

Die  
**chemische Analyse**

durch

**Spectralbeobachtungen.**

Von

**DR. GUSTAV TSCHERMAK.**

Vortrag, gehalten am 16. December 1861.



Eine der Hauptaufgaben der experimentirenden Chemie besteht in der Zerlegung der Stoffe in ihre Bestandtheile, d. h. in einer solchen Veränderung derselben, dass stets mehrere Stoffe aus einem entstehen. Unzählige und wunderbare Resultate haben die Bemühungen der Chemiker auf diesem Felde geliefert, seitdem eine strengere Methode und richtige Auffassung Platz gegriffen hatte. Vor Allem handelt es sich nur immer um die letzten Bestandtheile, d. i. jene Stoffe, die man bei fortwährenden Veränderungen erhält, die sich nicht weiter zerlegen lassen und einfache Stoffe, unzerlegte Stoffe heissen. Der Versuch, die Art der letzten Bestandtheile zu ermitteln, heisst die qualitative Analyse, jener, das Mengenverhältniss der Bestandtheile zu bestimmen, die quantitative Analyse.

Um nun zu erkennen, aus welchen Bestandtheilen ein Körper zusammengesetzt sei, werden die verschiedensten Mittel angewendet; die Methode der qualitativen Untersuchung umfasst also eine grosse Zahl von Experimenten, welche die Merkmale der verschiedenen

Stoffe erkennen lassen. So z. B. erkennt man den Silbergehalt eines Körpers daran, dass in der Auflösung desselben durch einen Tropfen Salzsäure, ein weisser Niederschlag entsteht, so erkennt man die Gegenwart von Kobalt daran, dass die Probe geschmolzenen Borax blau färbt; so findet man einen Gehalt an Natrium, wenn man den Körper einer blassen Flamme aussetzt, bei Gegenwart dieses Metalls färbt sich die Flamme gelb. — Die in letzterem Beispiel erwähnte Methode nun, welche die Beobachtung der Flammenfärbungen begreift, hat in der neuesten Zeit einen ungeahnten Aufschwung genommen, worüber zu berichten Zweck der folgenden Mittheilung ist.

---

Wenn man einen Strahl weissen Sonnenlichts durch eine Glaskante gehen lässt, so erscheint er bekanntlich nach dem Durchgang als divergirendes Farbenbüschel, in welchem die Farben in der Regenbogenreihe auf einander folgen. Lässt man dieses farbige Licht auf weissen Grund fallen, oder beobachtet man es direct, so erblickt man ein farbiges Bild, das sogenannte Sonnen-Spectrum, in welchem die genannten Farben in ununterbrochener Reihe an einander schliessen. Bei genauerer Betrachtung des Sonnen-Spectrums, das man durch einen recht schmalen Lichtstrahl hervorgerufen hat, indem man das Licht nur durch einen dünnen Spalt eintreten liess, erblickt man

darin viele schwarze Linien in unregelmässigen Zwischenräumen. Es sind dies die sogenannten Fraunhofer'schen Linien, von denen noch später die Rede sein wird. Wenn man nun andre Lichtquellen, z. B. eine blasse Gasflamme, wie sie von der jetzt in chemischen Laboratorien so häufig gebrauchten Bunsen'schen Kochlampe geliefert wird, auf dieselbe Weise untersucht, so findet man ein Spectrum, das von dem des Sonnenlichts bedeutend verschieden ist. Es fehlen nämlich gewisse Parteen des letzteren, so dass das Spectrum der Gasflamme ein unterbrochenes ist und aus lauter parallelen farbigen Streifen besteht. Schon vor einiger Zeit (1856) hat der Physiker Swan dieses Spectrum genauer studirt und gefunden, dass die farbigen Linien eine bestimmte unveränderliche Lage gegen einander einnehmen, die sich scharf bestimmen lässt, indem z. B. die rothe Linie genau an der Stelle auftritt, wo im Sonnen-Spectrum dieselbe Nüance von Roth erscheint, die blaue Linie nur im Gebiet des Blauen etc. Im Ganzen aber ist das Spectrum der blassen Gasflamme wenig merkbar. Hält man hingegen in die Flamme ein wenig Kochsalz hinein, so wird sie gelb gefärbt, ihr Spectrum aber besteht aus einem einzigen gelben Streifen, der so hell leuchtet, dass das blasser Spectrum der Flamme fast verschwindet. Wird statt Kochsalz Strontium-Salz in die Flamme gebracht, so sieht man im Roth und Orange vier helle Streifen und noch einen im Indigoblau. Diese und mehrere andere Versuche machte Müller

im Jahre 1845, doch blieben sie für die Chemie ohne Folgen.

Unterdess wurden von mehreren ausgezeichneten Physikern auch mit grosser Genauigkeit die Spectra des elektrischen Lichtes untersucht, so von Masson und Willigen. Man erkannte, dass die Spectra verschieden seien, je nach dem Gase, durch welches der Funke hindurchschlägt und nach dem Metalle, von welchem er überspringt, und lernte so das Spectrum des Sauerstoffs, des Stickstoffs, des Eisens, des Kupfers u. a. kennen. Angström lieferte eine genaue Untersuchung der Gas-Spectra. Plücker bestimmte 1857 mit grosser Genauigkeit diese und die Spectra vieler einfacher Körper: So zeigte der von Natrium überspringende Funke ein Spectrum, das aus einem gelben Streif besteht u. s. f. Aus all den Untersuchungen ging hervor, dass bei jeder farbigen Flamme, ob sie nun eine Verbrennungsflamme oder ein elektrischer Funke sei, die Färbung und somit das Spectrum von leuchtenden Theilchen einfacher Stoffe herrühre und jeder solche Stoff ein anderes Spectrum gebe und dass, wenn mehrere solche Stoffe zugleich in die Flamme kommen, deren Spectra über einander gelegt, also zugleich erscheinen.

Dieser letztere Satz nun sollte für die Chemie und die Physik des Himmels die grösste Wichtigkeit erlangen, als Bunsen, der sich eben damit beschäftigt hatte, durch einfache Beobachtung der gefärbten Flammen die Gegenwart der leichten Metalle: Natrium,

Kalium, Lithium neben einander nachzuweisen, und Kirchhoff die Spectralbeobachtung gefärbter Flammen zum Gegenstande ihrer Forschung machten. (1859 u. f.) Sie zeigten, dass dem vorhin Gesagten zufolge die Gegenwart mehrerer solcher Metalle neben einander leicht erkannt werden könne, wenn man eine kleine Menge des Körpers, der sie enthält, in eine blasse Gasflamme bringe und nun das Spectrum der letzteren beobachte. Sie construirten einen Apparat, der die Beobachtung möglichst erleichtert und machten so die „Spectral-Analyse“ bei den Chemikern schnell populär; sie zeigten, dass das kleinste Stäubchen Substanz genüge, um ein bemerkbares Spectrum zu erzeugen, und so die Bestandtheile zu erkennen, dass also diese Methode an Empfindlichkeit keiner andern etwas nachgebe, ja in den meisten Fällen sie weit übertreffe. Man war nun im Stande, die Metalle Kalium, Natrium, Lithium, Calcium, Strontium, Baryum, leicht neben einander zu erkennen, bei anderen Metallen hingegen war die Spectral-Methode wenig anwendbar.

Bald sollten die Chemiker noch mehr Interesse für diesen Gegenstand gewinnen: Die beiden genannten Beobachter ahnten bald, dass wegen der grossen Empfindlichkeit der Spectral-Methode es gelingen könne, noch unentdeckte Metalle, die sich in geringer Menge in der Natur vorfinden, aufzuspüren. Sie hatten sich nicht getäuscht. Ihre Bemühungen wurden durch die Entdeckung zweier neuen, dem Kalium

ähnlichen Metalle: des Cäsium und Rubidium, mit dem glänzendsten Erfolge gekrönt. Fürwahr ein ungeahnter Fall: durch optische Beobachtungen neue einfache Stoffe aufzufinden!

Die neuen Metalle waren nur in kleinen Mengen in verschiedenen Mineralwässern gefunden und daraus mit vieler Mühe und grossen Kosten zur genaueren Untersuchung gewonnen worden. Nun aber, nachdem die Spectra derselben bekannt waren, gelang auch Anderen die Nachweisung derselben, und sie wurden bald in mehreren Wässern und Mineralien erkannt, überall aber nur geringe Mengen.

So wie nun Bunsen besonders dem chemischen Theile der Spectral-Frage seine Aufmerksamkeit zuwendete, so verfolgte Kirchhoff den Gegenstand in anderer Richtung. Der Umstand, dass die hellen Linien vieler Flammen-Spectra genau an der Stelle von Fraunhofer'schen Linien des Sonnen-Spectrum auftreten, hatte schon bei Fizeau und auch bei Thomson den Gedanken wachgerufen, es möge dies über die substantielle Beschaffenheit der Himmelskörper Aufschluss geben. Ohne dass nun Kirchhoff diese Vermuthungen kannte, verfolgte er die genannte Idee in umfassender Weise.

Er zeigte, dass farbige Flammen für jenes Licht, das sie selbst ausstrahlen, undurchsichtig seien, dass also z. B. eine gelbe Flamme, auf welche ein sehr starkes weisses Licht auffällt, einen leisen Schatten wirft, in welchem jenes Gelb fast ganz fehlt. Fast



ganz, denn die Flamme strahlt ja doch gelbes Licht aus; weil indessen das darauffallende Licht viel stärker ist, so verliert sich dieses wenige Gelb des Contrastes wegen. Wenn man sich nun ein sogenanntes Drummond'sches Licht herstellt, welches durch Kalk hervorgerufen wird, der in der Hydro-Oxygengas-Flamme weiss glüht, und dessen Spectrum betrachtet, so findet man es so wie das Sonnen-Spectrum, aber es fehlen die Fraunhofer'schen Linien. So ist es bei allen starren, weiss glühenden Körpern. Lässt man hierauf dieses Licht durch die mit Kochsalz gelb gefärbte Flamme gehen, und betrachtet jetzt das Spectrum, so bemerkt man an derselben Stelle, wo sonst die helle gelbe Natrium-Linie auftritt, eine dunkle — was man sich nach dem früher Gesagten leicht erklärt: die gelbe Flamme nimmt aus dem weissen Licht dieselbe Lichtgattung weg, was sie hingegen selbst ausstrahlt, ist eine so geringe Menge, dass der Ort jenes Gelb im Spectrum dunkel erscheint. Und genau diese dunkle Linie findet sich auch unter den Fraunhofer'schen! So wie mit der Natrium-Flamme ist es auch mit den anderen und man kann bei dem eben beschriebenen Experiment, indem man in die Flamme eine grössere Anzahl von Substanzen wie Eisen, Magnesium, Kupfer etc., bringt, alle Fraunhofer'schen Linien im Spectrum hervorbringen.

Wenn nun die Sonne, so meint Kirchhoff, ein starrer glühender Körper wäre, umgeben von einer, dampfförmigen, ebenfalls glühenden Hülle, in welcher

Natrium-, Eisen-, Magnesium- etc.-Dämpfe enthalten wären, so müssten alle jenen dunklen Linien im Sonnen-Spectrum auftreten, die wir wirklich darin finden, und somit wären dieselben erklärt, und nachgewiesen, aus welchen Stoffen die Hülle der Sonne bestehe. Nun haben aber astronomische Beobachtungen wirklich ergeben, dass sich an der Sonne um einen leuchtenden Kern eine wenig leuchtende, leicht bewegliche Hülle zieht, dass sich also die Sonne wirklich so verhält, wie eine weiss glühende Kugel, um welche eine blasse Flamme spielt.

Kirchhoff's Idee hat sonach eine mächtige Stütze und Viele, welche die genaue Uebereinstimmung der Oerter der Fraunhofer'schen Linien im Sonnen-Spectrum und die hellen Metall-Linien in den Flammen-Spectris bestätigt fanden, theilen seine Ansicht. Durch höchst mühsame und langwierige Beobachtungen nun hat Kirchhoff ermittelt, welche einfachen Stoffe zusammen genommen alle die Fraunhofer'schen Linien liefern würden, und welche von den Metall-Linien unter den Fraunhofer'schen fehlen. Aus diesen Beobachtungen hat sich ergeben, dass viele der irdischen einfachen Stoffe in der Sonnenhülle auftreten, manche aber, wie Gold, Arsen und andere darin fehlen. So wurde also in unseren Tagen sogar die Sonnenhülle einer chemischen Analyse unterworfen und erwiesen, dass sie aus denselben Stoffen wie unser Erdball bestehe!

Dass diese Resultate ebensosehr den Physiker, wie den Chemiker, Astronomen, Geologen interessiren, lässt sich denken; daher haben auch die Arbeiten Kirchhoff's und Bunsen's die allgemeine Aufmerksamkeit in so hohem Grade auf sich gezogen, wie selten irgend ein Resultat der Naturforschung. Manche sprachen dabei von einer Vermählung der Astronomie mit der Chemie: Möge man nie zweifeln, dass die Wissenschaft nur Eine sei!

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1863

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Tschermak Gustav (Edler von Seysenegg)

Artikel/Article: [Die chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen. 143-153](#)