

Umdrehungen in der Secunde mit 1000 multiplicirt ergab dieselbe Zahl für die letzte Axe.

Zunächst wurden stets die Messungen bei einer mittleren Geschwindigkeit, der eine mittlere Helligkeit entsprach, angestellt, der sich dann die anderen anreihen; in der Mitte der ganzen Reihe und am Schluss wurde wieder bei der Anfangsgeschwindigkeit gemessen, um sich von der Constanz der Lichtquelle zu überzeugen.

Stieg bei der Steigerung der Umdrehungsgeschwindigkeiten die Helligkeit des Phosphorescenzlichts so sehr, dass es mehr als halb so stark wurde als das der Vergleichsquelle, also die abgelesenen Winkel 45° überstiegen, wobei die Genauigkeit der Methode sehr leidet, so wurden Blendgläser eingesetzt, und bei der Geschwindigkeit, wo dies eben nöthig war, zwei Messungen angestellt, eine ohne und eine mit Blendglas, um die sämmtlichen gewonnenen Zahlen vergleichbar zu machen.

Setzt man vor das Objectiv des Photometers einen Prismensatz, so kann man dasselbe, wie ich mich überzeugt habe, auch sehr gut als Spectrophotometer benutzen; man gibt dann stets dem künstlichen Stern die Farbe, welche der zu messenden Spectralfarbe entspricht und schneidet diese durch eine Blende aus dem gesammten Spectrum aus.

III. Ueber Fluorescenz und Phosphorescenz

II. Abhandlung.

Gültigkeit des Talbot'schen Gesetzes;

von E. Wiedemann und J. B. Messerschmitt.

(Hierna Taf. III Fig. 12–14.)

Bei einer grossen Anzahl optischer Untersuchungen, so bei der Messung der Intensität des Phosphorescenzlichtes haben wir es mit Erscheinungen zu thun, bei denen die Intensität des Lichtes eine wechselnde ist. In dem Phosphoroskop wird der leuchtende Körper nur von Zeit zu Zeit sichtbar und während seiner Sichtbarkeit sinkt seine Hellig-

keit von einem grössten Werthe zu einem kleinsten. Es fragt sich, welche Helligkeit wird von dem Auge wahrgenommen, wenn die Dauer der Sichtbarkeit und Nichtsichtbarkeit hinlänglich klein geworden ist.

In den bisher in dieser Richtung angestellten mannigfachen Versuchen wurden rotirende Scheiben mit weissen und schwarzen Sektoren verwendet. Im Allgemeinen hat sich dabei der von Talbot¹⁾ aufgestellte Satz bestätigt, den Hr. H. v. Helmholtz²⁾ in der folgenden Fassung gibt:

„Wenn eine Stelle der Netzhaut von periodisch veränderlichem und regelmässig in derselben Weise wiederkehrendem Lichte getroffen wird, und die Dauer der Periode hinreichend kurz ist, so entsteht ein continuirlicher Eindruck, der dem gleich ist, welcher entstehen würde, wenn das während einer jeden Periode eintreffende Licht gleichmässig über die ganze Dauer der Periode vertheilt würde.“

Abweichungen von diesem Satze, wenn auch nicht sehr grosse, haben Hr. Brücke³⁾ und Hr. Fick⁴⁾ constatirt.

Da für das Studium der Phosphoreszenzerscheinungen das Verhalten bei sehr zahlreichen und kurz dauernden Reizen erforderlich war, so haben wir eine Reihe neuer Messungen angestellt.

Zu denselben diente das früher beschriebene Phosphroskop; auf die letzte Axe wurde eine einzige in passender Weise mit Löchern versehene Scheibe aufgesetzt. Die Versuche wurden in zwei Richtungen unternommen. Bei der einen wechselte Licht von einer bestimmten constanten Maximalstärke mit vollkommener Dunkelheit, bei der anderen nahm die Helligkeit von einem bestimmten Maximalwerthe bis Null ab, blieb dann einige Zeit Null, erhielt dann sogleich den Maximalwerth etc., resp. stieg von Null bis zu einem Maximalwerth an um dann plötzlich auf Null zu sinken.

Zu den Messungen wurden zwei verschiedene Versuchsanordnungen getroffen.

1) Talbot, Phil. Mag. (3) 5. p. 321. 1834.

2) H. v. Helmholtz, Handbuch der physiolog. Optik. p. 339. 1867.

3) Brücke, Moleschot's Untersuchungen. 9. p. 367. 1834.

4) Fick, Du Bois Archiv p. 739. 1863.

1) Der zu den ersten Versuchen dienende Apparat und die dabei erhaltenen Resultate sind folgende:

Eine Gasflamme (*G*) (Fig. 12) sandte ihr Licht mittelst eines Spiegels *S*₁ durch das Phosphoroskop *P* auf den Spalt σ eines Glan'schen Spectralphotometers *SP*, welches durch Herausnahme des dispergirenden Prismas in ein gewöhnliches Photometer verwandelt worden war. Von derselben Flamme kam durch Spiegelung an einen zweiten Spiegel *S*₂ directes Licht auf das Vergleichsprisma des Photometers. Im Brennpunkte des Photometerfernrohres war ein Diaphragma mit kleiner Oeffnung angebracht, um nur kleine Lichtflächen mit einander vergleichen zu müssen. Ausserdem war das Ocular zur genaueren Fixirung und zur Vermeidung etwaiger Parallaxe durch ein Papier mit einer Oeffnung von der Grösse eines Nadelstiches abgeblendet. Selbstverständlich war dafür gesorgt, dass durch Schirme alles unnöthige Licht abgehalten ward und so das Auge für Lichteindrücke möglichst empfindlich war.

Wir benutzten hauptsächlich zwei Scheiben im Phosphoroskope. Bei der einen waren zwei Löcher von je 90° Breite einander gegenüber angebracht, bei der anderen acht (symmetrisch vertheilt) von je 22½° Breite, sodass also bei beiden Scheiben die Länge der Gesamtbelichtung und Nichtbelichtung gleich waren. Es war nun ganz gleichgültig, ob man den Apparat schnell gehen liess oder langsam, d. h. ob man die Lichteindrücke 1/50^s dauern liess oder kürzer — bis 1/1200^s — stets blieb die Helligkeit gleich, und zwar war sie fünfzig Procent der ursprünglichen. Das Resultat änderte sich auch nicht, wenn man das Licht durch Rauchgläser stark schwächte.

Die Tabelle enthält einige beobachtete Zahlen:

	zwei Oeffnungen		acht Oeffnungen	
	40	140	40	140
Umdrehungen der Scheibe in 1 s				
Dauer der Verdunkelung in				
0,001 Sec.	12,500	3,572	3,125	0,893
beobachtete Helligkeit	0,50	0,49	0,50	0,55
beobachtete Helligkeit nach Abschwächung des einfallenden Lichtes um 50 Proc. . . .	0,49	0,50	—	—

Hierbei ist stets die Helligkeit bei ruhender Scheibe gleich Eins gesetzt. Die Beobachtungen sind Mittelwerthe aus sechs bis zehn Einstellungen. Die Abweichungen liegen vollständig innerhalb der Beobachtungsfehler.

Eine weitere Bestätigung liefert folgender Versuch.

Stellte man für eine gewisse Umdrehungsgeschwindigkeit der Phosphoroskopscheibe das Photometer auf Gleichheit ein und variierte die Geschwindigkeit der rotirenden Scheibe von 10 Umdrehungen bis ca. 200, so zeigte sich keine Veränderung der Helligkeit.

Ähnliche Resultate lieferte eine Scheibe mit vier Löchern von je $22\frac{1}{2}^{\circ}$ Oeffnung.

Hieraus geht hervor, dass auch für directes Licht die Beobachtung vollständig den Satz von Talbot bestätigt. Eine Erklärung der von Hrn. Brücke und Hrn. Fick beobachteten Abweichungen möchte vielleicht darin zu suchen sein, dass wir bei Scheiben unser vollständiges Augenmerk nicht auf einen einzelnen Punkt richten, sondern immer grössere Flächen überblicken, sodass auch die Netzhaut in ganz anderer Weise gereizt wird, als wenn man nur einen Punkt oder eine sehr kleine Fläche betrachtet. Bei unseren Versuchen wurde durch Blenden am Fernrohr genügend Sorge getragen, dass nur kleine Theile der Netzhaut getroffen wurden und dadurch war jedenfalls eine grosse Sicherheit in der Beurtheilung etwaiger Helligkeitsveränderungen gegeben.

2) Bei der zweiten Versuchsreihe wurde folgender Apparat, Fig. 13, verwendet.

Eine Petroleumlampe *II* mit Flachbrenner, die ein mit einer Oeffnung von 10 mm versehener 92 mm weiter Blechcylinder umgab, diente als Lichtquelle. Eine im Abstand von 390 mm aufgestellte Linse *L* entwarf im Abstand von 17 mm ein Bild der Flamme auf eine feine Oeffnung ω von 0,3 mm Durchmesser. Diese selbst befand sich im Brennpunkte der Objectivlinse *L*₁ eines Ablesefernrohres von 40 mm Oeffnung. Aus dieser trat dann ein paralleles Strahlenbündel von einem entsprechenden Durchmesser, das an allen Stellen gleiche Helligkeit besass. Hätte man die Lampe direct vor die Oeffnung ω gesetzt, so wäre dies nicht der Fall gewesen, in-

dem die oberen Theile der Linse Strahlen, die von unteren Theilen der Flamme ausgegangen, durchsetzt hätten und umgekehrt. Dies parallele Strahlenbündel fiel auf das Phosphoroskop *P* und dann auf einen Spalt σ von 1,5 mm Breite. Die Objectivlinse des Zöllner'schen Photometers *Z* vereinigte die parallelen Strahlen zu einem Bilde der Oeffnung ω , das dann auf seine Helligkeit untersucht wurde. Ein Schirm *S* mit Blendgläsern diente dazu das fremde Licht möglichst vollkommen abzuhalten und das dem Apparat durchsetzende passend zu schwächen.

Lässt man Scheiben rotiren, die mit Oeffnungen versehen sind, deren Begrenzung zur Axe concentrische Kreise und Stücke von Radien, die senkrecht auf ihnen stehen, sind, so muss man dieselben Resultate wie bei der vorigen Anordnung erhalten. Hat man aber Scheiben, wie sie die Fig. 14 zeigt, so ändert sich bei ihrem Vorbeigang an dem Spalt der Querschnitt des hindurchgehenden Strahlenbündels und daher variirt auch die Helligkeit des leuchtenden Punktes, und zwar je nach den Begrenzungscurven in ganz bestimmter Weise. Störend machen sich bei diesen Messungen Beugungserscheinungen geltend, deren Einfluss sich indess durch passendes Abschwächen des Lichtes durch Rauchgläser sehr vermindern lässt. Mit dieser Versuchsanordnung wurden zwei Beobachtungsreihen angestellt, erstens mit Scheiben wie die früheren, zweitens mit keilförmig ausgeschnittenen (Fig. 14).

a) Zuerst wurde eine Scheibe (A) mit acht gleichen Oeffnungen von je $22\frac{1}{2}^\circ$ Oeffnung und dann eine (B) mit zwei Oeffnungen von je 90° benutzt. Hierbei wurde immer zunächst die Helligkeit des directen Lichtes bei stillstehender Scheibe, dann die bei rotirender Scheibe und zuletzt wieder die des directen Lichtes zur Controlle für die Constanz der Lichtquellen gemessen; hierauf die Geschwindigkeit, mit welcher die Scheibe rotirte, bestimmt.

Beide Scheiben ergeben für die Helligkeit bei rotirenden Scheiben 0,48 von der bei ruhender nahe übereinstimmend, theoretisch sollte man 0,50 erhalten. Die Beobachtungen erlauben keine so grosse Genauigkeit, dass man nicht Fehler von der angegebenen Grösse beginge.

Scheibe A.			Scheibe B.		
Zahl der Unterbrechungen in 1 Sec.	Zeit der Unterbrechungen in 0,001 Sec.	Gemessene Helligkeit	Zahl der Unterbrechungen in 1 Sec.	Zeit der Unterbrechungen in 0,001 Sec.	Gemessene Helligkeit
533	1,8760	0,510	175	5,7143	0,464
867	1,1534	465	286	3,4965	471
1778	0,5624	480	400	2,5000	470
		0,485 ± 0,013	467	2,1413	491
					0,474 ± 0,006

b) Ferner wurde eine Scheibe construirt, welche vier Oeffnungen von je 45° Länge besass, bei denen die Helligkeit von einem Maximalwerth bis Null fast linear abfiel (s. oben). Die Grösse der Oeffnungen wurde in der Weise bestimmt, dass Papierstücke von der Grösse und Gestalt der Oeffnungen und ebenso ein Papierring von gleicher Stärke gewogen wurden. Es ergab sich hieraus die Oeffnung zu fast 0,25 der Gesamtfläche des Ringes, der zwischen den gleichen concentrirten Kreisen gelegen war

Man stellte diese Scheibe nun entweder so auf, dass die Spitze bei der Rotation der breiten Stelle folgte, dann nahm die Helligkeit von einem Maximum bis 0 ab, oder so, dass die Spitze voran ging, dann wuchs die Helligkeit von Null bis zu einem Maximum. Es ergab sich:

Spitze folgt; Abnehmende Helligkeit			Spitze voran; Zunehmende Helligkeit		
Unterbrechungen in 1 Sec.	Zeit der Unterbrechungen in 0,001 Sec.	Helligkeit	Unterbrechungen in 1 Sec.	Zeit der Unterbrechungen in 0,001 Sec.	Helligkeit
222	4,5045	0,221	222	4,5054	0,234
222	4,5045	249	267	3,7453	254
235	4,2553	218	267	3,7453	225
250	4,0000	231	572	1,7483	265
250	4,0000	254	572	1,7483	219
444	2,2523	226	593	1,6863	238
545	1,8349	256			0,239 ± 0,007
593	1,6863	252			
		0,238 ± 0,006			

Beide Scheiben ergaben also 0,24, bestätigen somit das Talbot'sche Gesetz.

Das Talbot'sche Gesetz kann also zur Berechnung der Beobachtungen mit dem Phosphoroskop angewandt werden.

IV. Ueber die Brechungsexponenten der Metalle; von A. Kundt.

(Aus den Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin vom 16. Febr. 1888; mitgetheilt vom Hrn. Verf.)

Die einfachste und zugleich zuverlässigste Methode zur Bestimmung der Brechungsexponenten, d. h. der relativen Lichtgeschwindigkeiten der durchsichtigen Körper, ist diejenige der prismatischen Ablenkung. Selbst für stark absorbirende, intensiv färbende Stoffe, welche erhebliche anomale Dispersion in einzelnen Theilen des Spectrums zeigen, hat sich dieselbe bei geeigneter Form der Prismen noch brauchbar erwiesen. Ein Versuch, die prismatische Ablenkung des Lichtes in den Metallen zu untersuchen, ist bisher wohl nicht gemacht worden, da die Metalle schon in verhältnissmässig sehr dünnen Schichten völlig undurchsichtig sind. Man hat sich daher bemüht, auf anderem Wege Aufschluss über die Geschwindigkeit des Lichtes in denselben zu erhalten. Speciell für Silber hat Hr. Quincke aus verschiedenen Interferenzerscheinungen, und Hr. Wernicke aus Messungen über die Absorption des Lichtes den Brechungsexponenten berechnet. Die von Hrn. Quincke nach verschiedenen Methoden gefundenen Exponenten sind theils kleiner als Eins, theils sehr gross; Hr. Wernicke findet für Silber ungefähr den Werth 3 bis 5. Hr. Voigt berechnet dagegen aus den Wernicke'schen Beobachtungen den Exponenten des Silbers zu ungefähr $\frac{1}{4}$.¹⁾

1) Vgl. bezüglich der Beobachtungen der Herren Quincke und Wernicke: Voigt, Wied. Ann. 23. p. 104. 1884 u. Wied. Ann. 25. p. 95. 1885.