Ich will übrigens bemerken, dass ich bei sehr eingedicktem Canadabalsam und eingedicktem, immerhin noch etwas flüssigem Leim das Relaxiren der Doppelbrechung, ebenso wie Mach, ganz wohl beobachten konnte. Es schien mir aber nicht angezeigt, zu versuchen, von diesen chemisch so wenig definirten Körpern die Relaxationszeit und den Reibungscoefficienten zu bestimmen.

Strassburg i. E., 1881.

**VII. *Neue Modification des Lichtes durch Reflexion
an engen Metallgittern;
von J. Fröhlich in Budapest.***

(Vorläufige Mittheilung.)

Die bisherigen experimentellen Untersuchungen des durch durchsichtige Beugungsgitter ungebeugt hindurchgehenden und des von solchen geritzten Flächen direct reflectirten Lichtes ergaben, dass dieses denselben Polarisationszustand besitze wie das durch dieselbe ungeritzte Platte gehende oder von deren glatten Fläche reflectirte Licht.¹⁾ Für gebeugtes Licht gilt dies nicht.

Die bei diesen Versuchen benutzten Glasgitter hatten kein kleineres Intervall als etwa 0,0025 mm. Wiederholt man jedoch diese Versuche mit einem jener Gitter, die in jüngster Zeit von D. C. Chapman in New-York mit Rutherford's Theilungsmaschine in vorzüglicher Ausführung auf Spiegelmetall angefertigt werden und auf eindreiviertel Zoll englisch angeblich 27880 Striche enthalten, so findet man wesentlich andere Erscheinungen. Das von der geritzten Fläche direct reflectirte Licht hat bedeutend ande-

1) Quincke, Pogg. Ann. 116. p. 34; 55—56. 1872; Fröhlich, Wied. Ann. 1. p. 332. 1877.

ren Polarisationszustand als das von der etwa einen halben Zoll engl. breiten, polirten Randfläche reflectirte Licht.

Die Constatirung und numerische Bestimmung dieser Abweichung bildet den Gegenstand vorliegender Mittheilung. Die Messungen geschahen mittelst eines vorzüglichen Jamin'schen Kreises, der horizontal und vertical einstellbar ist, im homogenen Natriumlicht.

1. Das Collimatorrohr des horizontal gestellten Kreises trug die Collimatorlinse und davor den mit Positionskreis versehenen Polarisator; das Beobachtungsrohr einen Babinet'schen Compensator und den ebenfalls mit Positionskreis versehenen Analysator. Das Gitter wurde auf das Tischchen in der Mitte des Kreises in solcher Höhe gestellt, dass in der oberen, bez. unteren Hälfte des Gesichtsfeldes die nur von dem von der geritzten, bez. der polirten Fläche reflectirtem Lichte gebildeten Interferenzstreifen auftraten. Sofort bemerkte man eine beträchtliche Verschiebung der oberen Streifen gegen die unteren; ferner eine bedeutende Differenz zwischen den Stellungen des Analysators, welche dem dunkelsten Zustande der oberen, bez. der unteren Streifen entsprachen. Auch zeigte sich, dass die Abweichungen in Bezug auf Vorzeichen und Werth wesentlich verschieden sind, je nachdem die Striche in der Einfallsebene liegen oder senkrecht zu derselben sind.

Die Polarisationsverhältnisse des direct reflectirten Lichtes wurden mittelst Compensator und Analysator bei verschiedenen Einfallswinkeln gemessen; die Positionskreise gestatteten die Ablesung von einer Minute; 15,22 Umdrehungen der Compensatortrommel entsprachen einer Wellenlänge. Folgende Tabelle enthält die so gefundenen Daten, jede aus zehn Ablesungen berechnet; i bedeutet den Einfallswinkel, φ das Polarisationsazimuth des einfallenden Lichtes, ψ das Azimuth des Analysators, bei welchem die Streifen im reflectirten Licht die grösste Dunkelheit haben, und dessen Tangente gleich ist dem Amplitudenverhältniss der zur Einfallsebene parallel und senkrecht schwingenden Componente; Δ den Gangunterschied dieser Componenten in Tausendtheilen von Wellenlängen ausgedrückt. Die Zeichen $\equiv$, $\circ$, $\parallel$ beziehen sich

auf Licht, das von der geritzten Fläche mit zur Einfallsebene parallelen Strichen, von der polirten und von der geritzten Fläche mit zur Einfallsebene senkrechten Strichen reflectirt ist.

Tabelle I.

$$\varphi = 45^\circ.$$

i	$\psi =$				$\Delta =$		
	$\equiv$	$\circ$	$\parallel$		$\equiv$	$\circ$	$\parallel$
85°	41° 28'	39° 53'	38° 10'		+ 67	+ 82	+ 48
80	39 43	37 1	33 22		115	162	102
75	39 11	36 7	29 34		162	219	161
70	41 14	37 1	27 2		209	279	237
65	41 33	37 43	26 59		228	320	307
60	39 19	38 27	28 17		262	364	394
55	37 49	40 28	32 16		296	393	414
50	37 26	40 42	37 58		327	422	446
45	36 47	41 37	43 25		361	443	461
40	35 19	42 31	47 41		377	456	468
35	34 29	44 10	48 6		401	463	477
30	35 27	44 43	48 43		466	475	492

2. Instrument und Gitter blieben in früherer Anordnung; hierauf wurde das Azimuth des einfallenden Lichtes durch Drehen des Polarisators geändert; es zeigte sich, dass dadurch nicht nur ψ , sondern zugleich auch die Lage der Interferenzstreifen merklich geändert wurde. Folgende Tabelle enthält für einige Einfallswinkel die Werthe von ψ und Δ bei verschiedenen Azimuthen, aus je fünf Ablesungen berechnet.

Tabelle II.

φ	$i = 80^\circ$				$i = 70^\circ$				$i = 60^\circ$			
	ψ		Δ		ψ		Δ		ψ		Δ	
	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$
0°	2° 25'	—	+518	—	3° 47'	—	+507	—	5° 40'	—	+475	—
5	4 15	3° 53'	202	+125	5 36	3° 25'	838	+269	7 1	4° 4'	371	+426
15	12 8	9 57	196	111	13 44	6 31	246	250	13 31	8 58	315	406
45	39 43	33 22	115	102	41 14	27 2	209	287	39 19	28 17	262	394
75	73 37	66 50	100	96	74 22	56 59	185	232	74 23	61 36	240	390
85	84 59	84 5	+ 74	+ 81	85 42	78 19	+142	221	86 51	78 50	+155	+376
90	87 25	—	-366	—	86 56	—	-289	—	88 45	—	-235	—

φ	$i = 50^\circ$				$i = 40^\circ$				$i = 30^\circ$			
	ψ		Δ		ψ		Δ		ψ		Δ	
	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$	$\equiv$	$\parallel$
0°	5° 57'	—	+442	—	6° 37'	—	+427	—	5° 6'	—	+405	—
5	8 25	5° 6'	394	+462	7 56	8° 24'	407	+488	7 54	7° 42'	430	+502
15	14 2	12 12	361	451	14 30	16 30	395	473	13 38	17 7	458	495
45	37 26	37 58	327	446	35 19	47 41	377	468	35 27	48 43	466	492
75	72 55	70 17	304	441	70 49	75 55	359	463	68 47	76 5	456	487
85	85 21	82 41	+153	+431	83 31	84 8	+259	+455	82 30	84 56	+412	+474
90	83 27	—	-147	—	83 24	—	-33	—	85 10	—	-13	—

Das Zeichen — bei der verticalen Stellung der Striche deutet an, dass das Licht merklich elliptisch polarisirt ist, aber wegen seiner Unbestimmtheit nicht gemessen werden konnte. Die Daten zeigen, dass bei ein und demselben Einfallswinkel das Verhältniss $\text{tg } \varphi : \text{tg } \psi$ nicht denselben Werth behält; dass das zur Einfallsebene senkrecht, bez. parallel schwingende, einfallende Licht durch Reflexion an der geritzten Fläche elliptisch polarisirt wird. Es möge bemerkt werden, dass diese Aenderungen von ψ und Δ bei Aenderung von φ auch im gebeugten Lichte auftreten.

3. Zur Messung der relativen Phasenänderung der einzelnen Schwingungscomponenten durch Reflexion an der geritzten Fläche wurden die Newton'schen Interferenzringe benutzt. Eine Linse von 10,68 m Krümmungsradius wurde in der Weise auf die Gitterfläche gelegt, dass der Berührungspunkt in die Grenzlinie der geritzten und der polirten Fläche fiel. Die Begrenzung der entstehenden dunklen Ringe ist im homogenen Lichte genügend scharf, um den Unterschied der Durchmesser der beiden Arten von Halbringen schon mit freiem Auge wahrzunehmen.

Diese Ringe wurden nun mit einem Fernrohre von 60 cm Objectweite, das an dem vertical gestellten Jamin'schen Kreise befestigt war, beobachtet; die erwähnte Grenzlinie lag in der Einfallsebene, die Projectionen der Durchmesser auf die Ebene des Gesichtsfeldes wurden längs dieser Linie mittelst eines an das Fernrohr befestigten Ocularmikrometers gemessen, 1,033 Umdrehungen des letzteren ent-

sprachen der Länge eines Millimeters. Das einfallende Licht war natürliches; vor dem Oculare des Fernrohres befand sich ein drehbares Nicol, durch dessen geeignete Lage man die Ringe in zur Einfallsebene senkrecht oder parallel polarisirt, nach Entfernung derselben in natürlichem Lichte beobachten konnte.

Aus den gemessenen Projectionen ϱ_1 und ϱ_1' der Halbmesser der Ringe an der polirten, bez. geritzten Fläche lässt sich auf die Phasendifferenz schliessen. Bezeichnet δ und ω für den n -ten dunklen Ring die durch den Wegunterschied und die Reflexion am Glase und der Fläche hervorgebrachten Phasenunterschiede, δ' und ω' dieselben für Ringe an der geritzten Fläche, dann gilt nach der elementaren Theorie dieser Erscheinung:

$$\delta + \omega = \frac{2n+1}{2} \pi; \quad \delta' + \omega' = \frac{2n+1}{2} \pi;$$

$$\delta = 2\pi \frac{2d}{\lambda} \cos i; \quad \delta' = 2\pi \frac{2d'}{\lambda} \cos i,$$

wobei d , d' die Dicke der Luftschicht an den Stellen der dunklen Ringe bedeuten. Ist ferner ϱ und ϱ' der wahre Werth der Radien zueinander gehöriger Halbringe, R der Krümmungsradius der Linse, dann wird:

$$d = \frac{\varrho^2}{2R}; \quad d' = \frac{\varrho'^2}{2R}; \quad \varrho_1 = \varrho \cos i; \quad \varrho_1' = \varrho' \cos i;$$

daraus das Verhältniss der gesuchten Phasendifferenz zu 2π :

$$\frac{\omega' - \omega}{2\pi} = \vartheta = \frac{\varrho_1'^2 - \varrho_1^2}{\lambda R \cos i}.$$

In beifolgender Tabelle sind die aus je fünf Ablesungen gerechneten Werthe von $1000 \cdot \vartheta$ enthalten; die Zeichen $\perp$, $=$, N beziehen sich auf Licht, das zur Einfallsebene senkrecht oder parallel polarisirt ist, schliesslich auf natürliches Licht. Die Daten haben wegen der Natur der zum Messen benutzten Erscheinung nicht die Genauigkeit der in den anderen Tabellen enthaltenen.

Tabelle III.

1000 . ϑ =

i	⊥		=		N	
	≡		≡		≡	
80°	00	+40	00	00	00	+29
70	+33	+34	-11	00	+28	+65
60	—	—	-20	-26	00	00
50	—	—	-22	-24	-19	00
40	00	-23	-25	-16	-23	-24
30	-22	-52	-51	-115	-54	-74

An den mit — bezeichneten Stellen konnten wegen Nähe des Polarisationswinkels des Glases der Linse nur sehr unbestimmte Ringe entstehen. —

Aus Beugungsversuchen, wo senkrecht auf das Gitter fallendes Licht die ersten Hauptmaxima zu beiden Seiten der Normale bei dem Winkel $23^{\circ} 38'$ bildete, fand sich die Entfernung der Striche voneinander als 0,001 470 7 mm; unter dem Mikroskop betrachtet, erschien die Breite der Furchen nahezu gleich der der zwischen ihnen liegenden Flächen; demnach besteht das Gitter aus Streifen, deren Breite nur wenig grösser ist als eine Wellenlänge.

Alle bisherigen Theorien der Reflexion und Diffraction setzen voraus, dass die Lichtbewegung an solchen Streifen dieselbe sei, als ob sie zu einer gegen die Wellenlänge sehr grossen Wellenfläche gehörte, und Ränder nicht störend wirkten; ferner, dass einfallendes Licht, welches parallel oder senkrecht zur Einfallsebene polarisirt ist, auch nach der Reflexion dieselbe Polarisation besitze.

Die mitgetheilten Versuche erweisen mit Entschiedenheit, dass bei optischen Erscheinungen, die durch so enge Metallgitter entstehen, obige Voraussetzungen nicht mehr gelten dürfen.

Physik. Inst. der Univ. Budapest, Februar 1881.