

Über die Färbung der Boraxperle durch kolloidal gelöste Edelmetalle

von

Julius Donau.

Aus dem Laboratorium für allgemeine Chemie an der k. k. Technischen Hochschule in Graz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Juni 1904.)

Gelegentlich der Versuche, kolloidale Goldlösungen herzustellen,¹ habe ich das Verhalten des Borax zu Goldsalzen in Betracht gezogen und dabei die Wahrnehmung gemacht, daß Goldchloridchlorwasserstoff im schmelzenden Borax zu kolloidalem Gold reduziert und dieses von der Perle mit purpurner Farbe gelöst wird.

Dies gab den Anlaß zu der vorliegenden Arbeit, welche den Zweck verfolgte, dieses Verhalten des Borax analytisch zu verwerten und womöglich auch andere Edelmetalle auf ähnliche Art nachzuweisen. Hiebei zeigte sich, daß auch die Platinmetalle und das Silber der Perle bestimmte Färbungen verleihen, die mit der Farbe der betreffenden kolloidalen Lösungen zum Teil identisch sind. Die anscheinend große Empfindlichkeit dieser Reaktionen ließ von vornherein eine Nützlichkeit derselben für die qualitative Analyse erwarten.

Gold.

Wenn man die Boraxblase mit einer verdünnten Goldsalzlösung befeuchtet und dann zur Perle verschmilzt, so wird diese rubinrot gefärbt; es ist hiebei aber zu beachten, daß bei

¹ Monatshefte für Chemie, Bd. 25.

längerem Erhitzen der kolloidale Zustand des Goldes verschwindet und die Perle erst blau bis grünlichblau, endlich farblos wird. Sind größere Goldmengen zugegen, so wird die Perle nach längerem Erhitzen leberfarbig bei auffallendem und blau bei durchfallendem Lichte.

Um die Brauchbarkeit dieser Reaktion für analytische Zwecke zu prüfen, wurden Versuche über Empfindlichkeit und Einfluß fremder Stoffe angestellt.

In Bezug auf die Empfindlichkeit wurde festgestellt, daß eine Lösung, welche 0.7 mg Gold im cm^3 enthält, eine zuerst rubinrote, dann blaue Perle gibt; auch mit der auf das Dreißigfache verdünnten Lösung kommt die Reaktion noch zu stande. Da eine Perle von etwa 1 mm Durchmesser durch 1 mg der letztgenannten Lösung noch rot gefärbt wird, ergibt sich die kleinste absolute Menge nachweisbaren Goldes zu $0.025 \mu\text{g}$ ($= 0.000025 \text{ mg}$). Über die Empfindlichkeit anderer Goldreaktionen ist das Nähere aus der am Schlusse angegebene Zusammenstellung zu entnehmen.

Einfluß fremder Stoffe. Alkalisalze tun der Reaktion keinen Abbruch, nur tritt z. B. bei Anwesenheit großer Kochsalzmengen an Stelle der roten Farbe eine violette auf, wobei auch die Empfindlichkeit der Reaktion infolge der in solchen Fällen eintretenden Trübung etwas leidet.

Kieselsäure und Wasserglas, welche die Rotfärbung des Kokonfadens verhinderten¹ (vermutlich wegen kolloidal gelöster Kieselsäure, die, über das in weit geringerer Menge vorhandene Kolloid der Seide siegend, das gebildete Goldkolloid in sich aufnimmt), erwiesen sich dieser Reaktion gegenüber als indifferent. Ebenso zeigte sich Eisen als harmlos, was im Gegensatz zu seiner Wirkung auf die mit kolloidalem Gold gefärbte Seidenfaser besonders hervorgehoben sei. Zwar reagierte die Perle im heißen Zustand auf die färbende Kraft der Eisensalze, aber beim Erkalten trat die Purpurfärbung selbst bei Anwesenheit größerer Eisenmengen doch auf. Anders verhält es sich mit dem Einfluß des Platins und der dazugehörigen Metalle. Beträgt die Menge des Platins weniger als 6% von

¹ L. c.

der des Goldes, so läßt sich dieses in der Perle eben noch erkennen. Bei höherem Platingehalt wird die Purpurfärbung verdeckt. Die Goldreaktion bleibt aus, wenn freie Schwefelsäure oder freie Halogene in der zu prüfenden Lösung enthalten sind, indem sich das Gold metallisch ausscheidet und als solches in der Perle herumschwimmt. Freie Salzsäure hingegen ist ohne Einfluß auf die Reaktion.

Über einige durchgeführte Beispiele wird am Schlusse berichtet werden.

Silber.

Silber färbt bekanntlich Glasflüsse und, wie ich kürzlich gezeigt habe, auch eine entsprechend vorbereitete Faser gelb. In gleicher Weise vermag auch der schmelzende Borax Silber mit gelber Farbe zu lösen.¹

Um die Färbung zu erhalten, wird wie oben der Borax teilweise entwässert, die noch heiße Blase mit der Silberlösung benetzt und hierauf zur Perle verschmolzen. Anfangs ist diese ganz farblos; erst nach 1 bis 2 Minuten langem Erhitzen erscheint die charakteristische Farbe. (Es ist zweckmäßig, die Perle in kürzeren Zeiträumen aus der Flamme zu ziehen, weil man sonst die Färbung, die auch hier nach zu langem Erhitzen wieder verschwindet, leicht übersehen kann.) Die gelbe Perle erscheint im durchfallenden Lichte völlig klar,² im auffallenden mehr oder minder stark opalisierend.

Die Empfindlichkeit dieser Reaktion wurde wie oben geprüft und es ergab sich, daß schon $0.18 \mu\text{g}$ Silber der Perle eine charakteristische Färbung verleihen (vergl. Tabelle).

Von dem Einfluß fremder Substanzen gilt das beim Gold Gesagte, nur kann hinzugefügt werden, daß sich auch eine ammoniakalische Chlorsilberlösung zur Reaktion gut eignet.

¹ Da wässrige stabile kolloidale Silberlösungen von gelber Farbe meines Wissens bisher noch nicht dargestellt worden sind, soll nicht mit Bestimmtheit behauptet werden, daß es sich hier auch um eine kolloidale Lösung handelt.

² Vergl. Rammelsberg, Mineralchemie, p. 7.

Platin.

Die bekannte Farbe des kolloidalen Platins tritt auch in der Boraxperle auf, wenn man wie oben den Boraxschaum mit einer verdünnten Platinlösung befeuchtet und zur Perle verschmilzt, welche dann im durchfallenden Lichte rehbraun, im auffallenden milchig getrübt erscheint. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß es sich auch hier um eine kolloidale Lösung des Platins handelt.

Versuche über die Empfindlichkeit dieser Reaktion ergaben, daß $0.05 \mu\text{g}$ Platin genügen, um eine kleine Perle zu färben. Auch hier wird nach längerem Erhitzen die Perle farblos, doch dauert es bis zum völligen Verschwinden der Färbung länger als bei der durch Gold gefärbten Perle.

Von dem Einfluß anderer Stoffe gilt im allgemeinen auch hier das oben erwähnte. Goldsalze verdecken die Braunfärbung der Perle nur dann, wenn die Goldmenge das Fünfzehnfache von der des Platins übersteigt, in welchem Falle die Perle braunrot bis violettrot erscheint, also die Gegenwart von Platin nicht mehr sicher zu erkennen ist. Weil aber der kolloidale Zustand des Goldes beim Erhitzen früher vergeht als der des Platins, so kann man dieses, im Falle ersteres nicht gar zu sehr überwiegt, bei längerem Erhitzen in der Regel doch noch erkennen.

Von den übrigen Platinmetallen, bei welchen das beim Platin angegebene Verfahren eingehalten wurde, geben das Iridium und Osmium eine dem Platin ähnliche Färbung, jedoch ohne Trübung bei auffallendem Lichte. Rhodium färbt die Perle auch braun, doch erscheint sie im auffallenden Lichte schiefergrau. Palladium und Ruthenium färben die Perle schwarz.

Um die Brauchbarkeit dieser Reaktionen für praktische Fälle zu erproben, wurden verschiedene Versuche angestellt; so z. B. gelang es leicht, $0.05 \mu\text{g}$ Gold, $0.5 \mu\text{g}$ Platin, $5 \mu\text{g}$ Silber in je 5 g eines Gemenges von Eisenoxyd, Kupferoxyd, Quarz- und Kalksand nachzuweisen. Das hiebei in Anwendung gekommene

Verfahren stimmte im wesentlichen mit dem andernorts¹ angegebenen überein. Durch entsprechende Trennungsmethoden konnten die Edelmetalle natürlich auch nebeneinander aufgefunden werden.

Zum Schlusse sei eine übersichtliche Zusammenstellung angegeben, aus welcher zu entnehmen ist, daß die hier beschriebenen Perlenreaktionen auf Gold, Silber und Platin die bisher bekannten makrochemischen Reaktionen an Empfindlichkeit übertreffen.

I. Gold.	Mikro- milligramm
Makrochemisch in der Eprouvete nach Carnot ²	
oder Döring	0·25
Makrochemisch mittels der Boraxperle	0·025
Mikrochemisch durch Zinnchlorür ³	2
Mikrochemisch durch kolloidale Färbung der Faser ⁴	0·002
Spektralanalytisch ⁵	0·13

II. Silber.

Makrochemisch in der Eprouvete als Chlorsilber ...	1
Makrochemisch mittels der Boraxperle	0·18
Mikrochemisch, Chlorsilberreaktion ³	0·1
Spektralanalytisch ⁵	0·05

III. Platin.

Makrochemisch, in der Eprouvete. Färbung durch Jodkalium ⁶	0·25
Makrochemisch mittels der Boraxperle	0·05

¹ L. c.

² Die Empfindlichkeit der makrochemischen Reaktionen ist auf eine Gesamtflüssigkeitsmenge von $\frac{1}{4}$ cm^3 berechnet. Über die Carnot'sche Reaktion (Erzeugung von Goldpurpur) vergl. Dammer, Handbuch der anorganischen Chemie, III. Bd., p. 763, oder C. r., 92, 105. Über die Döring'sche Methode (Rotfärbung der Filterasche) vergl. Berg- und Hüttenm. Zeitung, 1900, 59.

³ Behrens, Mikrochemische Analyse, 6. Aufl.

⁴ Donau, Monatshefte für Chemie, 25.

⁵ Annalen der Physik, V, 1901, 936.

⁶ Ber. der Deutschen chem. Ges., 14, 693 a; Chem. News, 43, 75.

	Mikro- milligramm
Mikrochemisch, als Thallochlorplatinat ¹	0·005
Spektralanalytisch ²	0·13

Vergleichshalber kann hinzugefügt werden, daß eine Kobalt- oder Chromperle etwa 0·2 beziehungsweise 0·3 μ g Metall erfordert, um deutlich gefärbt zu werden.

¹ Behrens, Mikrochemische Analyse, 6. Aufl.

² Annalen der Physik, V, 1901, 936.
