehalten am 21. Jänner 1874.

Schon längst war es in der Chemie bekannt, dass einige Elemente, in der Flamme verflüchtigt, dieselbe auf spezifische Weise färben. Diese Kenntniss färbiger Flammen reicht sogar bis in die ägyptische Magie zurück und wir wissen ja aus den Tagebüchern von Pizarro, dass selbst die mexikanischen Priester prachtvoll gefärbte Opferflammen auf den Altären ihrer Götzen verbrannten. Frühzeitig hat auch schon die analytische Richtung der Chemie, wie sie allmählig sich zu entwickeln begann, von diesen charakteristischen Färbungen der Flamme Gebrauch gemacht, um aus derselben im gegebenen Falle die Natur des Elementes zu erkennen.

Eben so lange, kann man beinahe sagen, kannte man die Thatsache, dass das Licht, das weisse gewöhnliche Licht, farbige Elemente in sich birgt und es ist dann später durch die Hilfsmittel der Physik möglich geworden, jede einzelne Sorte auf den Gehalt an farbigen Strahlen genau zu prüfen oder das Licht zu analysiren.

Und obwohl diese beiden Thatsachen durch eine Reihe von Jahrhunderten neben einander bestanden, kamen doch erst in diesem Jahrhundert Bunsen und

sein Assistent Kirchhoff auf die glückliche Idee, diese beiden nebeneinander bestehenden Thatsachen zu combiniren und die Analyse des farbigen Lichtes, die Analyse des Lichtes, welches zusammengesetzt ist, überhaupt auf die farbigen Flammen der Chemie anzuwenden, und so entstand die Spectral-Analyse.

Der Apparat, dessen man sich zu dieser Art von Analysen bedient, hat von dem Physiker Steinheil in München seine endliche praktische Fassung erhalten. Dieser Apparat liegt hier vor und zwar sehen Sie, nachdem man die Kappe, die eigentlich den Apparat umgibt, und das störende Aussenlicht abhält, abnimmt, Sie sehen, sage ich, den sogenannten Analysator, ein Prisma, dreiseitig und auf ein Tischchen gestellt. Dieses Prisma ist rings herum geschwärzt bis auf zwei Seiten. Eine kreisförmige Stelle der Einfallsfläche und eine kreisförmige Ausfallsfläche sind vollkommen blank geschliffen und nicht geschwärzt. Diese Schwärzung der übrigen Stellen des Prisma dient nur als Blendung, um die Zerstreuung des Nebenlichtes möglichst zu vermeiden. Nun ist hier an diesem Rohr ein Apparat aufgeschraubt, welcher durch diese Stellschraube beweglich einen Spalt regulirt. Oeffnen Sie die Stellschraube, wird der Spalt breiter, ziehen Sie sie an, so wird der Spalt enger. Man ist so im Stande, durch einen Spalt von verschiedener Breite, Büschel von farbigen Lichtstrahlen einfallen zu lassen in dieses innen geschwärzte Rohr. Strahlen, die so ziemlich parallel der Axe des Rohres laufen, werden nun weiter gehen, und treten dann

durch eine ganz gewöhnliche Sammellinse aus, welche sie noch etwas convergirend macht und auf die Einfallsscheibe des Analysators wirft. Sie müssen sich das so vorstellen, dass die Flamme, deren Licht untersucht wird, hier zu stehen kommt und es wird so lange geschoben und gerichtet, bis Sie nicht in das Centrum der Flamme blicken, denn das gäbe störende Bilder, sondern bis Sie den Saum der Flamme beobachten, den beinahe lichtlosen Saum des heissen Brandkegels. Das Eigenthümliche für die Spectral-Analyse, wie die Chemiker sie brauchen, ist, dass sie nur solche Flammen fordert, welche sehr heiss aber sehr lichtarm sind. Das Ideal einer solchen Flamme wäre natürlich die chemisch reine Wasserstoffflamme. Da diess aber zu umständlich ist, bedient man sich gewöhnlich des Leuchtgases und hat dazu diesen Apparat d. i. die gewöhnliche Bunsen'sche Lampe. Durch dieses Rohr strömt das Leuchtgas zu und hier ist eine durchbrochene Galerie angebracht. Die Galerie ist offen, so dass man durchsehen kann. Der aus der kleinen, mittleren Hülse ausströmende Gasstrom schlürft durch die Reibung atmosphärische Luft ein und erzeugt so ein ventilirtes Gemenge von Leuchtgas und Luft. Da sitzt die Flamme auf. Dieses Rohr ist nur der Weg, auf welchem sich der Gasstrom mit dem eingeschlürften Luftstrome trinkt.

Während, wie Sie alle wissen, das gewöhnliche Leuchtgas, ein Gemenge von Kohlenstoff-Wasserstoffgasen, mit ziemlicher Leuchtkraft brennt, so erscheint hier bei diesem Apparat, vorausgesetzt, dass die Galerie

geöffnet ist, die Leuchtkraft verschwunden. Denn es ist eine merkwürdige Thatsache, je vollständiger und augenblicklicher die Verbrennung von Gasen erfolgt, desto weniger ist ein Leuchten derselben möglich. Nur, wenn Sie in einem Gase durch thermische Zersetzung desselben starre Theilchen abscheiden, die, bevor sie aus Mangel an Luftzutritt verbrennen, schweben, und in der heissen Flamme des Gases weiss glühen, nur dann leuchtet die Flamme. Das, was in dem Leuchtgase leuchtet, ist nichts Anderes, als Russ, ist äusserst fein vertheilter Kohlenstoff. Wenn das Gas ohne solche Zerlegung direct und augenblicklich verbrannt wird in allen seinen Theilchen — und das geschieht, wenn der Brenner, nämlich das Gas, vollständig gleichmässig mit dem Zünder, nämlich mit Luft gemengt ist — wenn die Verbrennung nicht nur äusserlich stattfinden kann, sondern auch den ganzen Gaskörper durchflammt, da das Gas früher mit dem Luftstrome gemengt wurde, — verschwindet das Leuchten.

Es kommt dann nicht zum Leuchten, sondern das Gas wird glatt auf in Kohlensäure und Wasser verbrannt, die Hitze wird grösser, die Flamme ist eine glühende Flamme, wenn Sie wollen eine Art Gebläse, die Flamme aber hat aufgehört zu leuchten. Solche sehr heisse, sehr reine und nicht leuchtende Flammen sind es, die die Spectral-Analyse erfordert. Wenn das Leuchtgas, das eine so wesentliche Beihilfe der modernen Werkstätte der Wissenschaft geworden ist, wenn es trotzdem fehlen sollte, so müsste man sich des gewöhnlichen Weingeistes

bedienen. Weingeist hat auch eine ziemlich heisse und wenig leuchtende Flamme, allerdings nicht so heiss und nicht so lichtlos wie die Flamme des Leuchtgases.

Wenn Sie nun das Strahlenbüschel, welches von dem heissen Flammensaume da hereinfällt, weiter verfolgen, so wird es durch die Eigenthümlichkeit des dreiseitigen Prismas aus bleireichem, stark zerstreuen- den Glase in seine farbigen Elemente zerlegt. Wenn verschiedene Farben in diesem Büschel enthalten sind, so wird es der Analysator klar machen. Er bricht die einzelnen Büschel und bricht sie mit ausserordentlicher Differenz, da die verschiedenen farbigen Elemente nämlich eine sehr verschiedene Brechbarkeit besitzen.

Hier nun, sehen Sie, ist ein Fernrohr angebracht, mittels dessen man die Erscheinungen beobachten kann. An der Rückwand der Ausfallsscheibe werden die Erscheinungen wieder zum Austritte kommen, statt dass aber ein Büschel von Strahlen ausfällt, werden so viele Büschel von Strahlen ausfallen, als Elemente verschiedener Brechbarkeit vorhanden sind, als verschiedene Farben sich im Lichte vereint befinden. Diese farbigen Lichtbüschel, die aus dem Prisma ausfallen, dieses Product des Analysators betrachten wir mit einem Galiläischen Fernrohr, das 2, 3mal vergrössert. Man hat auch Apparate, die grossartiger ausgeführt sind, wo die Vergrösserung eine viel bedeutendere ist.

Ich mache vor Allem darauf aufmerksam, dass die stark brechende Wirkung des Prismas der Untersuchung förderlich ist. Andere Medien als das bleireiche Glas würden noch weit besser wirken. Ein hohles Prisma, z. B. von einem Glase, das sehr dicht und fleissig gearbeitet und mit Schwefelkohlenstoff gefüllt sein müsste, würde eine bedeutend bessere Wirkung ausüben, als das beste bleihältige Glas oder, wenn er erschwinglich wäre, Demant, das wären solche Medien, die weit kräftiger noch das Licht in seine farbigen Elemente zerstreuen, welche den Zwischenraum zwischen den einzelnen Strahlenbüscheln weiter machen und dadurch der Erscheinung eine grössere Deutlichkeit und räumliche Discretion verschaffen würden.

Ich sage, je stärker das Fernrohr vergrössert, je stärker die Substanz des Prismas bricht, und je enger der Spalt gestellt ist, desto genauer fallen die Spectral-Beobachtungen aus. Mit weit klaffendem Spalt, mit einem gewöhnlichen Glasprisma und einem galiläischen Fernrohr von doppelter Vergrösserung, lässt sich Alles erreichen, was für die Laboratorium-Praxis der Analyse erforderlich ist, es lassen sich aber nicht weitere Forschungen anstellen, die der Spectral-Analyse heute schon zufallen. Allerdings hat auch das Zuschliessen des Spalts seine gewissen Grenzen. Wenn Sie den Spalt gar zu enge stellen, so tritt jenes Fänomen auf, das wir mit Beugung des Lichtes bezeichnen; es stört und verwirkt die Klarheit des Spectrums. Das ist die einzige Schranke. Sie dürfen den Spalt nicht zu enge,

nicht linear machen, sollen ihn aber so eng stellen als möglich. Denn je enger der Spalt ist, immer die Beugung ausgeschlossen, eine desto grössere Bürgschaft ist er für eine genaue Untersuchung.

Da nun die Erscheinungen zu sehr zusammenfallen, ist es schon deshalb nöthig, um zwei Spaltbündel, die entstehen wollen, die aber sehr nahe an einander liegen, auseinanderzuhalten, um sie nicht verflösst in einander zu erhalten, ist es nöthig, dass ein Instrument sie vergrössert, dass man die Erscheinungen überhaupt nicht mit freiem Auge, sondern mit einem Fernrohre beobachtet, da es ja für die Erscheinung selbst ganz gleichgültig ist, wenn wir nur wissen, dass das violette und das rothe Ende des Spectrums gerade vertauscht sind. Wenn Sie hinein sehen, werden Sie roth links und violett rechts gewahren, in der Natur verhält es sich umgekehrt: violett ist links und roth ist rechts. Doch diese Umkehrung ändert nichts, die Relativität der Erscheinungen unter einander bleibt dieselbe und um die handelt es sich, diese Stürzung der ganzen Erscheinung ist hier also irrelevant. Dabei hat das galiläische Fernrohr den Vorzug ausserordentlicher Klarheit und Lichtfülle. Wollte man das Spectrum in seiner natürlichen Lage erblicken, so wäre wieder ein Linsensystem erforderlich, das natürlich wieder Licht absorbiren würde. Das ist der Grund, warum man sich mit dem Galiläischen Fernrohr begnügt, auf oben und unten, rechts und links kommt es nicht an.

Es ist nun klar, dass genau so viele Spaltbilder entstehen müssen, als compacte Strahlen von einer mittleren Brechbarkeit vorhanden sind. Alle Strahlen einer mittleren Brechbarkeit vereinigen sich zu einer Linie, zur blauen, rothen, grünen, violetten, während, wenn Sie optisch einfaches Licht nehmen würden, Sie nur ein Lichtbild erhalten würden. Das Natrium ist, wie Sie nun gleich hören werden, ein solches Element, welches optisch einfaches, gelbes Licht erzeugt. Wenn Sie nun optisch einfaches Gelb in der Flamme hätten und Sie würden jetzt bei noch so kleinem Spalt und bei noch so starker Vergrößerung des Fernrohres, bei einer noch so ergiebigen brechenden Eigenschaft des Mediums des Analysators, das Phänomen betrachten, so würden Sie doch nur ein einziges Spaltbild sehen, ein gelbes Spaltbild. In dem Momente aber als das farbige Licht der Flamme aus 2 farbigen Elementen verschiedener Brechbarkeit besteht, in dem Momente wird der Analysator das scheinbar homogene Licht in zwei Bilder zerlegen. Will man solchen Erscheinungen einen wissenschaftlichen Werth vindiciren, sie nicht bloss zum qualitativen Experiment machen oder als Augenweide behandeln, so greift bei uns überall Zahl und Mass hinein. Der Spectral-Apparat ist ein solcher, der nicht unmittelbar mit Wägungen arbeiten kann, wohl aber ist er messungsfähig und so kommt ein weiterer Factor hinzu; wir suchen das Mass der Abstände zu finden, ein sicheres, unverkennbares, commensurables Mass der Abstände der einzelnen Erschei-

nungen, um die verschiedenen, farbig auftretenden Spaltbilder zu placiren, und dazu dient die Mikrophotographie eines Masstabes. Das ist eine sehr zarte Mikrophotographie eines genauen Metermasstabes, die hier durch die Gasflamme grell beleuchtet wird. Das Bild fällt wieder durch diese Röhren, die innen geschwärzt sind auf eine Sammellinse und durch diese Sammellinse auf die Rückenfläche, auf die geschliffene Scheibe an der Ausfallsstelle des Analysators. Bei der Richtigestellung des Masstabes gelingt es Ihnen, nun dem Gesetze gerecht zu werden, dass der Einfallswinkel dieses Bildstrahles gleich wird dem Reflexionswinkel. Da diese geschliffene Fläche eines ringsum geschwärzten Prismas nothwendig eine spiegelnde Fläche ist, so muss das Spiegelbild des Masstabes, durch die Sammellinse vergrößert, da hereinfallen in die Axe des Fernrohres und wird bei der richtigen Einstellung des Fernrohres deutlich und correct gesehen werden, coincident, darauf fallend auf die Erscheinungen der farbigen Spaltbilder. Sie sehen also, ein Beobachter, der hier hinein sieht, sieht einerseits die Spaltbilder in allen den Farben von entschieden anderer Brechbarkeit, aber gleichzeitig darauffallend bemerkt er deutlich das beleuchtete Spiegelbild des Masstabes. Durch diese Schrauben und ebenso durch jene Stellschraube sind wir im Stande, den Apparat gehörig zu richten, so dass die Erscheinung genau in die Mitte des Gesichtsfeldes fällt. Das Ocular besitzt ein Fadenkreuz, so dass wir auch die Horizontale und Verticale genau angeben können.

Es handelt sich nun darum, den Punkt zu finden, auf den man einstellt, wenn man beginnt. Anfänglich hat man auf den Theilpunkt 30 des Massstabes eingestellt, später auf 100, nun ist man übereingekommen auf 50 einzustellen. Man stellt jetzt die optisch einfache, gelbe Natriumlinie scharf auf den Theilstrich 50 des Massstabes.

Ich bedaure, dass es die Verhältnisse nicht gestatten, die eigentlichen Spectralbilder einem grösseren Zuseherkreise vorzuführen. Ich habe mich bemüht das durchzuführen und dabei folgenden Plan gehabt. Ich dachte mir einen geräumigen Kasten, ungefähr von einer Grösse wie bei der camera lucida vorn mit einem kreisrunden Loche, also einer offenen Scheibe. Durch die Falzen der Wände liessen sich nun einschieben: erstens eine Glasplatte von reinem Solinglase, auf welchen in Lasurfarben die Spaltfarben gemalt sind; zweitens die Patronen der Elementarspectren.

Wir besitzen heute ganz gute Mittel, um auf einer solchen Glasscheibe die Spectralfarben ganz gut aufzutragen. Ja bei hinreichender Genauigkeit des Künstlers und hinreichender Vorsorge liesse sich eine grosse Naturtreue, eine grosse, täuschende Aehnlichkeit mit dem Naturbilde des Spectrums ermöglichen, weil diese Schmelzfarben eine ausserordentliche Pracht besitzen, weil sie ganz klar und durchsichtig herstellbar sind und weil wir die Uebergänge durch Mengung je zweier Farben sehr gut zu erzeugen verstehen. Es liesse sich also wenigstens annähernd ein Bild hervorrufen, das

dem gewöhnlichen Spectrum des weissen Lichtes gleich käme. Man müsste nun dieselbe Umkehrung, die das Galilei'sche Fernrohr verschuldet, auch auf diese Erscheinung übertragen. Roth müsste so eingetheilt sein, dass wenn der Massstab von 0 bis 170 reicht, 35 Theile die Grenze des reinen Roth sind. Dann ginge bis 50 die Grenze des reinen Orange. Bei 50 geht Orange in Gelb über, 60 wäre die Grenze des reinen Gelb, 90 die Grenze des reinen Grün, 130 die Grenze des reinen Blau und 170 die Grenze des reinen Violett. Wenn Sie nun das ausführen, wenn Sie sich eine solche Glasplatte mit Lasirfarben, aber in Glas eingebrannt, übermalt denken und Sie setzen nun diese Scheibe in den Falz, so wird natürlich nur die runde Spaltscheibe für den Beobachter sichtbar sein. Vor dieser Scheibe befindet sich nun im Vordergrund meines Kastens, inmitten zweier Falzen oder auch rückwärts, das ist ganz gleichgültig, eine solche Patrone. Würden Sie nun eine solche Patrone eingeschoben haben, so z. B. das Bild des Kaliums so würde, vorausgesetzt, dass diese *laterna magica* existiren würde, vorausgesetzt ferner, dass diese Glas-scheibe von übermalten Schmelzfarben vorhanden wäre, wenn Sie nun rückwärts eine grelle Lichtquelle aufblitzen liessen, sich den Zusehern das Bild des Kalium-spectrums zeigen. Denn, sehen Sie, an dieser Patrone, die vorgeschoben wird, ist in der Mitte ein Glasstreifen, dieser versinnlicht den Massstab und das Papier ist an dieser Stelle ausgeschnitten, so dass Sie den Massstab sehen können. Ferner sind drei Spaltbilder ausge-

schnitten, das eine entsprechend der rothen Kaliumlinie α , das andere entsprechend der rothen Kaliumlinie B, das dritte entsprechend der violetten Kaliumlinie β , die die charakteristischeste aller ist.

Das Kaliumspectrum hat aber die Eigenthümlichkeit, die Sie hier sehen und bei den anderen Spectren nicht in dem Masse gewahren, dass in der Mitte des Spectrums die Spectralfarben wie in Dämmerung gehüllt erscheinen. Um auch das hervorzubringen, habe ich ein Stück Pappe ausgeschnitten und mit einem geöhltten Blatt Papier überzogen, und ich habe mich überzeugt, dass diese Erscheinung täuschend diesem in Dämmerungsfarben angehauchten Bilde ähnelt, aus welchem die zwei rothen und die violette Linie prägnant hervorstrahlen, immer vorausgesetzt, dass der Kasten geschlossen ist und rückwärts eine Magnesiumlampe leuchtet. Mit Anilinfarben lässt sich das Spectrum sehr schön nachahmen, aber diese vertragen die Beleuchtung mit Magnesiumlicht gar nicht. Auch das Sonnenlicht vertragen sie gar nicht und nehmen durch das blosse Beharren auf der Glasplatte ab.

Um mir selbst die Ueberzeugung zu gewähren, dass man auf diese Weise die sogenannten Spectral-Phänomene, die Bilder der Spectral-Analyse, die die einzelnen Experimentatoren mühsam durch das Galilei'sche Fernrohr pflücken, gleichsam auf eine ganze Versammlung projiciren könne, habe ich den Versuch mit diesem Apparat gemacht und gefunden, dass der Apparat in der That dazu vollständig geeignet wäre. Obwohl ich nun

gegen acht solcher Patronen mit grosser Mühe verfertigen liess und mich dann an die betreffenden praktischen Capacitäten wendete, musste ich die Sache doch fallen lassen. Man hätte es gerne übernommen, wenn ich die Bürgschaft übernommen hätte, mindestens 100 Exemplare à 100 fl. abzusetzen und da das meine Mittel bedeutend überstieg, musste ich mich natürlich schleunigst wieder zurückziehen.

Mit Hilfe des Spectral-Apparates selbst das Publicum beobachten zu lassen, ist in Bezug auf das Zeitmoment selbst unzulässig. Jeder, selbst schon einigermaßen im Schauen geübte Mensch müsste 5 Minuten beanspruchen, um vollständig klar zu werden. Es muss das Schauen im Spectral-Apparat ebenso gelernt werden wie das gewöhnliche, um die Aufmerksamkeit von Nebensächlichem abzuwenden und auf das eigentlich Wichtige zu richten, und das würde natürlich bei einer zahlreichen Versammlung eine unermessliche Zeit erfordern.

Wir haben nun also nur das einzige, freilich sehr prekäre Mittel in solchen Farbendruckbildern, die einigermaßen in ihrer plumpen Weise die Erscheinungen der Natur widerspiegeln sollen.

Ich habe früher betont, dass die Verbindung, welche zum Einstellen des Apparates benützt wird, immer ein Natriumsalz ist. Wenn also das Natriumsalz in die Weingeistflamme getaucht wird, so sieht das Auge des Beobachters das Natrium-Spectrum und dasselbe kann nun auf dem Stativ fixirt werden. Man verrückt den Apparat, sei es nun den Tisch oder den Massstab, bis

das Theilchen 5, d. h. 50, da alle Theile wieder in 10 Theile getheilt sind, genau von der gelben Linie geschnitten wird, und zwar genau beim Uebergange von Orange in Gelb.

Das Einbringen dieser Körper in die Flamme geschieht immer mit Drähten; bei sehr feinen Untersuchungen sollen es eigentlich Platindrähte sein. Gerade für die analytischen Zwecke der gewöhnlichen Praxis aber ist Platin nicht empfehlenswerth, denn jedesmal einen neuen Platindraht zu nehmen, fordert einen zu grossen Aufwand. Wenn man viel Spectral-Analyse betreibt, könnte man auf diese Art einige Tausende auf Platin vergeuden oder man müsste den Platindraht immer wieder aufs neue benützen. Man glaubt nun nicht, wie schwierig das ist. Wenn man den Platindraht eine Weile glühen gelassen hat, legirt sich das Platin mit Hilfe des in der Flamme reducirten Salzes mit Natrium, es entsteht Platinnatrium, allerdings nur in kleinen Mengen, aber von solcher Hartnäckigkeit, dass es nicht mehr zu vertreiben ist. Es scheint, als ob das leichtflüssige, reducirte Metall, förmlich dem Wärmestrahle folgend, in's Innere des Platins wandert. Dass das gewöhnliche Scheuern hier nichts hilft, davon habe ich mich überzeugt. Ich habe einen solchen Draht mit Salzsäure ausgewaschen, mit Königswasser behandelt, habe ihn endlich abgeschmirgelt und trotzdem, wenn ich ihn eine Weile glühen liess, habe ich, wenn auch nur flüchtig, das Spectrum der vorigen Analyse wieder gesehen. Da nun das bei analytischen Zwecken das Störendste ist, habe

ich den Platindraht ganz verbannt. Bei der gewöhnlichen Spectral-Analyse, wie ich sie treibe, verwende ich Eisendraht. Ich kann ohnediess nicht auf jene Spectren eingehen, von denen ich später reden will, welche nur dort auftreten, wo durch die plötzlich gestaute Strömung des elektrischen Stromes Wärme erzeugt und die Metalle verbrannt werden. Da wäre das Eisen nicht zu brauchen, weil es ein Eisenspectrum gäbe, übrigens in den äussersten Fällen wäre auch Platin nicht zu brauchen, da die Materien, die verflüchtigen sollen, selbst zu Drähten gemacht und durch die Gewalt des elektrischen Stromes verbrannt werden müssten und dieser Moment der Verbrennung müsste eben aufgefasst werden. Für die gewöhnliche Weingeistflamme oder die Bunsen'sche Flamme aber, verträgt das Eisen die Hitze sehr gut. Es gibt kein Spectrum, verunstaltet und stört die Flamme nicht im geringsten. Bei mir gilt jeder Draht nur für eine einzige Beobachtung und dadurch ist jede Störung ausgeschlossen. Wenn Sie nun auf einem solchen Draht, sei es nun ein Eisen- oder ein Platindraht, den betreffenden Stoff aufnehmen wollen, müssen Sie denselben glühend machen — man muss das immer thun, um sich zu überzeugen, dass der Draht doch nicht selber ein Spectrum gibt — und sich so von seiner negativen Reinheit überzeugen. Glüht nun der Draht, ohne dass er eine eigenthümliche Färbung der Flamme hervorruft, so senkt man ihn glühend in das betreffende Medium, in das Salz und lässt ihn erkalten. Es bleibt nun genug hängen, um es in die Flamme einzuführen; da zeigt sich dann die

charakteristische Färbung in kurzer Zeit. Sehen Sie, dieses Gelb ist optisch einfach, das ist das Natrium-Spectrum, und wenn Sie die Flamme durch das Galilei'sche Fernrohr ansehen, so gewahren Sie dieses Spectrum. Nacht ist es links und Nacht ist es rechts. Kaum dämmerig, kann ein scharfes Auge hier eine bräunliche, dort eine grünliche Dämmerung wahrnehmen, es ist finstere Nacht und in der Mitte, gleich an dem Theilstrich 50, da flammt eine intensiv orrangegelbe Linie auf und diese Linie ist die Natriumlinie. Hier gibt scheinbar der Spectral-Apparat kein anderes Bild als das freie Auge. Dass Sie eine Linie sehen, macht nur der Spalt, die Färbung aber macht die charakteristische Flamme, in der das Natrium gelb brennt; die gelbe Flamme sehen Sie ohnediess auch mit freiem Auge. Allein es gibt Elemente, wo sich die Sache ganz anders verhält. Ich will mir jetzt erlauben, einen andern neuen Draht glühend zu machen und ihn nunmehr in Lithiumsalz, nicht mehr in Natriumsalz einzusenken.

Als Salze, die zur Spectral-Analyse benützt werden können, eignen sich alle Salze mit flüchtigen Säuren. Also unter Umständen sogar Kohlensäure; Salzsäure, Chlorsäure, Salpetersäure sind die geeignetsten Salze für die Spectral-Analyse. Dagegen wird man Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure meiden. Je feuerfester die Säure ist, desto schlechter ist das Salz für die Spectral-Analyse geeignet. Beurtheilen Sie nur immer das Wesen der Sache selbst. In der Flamme des Gases muss der Körper zuerst verflüchtigen, bei der

Verbrennung zerlegt werden und das metallische Element muss reducirt werden, und das ist nur dann möglich, wenn die Verbindung nicht feuerfest und nicht ungeheuer fix ist.

Wenn Sie nun den Draht in Lithiumsalz senken und ihn dann in die Flamme halten, werden Sie in kurzer Zeit eine rothe Flamme entstehen sehen. Nun, sehen Sie, eine solche rothe Flamme bekommen Sie in zwei Fällen bei Lithium und bei Strontium. Wenn Sie dann einen Saum dieses rothen Lichtes durch den Spectral-Apparat ansehen, so ist eine Verwechslung gar nicht möglich, die für das freie Auge so leicht möglich wäre. Der eine Fall kommt beim Lithium vor. Lithium hat beinahe optisch einfaches rothes Licht. Es ist nur etwas Gelb beigemennt innerhalb der Natriumlinie vor 50. Dahier, ungefähr auf 45, ist ein äusserst dünner gelber Streifen gezogen, d. i. ein hingehauchtes Spaltbild in einem schwächtigen Büschel orangegelben Lichtes. Die Hauptfarbe des ganzen Lichtes aber ist optisch einfach, roth und concentrirt als Carminroth. Während Sie bei Strontian auch eine rothe Flamme beobachten, gewährt Strontian ein ganz anderes Spectrum. Sie haben auch die rothe Linie, dann eine ganze Reihe von orangegelben Linien bis gelb und dann eine charakteristische blaue Linie. Diese blaue Linie fehlt beim Lithium ganz. Die rothe Lithiumflamme hat nur Licht von der Brechbarkeit des Roth und Spuren vom Lichte von der Brechbarkeit des Orange, während die vom Strontian roth gefärbte Flamme ein Licht hat von der Brechbarkeit des Roth, dann eine

ganze Reihe von Lichtbüscheln von verschieden steigender Brechbarkeit in Orange und endlich ein Lichtbüschel von der Brechbarkeit des intensiv blauen Lichtes. Sie sehen nun, darum ist die blaue Linie die Leitlinie des Strontians, weil an ihr spectral-analytisch erkannt werden kann, ob die rothe Färbung der Flamme von Lithium oder von Strontian herrührt, und da jetzt die Projection der Mikrophotographie des Massstabes beleuchtet und das genaue Messen aller dieser Linien gestattet ist, so begreifen Sie, dass man von einer eigentlichen Spectral-Analyse spricht. Denn man darf nur diese Linie herausgreifen, so hat man damit ein Element markirt. Ich sage z. B. 17, 23, 153. Die Farbe brauche ich nicht anzugeben, denn was bis 35 hineinfällt, ist immer roth, was von 35 bis 50 hineinfällt, immer orange, was von 50 bis 60 hineinfällt, immer gelb, was von 60 bis 90 hineinfällt, immer grün, was von 90 bis 130 hineinfällt, immer blau, und endlich was von 130 bis 170 hineinfällt, immer violett. Die Farbengrenzen anzugeben, ist mithin nicht nöthig und diese Zifferreihe ist die chiffirte Formel des Kaliums, d. h. in der Sprache der Spectralanalytiker Kalium.

Einen Umstand kann ich nicht übergehen. Wenn Sie eine Weingeistflamme wie hier anwenden, so ist das eine Dochtflamme. Der Docht ist Baumwolle und Baumwolle ist eine Natronpflanze. Wenn Baumwolle verbrannt und eingeäschert wird, so hinterlässt sie etwas Natron in der Asche. Durch die thermische Zersetzung werden die Spitzen des Dochtes da, wo die

Capillarität ein Ende erreicht, verglüht und endlich sogar schwach veräschert, und es entwickelt sich auf diese Weise eine kleine Menge Natron. Es ist überhaupt unendlich schwer, dem Natriumspectrum zu entgehen. Gesetzt, es wäre möglich hier in dem Saale, dass Jeder theilnimmt an der Beobachtung, so würden Sie doch bei allen diesen verschiedenen Spectren immer, gleichsam darauf fallend, das Natrium-Spectrum sehen. Jede Bewegung, das Klopfen auf dem Boden würde Staub aufwirbeln, der Natrium enthält, unsere eigenen Thränen, der Schweiss, der Speichel enthalten Natrium; das Natrium ist allgegenwärtig in dem, was man Staub nennt und es bedarf einer wahrhaft fanatischen Scheuer, um das Natrium-Spectrum ganz verschwinden zu machen. Es kann das aber nicht immer geschehen und ist eine Aufgabe der feinsten Wissenschaft. Wir haben uns aber jetzt schon daran gewöhnt, die Coincidenz des Natrium-Spectrums stört uns gar nicht mehr. Natürlich, wenn es sich um einen Streit handeln würde, ob einem Elemente die gelbe Linie gebühre, müsste die Scheuer vorgenommen werden. Wenn Sie dann in einem diesbezüglichen Falle das Spectrum der Gasflamme ansehen, so dürfen Sie eigentlich gar keine Linie gewahren, sondern nur einen Dämmerhauch von Spectralfarben, als würden Sie dieselben durch ein trübes, weisses Glas ansehen. Wenn Sie das erreicht haben, ist das Natrium wirklich aus der Atmosphäre verschwunden und mit ihm sein Spectrum.

Ich glaube, es wird mir gelungen sein, Ihnen bei-
läufig klar zu machen, wie man nun vorgeht bei der

Spectral-Analyse. Das zu betrachtende Element muss in einer Verbindung sein, die nicht stört, die leicht verflüchtigt und die doch ziemlich reducirbar ist; es muss in einer lichtlosen, heissen Flamme verflüchtigen. Von dem Saume dieser Flamme lassen Sie nun ein Strahlenbündel durch den enggestellten Spalt hereinfallen auf das Prisma, beobachten die Erscheinungen durch das Galilei'sche Fernrohr und fixiren sie durch das Spiegelbild der Mikrophotographie Ihres hell beleuchteten Massstabes.

Auf diesem Wege nun, nachdem er einmal gebahnt war, ist gleich die Entdeckung zweier Paare von Elementen gelungen, und zwar sind diese Elemente in Stoffen entdeckt worden, die viele hundert Male die Hände der routinirtesten Analytiker passirt hatten, die auf das Genaueste untersucht worden waren, ohne dass man eine Spur dieser Elemente erkannt hätte. Sie sehen, welch' einen ungeheueren Werth in der Wissenschaft die Veränderung des Hilfsmittels hat. Die Veränderung des Hilfsmittels ist mehr werth, als die Entdeckung eines Stoffes selber, weil im Gefolge neuer Hilfsmittel ganze Perlenschnüre von Kostbarkeiten zu Tage kommen, eine ganze Reihe von Entdeckungen gelingt. So hat das Spectroskop in kurzer Zeit schon die Entdeckung von 4 Elementen veranlasst. Die zwei ersten sind leichte Metalle, Alkali-Metalle, und sind von Bunsen und Kirchhoff, den Entdeckern der Spectral-Analyse, selbst entdeckt worden, und zwar in einem Mineral, das wirklich die peinliche Frage der Wissenschaft

überstanden, das die höhere Folter der Theorie erduldet hat. Sie sehen hier den Schuppen-Glimmer. Derselbe wurde gepulvert als Lila-Streusand verwendet, ohne da aber besondere Dienste zu thun; in Norwegen kommt er massenhaft vor, wird in Schottland zum Bestreuen der Parkwege, in Frankreich zu Glassätzen benützt und leistet dabei ausgezeichnete Dienste. Sie sehen in diesem Schuppen-Glimmer oder Lepidolith das Mineral, das uns möglicherweise einmal von der abscheulichen Bleiglasur befreien wird. Dieser Lepidolith bildet ganze Berge und Hügel, so bei Rozena in Mähren, im böhmisch-sächsischen Erzgebirge; in den Bergen Norwegens und Nordamerikas sind Massen von diesem Mineral für viele Generationen niedergelegt. Man hat längst gewusst, dass in diesem Lepidolith Kalium, Natrium, Thonerde, Kieselerde, Eisenoxyd und Manganoxydul enthalten ist, und dann ist in ihm die Entdeckung des Lithiums von Arfvedson durchgeführt worden. Das Lithium, das in der Medicin gebraucht wird, das ein vortreffliches Lösungsmittel für Harnsäure ist, dieses Lithium war nun durch volle 20 Jahre bekannt als Bestandtheil des Lepidoliths. Zahlreiche Analysen wurden von den berühmtesten Chemikern, unter anderen auch von Heinrich und Gustav Rose, die factisch zu den Triariern der Analyse gehören, vorgenommen, ohne dass einer von ihnen einen andern als die bereits erwähnten Stoffe gefunden hätte. Als nun Bunsen etwas Lepidolith zerdrückte, mit Salzsäure zu einem Brei machte und diese Masse in die Flamme hineinhielt,

gewahrte er bereits, dass der Lepidolith noch andere Metalle enthalten müsse, und so gelang die Darstellung zweier neuer Alkali-Metalle, des Rubidiums und Cäsiums, und diese beiden neu entdeckten Metalle sind mit den drei früher bekannten Alkali-Metallen, Natrium, Lithium und Kalium, alle 5 Glieder einer Familie und an Fluor gebunden, in diesem Glimmer vorgefunden worden. Diese Glimmer sind wahre Stelldicheins der Alkalimetalle. Hier sehen Sie diesen Glimmer und Sie werden nun gleich gewahren, dass das Cäsium sich durch seine charakteristische blaue Doppellinie zwischen 106 und 109 im blauen Felde verrathen muss. Cäsium heisst lateinisch himmelblau, davon kommt der Name des Metalles. Die Strontiumlinie ist nicht coincident und lässt sich von dieser scheiden, freilich nur durch eine genaue Messung mit Hilfe des Massstabes. Sie sehen, dass die blaue Strontiumlinie beinahe in die Mitte zwischen die beiden Cäsiumlinien zu liegen kommt. Wenn der Spalt ein wenig weiter ist, so können die Büschel zu einem blauen Fache zusammenfliessen, daher muss der Spalt enger gehalten werden, das Fernrohr muss vergrössern und der Massstab muss mit Schärfe messen. In der Wissenschaft hat nur die Ziffer, das Mass vollen Werth; das, was gemessen und bestimmt werden kann, die Zahl ist die Bestimmung der Erscheinung. Ebenso hat man auch sehr bald das Rubidium erkannt, denn soweit hinaus reichte kein Roth. Bisher war Kalium mit 17 schon das weiteste Roth. Das Rubidium lässt beinahe im

überrothen Spectrum zwei rothe Linien aufflammen; eine schwache Vorlinie auf 14 und dann auf 15 eine sehr prägnant hervortretende rothe Linie und daran ist das Rubidium erkannt worden. Zugleich muss ich bemerken, dass es auch noch zwei violette Linien hat und dass die violetten Linien ein wenig gerückt sind, gerade so, als wenn Sie das Kalium-Spectrum von rechts nach links verschoben sehen würden. Sie sehen also, dass man mit Hilfe des Apparates Cäsium und Rubidium erkennen konnte, nun werden Sie aber auch sehen, dass man sie ohne diesen Apparat sogar nie erkannt hätte. Die Cäsiumflamme ist genau so violett wie die des Kaliums, man kann mit freiem Auge schlechterdings auch nicht den geringsten Unterschied erkennen. Aber nicht bloss die Flammenfärbung für das freie Auge ist identisch. Als ob die Natur es zum Hohne gethan hätte, um alle analytischen Versuche zum Scheitern zu bringen, so sind alle Lösungsmittel, alle Fällungsmittel dieselben bei Kalium, Cäsium und Rubidium. Platin-Chlorid gibt mit Kalium eine charakteristische Verbindung, mit Rubidium und Cäsium dieselbe. Pikrinsäure fällt aus den Kalisalzen hell orangegelbes, saures pikrinsaures Kali; mit Cäsium und Rubidium dasselbe. Cäsium und Rubidium sind für die Analyse auf nassem Wege dem Kalium so täuschend ähnlich, wie sie für das freie Auge eine gleiche Flammenfärbung bilden, ja es ist heutzutage noch die Trennung der drei Metalle eine analytische Schwierigkeit; für das Rubidium ist sie nicht einmal noch durchgeführt. Sie sehen also, dass der Chemiker

Meister sein konnte im Gebrauche seines Handwerkzeuges und dennoch das Cäsium und Rubidium übersehen musste. Erst die Spectral-Analyse hat den Staar gestochen dem blöden Auge der Wissenschaft und jetzt kann jeder Primaner Kalium, Cäsium und Rubidium unterscheiden.

Schon einmal hat die Untersuchung des Schlammes in den Schwefelsäure-Fabriken einen fruchtbaren Erfolg gehabt. Berzelius entdeckte das Selen. Mit Hilfe des Spectroskopes wurde abermals der Flugstaub untersucht, wie er in jenen Schwefelsäurefabriken sich absetzt, welche Kiese von gewisser Beschaffenheit verarbeiten. Eine neue Entdeckung wurde gemacht von Crookes in England und L'Ami in Frankreich, unabhängig von einander und beinahe gleichzeitig. Diese haben in dem Flugstaub ein neues spectral-analytisches Element entdeckt, das Thallium. In der Fabrik zu Aussig an der Elbe wurde ebenfalls dieses Vorkommen beobachtet und ein ehemaliger Schüler von mir ist es, der die Beobachtung gemacht hat, dass dieser Flugstaub thalliumhältig ist und daraus Thallium dargestellt werden könne, und wirklich ist es auch gelungen, Thallium daraus reichlich zu gewinnen. Auf der Weltausstellung war von Thallium ein Schwamm im Gewichte von 25 Pfunden ausgestellt. Dieses Thallium ist ein schweres Metall und läuft merkwürdigerweise an der Luft derart an, dass es ganz braun wird und jedes metallartige Ansehen verliert. Es ist so wie Blei und lässt sich, wie dieses, mit dem Messer schneiden. Wenn Sie es schneiden oder schaben, werden Sie sehen,

dass es glänzend wird; nun läuft es aber ungemein schnell an. Es ist schwerer als Blei, weicher als Blei und hat auch ein etwas höheres Atomgewicht als Blei. Es steht zwischen Blei und Wismuth in der Mitte und sein Oxyd ist noch immer entschieden alkalisch; im Wasser theilweise löslich, macht es einen sehr hübschen Uebergang von den Alkali-Erden zum Blei. Auch das Bleioxyd hat eine Neigung, alkalisch zu werden. Wenn Sie Bleioxyd mit Wasser übergiessen, grünt es den Veilchensaft. Ein Stoff, der den Veilchensaft grün färbt, ist alkalisch und Bleioxyd, im Wasser suspendirt, wird sogleich auf den Veilchensaft reagiren. Das Thallium, das auf diese Weise beim Rösten des Kieses in den Oefen der Bleikammern entdeckt wurde, kommt in den Kiesen vor. Das sind die Kiese, welche die Fabrik zu Aussig an der Elbe benützt, um in schweren Zeiten aus dem Schwefelkies selbst Schwefel zu machen. Das ist ein Kies, der unmittelbar aus der Umgebung von Aussig stammt, er ist ein böhmisches Rohproduct. Hier aber ist ein zweiter Kies aus der Umgebung von Magdeburg. Die preussischen Bahnen liefern nämlich bei ihren günstigeren Frachtverhältnissen diess Material so billig, dass man es besser verarbeiten kann, als das böhmische. Die beiden Kiese sehen ganz verschieden aus, und nach dem Ansehen sind Sie nicht im Stande, über den Thalliumgehalt ein Urtheil zu fällen, und doch sind beide gleich thalliumhältig. Würde Thallium einmal in grossen Mengen gefunden werden, wozu vielleicht Mexiko Hoffnung gibt, — die mexikanischen Kiese

sind bedeutend thalliumreicher als die europäischen — würde einmal das Thallium reichlicher gewonnen werden, so dass es von dem fabelhaften Preise der Curiosität herabklettern könnte, so würde es vielleicht sehr brauchbare Farben liefern. Chromsaures Thallium z. B. hat eine sehr schöne gelbe Farbe, die sich ganz hübsch mit Oel anreiben lässt, allerdings sind sie aber an der Luft nicht viel beständiger als die Bleifarben.

Das vierte Metall endlich wurde in diesem Körper aufgefunden, d. i. in der sogenannten Zinkblende von Freiberg. Das ist noch spärlicher in diesem Fall; während man das Thallium aus dem Flugstaub noch in ziemlicher Menge darstellen kann, muss man, um Indium zu erhalten, die Zinkblende in vielen Zentnern in Angriff nehmen, um nur kleine Mengen zu erhalten, so dass es für das Laboratorium noch gar nicht geeignet ist. Indium ist auch natürlich kein Gegenstand des Drogenhandels. Es hat ein optisch einfaches Licht und führt seinen Namen daher, dass es im Spectroskop eine charakteristische, indigoblaue Linie hat, an der es gleich erkannt werden kann.

Indium hätte eine grosse Zukunft für die Photographie, da es an übervioletten Strahlen sehr reich ist. Bei einer Lampe von Indium könnte man in grösster Dunkelheit scharfe Lichtbilder erzeugen, denn nicht das sichtbare Licht ist es, welches photographirt, sondern die nicht sichtbaren, übervioletten Strahlen. Der rothgelbe Theil des Spectrums ist gänzlich todt für die reducirende Photographie und am stärksten wirkt der Theil jenseits

des violetten Endes über 170 hinaus, der für unser menschliches Auge nicht mehr sichtbar ist. Richter und Reich sind die beiden Forscher, welche zusammen das Indium in der Freiburger Blende entdeckt haben.

Es sind also mit Hilfe dieses einfachen Apparates bereits vier neue Elemente entdeckt worden, das Cäsium, das Rubidium, das Thallium und das Indium. Das Cäsium von ungeheurer wissenschaftlicher Bedeutung, weil es das Kalium vom Throne der elektropositiven Reihe herabgestossen hat. Wir wissen heute, dass das Cäsium das elektro-positivste aller Metalle ist. Lange Zeit hat Kalium dafür gegolten. Das Thallium, interessant wegen seines prachtvollen grünen Lichtes und daher für die Pyrotechnik von grosser Bedeutung. Wenn man einen heissen Draht in Thalliumsalz senkt und hält dann denselben in die Flamme, so wird die Flamme sehr schön grün und ein brauner Rauch steigt auf. Das ist die Asche des verbrannten Thalliums; Thalliumoxyd ist braun. Wenn das Thallium billiger wird, hat es eine grosse Zukunft in der Farbenchemie, jedenfalls aber in der Pyrotechnik. Ein so reines Grün gibt es nicht wieder. Das Indium hätte seine Zukunft in der Photographie. Eine Lampe, die mit einem Indium-Blechstreifen gespeist wird, der sich durch ein Uhrwerk langsam vorschiebt, würde überviolette Strahlen geben, so dass sich unter allen Umständen ein prägnantes, scharfes Lichtbild erzeugen liesse.

Aber damit kann ich heute noch nicht abschliessen. Gestatten Sie mir noch einige Worte. Sehen Sie, ein

Zufall hat es gewollt, dass während Bunsen, der der Meister der physikalischen Chemie der Jetztzeit zu nennen ist, in den Apparat hineinsah, während Natrium eingestellt war, um den Massstab mit aller Präcision zu fixiren, einer seiner Schüler, ohne auf die Beobachtung seines Professors Acht zu haben, rückwärts in der Flamme etwas Magnesium aufflackern liess. So lange diese Erscheinung dauerte und das Magnesium brannte, erschien plötzlich die gelbe Natriumlinie als ein dicker, schwarzer Strich, während das prächtigste Leuchtspectrum zu sehen war. Die Folgeschwere dieser zufälligen Entdeckung war eine so überwältigende für Bunsen, dass er augenblicklich an die Correspondenz dieses Factums ging und es hervorragenden Fachgenossen mittheilte. Dadurch war etwas erklärt worden, wonach man so lange geforscht hatte, was man zwar wunderschön demonstriren konnte, was man beinahe mathematisch zu berechnen verstand durch die Euler'sche Theorie der Undulation, aber ohne es wahrhaft zu begreifen. Die Frauenhofer'schen Linien nämlich waren plötzlich vollkommen klar und deutlich geworden. Die Frauenhofer'sche Linie D ist nichts anderes als die durch äusserst grelles Licht ausgelöschte Spectrallinie des Natriums. Und so wurde der Versuch mit allen übrigen Spectren wiederholt und bestätigt. Alle Spectrallinien, die wir inmitten der Dämmerfarben mit charakteristischer Färbung gewahren, verwandeln sich in einen schwarzen Strich, welchen sie auf dem Leuchtspectrum projicirt sehen, wenn Sie hinter der Bunsen'schen Flamme eine grelle Photo-

sphäre aufflammen lassen. Nun waren die Frauenhofer'schen Linien, um die sich die Physiker bisher umsonst die exegetischen Zähne ausgebissen hatten, erklärt. Die Frauenhofer'schen Linien sind nichts anderes, als die durch das ungemein helle Licht der Sonne ausgelöschten Spectrallinien der Elemente, die sich in der Sonnenatmosphäre verflüchtigen. Und jetzt galt es, Sternspectren zu studiren, und jetzt entstand eine neue Wissenschaft, von der man sich früher nichts hatte träumen lassen, nämlich die Astrochemie. Vorzügliche Astronomen lernten jetzt in den Laboratorien Spectral-Analyse. Gute, geübte Chemiker liessen sich auf den Sternwarten verwenden und suchten nun um jeden Preis die verschiedenen Spectren der Sterne festzuhalten. Zugleich suchten die Chemiker mit immer grösseren Apparaten, mit immer besseren Perspectives die Spectral-Analyse zu betreiben, die Spectral-Elementarbilder der Metalle zu studiren und jetzt ging es an's Vergleichen mit Hilfe des Massstabes und so gelang es zu constatiren, dass die Frauenhofer'schen Linien A und B Kaliumlinien sind, dass die Frauenhofer'sche Linie D die orangegelbe Natriumlinie ist; es gelang zu constatiren, dass beispielshalber im Spectrum des Sternes α im Sternbilde des Stieres, dass in dem sogenannten Aldebaran in diesem wunderschönen flammenden Sterne, einer Centralsonne, mit zweifelloser Gewissheit vorkommen die Elemente Calcium, Magnesium, Quecksilber, Antimon, Wismuth, Wasserstoff. Man hat Kobalt und Eisen nachgewiesen und einige der früher genannten Elemente im Sterne Beteigeuze, α des Orion. Im Sterne T

der nördlichen Krone hat man Natrium nachgewiesen. Ja sogar im Spectrum des Lichtes eines Nebelfleckens, im Nebelflecken 37 h, IV, im Drachen, hat man noch deutlich nachzuweisen vermocht die Linie des Stickstoffes, die Linie des Baryums und die Linie des Wasserstoffes. Sowie die Sache heute steht, lässt sich mit zweifelloser Bestimmtheit aussprechen: wir besitzen in diesem wundervollen Apparat ein Mittel, um nicht etwa gewagte Hypothesen, kühne Träume, freche Combinationen, sondern die besonnensten, mit mathematischer Sicherheit wetteifernden Schlüsse der Naturforschung zu ziehen über die Zusammensetzung, und elementare Bildung von Sonnenballen und Fixsternen, die Milliarden Meilen von uns entfernt sind, und es hat sich auch heute schon der Beweis herstellen lassen, dass die Elemente, welche den Erdball, diesen kleinen Planeten, zusammensetzen, dass dieselben Elemente es sind, die das ungeheure All zusammenhalten.

Diese wunderbar schöne Ansicht, die Solidarität der Elemente durch's Universum, ist der Triumph dieses Apparates.

Es wird ausdrücklich bemerkt, dass die Vorträge des Herrn Prof. Kletzinsky nicht nach einem Manuscripte desselben, sondern nach flüchtigen stenographischen Aufnahmen gedruckt wurden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Kletzinsky Vinzenz

Artikel/Article: [Ueber die Elemente der Spectral-Analyse. 149-180](#)