

Ueber die Whewell'schen oder Quetelet'schen Streifen

Autor(en): **Mousson**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **35 (1850)**

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89819>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Beilage 8.

Vortrag des Herrn Professor Mousson.

Ueber die Whewell'schen oder Quetelet'schen Streifen.

Schon im Jahre 1829 entdeckte Herr Whewell, indem er zufällig neben einer Lichtflamme durch in einen trüben Spiegel blickte, eine Reihe farbiger Streifen die das Spiegelbild des Lichtes umgaben. Auf dessen Einladung untersuchte Herr Quetelet diese Erscheinung näher, beschrieb in Band V seiner Zeitschrift (*Corresp. math. und phys.* V, 1829, 394) die Hauptzüge und Hauptbedingungen derselben, und forderte die Physiker auf, eine Erklärung des räthselhaften Phänomens zu suchen. Wie es scheint blieb diese Aufforderung, obgleich in mehrere andere Zeitschriften übergegangen, unbeantwortet. Erst im Jahr 1838 findet man die Erscheinung in einer Abhandlung des Herrn Babinet über die optischen Wirkungen dicker Platten (*Compte. reced.* VII. 1838, 697) ebenfalls aufgeführt. Neue Thatsachen werden zwar keine beigebracht, hingegen wird in dieser Abhandlung auf eine Erklärung hingedeutet, die grosse Wahrscheinlichkeit für sich hat, indessen ohne theoretische oder experimentelle Begründung gegeben wird. Andere Arbeiten waren Hr. Mousson nicht bekannt, als er zufällig, 1846, beim Hinblicken auf einen behauchten Spiegel auf das Phänomen aufmerksam wurde und sie zum Gegenstand einer Reihe genauerer Messungen machte. *)

Wenn man neben einer Lichtflamme durch auf einen Spiegel blickt, der mit Staub oder irgend einem feinzertheilten Körper überstreut ist, so gewahrt man zwei optische Phänomene von verschiedenem Ursprung: 1) Vorerst farbige

*) Ihm war unbekannt, dass die Herren Prof. Brunner und Schäfli sich gleichzeitig mit diesem Gegenstande beschäftigten und bereits in den Berner Mittheilungen eine Notiz darüber bekannt gemacht hatten. Eine Bestätigung von verschiedener unabhängiger Seite, kann der Wissenschaft nur zum Nutzen gereichen.

Ringe, deren man unter günstigen Umständen etwa 4 bis 5 zählen kann, das Licht concentrisch umschliessend, innen bläulich, aussen röthlich gefärbt, — es sind dies die bekannten Frauenhofer'schen Ringe, welche man eben so gut beim Durchsehen durch das bestäubte Glas erblickt und die im Grossen als Lichthöfe um Sonne und Mond erscheinen; 2) zweitens, die Whewell'schen Streifen, gleichfalls mit farbigen Rändern, aber quer das helle Feld durchschneidend, in welchem das Spiegelbild des Lichtes liegt.

Beide Erscheinungen unterscheiden sich in folgenden Punkten:

a) Die Frauenhofer'schen Ringe sind von allen Seiten her sichtbar und zeigen sich auch mit Strahlen die sehr schief auf den Spiegel fallen; die Whewell'schen Streifen verlangen hingegen, dass der Beobachter sich beinahe auf der Richtung des Lichtes finde, dass also die einfallenden und zurückgeworfenen Strahlen einen kleinen Winkel (bis 10 oder 12 °) mit einander bilden.

b) Die Frauenhofer'sche Erscheinung besteht immer in um das Spiegelbild concentrisch geordneten kreisförmigen oder schwachelliptischen Ringen, die Whewell'schen in geraden oder schwachgekrümmten Streifen, welche mit dem Orte des Auges ihre Richtung ändern. Sie stehen nämlich immer senkrecht zur Einfallsebene und drehen sich daher ganz herum, wenn das Licht um das stillbleibende Auge oder dieses um das feststehende Licht im Kreise herum bewegt wird.

c) Die Frauenhofer'schen Ringe hängen einzig von der vordern Spiegelfläche ab, denn Spiegel von schwarzem Glase oder Metall können ebensogut zu ihrer Erzeugung benutzt werden als Glasspiegel. Anders verhält es sich mit den Whewell'schen Streifen, welche unbedingt ein undurchsichtiges Glas voraussetzen, so dass jedenfalls die hintere Glasfläche irgend wie im Spiele ist.

d) Die Frauenhofer'schen Ringe entwickeln sich um so vollkommener und zahlreicher als die Staubtheilchen regelmäßiger und gleichartiger sind; dabei steht ihr Radius im umgekehrten Verhältniss mit dem Durchmesser der Staubkör-

ner. Sehr schön z. B. erscheinen sie bei Anwendung von Lycopodiumstaub; weit ausgedehnter, und darum kaum mehr erkennbar, mit neun mal feinerem Bovistastaub. Die Whewell'schen Streifen hinwieder hängen weder von der Grösse noch von der Gleichartigkeit der Körner ab und können von verschiedenen ganz ungleichartigen feinertheilten Substanzen in gleicher Reinheit hervorgebracht werden.

Um die Erscheinung genauer zu prüfen, wurde der Spiegel an einem eigenen Stativ mittelst Schrauben vertical gestellt, in gleicher Höhe mit der Lichtquelle, die bald aus einer Oeffnung im Fensterladen eines dunkeln Zimmers, bald aus der Flamme einer gleichbrennenden Moderatorlampe bestand. Ein Theodolith wurde so aufgestellt, dass beim vollständigen Drehen der Alidade auf dem horizontalen Limbus, erst die Mitte der Oeffnung, dann die Mitte des Spiegelbildes auf das Fadenkreuz des Fernrohres gebracht werden konnte. Man war dann versichert, 1) dass Oeffnung, Bild und Auge sich in einer gleichen horizontalen Ebene befanden, 2) dass diese Ebene, die Einfallsebene des verticalen Spiegels sei. Sp hervorgebracht, erscheinen die Streifen vertical und ihre Breite wird gemessen, indem man den verticalen Faden des Theodolithen von Mitte zu Mitte der hellen Streifen fort-rücken lässt und vor- und zurückgehend den Winkel abliest. Die Hauptunsicherheit dieser Messungen hat ihren Grund in der Schwierigkeit die Mitte der unbestimmten Streifen genau zu treffen. Mit kleinerer Oeffnung erscheinen sie ungemain lichtschwach, mit grösserer haben sie mehr Helligkeit, verschwimmen aber für kleinere Entfernungen des Spiegels bald in einander. Durch Anwendung von Sonnenlicht, das von dem Brennpunkte einer grossen Linse divergirt, erhält man eine Erscheinung, welche zu den glänzendsten der Optik gehört; allein ohne einen Heliostaten lässt sich dieselbe zu Messungen nicht benutzen.

Zur Bestimmung der Entfernung befanden sich das Licht und die zum Bilde dienende Spiegelstelle auf einer langen möglichst genau getheilten Latte. Die Stellung des Theodolithen wurde durch die beiden Coordinaten parallel und senk-

recht zur getheilten Latte bestimmt. Das Verhältniss dieser beiden Coordinaten war zugleich die Tangente des doppelten Einfallswinkels. So lange man gewöhnliche Spiegel anwandte, deren beide Flächen nie genau parallel sind, war es unmöglich einige Uebereinstimmung in den Messungen zu erhalten; indem die kleinste Veränderung der zur Spiegelung benützten Spiegelstelle, — eine Veränderung, welche bei abgeänderter Aufstellung der Apparate beinahe unvermeidlich war — bedeutende Abweichungen hervorbrachte. Später gelang es einige, mit besonderer Sorgfalt zuschliessende Platten von Soleil in Paris zu erhalten, welche den Anforderungen besser entsprechen.

Die gewonnenen Resultate beziehen sich theils auf die Rolle, welche der Glasspiegel spielt, theils auf den Einfluss, denn die Entfernungen des Lichtes und des Auges und ihre gegenseitige Stellung ausüben.

1) Einfluss des Spiegels.

a) Der Spiegel wirkt, wie schon bemerkt wurde, sowohl mit seiner zweiten als seiner ersten Fläche zur Erzeugung der Erseheinung ein, doch ist die Rolle beider eine ganz verschiedene. Während die Bedeckung der ersten Fläche mit feinen Theilchen, gleichviel ob dieselben an Grösse gleich oder ungleich, fein oder grob, hell oder dunkel, gleich oder ungleichmässig vertheilt fest oder flüssig seien, wesentliche Bedingung ist, ändert die Bestäubung der zweiten Fläche durchaus nichts. Selbst die Belegung oder Nichtbelegung des Spiegels hat einzig auf die Stärke, die im ersten Falle merklich grösser ist, nicht aber auf die geometrischen Verhältnisse der Streifen Einfluss. Es folgt daraus, dass der Ursprung des Phänomens jedenfalls in die Wirkung der ersten Fläche zu suchen ist, die zweite aber kaum anders als durch einfache Reflexion dazu beitragen kann. In der That gelang es auch die zweite bestäubte Fläche wirksam zu machen, wenn man hinter ihr eine zweite Glasplatte aufstellte, die zurückwerfend wirkte. Bei Bestäubung

beider Flächen konnten auf diese Weise sogar zwei unabhängige Systeme von Streifen hervorgerufen werden.

b) Zur Erzeugung regelmässiger Streifen sind Platten mit genau parallelen Flächen nothwendig. Jene stehen dann auch genau senkrecht zur Einfallsebene, während bei gewöhnlichen stets ungleichen Glasspiegeln sie meist schief stehen, sich unsymmetrisch krümmen oder nach der einen oder andern Seite convergiren. Dreht man die unregelmässige Platte in ihrer Ebene, so findet man meist zwei entgegengesetzte Stellungen wo die Streifen regelmässiger erscheinen, aber sie weichen dann merklich an Breite ab. Offenbar fällt dann die Einfallsebene mit der Richtung zusammen, nach welcher die beiden Flächen am stärksten convergiren.

c) Die Dicke der Platten ändert bedeutend die Breite der Streifen, ein neuer Beweiss von dem wesentlichen Einfluss der zweiten Fläche. Versuche mit sehr genauen Platten, deren Dicke vom Einfachen auf das Dreifache stieg, ergeben genähert, dass sich die Breite der Streifen umgekehrt wie die Spiegeldicke verhielt. Es stimmte diess Gesetz besser mit den Beobachtungen als jedes andere, wie z. B. dasjenige des Quadrates der Dicke. Die Abweichungen können leicht von einer geringen Verschiedenheit im Berechnungsverhältnisse der verschiedenen Platten herrühren, da dieses nothwendig auf die Richtung der ein- und austretenden Strahlen seinen Einfluss ausüben muss. Leider konnte der Einfluss des Berechnungsverhältnisses bisher nicht ermittelt werden.

2) Einfluss der Entfernungen.

a) Bei regelmässigen Platten hängt die Gestalt der Streifen vorzüglich von der Stellung von Licht und Auge ab. Sind beide vom Spiegel gleich entfernt, so sind dieselben vollkommen geradlinigt und folgen zu beiden Seiten der Spiegelbilder, das immer den mittleren hellen Streifen einnimmt, (bei belegten Spiegeln das hellere Bild, bei unbelegten das schwächere) in gleicher Zahl. Ist das Auge näher, so krümmen sie sich und kehren ihre Concavität nach der Seite, wo das Auge liegt; ist es die Lichtquelle, nach der entgegengesetzten Seite,

in beiden Fällen also nach der Seite, auf welcher die durch Licht und Auge gehende Gerade die Ebene des Spiegels trifft. Doch scheint das Centrum des Bogens näher zu liegen als der eben bezeichnete Punkt. Befindet sich das Auge, namentlich bei Anwendung von Sonnenlicht, sehr nahe und nähert sich überdiess dem einfallenden Strahle, so sieht man die Streifen sich mehr und mehr herumkrümmen um einen Mittelpunkt, der den Schatten des Kopfes nicht verdeckt. Dieser Mittelpunkt erscheint abwechselnd hell und dunkel und die Zahl der Streifen bis zu denjenigen des Spiegelbildes nimmt immer ab. Daraus lässt sich schliessen, dass für ein Auge auf der Richtung des einfallenden Strahles selbst, die Streifen zu vollständigen concentrischen Ringen um das Spiegelbild wenden müssen.

b) Weit aus den grössten Einfluss auf die Breite der Streifen hat der Winkel zwischen den Linien vom Spiegel nach dem Licht und dem Auge, das heisst der Einfallswinkel. Bei etwas grosser Entfernung kann sich das Auge leicht so weit dem einfallenden Strahle nähern, dass man bei *Lycopodium*staub in dem Felde des ersten Frauenhofer'schen Ringes nur den einzigen mittleren Streifen sieht, während man bei allmählicher Entfernung in dem nämlichen Raume bis 12 und 14 Streifen zählen kann, die durch Verschmelzung verschwinden. Am besten stimmt die Annahme, dass die Breite sich umgekehrt wie der Sinus des Einfallswinkels verhalte; die Produkte der beiden Grössen stehen sich näher, als wenn man den Winkel selbst oder die Tangente in Rechnung zu bringen versucht.

c) Das Gesetz des Sinus ist jedenfalls das Wichtigste und liefert eine erste Annäherung für die Berechnung der Streifenbreite. Es genügt aber nicht allein; denn bei gleichem Einfallswinkel ändert sich dieselbe, freilich nur in geringem Maasse, wenn man, sei es das Licht auf der Richtung des einfallenden, sey es das Auge auf der Richtung des zurückgeworfenen Strahles, näher oder weiter verlegt. Entfernung des Lichtes macht die Streifen breiter, Entfernung des Auges macht sie, wie es scheint, schmaler; daher ändert

sich die Breite desselben wenig, wenn Auge und Licht fest bleiben, der Spiegel aber beiden zugleich genähert oder von beiden entfernt wird. —

Herr Prof. Mousson schliesst seinen Vortrag mit der Bemerkung, dass die Erscheinung jedenfalls in die Classe der Interferenzerscheinungen gehöre, in welcher Helligkeit und Dunkelheit daraus entstehen, dass zwei oder mehrere von einem nämlichen Punkte ausgehende Strahlen je nach ihrem Weg-unterscheide sich aufheben oder verstärken. Hier scheinen es, gemäss der Andeutung des Hrn. Babinet, Strahlen zu sein, welche an der bestäubten Vorderfläche des Glases beim Eintritt und Austritt diffus gebrochen und an der Rückfläche regelmässig zurückgeworfen worden sind, also in ihrem Verlaufe ganz ähnliche Modificationen erlitten haben. Eine weitere Ausführung der Theorie wird auf eine vollständigere Arbeit verschoben.
