



**Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der  
Chemie**

**Stöckhardt, Julius Adolph**

**Braunschweig, 1881**

Zusammenstellung der wichtigsten Reactionserscheinungen

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-88906)

## Optische Reactionserscheinungen,

durch welche gewisse mineralische Substanzen beim Glühen in einer Gas- oder Weingeistflamme erkannt werden können.

### I. Spectralprobe.

Ein farbloser Sonnenstrahl wird bekanntlich beim Durchgehen durch ein Prisma in Strahlen von verschiedener Farbe und Brechbarkeit zerstreut, welche, auf eine Fläche geworfen, ein längeres, regenbogenfarbiges Bild, das Sonnenspectrum, darstellen. Durch ein Fernrohr gewahrt man in diesem eine sehr grosse Anzahl theils stärkerer, theils schwächerer dunkler Querstreifen, die sogenannten Fraunhofer'schen Linien. Da diese Linien immer an derselben Stelle des Spectrums auftreten, so hat man acht davon, welche eine besondere Deutlichkeit besitzen, mit den Buchstaben A bis H bezeichnet, um sie als feste Orientirungspunkte benutzen zu können. (S. die oberste Farbenscale der folgenden Tafel.)

In gleicher Weise erhält man auch von einer Gas- oder Lichtflamme ein Spectrum, wenn man einen Strahl davon durch einen engen Spalt und dann durch ein Prisma fallen lässt. Bringt man in die Flamme solche Substanzen, welche ihr eine besondere Färbung ertheilen, z. B. Kochsalz, das sie gelb färbt, oder Kali-, Strontian- oder Lithionverbindungen, die ihr eine rothe Farbe ertheilen, so treten auch in den Farben des Spectrums Änderungen ein, und es kommen insbesondere an bestimmten Stellen des letzteren leuchtende und gefärbte Streifen oder Linien zum Vorschein. Für manche Körper, namentlich die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden, sind diese „Spectrallinien“ nach Farbe und Ort so charakteristisch, dass sie als Reactionserscheinungen der einfachsten und empfindlichsten Art zur Auffindung und Unterscheidung dieser Metalle, selbst wenn sie mit einander vermischt vorkommen, benutzt werden können. Die Genauigkeit dieser Prüfungsmethode (Spectralanalyse) geht fast ins Unglaubliche, denn es ist erwiesen, dass sich mittelst derselben noch Hunderttausendstel, ja Milliontel eines Milligramm von einigen dieser Metalle deutlich erkennen lassen.

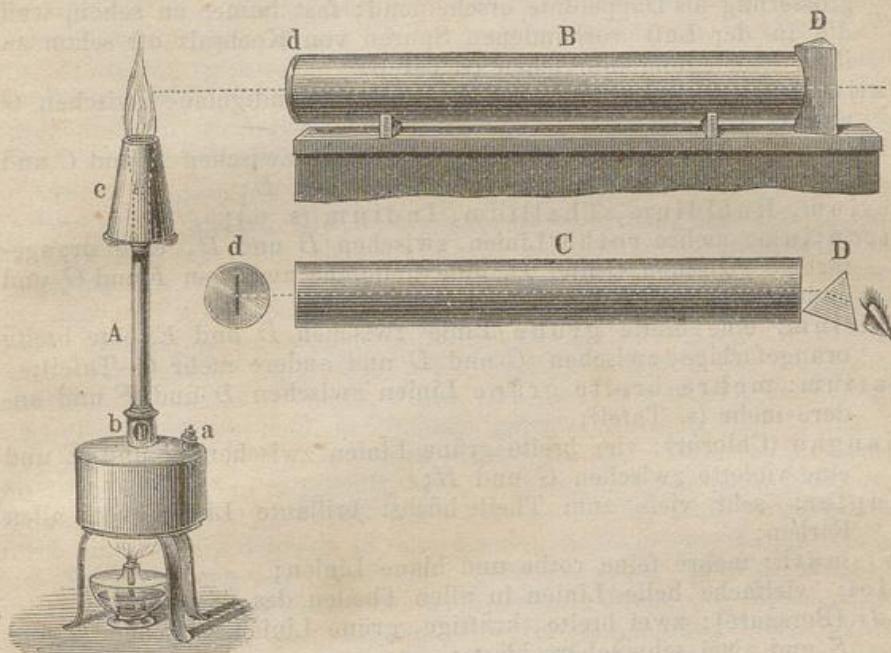
Als glänzende Belege für die umfassende chemische Bedeutung dieser neuen analytischen Methode führten die Entdecker derselben, Kirchhoff und Bunsen, alsbald zwei neue Alkalimetalle, Cäsium und Rubidium (276), in die Chemie ein, auf deren Existenz sie durch besondere Spectrallinien, welche keinem der bekannten Alkalimetalle zugeschrieben werden konnten, zuerst aufmerksam gemacht wurden. Diese Linien weiter als Wegweiser und Prüfsteine benutzend, gelang es den genannten Forschern unschwer, die zwei neuen Metalle von dem mit ihnen eng verbundenen Kalium abzuscheiden und rein darzustellen. Und bald darauf trat noch ein drittes neues, dem Bleie nahe stehendes Metall, das Thallium, hinzu, welches Crookes in Rohschwefel, Schwefelkies etc. auffand, und neuerdings ein vierthes, das von Reich und Richter in Zinkblende entdeckte Indium. Das Spectrum des Thalliums ist ausgezeichnet durch eine einzige intensive grüne Linie auf schwarzem Grunde (zwischen D und E), das des Cäsiums durch zwei helle blaue Linien (zwischen F und G), das des Rubidiums durch zwei rothe Linien (vor A), das des Indiums durch zwei blaue Linien (zwischen F und G und G und H). An diese Linien sollen die Namen erinnern, welche man diesen Elementen gegeben.

Zu genauen wissenschaftlichen Spectralbeobachtungen dienen die grösseren, von Kirchhoff und Bunsen construirten Apparate, bei denen man die Spectra der Bunsen'schen Gaslampe oder der mit Bunsen'schem Brenner versehenen Weingeistlampe, Fig. 219, in deren Flamme die zu prüfenden Körper auf dem Ohr eines feinen Platindrahtes (bis über 2000° C.) erhitzt werden, mittelst eines etwa viermal vergrössernden Fernrohres betrachtet. Weit einfacher und billiger ist der Heuer'sche Apparat, dessen Einrichtung nebst der oben genannten Lampe durch die nachstehende Figur verdeutlicht werden mag. Fig. A stellt zunächst die (kupferne) Weingeistlampe mit Bunsen'schem Brenner dar\*). a ist die mit einem Ventil versehene Eingussöffnung, b die Oeffnung für den Eintritt der Luft zu den Spiritusdämpfen, c der Schornstein. B und C verdeutlichen das Heuer'sche einfache Spectroskop. Es besteht aus einer Papphülse, welche rechts offen, links aber durch eine mit dem senkrechten Spalt d versehene Papp scheibe verschlossen ist. Von dem (mit Schwefelkohlenstoff gefüllten) Prisma D ist die Vorderseite mit schwarzem Papier beklebt. Die punktierte Linie deutet den Gang der Lichtstrahlen zum Auge an. Mittelst dieses einfachen Apparates lassen sich

\*) Ihr Erfinder ist Dr. Breitenlohrer. Die Mechaniker F. Hugershoff in Leipzig und Schadewell in Dresden liefern dieselbe zu dem Preise von 2½ Thlr. Ausser zur Spectralanalyse ist sie zu den nachfolgenden Flammenproben, zu Prüfungen in der Boraxperle und Schmelzungen bei höheren Hitzegraden vollkommen geeignet. — Das untere Gefäss a wird zur Hälfte mit absolutem Alkohol gefüllt und, wenn dieser kocht, die Dämpfe bei c angezündet.

die meisten Erscheinungen schon durchs blosse Auge wahrnehmen. (Näheres darüber und dessen leichte Anfertigung siehe im Archiv der Pharmacie 1862, S. 233.)

Fig. 219.



Die zu prüfenden Körper werden in die Mitte zwischen dem äussersten und innersten Flammenkegel und zwar 2 bis 3 Messer-rückenbreiten über oder unter der Spitze des letzteren in die Flamme gebracht. Weil nur flüchtige Verbindungen helle Spectrallinien her-vortreten lassen, so mischt man Silicate vorher mit Gyps zusammen; phosphorsaure Salze des  $\text{LiO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{SrO}$  und  $\text{CaO}$  werden mit  $\text{HCl}$  betupft. In gleicher Weise sind nichtflüchtige Verbindungen bei der unten zu besprechenden Flammenprobe aufzuschliessen (S. 822).

Auf der beigegebenen farbigen Reactionstafel sind die charakteristischen Partien des Spectrums der Alkalimetalle: Kalium und Natrium, und der Erdalkalimetalle: Strontium, Calcium und Barium abgebildet, wie solche zum Vorschein kommen, wenn man deren Chlorverbindungen zur Analyse verwendet. Das oberste Spec-trum ist das des Sonnenlichtes nebst den Fraunhofer'schen dunklen Hauptlinien  $A$  bis  $H$ , deren man sich zur Ortsbestimmung der hellen Spectrallinien bedient. Bei den grossen Spectralappa-raten befindet sich im Spalte eine photographische Zahlenscala, de-ren Bild (s. die Tafel) auf das Spectrum zu liegen kommt und zur weiteren Orientirung dient. Da ein Körper meist mehre farbige Li-

nien giebt, so unterscheidet man dieselben durch kleine griechische Buchstaben (z. B. Kaliumlinien  $\alpha$  und  $\beta$ ). Es lassen sich die hellen Spectrallinien, wie die sonst noch ermittelten Reactionserscheinungen, in der Kürze etwa, wie folgt, zusammenfassen. Es geben die in der Gühhitze flüchtigen Verbindungen von  
 Natrium: eine einzige gelbe Linie bei *D*, bei sehr starker Vergrösserung als Doppellinie erscheinend; fast immer zu sehen, weil die in der Luft vorhandenen Spuren von Kochsalz oft schon zu ihrer Entstehung hinreichen (s. Tafel);  
 Kalium: eine rothe Linie bei *A*, und eine indigblaue zwischen *G* und *H* (s. Tafel);  
 Lithium: eine intensive carminrothe Linie zwischen *B* und *C* und eine schwache orangegelbe zwischen *C* und *D*;  
 Cäsium, Rubidium, Thallium, Indium (s. o.);  
 Strontium: mehre rothe Linien zwischen *B* und *D*, eine orangefarbige zwischen *C* und *D*, eine hellblaue zwischen *F* und *G* und andere mehr (s. Tafel);  
 Calcium: eine breite grüne Linie zwischen *D* und *E*, eine breite orangefarbige zwischen *C* und *D* und andere mehr (s. Tafel);  
 Barium: mehre breite grüne Linien zwischen *D* und *F* und andere mehr (s. Tafel);  
 Mangan (Chlorür): vier breite grüne Linien zwischen *D* und *E* und eine violette zwischen *G* und *H*;  
 Kupfer: sehr viele zum Theil höchst brillante Linien von allen Farben;  
 Wismuth: mehre feine rothe und blaue Linien;  
 Blei: vielfache helle Linien in allen Theilen des Spectrums;  
 Bor (Borsäure): zwei breite, kräftige, grüne Linien zwischen *D* und *E* und zwei schwächere blaue;  
 Fluor (Flussspath); eine hellblaue Linie zwischen *D* und *E* neben der grünen Calciumlinie;  
 Selen: viele gleichweit von einander stehende dunkle Linien zwischen *D* und *H*.

An den Verbindungen von Magnesium, Aluminium, Eisen und den meisten schweren Metallen sind eigenthümliche Spectra bis jetzt noch nicht entdeckt worden, muthmasslich wird man aber bei höheren Hitzgraden etc. solche auch noch zum Vorschein bringen.

## II. Flammenprobe.

Zur Anstellung dieser Proben verschafft man sich eine kleine grüne, rothe und violette Glasscheibe und einige blaue Scheiben, wie man solche jetzt überall im Handel findet und zu Fensterverzierungen verwendet. Betrachtet man durch ein solches Glas, beispielsweise durch das blaue, einen weissen Gegenstand, so erscheint er blau, weil von den prismatischen Strahlen des weissen (farblosen) Lich-

tes nur die blauen von dem blauen Glase durchgelassen, die anderen aber absorbirt werden. Betrachtet man einen rothen Gegenstand durch das blaue Glas, so erscheint er violett, weil in diesem Falle blaue und rothe Strahlen durch das Glas gehen und ins Auge gelangen. In einem dritten Falle kann die Farbe eines Körpers ganz verschwinden, gleichsam ausgelöscht werden, wenn man ihn durch ein blaues Glas ansieht, dann namentlich, wenn der Farbenton desselben sich zu dem blauen Farbenton complementär verhält, d. h. mit demselben gemischt Weiss liefert. Als complementäre Farbenton oder Farbenpaare solcher Art sind nach neueren Untersuchungen unter anderen anzusehen: Roth—Grünlichblau, Purpurroth—Grün, Violett—Grünlichgelb, Indigoblau—Gelb, Cyanblau—Goldgelb.

Diese Eigenschaft der durchsichtigen, farbigen Gläser, gewisse Farbentöne zu ändern und andere ganz auszulöschen, lässt sich in einzelnen Fällen als eine ebenso einfache als genaue analytische Probe benutzen, um flammenfärbende Substanzen von einander zu unterscheiden und neben einander zu erkennen. So z. B. Kalium und Natrium. Man bringe auf einem Platindraht etwas Chlorkalium in den Saum der Flamme einer Gas- oder Weingeistlampe: die schwache, blauviolette Flamme erscheint, durch eine blaue Glasscheibe betrachtet, himmelblau, durch zwei aufeinander gelegte Scheiben violett, durch drei aufeinander gelegte Scheiben carmoisinroth. Derselbe Versuch, mit Chlornatrium angestellt, lehrt, dass die intensiv gelbe Natriumflamme durch eine schwache blaue Glasschicht in Blau umgeändert, durch eine dickere dagegen (2 oder 3 aufeinander gelegte Tafeln) völlig zum Verschwinden oder Auslöschen gebracht wird. Man bringe nun ein Gemenge beider Salze in die Flamme: durch das blosse Auge betrachtet, erkennt man nur die gelbe Natriumflamme, durch blaues Glas betrachtet, nur die roth-violette Kaliumflamme, durch welche man noch das Kalium neben Natrium zu entdecken vermag, wenn es auch nur  $\frac{1}{200}$  von letzterem beträgt. Leuchtende, d. h. glühenden Kohlenstoff enthaltende Flammen (Kerzen- oder Oelflammen) erscheinen, durch blaues Glas betrachtet, ebenfalls violett, sie sind daher zu Versuchen dieser Art nicht zu benutzen.

Als charakteristische Flammenänderungen sind etwa die folgenden zu bezeichnen. Es erscheint die Flamme der Kalium-, Cäsium- und Rubidiumsalze violett; Natrium verdeckt die Farbe.

- „ Natriumsalze intensiv gelb.
- „ Lithiumsalze carminroth.
- „ Bariumsalze gelbgrün.
- „ Strontiumsalze intensiv roth. Das schwefelsaure Salz ist in der Reductionsflamme zu glühen und mit HCl zu betupfen.
- „ Calciumsalze gelbroth.
- „ Kupfersalze schön smaragdgrün; HCl erhöht die Farbe, der grüne Kern umgibt sich mit einem azurblauen Saume.
- „ Thalliumsalze schön grasgrün.
- „ Indiumsalze intensiv rein indigoblau.

Sättigt man eine Perle von phosphorsaurem Natron-Ammoniak (Phosphorsalz) mit Kupferoxyd und bringt nun irgend eine Verbindung des Chlors, Jods oder Broms auf die Perle und mit ihr in die Flamme, so färbt sich diese bei Anwesenheit von Chlor: azurblau, Jod: intensiv grün, Brom: blau, ins Grüne ziehend. Es erscheinen weiter

- durch blaues Glas: die Kaliumflamme violett bis carmoisinroth, die Natriumflamme blau bis unsichtbar, die Lithiumflamme carminroth bis unsichtbar, die Strontiumflamme purpurroth bis rosa, die Calciumflamme grüngrau;
- durch violettes Glas: die Kaliumflamme violett, die Natriumflamme gelb, die Lithiumflamme carminroth;
- durch rothes Glas: die Natriumflamme orangegelb bis graugrünlich, die Kupferflamme unsichtbar;
- durch grünes Glas: die Kaliumflamme blaugrün, die Natriumflamme orangegelb, die Lithiumflamme unsichtbar, die Strontiumflamme schwach gelblich, die Calciumflamme zeisiggrün, die Bariumflamme blaugrün.

Es ist wohl zu beachten, dass der Platindraht, dessen man sich zu obigen Flammenproben bedient, stets rein sei. Zu diesem Zwecke schmilzt man ihn in ein kurzes, starkwandiges Glasrörchen ein, schiebt dieses durch einen Kork und setzt denselben auf ein mit HCl halbgefülltes Reagensgläschen. Vor dem Gebrauche wird der Draht mit Wasser abgespritzt und in der Flamme so lange geglüht, bis diese keine Färbung mehr zeigt.

