

Varia A.
I 1.

D^a phil. Emil Bose.

M. H. de Bose

R. Abegg

M. H. de Bosc
Ueber das Blau des Himmels und der Meere.

Von Prof. Dr. Rich. Abegg, Göttingen.

(Original-Mittheilung.)

Vor einiger Zeit berichtete ich in diesen Blättern (Jahrg. XIII, 1898, 169) über die Factoren, die in ihrem Zusammenwirken die Farben, insbesondere das Blau des aus dem Wasser zurückkehrenden Lichtes bedingen. Herr Spring, dem wir bekanntlich eine Reihe sehr werthvoller Experimentaluntersuchungen auf diesem Gebiete verdanken, ist in mehreren Punkten mit meinen Ausführungen nicht einverstanden. In einem erweiterten Abdruck ¹⁾ meines Aufsatzes habe ich diese Differenzen erörtert und die Einwände von Herrn Spring als unzutreffend widerlegt. Herr Spring ist geneigt, allein der auf der selectiven Absorption des Wassers beruhenden Eigenfarbe das Zustandekommen des Blau beizumessen, und die Wirkung der Reflexion an suspendirten, sehr kleinen Theilchen als unwesentlich zu betrachten. Da eine solche Reflexion aber nothwendig ist, damit ein aufserhalb des Wassers befindlicher Beobachter das in dasselbe eingedrungene Licht wahrnimmt, so erscheint es nur willkürlich, wenn man von dem färbenden Einfluß dieser Reflexion absehen will, dessen Vorhandensein nach Tyndalls Beobachtungen und den Messungen wie theoretischen Berechnungen Lord Rayleighs (Herrn J. W. Strutt) absolut sicher gestellt ist. Ob dieser färbende Einfluß der Reflexion neben der Eigenfarbe gering oder bedeutend ist, darüber werden nur Messungen, deren Rechnungsgrundlagen ich (loc. cit.) gegeben habe, Aufschluß verschaffen können, und ehe solche vorliegen, ist jede

¹⁾ Den ich Interessenten, soweit mein Vorrath reicht gern zur Verfügung stelle.

Annahme über dieses Verhältniß naturgemäfs unbewiesen, also willkürlich.

Neuerdings hat nun Herr Spring ¹⁾ auch für das Blau des Himmels die Erklärung in Zweifel gezogen, die von Tyndall qualitativ wahrscheinlich gemacht, und von Lord Rayleigh — wie ich besonders betonen möchte — quantitativ bewiesen ist. Wenn die von Brewster aus der Polarisation erwiesene Thatsache besteht, dafs das Himmelslicht reflectirt ist, so wird beim Vorhandensein sehr kleiner, reflectirender Theilchen das Blau besser als die längerwelligen Strahlen (Roth, Grün) zurückgeworfen, und zwar, wie die theoretische Rechnung ergibt, umgekehrt proportional der vierten Potenz der Wellenlängen. Vergleicht man also z. B. spectrophotometrisch die Intensitäten I des directen Sonnenlichtes und des zerstreuten Himmelslichtes einmal für eine Wellenlänge λ_r im Roth, und findet hier das directe Roth der Sonne k mal so stark, als das im Himmelslicht, also

$$\frac{I_{\lambda_r} \text{ (Sonne)}}{I_{\lambda_r} \text{ (Himmel)}} = k,$$

so mufs nach Lord Rayleighs Theorie für die Wellenlänge λ_b im Blau das entsprechende Verhältniß

$$\frac{I_{\lambda_b} \text{ (Sonne)}}{I_{\lambda_b} \text{ (Himmel)}} = k \frac{\lambda_r^4}{\lambda_b^4},$$

d. h. das Blau λ_b wird $\left(\frac{\lambda_r}{\lambda_b}\right)^4$ mal so stark reflectirt sein, als λ_r . Da diese Folgerung der Theorie durch die Messung genau bestätigt ist, so ist diese Uebereinstimmung ein strikter Beweis dafür, dafs das Blau des Himmels von solcher Reflexion allein herrührt, dafs also eine vorhandene Eigenfarbe der Luft, die Herr Spring dafür heranzieht, gegen diese Reflexionsfarbe verschwindend sein mufs.

Damit soll keineswegs gesagt sein, dafs eine

¹⁾ Bull. Ac. roy. Belg. (3) 36, Nr. 12, 504, 1898. [An anderer Stelle soll ein besonderes Referat über diese Arbeit erscheinen. Red.]

Eigenfarbe der Luft nicht existire: es geht z. B. aus den bekannten Versuchen von V. Schumann, über die Photographie des äußersten Ultraviolet, als sehr wahrscheinlich hervor, daß die Luft für ultraviolettes Licht eine merkliche Absorption¹⁾ hat, so daß ein Ultraviolet empfindendes Auge dicke Luftschichten mit einer Complementärfarbe des Ultraviolet gefärbt sehen würde.

Ueberdies ist die Annahme einer meßbaren, selectiven Lichtabsorption der Luft schon dadurch völlig ausgeschlossen, daß uns das directe sowie das von den Planeten reflectirte Sonnenlicht niemals blau erscheint und bekanntlich der Mond bei seinen Verfinsterungen sogar auffallend roth aussieht, wo er mit einem Sonnenlicht beleuchtet wird, welches schon auf dem Hinweg zum Mond die Erdatmosphäre in größtmöglicher Dimension durchmessen hat und sie auf dem Rückweg zum Beobachter nochmals passirt. Das von Montigny beobachtete Ueberwiegen der blauen Scintillation der Fixsterne bei feuchter Luft kann offenbar im Sinne der Reflexionstheorie aus der größeren Staubfreiheit der feuchten Atmosphäre erklärt werden.

Der Grund, welcher Herrn Spring zu der Annahme veranlaßt, daß das Himmelsblau einer Eigenfarbe der Luft und nicht der Reflexion entstamme, ist seine Beobachtung, daß die (von der Reflexion herrührende) Polarisation des blauen Himmelslichtes erhalten bleibt, auch wenn man durch passende Lichtabsorptionsmittel das — im Vergleich zu weißem Licht überschüssige — Blau des Himmelslichtes entfernt, so daß es weiß erscheint. Dieser Grund wird aber dadurch völlig hinfällig, daß bekanntlich alles reflectirte Licht, gleichgültig ob roth oder blau, theilweise polarisirt ist. Keine Theorie verlangt, daß etwa nur der Ueberschuß an Blau polarisirt sei.

¹⁾ Diese Absorption kann allerdings eine nur scheinbare sein, indem das Ultraviolet durch den nicht auszu-schließenden, feinen Staub fortreflectirt wird.

Herr Spring betont schliesslich, dass die Beständigkeit des Himmelsblaus eine Schwierigkeit für die Erklärung durch Reflexion biete, da das Blau von Tyndalls entstehenden Wolken ein Phänomen von äusserster Vergänglichkeit sei. Dies ist aber selbstverständlich, da bei Tyndalls Versuchen die trübende Materie zunimmt, so dass die Partikelchen schnell eine Grösse erreichen, bei der sie alle Lichtwellen gleich gut reflectiren, also nicht mehr die kurzen, blauen bevorzugen können. In der Atmosphäre muss sich dagegen ein, wenigstens seiner Gröszenordnung nach, stationärer Trübungszustand herstellen, der aus dem Conflict der Schwerkraft und der Luftströmungen resultirt; erstere wirkt durch Herabziehen der Partikelchen klärend, die letzteren aufwirbelnd, also trübend. Danach ergibt sich auch ungezwungen eine Abnahme der durchschnittlichen Trübung mit zunehmender Erhebung über das Meeresniveau. Uebrigens glaube ich nicht einmal, dass die Intensität des Himmelsblaus eine sehr constante ist, vielmehr dürfte das weisliche Blau des Himmels an einem staubigen Sommertage erheblich verschieden sein von dem viel satteren Blau nach einem Regenfalle. Da jedoch das Auge kein unmittelbares Vergleichsobject hat, so fehlt uns die Schätzung dieser Unterschiede, die sich colorimetrisch zweifellos feststellen lassen und als beträchtliche ergeben würden.

Ich bin somit der Ansicht, und glaube dies genügend begründet zu haben, dass man für die Erklärung des Himmelsblaus unbedingt an der Rayleighschen Theorie der Lichtreflexion an sehr kleinen Theilchen festhalten muss, die gleichzeitig das Phänomen des Abendroths umfasst. Und da diese Theorie exact bewiesen ist, so bestehe ich trotz der Zweifel von Herrn Spring auf der zuerst von Soret ausgesprochenen Ansicht, dass in der Farbe der Meere — ausser der von Davy bis Spring vielfach sichergestellten Absorptionsfarbe — nothwendig auch eine Reflexionsfarbe enthalten ist.

