

III. *Ueber eine neue Reihe periodischer Farben  
mittelst gefurchter Flächen;*  
von *Dr. D. Brewster.*

(*Edinb. Journ. of Science New Series, Vol. II. p. 46.*)

Als ich im Jahre 1822 von Hrn. Barton einige sehr schöne Exemplare seiner isirenden Metallknöpfe bekam, benutzte ich diese Gelegenheit zur Anstellung einer Reihe von Versuchen über die Wirkung gefurchter Flächen auf das Licht. Da der Gegenstand bis zu einem gewissen Grade neu war, so schienen manche der von mir erhaltenen Resultate von Interesse zu seyn, und ich theilte daher der K. Gesellschaft in Edinburgh einen Abrifs von ihnen mit, der am 3. Febr. 1823 vorgelesen wurde. Berufsgeschäfte hielten mich lange von der Fortsetzung der Versuche ab; und da ich erfuhr, daß Fraunhofer mit allen Vortheilen der feinsten Apparate sich ebenfalls mit dieser Untersuchung beschäftigte, so überließ ich dieselbe, freilich nicht ohne Widerstreben, seinen überlegenern Kräften und Hilfsmitteln. Bei seiner Anwesenheit in Edinburgh zeigte ich dem Ritter Yelin aus München die Hauptresultate meiner Untersuchung, und da er mir versicherte, daß die Erscheinungen, welche vorzüglich meine Aufmerksamkeit in Anspruch genommen hatten, seinem Freunde Fraunhofer \*) gänzlich entgangen wären, so veranlaßte mich dieses, meine Arbeiten wieder aufzunehmen, von denen ich gegenwärtig die Resultate der Königl. Gesellschaft vorlegen will.

Eine glatte und polirte Metallfläche, die in gleichen Abständen mit gleich starken Furchen versehen ist, läßt

\*) Die Abhandlung von Fraunhofer wurde am 14. Jan. 1823 in der Baierschen Academie der Wissenschaften gelesen, und steht in keiner Beziehung zum Gegenstande dieses Aufsatzes.

sich durch die Beziehung zweier Gröſſen charakterisiren, von denen eine  $m$  die Breite der Furchen oder der fortgenommenen Flächen, und die andere  $n$  die Breite der Zwischenräume, wo das Metall stehen geblieben ist, bezeichnet. Ein Kerzenlicht, welches von einer solchen Fläche, beim Parallelismus der Furchen mit der Reflexionsebene, zurückgeworfen wird, giebt ein farbloses Bild in der Mitte einer Reihe prismatischer Bilder, die senkrecht steht auf den Furchen. Das farblose Bild ist von den stehen gebliebenen Theilen  $n$  der Metallfläche erzeugt, die prismatischen Bilder dagegen sind von den Seiten der Furche  $m$  gebildet. Dieſs lehrt der Augenschein, wenn man  $m$  vergrößert, also  $n$  vermindert, bis dieſs fast ganz verschwindet. In diesem Fall erreicht die Intensität der prismatischen Farben ihr Maximum, und das farblose Bild wird außerordentlich schwach, und so umgekehrt. Die Haupterscheinungen der prismatischen Bilder, wie ihr Abstand von dem gewöhnlichen Bilde und die Dispersion ihrer Farben, hängen alleinig von der Gröſſe  $m+n$  oder der Zahl der Furchen und Zwischenräume auf einer gegebenen Fläche ab, und die Gesetze dieser Erscheinungen sind von Fraunhofer genau bestimmt worden.

Im Laufe meiner Untersuchung der prismatischen Farben beobachtete ich bei einigen Exemplaren einen unerklärlichen Mangel gewisser Farben, welcher sich mit dem Einfallswinkel veränderte, und sich zuweilen nur bei einem Bilde zeigte, nicht bei den andern. Zuweilen erschien er bei gedrängt, zuweilen bei weit aus einanderliegenden Furchen, und aus der Symmetrie seiner Wirkung war ersichtlich, daſs er nicht von einer zufälligen Ursache herührte. Zu meinem Erstaunen bemerkte ich an dem Exemplare, wo er am Deutlichsten hervortrat, daſs selbst das weiſſe, von der ursprünglichen Stahlfläche reflectirte Bild etwas gefärbt war, und daſs seine Farbe mit dem Neigungswinkel variirte, und in einiger Beziehung stand zu der fehlenden Farbe im prismatischen Bilde.

Bisher hatte ich nur eine kleine Lichtscheibe angewandt, um aber der Incidenz einen gröfseren Spielraum zu geben, wandte ich jetzt eine schmale rechtwinklige Oeffnung an, welche einen convergirenden Lichtbündel von  $30^\circ$  oder  $40^\circ$  lieferte. Hiedurch sah ich eine Reihe sehr interessanter Erscheinungen. Das gewöhnliche von den Zwischenräumen  $n$  gebildete Bild der Oeffnung war senkrecht gegen seine Länge von breiten Farbensäumen durchkreuzt, deren Farben in der Incidenz von  $90^\circ$  bis  $0^\circ$  variirten. Diese merkwürdige Erscheinung beobachtete ich auf verschiedenen Exemplaren geritzter Flächen, die 500 bis 1000 Furchen auf den Zoll enthielten. Ein Exemplar mit 1000 Furchen auf den Zoll, wo also  $m+n = \frac{1}{1000}$  Zoll, zeigte nicht weniger als vier vollständige Farbenordnungen, wie man aus folgender Tafel ersehen kann:

Weifs . . . .	90° 0'	Blau . . . .	56° 0'
Gelb . . . .	80 30	Bläuliches Grün .	54 30
Röthliches Orange	77 30	Gelbliches - .	53 15
Nelkenroth . .	76 20	Weifsliches - .	51
Bläuliches Nelken-		Weifsliches Gelb	49
roth . . . .	75 40	Gelb . . . .	47 15
Herrliches Blau .	74 30	Gelblich.Nelkenroth	41
Weifslich . . .	71	Nelkenroth . .	36
Gelb . . . .	64 45	Weifsliches Nelken-	
Nelkenroth . .	59 45	roth . . . .	31
Bläuliches Nelken-		Grün . . . .	24
roth . . . .	58 10	Gelb . . . .	10
		Röthlich . . . .	0

Diese Farben sind offenbar dieselben, wie die der reflectirten Ringe dünner Platten. Dreht man die Stahlplatte im Azimuthe um; so erblickt man unter denselben Einfallswinkeln genau dieselben Farben; auch erleiden sie keinen Wechsel, wenn man den Abstand der Oeffnung oder den Abstand des Auges verändert.

Ich untersuchte nun verschiedene andere Exemplare, welche gleiche Eigenschaft besaßen. Einige zeigten drei Farbenordnungen, andere zwei, und noch andere nur eine, während etliche nur eine oder zwei Farben der ersten Ordnung entwickelten. Die Einzelheiten hievon ersieht man aus folgender Tafel.

Zahl d. Furchen auf 1 Zoll.      Farbenordnungen und Stücke derselben, von 90° an bis 0° Incidenz entwickelt.

- 500 — Citronengelb erster Ordnung.  
 625 — Eine vollständige Ordnung, und die zweite bis zum röthlichen Gelb. Farben sehr schwach.  
 1000 — Vier vollständige Farbenordnungen.  
 1000 — Eine ganze Ordnung nebst Blaugrün und Gelbgrün der zweiten  
 1250 — Eine vollständige Ordnung, nebst Blau und bläulichem Grün der zweiten Ordnung. Farben außerordentlich schwach.  
 2000 — Eine vollständige Ordnung, nebst bläulichem Grün und grünlichem Gelb der zweiten.  
 2000 auf Siegellack (*wax*). Eine vollständige Ordnung, nebst grünlichem Gelb der zweiten.  
 2000 — - - Eine vollständige Ordnung, mit Guttgelb der zweiten Ordnung.  
 2500 — - - Eine vollständige Ordnung, mit vollem Blau der zweiten Ordnung.  
 3333 — - - Guttgelb der ersten Ordnung.  
 5000 — - - Eine vollständige Ordnung, mit bläulichem Weiß d. zweiten Ordnung, Farben schwächer als bei No. 5.  
 10000 — - - Eine vollständige Ordnung, nebst Blau der zweiten Ordnung.

Es ist aus dieser Tafel klar, daß die Verschiedenheit der von diesen Flächen erzeugten Erscheinungen nicht von der Größe  $m+n$ , sondern alleinig von  $n$  abhängt. Je mehr von der ursprünglichen Fläche mit dem Dia-

manten fortgenommen ist, desto glänzender sind die Farben und desto zahlreicher ihre Ordnungen.

Ich war nun begierig zu sehen, welche Wirkung es haben würde, wenn man die ursprüngliche Fläche fast ganz fort nähme. Hr. Barton war so gefällig, mich mit einer Platte mit 2000 Furchen auf den Zoll zu versehen, worin diefs fast bewerkstelligt war. Unglücklicherweise zerbrach der Diamant, ehe er eine beträchtliche Fläche mit Furchen bezogen hatte, und so konnte ich nicht alle von mir beabsichtigten Versuche anstellen.

Diese Platte gab vier vollständige Ordnungen von Farben, und zwar alle bei gröfseren Einfallswinkeln als in den vorhergehenden Tafeln.

Weifs . . . .	90° 0'	Grün	
Strohgelb		Gelbgrün	
Schwaches Roth		Gelb	
Nelkenroth		Orange	
Erste Gränze zwischen Nelkenroth		Scharlach	
und Blau . . . .	80 0'	Purpur	
		Dritte Gränze zwischen Nelkenroth	
Blau		und Blau . . . .	48° 0'
Grün			
Gelb		Blau	
Roth		Lebhaftes Grün	
Nelkenroth		Gelbgrün	
Zweite Gränze zwischen Nelkenroth		Gelb	
und Blau . . . .	69° 40'	Röthlich	10° 0'

So waren die Erscheinungen, welche das von den Zwischenräumen  $n$  reflectirte Bild zeigte; ich schritt nun zur Untersuchung der prismatischen Bilder, welche auf der ersten Platte mit 1000 Flächen entstanden, und beobachtete Folgendes.

Es sey  $AB$  (Fig. 10. Taf. VIII.) das von den Zwi-

schenräumen  $n$  reflectirte Bild der rechtwinklichen Oeffnung, und  $ab$ ,  $a'b'$ ,  $a''b''$ ,  $a'''b'''$  seyen die prismatischen Bilder derselben, deren violette Enden auf  $\nu\nu$ ,  $\nu'\nu'$  . . . und rothe Enden auf  $rr$ ,  $r'r'$  . . . liegen.

Im *ersten* Spectrum  $ab$  fehlt dann das Violette in  $m$ , bei  $74^\circ$  Incidenz, und das Rothe in  $n$ , bei  $66^\circ$  Incidenz; die dazwischen stehenden Farben Blau, Grün fehlen in den zwischen  $m$  und  $n$  liegenden Punkten, bei Incidenzen zwischen  $74^\circ$  und  $66^\circ$ .

Im *zweiten* Spectrum  $a'b'$  fehlt das Violett in  $m'$  bei  $66^\circ 20'$  Incidenz, und das Roth in  $n'$  bei  $55^\circ 45'$ .

Im *dritten* Spectrum  $a''b''$  fehlt das Violett in  $m''$  bei  $57^\circ$  und das Roth in  $n''$  bei  $41^\circ 35'$ .

Im *vierten* Spectrum  $a'''b'''$  fehlt das Violett in  $m'''$  bei  $48^\circ$  und das Roth in  $n'''$  bei  $23^\circ 30'$ .

Eine ähnliche Reihe ausgelöschter Farben fand sich in jedem prismatischen Bilde bei geringerer Incidenz, wie es  $\mu\nu$ ,  $\mu'\nu'$  zeigen, wo das Violett in  $\mu$  und das Roth in  $\nu$  fehlt, und in den zwischenliegenden Punkten jeder mittleren Farben. In dieser zweiten Reihe beginnt und endet die Linie  $\mu\nu$  bei derselben Incidenz wie die  $m''n''$  im prismatischen Bilde  $a''b''$ , und eben so entspricht die Linie  $\mu'\nu'$  im zweiten prismatischen Bilde der Linie  $m'''n'''$  im vierten Spectrum  $a'''b'''$ .

Die so sonderbare Auslöschung der Farben zeigt sich noch deutlicher in Fig. 11. Taf. VIII., wo  $rm\nu\nu$  ein Theil des prismatischen Bildes ist,  $rr$  das Roth,  $gg$  das Grün,  $bb$  das Blau und  $\nu\nu$  das Violett darin. Die Linie  $mn$ , in der die Farben fehlen, fängt in  $m$  mit Auslöschung des äußersten Violettes an, so daß die Helligkeits-Curve (Fig. 12) gerade von ihr an einem Ende getroffen wird. Die Linie schreitet im Spectrum vor, so daß in Fig. 10. in dem Punkte, der  $d$  entspricht, ein Theil vom Blau und Violett ausgelöscht ist, wie es die Kerbe in der Curve zeigt, ferner bei  $e$  ein Theil des Grün und Blau, und bei  $n$  das äußere Roth.

Aehnliche Vertilgungen der Farbe finden in dem gewöhnlichen Bilde  $AB$  statt.

Die erste erstreckt sich von  $o$ , wo das Violett fehlt, bis zu  $p$ , wo das Roth verschwindet; dazwischen fehlen alle mittleren Farben. Dieser Raum hat unter gleicher Incidenz keinen entsprechenden in irgend einem der prismatischen Bilder.

Die zweite Auslöschung des Violetts in  $AB$  findet bei  $q$ , und die des Roths bei  $r$  statt, und diese entspricht hinsichtlich der Incidenz den Auslöschungen  $m'n'$ ,  $m'n'$  im zweiten prismatischen Bilde.

Die dritte Auslöschung des Violetts geschieht bei  $s$ , und die des Roths bei  $t$ , und sie entspricht hinsichtlich der Incidenz den vier Auslöschungen  $\mu'v'$ ,  $\mu'r'$ ,  $m''n''$ ,  $m''n''$  im zweiten und vierten prismatischen Bilde.

Bei allen diesen Erscheinungen sind nur die Punkte  $mn$ ,  $\mu v$  u. s. w. Minima der Intensität, oder Maxima der Auslöschung; denn die Farben verschwinden niemals gänzlich, vielmehr bilden die Linien wie  $mn$  schiefe aber schwache Spectra, welche alle prismatische Farben enthalten.

Die Analyse dieser sonderbaren und scheinbar verwickelten Erscheinungen wird bei Anwendung vom homogenen Lichte sehr einfach. Fig. 13. zeigt diese Erscheinungen im rothen Lichte;  $AB$  ist das von den Stahlflächen  $n$  reflectirte Bild der Oeffnung, und die vier Bilder auf jeder Seite desselben entsprechen den prismatischen Bildern. Alle diese neun Bilder bestehen jedoch aus homogenem rothem Licht, welches in den funfzehn schattirten Rectangeln ausgelöscht ist; diese Rectangel sind die Minima der neuen Reihe periodischer Farben, die sowohl das gewöhnliche als die prismatischen Bilder kreuzen. Die Mittelpunkte  $p$ ,  $r$ ,  $t$ ,  $n$ ,  $v$  u. s. w. dieser Rectangel entsprechen den mit gleichen Buchstaben bezeichneten Punkten in Fig. 10., und, wenn wir die Figur 13. für violetttes Licht gezeichnet hätten, würden sie den Punkten  $o$ ,  $q$ ,  $s$ ,  $m$ ,  $\mu$  u. s. w. in Fig. 10. entspre-

chen. Die Rectangel müßten von der Mitte aus schattirt seyn, um die Erscheinungen genau darzustellen; allein der Zweck der Figur ist nur, dem Auge die Lage und Beziehung der Minima der Perioden zu zeigen.

Wäre es möglich, eine noch grössere Portion von den Flächen  $n$  abzunehmen, so würde das erste Minimum  $p$ , Fig. 13., bei einem größeren Einfallswinkel eintreten, und noch zwei andere Reihen von Minimis, nämlich von fünf und sechs, würden sich bis zum fünften und sechsten prismatischen Bilde ausdehnen. Die Anordnung und Folge derselben ist leicht aus Fig. 12. abzuleiten, wo das Gesetz der Erscheinung augenfällig ist.

Die folgende Tafel enthält die vom Perpendikel gezählten Einfallswinkel, bei welchen diese Minima für die rothen Strahlen eintreten.

Lage der Minima im rothen Lichte.					
Minima.	Gewöhnliches Bild.	Prismatisches Bild			
		1tes	2tes	3tes	4tes
Erste $p$	76° 0'	65° 0'	55° 45'	41° 35'	23° 30'
Zweite $r$	55 45	41 35	23 30		
Dritte	23 30				

Lage der Minima im violetten Lichte.					
Erste	81° 30'	74°	66° 20'	57°	48°
Zweite	66 20	57	48		
Dritte	48				

Wenn Stahl mit 1000 Furchen auf den Zoll gewöhnlichem Lichte bei fast senkrechter Incidenz ausgesetzt wird, so verschwimmen das 5te, 6te, 7te und 8te prismatische Bild zu einer weißlichen Lichtmasse, die nach Aufsen in einen schwarzen Fleck endigt. Wächst der Einfallswinkel, so vereinigen sich das 6te, 7te, 8te, und 9te Bild zu dieser Masse, darauf das 7te, 8te, 9te und 10te Bild, und so fort, wobei der schwarze Raum, der diese Masse begränzt, von der Axe oder dem



Bilde *AB*, Fig. 11. zurückweicht, als die Schiefe der einfallenden Strahlen zunimmt.

Bei Bedeckung der Stahlplatte erst mit Wasser und dann mit Cassiaöl fand ich den Winkelabstand des schwarzen Raumes bei derselben Incidenz folgendermaßen:

Luft	12° 23'
Wasser	17 15
Cassiaöl	21 22

von denen die Sinus sich umgekehrt verhalten wie die Indices der Refraction dieser Flüssigkeiten.

Analoge Erscheinungen wie die oben beschriebenen finden auf den gefurchten Flächen von Gold, Silber, Kalkspath u. s. w. statt.

Um diese Erscheinungen unter allgemeinen Verhältnissen kennen zu lernen, wünschte ich sie auch an gefurchten Flächen von verschiedener Brechkraft zu untersuchen. Es war offenbar unmöglich, sich auf durchsichtigen Körpern ein System von Furchen zu verschaffen, die genau denselben Abstand und dieselbe Größe hätten. Indes hielt ich es ausführbar, dieselben Furchen, welche die vorher genannten Erscheinungen gegeben hatten, auf andere Substanzen zu übertragen, und wirklich gelang es mir, das System von 1000 Furchen auf den Zoll auf Zinn, Realgar und Hausenblase abzudrücken.

Die folgenden Resultate wurden mit Zinn erhalten; die Farben waren die auf *AB* Fig. 11.:

Weiß . . . . .	90° 0'	Zweiter Verein v.
Gelb		Nelkenroth und
Nelkenroth		Blau . . . . .
Erster Verein von		57° 40'
Nelkenroth und		Bläulich Grün
Blau . . . . .	76° 20'	Gelb
Grünlich Blau		Orange
Gelb		Nelkenroth
Nelkenroth		Dritter Verein von
		Nelkenroth und
		Blau.

Erstes Minimum vom Roth	76°
Zweites - - - - -	61

Folgendes waren die Resultate beim Realgar:

Weiß . . . . .	90° 0'	Gelb . . . . .	63°
Gelb . . . . .	80	Helles Nelkenroth .	54
Nelkenroth . . .	75 30	Zweiter Verein v. Nel-	
Erster Verein von		kenroth und Blau	47
Nelkenroth und		Bläulich Grün . . .	41
Blau . . . . .	73 10	Gelb . . . . .	36
Blau . . . . .	72	Nelkenroth . . . . .	32
Bläulich Grün . .	70 15		
Nelkenroth			

Erstes Minimum von Roth	72° 0'
Zweites - - - - -	61 15.

Folgende Resultate wurden bei der Hausenblase erhalten; die Farben waren im Allgemeinen denen beim Stahle gleich.

Erste Gränze zwischen Nelkenroth und Blau	75° 45'
Blau zweiter Ordnung . . . . .	73 45
Zweite Gränze zwischen Nelkenroth u. Blau	54 30

In diesen Versuchen gab das Zinn nahe dieselben Resultate wie der Stahl; beim Realgar und bei der Hausenblase aber wurden dieselben Farben bei kleineren Incidenzen als beim Stahl erzeugt. Die Minima der Perioden zeigten sich bei der Hausenblase sehr schön und bei ähnlichen Einfallswinkeln.

Bei Hausenblase mit 1000 Furchen auf den Zoll zeigte sich das dritte Nelkenroth oder das, welches man auf Stahl bei 36° sieht, am schönsten. Beim Trocknen der Hausenblase ging aber das Nelkenroth in Gelb hinab, und späterhin in Grün.

Wird die Hausenblase im noch weichen Zustande vom Stahle abgenommen, runden die Kanten sich ab und verlieren ihre Schärfe, und dann sieht man, wie beim

Per-

Perlenmutter, nur ein prismatisches Bild auf jeder Seite des gewöhnlichen Bildes.

Die weisse Lichtmasse ist sehr schön an den auf Zinn gemachten Abdrücken zu sehen, erscheint aber niemals auf Hausenblase.

Die vorhergehenden Versuche liefern keine genauen Angaben zur Bestimmung des Einflusses der Brechkraft. Realgar und Hausenblase geben weniger Farbenordnungen als Zinn, was anzudeuten scheint, dafs, alles Uebrige gleich, eine Abnahme der Brechkraft die Anzahl und Ordnungen der Farben vermindert oder die Minima bei geringeren Einfallswinkeln hervorruft. Der Einfluß der Brechkraft auf die Abänderungen der Farben ist hier durch andere Wirkungen versteckt, namentlich durch die geringere Schärfe des Abdrucks im Vergleich zu der ursprünglichen Fläche, und durch das Abrunden der Zwischenräume  $n$  in Folge des Eintrocknens. Bei dem Stück Hausenblase, welches die erste Gränze zwischen Nelkenroth und Blau fast bei demselben Einfallswinkel wie der Stahl gab, ist es demnach sehr wahrscheinlich, dafs es dieselbe Gränze bei einer gröfseren Incidenz gegeben hätte, wenn der Abdruck so scharf wie das Original gewesen wäre.

In dieser Ungewifsheit schien es mir, dafs sich der Einfluß der Brechkraft wohl am besten ausmitteln lassen würde, wenn man verschiedene Flüssigkeiten auf die Oberfläche des gefurchten Stahls brächte, und wirklich gingen meine Erwartungen in Erfüllung, als ich Alkohol und Cassiaöl anwandte. Folgendes waren die Resultate.

Anzahl d. Furchen auf d. Zoll.	Maximum-Farbe ohne Flüssigkeit.	Maximum-Farbe, mit Wasser, Alkohol und Cassiaöl.
312	keine Farbe	{ 1 Wasser. Stich in's Gelbe { 2 Alkohol. Stich in's Gelbe { 3 Cassiaöl. Schwaches Rothgelb
500	Citronengelb erster Ordnung	{ 1 Wasser. Stich in's Rothe { 2 Alkohol. Verdünntes Nelkenroth { 3 Cassiaöl. Bläueres Nelkenroth
625	Röthliches Gelb zweiter Ordnung	{ 1 Wasser. Schwaches Nelkenroth zweiter Ordnung { 2 Alkohol. Dito mehr Nelkenroth { 3 Cassiaöl. Bläuliches Nelkenroth zweiter Ordnung
1000	Gelblicher Grün zweiter Ordnung	{ 1 Wasser. Nelkenroth zweiter Ordnung { 2 Alkohol. Schöne Nelkenfarbe dito { 3 Cassiaöl. Grünlich-Blau dritter Ordnung
1250	Bläuliches Grün schwach	{ 1 Wasser. Gelb zweiter Ordnung { 2 Alkohol. Gelber { 3 Cassiaöl. Gelbliches Nelkenroth
2000	Grünliches Gelb zweiter Ordnung	{ 1 Wasser. Bräunliches Roth zweiter Ordnung { 2 Alkohol. Rothe Nelkenfarbe dito { 3 Cassiaöl. Grünliches Blau dito
2500	Blau zweiter Ordnung.	{ 1 Wasser. Verdünntes Grün { 2 Alkohol. Grünliches Weiß zweiter Ordnung { 3 Cassiaöl. Helles Guttgelb
3333	Guttgelb erster Ordnung	{ 1 Wasser. Nelkenroth erster Ordnung { 2 Alkohol. Röthliche Nelkenfarbe { 3 Cassiaöl. Helles Blau zweiter Ordnung
5000	Bläulich. Weiß zweiter Ordnung	{ 1 Wasser. Blasses Gelb { 2 Alkohol. Gelb mit einem Stich in's Orange { 3 Cassiaöl. Gelbliches Nelkenroth zweiter Ordnung.
10000	Schönes Blau zweiter Ordnung	{ 1 Wasser. Grünliches Weiß zweiter Ordnung { 2 Alkohol. Gelbliches Weiß { 3 Cassiaöl. Lebhaftes Guttgelb

Aehnliche Resultate erhielt ich mit in Wachs eingedrückten Furchen \*); so daß wir jetzt mit Sicherheit schliessen dürfen, daß, bei gegebener Incidenz, die Farbenordnungen vermehrt, folglich die Farben erhöht werden, wenn die Brechkraft der gefurchten Fläche abnimmt.

Nachdem der Einfluß der Brechkraft auf die Farben des gewöhnlichen Bildes hiedurch bestimmt worden, bekam es Interesse, auch den auf die vernichteten Farben der prismatischen Bilder auszumitteln. Da diese Farben nur dann erschienen, wenn die des gewöhnlichen Bildes das Blau der zweiten Ordnung überschritt, so nahm ich die Platte mit 10000 Furchen auf den Zoll, deren Maximum-Farbe ein Blau zweiter Ordnung war, welche aber nicht die ausgelöschten Farben in den prismatischen Bildern zeigte. Nachdem ich eine Schicht Cassiaöl auf diese Platte gebracht hatte, stieg das Blau zu Guttgelb, und im ersten prismatischen Bilde kamen vernichtete Farben zum Vorschein. Wegen der großen Breite des Spectrums, der deutlichen Trennung seiner Farben und der großen Länge der Linie der Auslöschung war dieß eins der schönsten und merkwürdigsten Phänomene, die ich kenne.

Bisher fand ich die Minima der prismatischen Bilder in symmetrischer Lage gegen die Minima des gewöhnlichen Bildes, wie es Fig. 11. und 12. zeigt; als ich indeß einige Platten untersuchte, wo die Zwischenräume  $n$  sehr breit und die Furchen  $m$  verhältnißmäßig nur schmal waren, sah ich mit Erstaunen Farben in den prismatischen Bildern vernichtet, das gewöhnliche Bild aber ganz farblos. Dieß war der Fall bei zwei Platten, von denen eine 312 und die andere 625 Furchen auf den Zoll hatte. Die Zwischenräume  $n$  waren hier also zu breit,

\*) Alle diese Abdrücke scheinen die Furchen en relief enthalten zu haben; wenigstens sagt der Verfasser nirgends, daß die geritzte Stahlplatte erst auf eine Matrice übertragen worden sey.  
P.

um die neuen Farben zu entwickeln. Als ich indess die Furchen  $m$  mit einem Mikroskope betrachtete, sah ich, dafs sie aus mehreren zusammengesetzt waren, von denen also jede hinreichend klein war, um periodische Farben zu erzeugen.

Obgleich wir demnach an diesen Platten, wenn  $m$  beinahe  $n$  gleich ist, eine schöne Uebereinstimmung in der Lage der Minima der gewöhnlichen und der prismatischen Bilder erblicken, so scheint doch die eben beschriebene Thatsache zu beweisen, dafs es getrennte Erscheinungen sind, die, wenn die Furchen einfach sind, von dem Verhältnifs zwischen  $m$  und  $n$  abhängen.

Die vorbergehenden Beobachtungen beziehen sich nur auf Strahlen, die von gefurchten Flächen reflectirt werden; die fast vollkommene Durchsichtigkeit dünner Platten von Hausenblase setzte mich auch in den Stand, durchgelassene Strahlen zu untersuchen. Die Farben, welche man dann im gewöhnlichen Bilde sieht, sind außerordentlich lebhaft; allein sie scheinen weder in Hinsicht ihrer Anzahl noch ihrer Beschaffenheit eine Beziehung zu den reflectirten Farben zu haben. Die Platte, welche bei Reflexion drei Farbenordnungen gab, liefs bei Transmission nur die folgende sehen:

Schönes Blau	85° Incidenz
Purpur	
Roth	
Orange	
Gelb	0° oder senkrechte Incidenz.

Ein anderer Abdruck von derselben Stahlplatte gab, als die Hausenblase noch weich war, und gleich nach der Absonderung, bei senkrechter Incidenz ein helles Purpur, welches bei gröfseren Einfallswinkeln durch Nelkenroth und Blau ging. Beim Eintrocknen der Hausenblase wurde das Purpur der senkrechten Incidenz roth, orange und gelb. Ein dritter Abdruck gab, so lange er weich

war, bei senkrechter Incidenz ein helles Nelkenroth, welches beim Eintrocknen in Gelb hinabging.

Um die Beziehungen zwischen den zurückgeworfenen und durchgelassenen Farben zu beobachten, nahm ich einen frischen Abdruck auf sehr durchsichtige Hausenblase. Ich erhielt folgende Resultate:

Zurückgeworfene Farben.	Durchgelassene Farben.	Incidenz.
Gelb	Dunkles Blau	90°
Orange	Blässeres Blau	
Nelkenroth	Blau	
Erste Gränze zwischen Nelkenroth und Blau	Blau	
Blau	Nelkenroth	
Grün	dito orangefarbenes	
Gelb	Orange	
Orange	Gelb	
Nelkenroth	Gelb	
Zweite Gränze zwischen Nelkenroth und Blau	Gelb	
Blau	Gelb	0°

Der Vergleich dieser Farben liefert den genügendsten Beweis, daß sie nicht complementär zu einander sind. Bei Abnahme der Einfallswinkel nehmen die durchgelassenen Farben der gewöhnlichen prismatischen Bilder an Helligkeit immer zu, die reflectirten dagegen werden schwächer.

Da ich die verschiedenen Stücke Hausenblase aufbewahrt hatte, so schien es mir von Interesse zu untersuchen, welche Veränderungen die Farben nach Verlauf von sechs Jahren erlitten haben würden. Folgendes waren die Resultate.

1) Ein Stück mit 1000 Furchen (auf den Zoll) zeigte in dem gewöhnlichen Bilde keine Farben, weder bei Reflexion noch bei Transmission. Die prismatischen Bilder eines Kerzenlichts waren sehr schwach und das vierte kaum mehr sichtbar.

2) Ein anderes Stück von 1000 Furchen gab bei Reflexion eine Farbenperiode vom Weiß bei großen Incidenzen durch Gelb bis zum Purpur bei senkrechter Incidenz. Bei Transmission zeigte sich nur ein wenig Gelb bei großer Incidenz.

3) Ein drittes Stück mit 1000 Furchen, das einen sehr scharfen Abdruck darstellte, lieferte bei Reflexion zwei Farbenordnungen; die Gränze zwischen Nelkenroth und Blau lag bei  $75^{\circ} 45'$ , und die zweite nahe bei senkrechter Incidenz; ein dunkles Nelkenroth erschien bei  $10^{\circ}$ . Bei Transmission gab diese Hausenblase, bei größter Incidenz, ein bläuliches Grün, welches bei schwächeren Einfallswinkeln durch Purpur in Gelb, als die Maximum-Farbe, überging.

In allen diesen Exemplaren blieben die Farben sich in allen Azimuthen gleich, sobald nur der Einfallswinkel derselbe blieb.

Da die Stahlplatte, mit der alle diese Abdrücke gemacht worden, sehr abgenutzt war, so beschloß ich ihre Fläche abzuschleifen und zu sehen, welche Veränderungen dieß hervorbringe. Da durch das Abschleifen die Zwischenräume  $n$  vergrößert wurden, so verschwanden die Farben des gewöhnlichen Bildes bald. Die Erscheinung von ausgelöschten Farben zeigte sich nicht mehr, die weiße Lichtmasse verschwand, und in Folge des Abrundens der Kanten der Furchen war die Zahl der prismatischen Bilder geringer, obgleich der Abstand zwischen ihnen unverändert blieb.

Dieß sind die Hapterscheinungen dieser neuen und merkwürdigen Klasse periodischer Farben. Das allgemeine Gesetz derselben und die Umstände, von denen sie abhängen, scheint in den angeführten Versuchen ziemlich klar ausgesprochen zu seyn; allein eine genügende Ursache ihrer Erzeugung anzugeben scheint mir sehr schwierig. Daß sie nicht aus der Diffraction oder Interferenz der von zwei oder mehreren der Flächen  $n$ , betrachtet



als enge Schlitze oder Oeffnungen, herrühren, ist klar; denn in diesem Falle würde sie von dem Abstände des leuchtenden Gegenstandes und von dem Abstände des Auges abhängig seyn, auch würden die Farben parallele Zonen mit der Richtung der Furchen bilden.

Bei meinen Versuchen über die Erzeugung complementärer Farben durch Reflexion des polarisirten Lichts von Metallflächen, habe ich gezeigt, dafs eine Reflexion von einer Silberplatte u. s. w. gleiche Wirkung hat wie eine Krystallschicht von einer gewissen Dicke, und dafs bei Zunahme des Einfallswinkels die Farben in der Scale hinuntergehen, wie wenn die entsprechende Schicht an Dicke abgenommen hätte. Dafs diese Farben durch die Interferenz zweier Lichtbündel erzeugt werden, von denen einer später als der andere reflectirt wird, ist nicht zu bezweifeln; ob indess diese beiden Portionen innerhalb der Activitätssphäre reflectirt werden, in solchen Abständen, um durch ihre Interferenz Farben zu erzeugen, oder ob die eine auf die gewöhnliche Weise reflectirt wird, die andere aber erst, nachdem sie bis zu einer gewissen Tiefe in das polirte Metall eingedrungen ist, läfst sich nicht so leicht entscheiden.

Wenn eine dieser Wirkungen beim polarisirten Lichte stattfindet, mufs eine analoge bei gewöhnlichem Lichte vorhanden seyn, obgleich die Intensität der interferirenden Lichtbündel vielleicht sehr unbedeutend ist.

Setzen wir voraus, die Zwischenräume  $n$  seyen kleiner als der Abstand, bis zu welchem sich die Reflexionskraft erstreckt, so mufs diese abnehmen, wenn man Metall von den anliegenden Furchen fortnimmt. Dafs dies der Fall sey, scheint mir aus den obigen Versuchen hervorzugehen. Wenn die Stahlfläche eine Flüssigkeit berührt, so bemerken wir eine gewisse Veränderung in ihrer Wirkung, welche man keiner anderen Ursache als einer Verringerung der brechenden und zurückwerfenden Kräfte dieser Fläche zuschreiben kann. Nun geht aus dem Ver-

such hervor, dafs die Verkleinerung der Flächen  $n$  genau dieselbe Wirkung hat, indem durch jede dieser Ursachen die Farben nicht nur glänzender gemacht, sondern auch die Minima bei gröfserem Einfallswinkel erzeugt werden.

Da Cassiaöl in einem System von 312 Furchen auf den Zoll Farben hervorruft, die früher nicht vorhanden waren, so ist klar, dafs wenn wir eine Flüssigkeit von noch höherer Brechkraft hätten, Farben bei viel breiteren Flächen  $n$  erzeugt würden, ja dafs wenn die Flüssigkeit in Brechkraft dem Metalle nahe käme, wir, ohne alle Furchen auf den reflectirenden Flächen, periodische Farben zu sehen bekämen; so dafs die Erscheinungen identisch würden mit denen, welche sich an der gemeinschaftlichen Fläche durchsichtiger Körper zeigen.

Wir können daher kaum umbin den Schlufs zu ziehen, dafs durch die Ausfurchung einer Substanz, sie mag nun durchsichtig oder undurchsichtig seyn, die Brechkraft der zwischen den Furchen stehend bleibenden Theile verringert werde. In der Emissionshypothese kann man diese Fortnahme von reflectirender Substanz gleich achten einer Verringerung der Dichte der Oberfläche. In der Undulationshypothese dagegen kann die Wirkung einer Veränderung der Dichte oder der Elasticität des Aethers an den Extremitäten der hervorragenden Punktê zugeschrieben werden.

---