

Ueber die Ursache der Farblosigkeit gewisser klarer natürlicher Gewässer.

Von

W. Spring in Lüttich.

Es ist heute zur Genüge festgestellt, dass das reine Wasser eine eigenthümliche blaue Farbe besitzt. Die himmelblaue Färbung des Meeres, sowie gewisser Seen, tritt also als eine ganz natürliche Erscheinung auf, wenn auch das Leuchten der Gewässer noch nicht auf eine durchaus befriedigende Weise erklärt ist. Auch das Grün der Wässer ist leicht aus den optischen Eigenschaften der im Wasser vertheilten Partikelchen, wie ich mehrfach gezeigt habe¹, herzuleiten. Eine ganz feine Trübung, wie man sie aus gefällter Kieselsäure darstellen kann, lässt bekanntlich das durchgehende Tageslicht gelblich erscheinen, obwohl die Kieselsäurepartikelchen für sich farblos sind. Die Naturwässer werden aber nur ausnahmsweise eine derartige Trübung enthalten; in der Regel wird dieselbe an sich schon gelb bzw. braun sein, da sie, wie ich kürzlich gezeigt habe², als Eisenverbindungen und Huminstoffe vorhanden ist. Würden nun solche Trübungen in einer vollständig farblosen Flüssigkeit schweben, so müsste diese gelblich oder braungelb je nach der Beleuchtung erscheinen; da das Wasser aber blau ist, so

¹ W. SPRING, Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. (3.) 5. 55. 1883; 12. 814. 1886.

² W. SPRING, Über die Wirkung der Eisenverbindungen und der Huminstoffe bei der Färbung der Gewässer. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. (3.) 24. 578. 1897.

ist aber nur da klar und durchsichtig, wo der Boden aus Sand oder Steinen besteht. Er sagt, dass man die kleinen Steine am Boden in 12—14 Fuss Tiefe zählen könne, aber er schliesst so: „bisweilen ist es unmöglich durch das Wasser zu sehen, auch wenn die Sonne scheint, und dies kann der Fall sein an demselben Platz, wo man sonst das Wasser vollkommen klar und durchsichtig fand.“ Die Erklärung sucht Herr LINDBERG in der Strombewegung der tiefen Schichten des Wassers zu finden. — Endlich sei noch hervorgehoben, dass Herr WITT als Assistent des Prof. PETTERSSON viele Lothungen im See ausgeführt und gelegentlich dieser bemerkt hat, dass die Durchsichtigkeit des Wassers nicht immer dieselbe ist; auch die Farbe soll sich stellenweise mit den äusseren Umständen ändern.

Kurz zusammengefasst lässt sich also sagen, dass, wenn auch die einst von BERZELIUS gemachte Beobachtung durchschnittlich richtig ist, man doch nicht ausser Acht lassen darf, dass die Farbe des Sees keine constante ist. Diese Erscheinung deutet also auf eine variable Ursache: der Zweck der vorliegenden Untersuchung ist gerade, dieselbe aufzufinden und die schon von BERZELIUS aufgestellte Frage zu beantworten.

Wie aus den folgenden Zeilen erhellen wird, ist die Lösung der Aufgabe äusserst einfach; sie stimmt vollkommen überein mit der Erklärung, welche ich für die grüne Farbe der Wässer vorgeschlagen habe, denn sie stellt sich als eine nothwendige Folgerung des Vorhandenseins einer eigenartigen Trübung dar. Ich darf sie also wohl als eine Bestätigung meiner sonstigen Ansichten und Versuche über Wasserfarben betrachten.

Ich gehe jetzt zu den ergänzenden Beobachtungen über.

Kürzlich habe ich gezeigt¹, in welchem Maasse das colloïdale Eisenoxydhydrat auf die Farbe des Wassers einwirkt: bei Anwesenheit von weniger als einem Zehnmilliontel jener Eisenverbindung färbt sich das reine Wasser schon grün; bei grösseren Mengen Eisenhydrat wird die resultirende Farbe mehr und mehr gelb. Wenn trotzdem

¹ W. SPRING, Bull. de l'Acad. roy. Belgique. (3) 34. 578. 1897.

die Naturwässer, welche doch verhältnissmässig viel mehr Eisenverbindungen enthalten, nicht alle gelb bezw. braun erscheinen, so hängt dies von dem Umstand ab, dass in ihnen die Eisenidverbindungen durch die vorhandenen Huminstoffe fortwährend unter der Einwirkung des Tageslichts zu Eisenurverbindungen reducirt werden, deren färbende Kraft ohne Belang ist.

Auch habe ich später¹ gelegentlich einer Arbeit über eisenhaltige Farben, sedimentäre Erdboden und über den wahrscheinlichen Ursprung der rothen Felsen nachgewiesen, dass das der Reduction entgangene Eisenoxydhydrat langsam im Boden sein Wasser abgibt und, indem es infolge dessen roth wird, auch die Felsen in der Weise roth gefärbt hat, als seien diese davon bestreut worden.

Lässt man nun auf rothen Schiefer (devonischen z. B.) auf dem Wasserbad eine concentrirte und mehrmals erneute Kalilauge einige Wochen hindurch einweichen, so gelingt es schliesslich, die gebundene Kieselsäure nebst Aluminiumhydrat aufzulösen, und es bleibt ein feiner, aus Sand und Eisenoxyd bestehender Schlamm zurück. Wird dieser fortwährend mit reinem Wasser gewaschen, so tritt ein Moment ein, wo das rothe Eisenoxyd sich auch nach Monaten nicht mehr absetzt. Man verfügt dann über ein aus rothen Partikelchen bestehendes trübes Medium, in welchem die Theilchen so fein sind, dass sie kaum mikroskopisch nachweisbar sind. Wurden 10 ccm jener trüben Flüssigkeit in einer Platinschale abgedampft, so blieb ein 0,125 g schwerer Rückstand. Es folgt daraus, dass ein jeder Tropfen dieser Flüssigkeit ungefähr 0,00006 g Eisenoxyd enthielt, wenn auf 1 ccm zwanzig Tropfen gehen.

Werden einige Tropfen dieser Trübung reinem blauen Wasser zugegeben, so erscheint die Klarheit desselben nicht vermindert; anders aber verhält es sich mit der Farbe. Durch ein genügend langes Rohr (6 m) betrachtet, zeigt es keine Spur mehr von irgend einer Färbung, vorausgesetzt, dass die Menge der hinzugegebenen Trübung im richtigen Verhältniss steht, was empirisch erreicht wird: das Wasser erscheint nur etwas dunkler.

¹ W. SPRING, dies. Jahrb. 1899. I. 47.

Um die unangenehme und lange Darstellung der erwähnten Trübung zu umgehen, kann man auch von dem aus Carnallit durch wiederholtes Auslaugen dargestellten rothen Schlamme Gebrauch machen; nur sind hier die Eisenoxyd-Partikelchen bei weitem nicht so fein und bleiben also auch nicht so lange im Wasser schweben, sondern ballen sich miteinander sehr leicht zu gröberem Flocken zusammen.

Bleibt die Menge der dem Wasser hinzugegebenen Trübung unter dem richtigen Verhältniss, dann behält auch das Wasser eine grüngelbe Farbe, welche ganz mit derjenigen gewisser Naturwässer, insbesondere der Maas, aufwärts von dem industriellen Revier des Landes, übereinstimmt. Ist andererseits die Menge der Trübung zu stark, so erscheint das Wasser dunkel aber farblos im durchgehenden Lichte.

Schliesslich möchte ich noch auf einen Punkt hinweisen, welcher, wie ich glaube, einiges Licht auf die Wirkung der Trübungen im Allgemeinen zu werfen vermag.

Um die blaue Farbe des Wassers wegzunehmen ist es selbstverständlich nicht nöthig, die rothe Trübung in der Flüssigkeit zu suspendiren; es genügt, das durch das Wasser gehende Licht von einer mit Eisenoxydstaub gerötheten Scheibe reflectiren zu lassen. Nichtsdestoweniger muss eine Bedingung erfüllt sein, die gerade den wesentlichen Punkt ausmacht; wird nämlich eine weisse Porcellanscheibe mit der rothen Trübung genau so beschickt, dass die Fläche, auf welcher das Tageslicht reflectirt wird, nicht mehr Eisenpartikelchen trägt als zur Aufhebung der blauen Wasserfarbe beim ersterwähnten Verfahren nöthig ist, so entsteht nach dem Austrocknen ein blassrother Fleck, welcher nicht genug rothes Licht zurückwirft, um die blaue Farbe des Wassers zu löschen. Dieses unvollständige Resultat zeigt deutlich, dass eine einmalige Reflexion des Lichtes auf dem Trübungstoff nicht genügt, um das Blau zu compensiren; dies tritt nur ein, wenn die Porcellanscheibe mit einer tiefrothen Schicht belegt wird. Daraus erhellt, dass, falls ein Lichtstrahl nur einmal von einem Eisenoxydstäubchen in den Naturwässern reflectirt würde, die zu einer vollständigen Löschung der blauen Wasserfarbe erforderlichen optischen Eigenschaften nicht zu Stande kommen könnten, oder es müsste die Trü-

bung eine derartige sein, dass auch die Klarheit des Wassers vorbei wäre. Das durchgehende Licht aber wird unbedingt von einem Staubpartikelchen zu einem anderen zurückgeworfen und eine genügend grosse Anzahl Reflexionen erleiden, um der eigenthümlichen Farbe des Wassers schliesslich gänzlich entgegenzuwirken.

Die soeben angegebene Beobachtung darf wohl als eine Widerlegung der von Prof. R. ABEGG¹ gegen meine Ansicht über die Entstehung der Wasserfarben gerichteten Einwendung betrachtet werden. ABEGG meint nämlich, dass das Licht, welches aus dem Wasser dem Beobachter zukommt, nicht „die Trübung passirt hat, sondern im Gegentheil von der Trübung reflectirt“ wird, und dass es folglich nichts mit der Färbung der Trübung zu thun hat.

Schlussfolgerungen.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass die röthliche Farbe der feinen Hämatitpartikelchen mit der blauen eigenthümlichen Farbe des Wassers complementär ist. Wasser, welches einen auch direct unsichtbaren Hämatitstaub trägt, wird nothwendig nicht mehr blau erscheinen, sobald das Verhältniss der trübenden Partikelchen mit der Intensität der blauen Farbe stimmt.

Da nun mikroskopische Eisenoxydkörnchen sozusagen überall im Boden verbreitet sind, so werden die Binnenwässer nur ausnahmsweise blau erscheinen können, auch falls dieselben augenscheinlich an Reinheit und Klarheit nichts zu wünschen übrig lassen. Anders aber verhalten sich die Schnee- und Gletscherwässer. Der Schnee ist frei von Hämatit; der kosmische Staub, der dann und wann in den Gebirgsschneefeldern nachgewiesen wurde, besteht hauptsächlich aus Meteor-eisen und besitzt andere optische Eigenschaften, die hier nicht zur Geltung kommen. Die Schnee- und Gletscherwässer werden uns also meist ihre eigenthümliche Farbe in grösster Reinheit entfalten.

Die Wirkung der Eisenverbindungen auf die Färbung der Wässer ist eine durchaus verschiedene, je nachdem dieselben

¹ R. ABEGG, Naturwiss. Rundschau 13. No. 14 1898

als Oxyde oder als Oxydhydrate im Wasser vorhanden sind. Als Oxydhydrate erscheinen sie als gelbe Substanzen, die im Wasser mit der reducirenden Kraft der Huminstoffe bzw. organischen Stoffe zu kämpfen haben; solange sie aber noch bestehen, wird ihre gelbliche Farbe sich zu dem Blau des Wassers addiren und eine grüne Färbung hervorbringen. Das Eisenoxyd andererseits entgeht der Reduction, seine Wirkung ist eine rein physikalische, die darin besteht, die blaue Farbe des Wassers aufzuheben oder, bei Anwesenheit grösserer Mengen, das Wasser immer dunkler und undurchsichtiger zu machen.

Wenn auch ein directer Nachweis des Eisenoxyds in den klaren Naturwässern hiermit nicht gegeben ist, so meine ich doch, dass der enge Parallelismus zwischen den hier erwähnten Versuchsergebnissen und den Naturerscheinungen es erlaubt, die von BERZELIUS schon im Jahre 1828 gestellte Frage als beantwortet zu betrachten.

Lüttich, Chem. Institut, October 1898.