I. *Ueber den Durchgang der Wärmestrahlen
durch geneigte diathermane Platten;
von H. Knoblauch.*

(Anzugsweise mitgetheilt der physikalischen Section der Naturforscher-Versammlung zu Dresden am 19. September 1868 und zu Rostock am 21. September 1871.)

Eine seit dem Jahre 1847 begonnene, 1866 in diesen Annalen, Bd. CXXVIII, S. 161 bis 166 besprochene Versuchsreihe hat die allgemeinen Umrisse der Erscheinungen festgestellt, welche bei dem Durchgange der Wärmestrahlen durch geneigte diathermane Platten auftreten, insonderheit den Einfluß nachgewiesen, welchen einerseits die — durch die Polarisirung gegebene — *Eigenthümlichkeit der Strahlen*, andererseits die — die Absorption bedingende — *Beschaffenheit der durchstrahlten Substanz* auf diesen Durchgang ausüben.

Es kam darauf an, die besonderen Gesetze zu ermitteln, welche unter diesen verschiedenen Verhältnissen den Vorgang in seinen einzelnen Stadien verfolgen lassen.

Der erste Theil dieser Untersuchung beschäftigt sich demgemäß vorzugsweise mit der Erforschung des Antheils, welchen die *Polarisation* der Wärmestrahlen, möglichst unabhängig von der allgemeinen absorbirenden Eigenschaft der Platten an der Erscheinung nimmt; der zweite Theil besonders mit der Prüfung dieser *Absorption* der diathermanen Körper, gegenüber jenen Bedingungen der sie durchdringenden Strahlen.

I.

Die wegen ihres Parallelismus, ihrer Intensität und Mannigfaltigkeit gewählten Sonnenstrahlen wurden durch einen Heliostat in horizontaler und unveränderter Richtung in ein verfinstertes Zimmer reflectirt, wo sie auf die, um eine vertikale Axe drehbaren, aber dabei immer vertikal bleibenden, diathermanen Platten fielen, deren Neigung gegen die einfallenden Strahlen durch Messung des Winkels bestimmt wurde, welchen diese mit der Normale auf die Platten bildeten.

Nach früheren Erfahrungen¹⁾ boten sich die Extreme des Wärmedurchlasses in den Fällen dar, in welchen die Polarisationssebene mit der Brechungsebene der diathermanen Körper zusammenfiel oder gegen diese einen rechten Winkel bildete, und wurde zur Bewirkung dieser Polarisation ein drehbares Nicol'sches Prisma von 42^{mm} Durchmesser (bei 85^{mm} Länge) in die Fensterlade eingeschaltet. Das Verhalten in den bezeichneten Fällen sollte weiter mit dem der nicht polarisirten Strahlen verglichen werden. Doch zeigte sich bald, daß zur Herbeiführung dieses Falles die einfache Entfernung des Nicol'schen Prismas nicht ausreichte. Denn die Wiederholung der nämlichen Versuche selbst innerhalb derselben Beobachtungsreihe ließ hier einen störenden Einfluß der, mit der Incidenz der Sonnenstrahlen wechselnden Polarisation erkennen, welche die bloße Reflexion vom Heliostatenspiegel den Strahlen ertheilt hatte. Unter diesen Umständen entschied ich mich dafür, mit den Beobachtungen bei vertikalem, resp. horizontalem Hauptschnitt des Nicols diejenigen bei einer Stellung desselben unter 45° zu vergleichen²⁾. Mit Uebergehung der früheren, bei Fortnahme des Nicol'schen Prismas erhaltenen Ergebnisse, welche immerhin bezeichnend für die große Empfindlichkeit des Vorgangs waren, sind demnach in dem Folgenden für die unpolarisirten

1) Pogg. Ann. Bd. CXXVIII, S. 161 ff.

2) Womit zugleich für zweifelhafte Fälle eine Controlle durch Einstellung auf + 45° und auf - 45° (= 315°) gegeben war.

Strahlen immer diejenigen Beobachtungen aufgeführt worden, welche jene unter 45° polarisirten ergeben hatten. Dies war gestattet, weil bei solcher Polarisation das Verhalten der Strahlen, den zu durchdringenden Platten gegenüber, demjenigen der natürlichen: nicht polarisirten gleichkommt; andererseits wurde dabei jene störende Wirkung der wechselnden Polarisation durch den Heliostatenspiegel beseitigt.

Die, durch die diathermanen Platten hindurchgegangenen Strahlen fielen auf eine Thermosäule, verbunden mit einem Multiplicator, dessen Nadelablenkungen, innerhalb der Grenzen dieser Versuche, den zu messenden Wärmewirkungen entsprachen.

Für die erste Untersuchung erschienen wegen ihrer gleichmäßigen Oberfläche und Dicke *farblose Spiegelgläser* am geeignetsten. Zur Sicherung des Vergleiches wurde, innerhalb derselben Versuchsreihe, stets bei senkrechter Incidenz der Strahlen (Einfallswinkel 0°) durch Regulirung eines Spaltes die nämliche Ablenkung, z. B. von je 15, 10 oder 9 Graden, am Thermomultiplicator hervorgebracht, sodann die Abweichungen der Galvanometernadel beobachtet, welche beim Neigen der Glasplatten eintraten, wobei darauf geachtet wurde, daß jedesmal alle hindurchgehenden Strahlen auf die Thermosäule fielen.

Von den zunächst benutzten Glassätzen bestand der eine aus 1^{mm} dicken, auf der hohen Kante bläulich erscheinenden, der andere aus 2^{mm}, 5 starken, in größter Dicke etwas gelblich aussehenden Platten. In beschriebener Weise den Sonnenstrahlen dargeboten, welche zuvor den Nicol bei vertikalem oder horizontalem Hauptschnitt durchdrungen hatten, ließen sie die Wärme derart hindurchstrahlen, daß folgende Angaben des Thermomultiplicators eintraten:

Einfallswinkel:		0°	20°	40°	50°	55°	60°	70°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte	15	15,00	14,25	13,12	11,70	10,50	8,50	6,75
	2 Platten		15,00	13,50	12,75	11,25	9,75	6,75	4,12
	4 " } farblosen Glases.		14,70	12,00	9,00	8,25	6,75	4,50	1,20
	8 "		14,25	9,75	7,50	6,75	4,50	3,75	0,75
horizontal.	1 Platte	15	15,50	15,75	16,25	16,25	16,00	13,75	11,75
	2 Platten		15,50	15,75	16,25	16,25	15,75	13,50	9,50
	4 " } desgl.		15,50	17,30	18,25	18,25	17,75	11,50	7,00
	8 "		18,44	20,33	22,64	22,84	21,57	9,10	6,71
vertikal.	1 Platte	15	15,00	14,25	13,50	12,00	11,25	9,37	7,50
	2 Platten		15,00	13,87	13,12	11,62	10,12	7,50	4,50
	4 " } farblosen Glases.		15,00	13,50	10,50	9,00	7,50	5,25	1,50
	8 "		14,70	10,80	9,00	7,50	5,25	4,50	1,05
horizontal.	1 Platte	15	15,50	16,00	16,62	17,00	16,62	14,87	14,00
	2 Platten		15,62	16,62	17,31	18,00	17,31	14,37	12,25
	4 " } desgl.		16,25	17,90	19,19	19,92	19,19	13,62	9,75
	8 "		18,67	20,71	22,87	23,46	22,72	11,37	8,95

Aus diesen Zahlen ergibt sich, daß bei vertikalem Hauptschnitt des Nicol, d. h. bei horizontaler, *mit der Brechungsebene der Platten zusammenfallender Polarisations-ebene, die durch die Glasplatten hindurchgelassene Wärmemenge mit wachsendem Einfallswinkel und zunehmender Plattenzahl sich beständig vermindert*: die Werthe nehmen in horizontaler, wie in vertikaler Columnne stetig ab.

Bei horizontalem Hauptschnitt, d. h. bei *Kreuzung der Polarisations- und Brechungsebene vermehrt sich dagegen die hindurchgestrahlte Menge bei zunehmendem Einfallswinkel und größerer Anzahl der Platten, bis der Winkel von 55° (der sogenannte Polarisationswinkel) erreicht ist. Erst dann tritt eine allmähige Abnahme ein.*

So geht bei einer Drehung der Gläser von 0° auf 55° die Galvanometernadel bei 1 Platte des zweiten Glases im ersten Falle von 15° auf 12° , bei 8 Platten von 15° auf $7^\circ,5$ zurück; im letzteren aber steigt ihre Ablenkung bei 1 Platte von 15° auf 17° , bei 8 Platten von 15° auf $23^\circ,46$. Auch die nach dem Wendepunkte 55° in beiden Fällen eintretende Abnahme ist im ersten Falle viel beträchtlicher als im letzteren. Während bei fortgesetzter Drehung der Glasplatten von 55° auf 75° die Nadel dort bei 1 Glase von 12° auf $7^\circ,5$, bei 8 Gläsern von $7^\circ,5$ auf $1^\circ,05$ weiter herabgeht, sinkt ihre Abweichung hier bei 1 Glase von 17° nur auf 14° , bei 8 Gläsern von $23^\circ,46$ auf $8^\circ,95$.

Bei 60° Neigung ist der steigernde Einfluß der Polarisation bei horizontalem Hauptschnitt noch so vorherrschend, daß an 1 Platte eine Durchstrahlung im Werthe von $16^\circ,62$, an 8 Platten von $22^\circ,72$ wahrgenommen wird, also ungeachtet der erheblich größeren Dicke der durchstrahlten Schicht bedeutend höher als für die geringste Dicke bei der Incidenz 0° . Ueberhaupt ist es interessant, daß derartige *Unterschiede schon an einer einfachen dünnen diathermanen Lamelle*, an der die optische Untersuchung keine meßbaren Resultate liefert, hervortreten.

Charakteristisch ist auch der Vergleich beider Gläser. Ein einfacher Blick auf die Tabelle zeigt, daß sämtliche

beim zweiten Glase erhaltene Werthe größer als die entsprechenden des ersteren sind; d. h. *das 2,5 mal dickere Glas* hat sich nicht unerheblich *diathermaner als das dünne* erwiesen.

Je mehr bei Eislamellen von der Temperatur 0° C. jede eigene Erwärmung während der Durchstrahlung ausgeschlossen ist, um so bezeichnender wäre es, bei solchen von homogener: schlieren- und blasenfreier Masse und spiegelnder Oberfläche zu sehen, in welchem Grade die Wärme hinter denselben mit der, durch Neigen verstärkten Dicke der durchstrahlten Eisschicht zunimmt.

Um die bei gekreuzter Polarisations- und Brechungsebene erkannte Steigerung des Wärmedurchgangs auf den Vorgang bei ursprünglich *nicht polarisirten* Strahlen beziehen zu können, sind (der Erläuterung S. 322 und 323 gemäß) noch die Durchgänge durch die nämlichen Gläser bei Einstellung des Nicol-Hauptschnitts auf 45° beobachtet und wegen des besseren Anschlusses an den Wendepunkt 55° , anstatt der Einfallswinkel 20° , 40° , 50° , 60° , 70° , die Incidenzen 15° , 25° , 35° , 45° , u. s. w. gewählt worden.

Auf diese Winkel ist dann auch eine zweite, dem horizontalen Hauptschnitt des Nicol zugehörige Beobachtungsreihe bezogen und zum Vergleich hinzugefügt worden.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol 45°.	1 Platte	10	10,00	10,00	10,00	9,84	9,35	8,75	6,82
	2 Platten		10,00	10,00	10,00	9,90	9,40	7,80	4,91
	4 "		10,00	10,00	10,10	10,10	9,60	7,50	4,05
	8 "		10,00	10,05	10,15	10,15	9,75	6,25	2,75
	1 Platte	10	10,00	10,00	10,00	10,00	9,60	9,00	7,20
	2 Platten		10,00	10,00	10,00	10,00	9,50	8,80	5,90
	4 "		10,00	10,10	10,20	10,20	9,80	8,25	4,21
	8 "		10,00	10,15	10,25	10,25	10,00	7,00	2,80
horizontal.	1 Platte	9	9,10	9,30	9,60	9,70	9,75	9,36	8,52
	2 Platten		9,20	9,40	9,75	10,25	10,50	9,54	6,39
	4 "		9,25	9,65	10,15	10,70	11,00	10,00	5,00
	8 "		9,30	10,00	11,00	12,50	13,50	11,20	4,13
	1 Platte	9	9,15	9,40	9,75	9,90	10,00	10,00	9,20
	2 Platten		9,25	9,50	10,00	10,60	10,90	10,80	7,90
	4 "		9,35	9,80	10,50	12,10	12,50	12,25	6,25
	8 "		9,60	10,50	11,50	13,25	14,50	12,50	4,17

Hieraus ersieht man, wie auch in dem Falle, in welchem dem Nicol eine *indifferente Stellung* gegeben ist, die *Absorption der Masse des Glases*, selbst bei beträchtlich mit der Neigung zunehmender Dicke sich nicht geltend macht. Bei dem ersten Glase erhält sich die durch 1 Platte hindurchgehende Wärme constant, bis der Neigungswinkel 35 Grade überschreitet, bei dem zweiten diathermaneren tritt erst unter 55° eine Abnahme derselben ein; bei 8 Glasplatten steigert sich sogar bei beiden die Intensität bis zur Neigung von 45° und auch bei 55° tritt noch keine erhebliche, ja eine, mit der Anzahl der Platten abnehmende Verminderung ein.

Man erkennt sonach in dem Vorgange, welcher dem der nicht polarisirt eintretenden Strahlen entspricht, schon den Anfang desjenigen, welcher bei horizontalem Hauptschnitt des Nicol, d. h. bei gekreuzter Polarisations- und Brechungsebene sein Maximum erreicht. Dort bildet sich, bei dem Durchgange der Strahlen durch die ihnen dargebotenen Glasplatten selbst, eine mit dem Neigungswinkel bis 55° und der Plattenzahl wachsende Polarisation¹⁾, deren Ebene auf der Brechungsebene senkrecht steht²⁾; hier ist diese von Anfang an in vollkommenster Weise bereits vor dem Eintritt der Strahlen in die Glasplatten gegeben.

Es erklären sich hierdurch auch die, in der letzten Tabelle enthaltenen Werthe: in beiden Abtheilungen die anfängliche Zunahme, dann Abnahme derselben in horizontaler wie vertikaler Reihe; ferner das Ueberwiegen der bei horizontalem Hauptschnitt des Nicol beobachteten über die bei der Stellung 45° erhaltenen.

Ein Bild des allmäligen Uebergangs von einer Stufe zur andern und damit zugleich der demselben zu Grunde liegenden Gesetzmäßigkeit erhält man am deutlichsten durch Berechnung der *Verhältniszahlen*, welche die Zunahme in dem einen, die Abnahme in dem andern Falle

1) Pogg. Ann. Bd. LXXIV, S. 173 — 176.

2) Ebendasselbst, S. 175.

darstellen. Diese Verhältniszahlen, erhalten durch Subtraction eines jeden folgenden Werthes von dem vorhergehenden (d. h. Bildung der Differenz zweier beim Neigungswechsel um 10° neben einander stehender Multiplicator-Ablenkungen) und Division dieses Unterschiedes mit dem ersten (dem kleineren Einfallswinkel zugehörigen) dieser Werthe, sind in der folgenden Uebersicht zusammengestellt. Bei solcher Bildung mußten diese Zahlen innerhalb der Steigerung der Wärmeintensität natürlich negativ, bei abnehmender Wirkung positiv ausfallen. Auch physikalisch hat es einen Sinn, jene Coefficienten der Zunahme, gegenüber denen der Abnahme, gleichsam als negative, diese als positive Absorptionscoefficienten aufzufassen ¹⁾.

1) Wobei freilich einstweilen von den, späterer Untersuchung vorbehaltenen, Reflexionsverhältnissen an der Vorderfläche der Gläser abgesehen ist.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol 45°.	1 Platte	—0,000	—0,000	—0,000	—0,000	+0,020	+0,050	+0,060	+0,220
	2 Platten	—0,000	—0,000	—0,000	—0,000	+0,010	+0,050	+0,170	+0,370
	4 " farblosen	—0,000	—0,000	—0,010	—0,010	—0,000	+0,050	+0,220	+0,460
	8 " Glases.	—0,000	—0,000	—0,010	—0,010	—0,000	+0,040	+0,360	+0,560
	1 Platte	—0,000	—0,000	—0,000	—0,000	—0,000	+0,040	+0,060	+0,200
	2 Platten	—0,000	—0,000	—0,000	—0,000	—0,000	+0,050	+0,070	+0,230
	4 " farblosen	—0,000	—0,010	—0,010	—0,010	—0,000	+0,040	+0,160	+0,490
	8 " Glases.	—0,000	—0,010	—0,010	—0,010	—0,000	+0,020	+0,300	+0,600
horizontal.	1 Platte	—0,011	—0,022	—0,032	—0,032	—0,010	—0,005	+0,040	+0,090
	2 Platten	—0,022	—0,022	—0,037	—0,037	—0,031	—0,024	+0,091	+0,330
	4 " farblosen	—0,028	—0,043	—0,052	—0,052	—0,034	—0,028	+0,091	+0,500
	8 " Glases.	—0,033	—0,075	—0,100	—0,100	—0,136	—0,080	+0,170	+0,631
	1 Platte	—0,016	—0,027	—0,037	—0,037	—0,015	—0,010	+0,000	+0,080
	2 Platten	—0,028	—0,027	—0,053	—0,053	—0,060	—0,028	+0,009	+0,269
	4 " farblosen	—0,039	—0,048	—0,071	—0,071	—0,152	+0,033	+0,020	+0,490
	8 " Glases.	—0,067	—0,034	—0,095	—0,095	—0,152	—0,094	+0,138	+0,666

Die mit dem — zeichen versehenen Zahlen sind hienach bei dem 2^{mm},5 dicken Glase (vereinzelte Beobachtungsfehler abgerechnet) größer und setzen sich zum Theil in weitere Rubriken fort, die positiven sind kleiner als bei dem 1^{mm} dicken, d. h. *der Grad der Steigerung des Wärmedurchgangs ist bei dem dickeren, aber gleichwohl diathermaneren Glase ein höherer, der Grad der Verminderung ein geringerer als bei dem weniger diathermanen.*

Aber auch in dem günstigsten Falle: bei horizontalem Hauptschnitt des Nicol und größter Plattenzahl nimmt dieser *Grad der Steigerung* nicht bis zu der nämlichen Stelle zu wie die Steigerung selbst. Der ihn ausdrückende Coefficient beträgt bei dem diathermaneren Glase zwischen 35° und 45°: 0,152, zwischen 45° und 55° nur 0,094. Es blieb weiterer Ermittlung vorbehalten, ob ein solches Herabsteigen des Grades der Wärmezunahme innerhalb dieser, beim Neigen der Gläser noch fortdauernden Zunahme selbst, den allgemeinen Fall darstelle oder ob dasselbe dem, auch bei den farblosen Glasplatten immerhin nicht zu vernachlässigenden Einfluß der Absorption zuzuschreiben sey. Der bei Vermehrung der Platten zwischen 45° und 55° erheblich wachsende Wärmedurchlaß deutete darauf hin, daß bei einer Substanz mit verschwindender Absorption die Wirkung der Polarisation auch bei diesem Winkelübergange noch eine Erhöhung des Grades der Wärmezunahme herbeiführen dürfte.

Inzwischen erschien es wünschenswerth, wie diese Verhältnisse *vor* dem Wendepunkt 55°, so auch die *nach* demselben eintretenden näher kennen zu lernen, namentlich ihre Werthe bei den drei Stellungen des Nicols mit vertikalem, unter 45° gestelltem und horizontalem Hauptschnitt mit einander zu vergleichen. Es war zu dem Ende eine besondere, an einem und demselben Tage anzustellende Beobachtungsreihe erforderlich, weil dadurch wenigstens die unvermeidlichen Abweichungen verschiedener Tagesreihen ausgeschlossen wurden.

Die beiden mit zwei unterschiedenen farblosen Glassorten angestellten Versuche ergaben folgende Coefficienten:

Einfallswinkel:		35°	45°	55°	65°	75°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte.	0,03	0,05	0,25	0,33					
	2 Platten.	0,04	0,13	0,30	0,37					
	4 "	0,08	0,35	0,36	0,48		andere Glas- sorte.	0,10 0,14 0,25 0,40	0,17 0,21 0,33 0,38	0,20 0,41 0,50 0,68
	8 "	0,25	0,47	0,53	0,67					
45°.	1 Platte.	0,02	0,03	0,13	0,15			0,02	0,03	0,11
	2 Platten.	0,01	0,01	0,20	0,36			0,01	0,13	0,27
	4 "	0,00	0,00	0,23	0,46	desgl.		0,00	0,18	0,39
	8 "	0,00	0,00	0,25	0,56			0,00	0,32	0,56
horizontal.	1 Platte.	-0,00	-0,00	+0,04	+0,09			-0,00	+0,00	+0,08
	2 Platten.	-0,04	-0,08	+0,11	+0,33			-0,05	+0,09	+0,27
	4 "	-0,08	-0,08	+0,11	+0,40	desgl.		-0,07	+0,11	+0,37
	8 "	-0,18	-0,11	+0,11	+0,56			-0,10	+0,27	+0,52 ¹⁾

1) Gelegentlich dieser Mittheilung kann nicht unerwähnt bleiben, daß die im Tageblatt der 42. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Dresden 1868 No. 4, S. 59 vorstehenden Tabellen hinzugefügten Bemerkungen: „ohne Anschluß der Absorption“, „mit Ausschluß der Absorption“ auf einem Mißverständniß der Protokollführung beruhen und so wie die Bezugnahme darauf S. 58 einfach fortzudenken sind.

Aus diesen Zahlen geht unverkennbar hervor,

1) daß die (positiven) Absorptionscoefficienten der ersten Gruppe größer als die entsprechenden der zweiten, diese größer als die der dritten Gruppe sind; indess über treffen die, gleichen Einfallswinkeln (über 55°) und gleicher Plattenzahl zugehörigen Werthe der voranstehenden Abtheilung die der folgenden bei weniger hohen Einfallswinkeln und bei einer Platte mehr als bei höherer Incidenz und größerer Plattenzahl. So ist z. B. das Absorptionsverhältniß zwischen 65° und 75° bei einer Platte der voranstehenden Glassorte in der ersten und letzten Abtheilung wie 33:9 oder 3,7:1, bei acht Platten wie 67:56 oder 1,2:1. Schliesslich werden die Coefficienten der drei Gruppen mit wachsendem Winkel und zunehmender Plattenzahl einander immer ähnlicher.

2) Innerhalb der ersten Gruppe stehen sowohl in horizontaler wie in vertikaler Reihe die Coefficienten einander näher als in der zweiten, in dieser näher als in der dritten. Z. B. verhalten sich für den obigen Winkelabstand (65° auf 75°) die Zahlen für eine und für acht Platten bei vertikalem Hauptschnitt des polarisirenden Nicol etwa wie 1:2, bei unter 45° gestelltem wie 1:4, bei horizontalem Hauptschnitt ungefähr wie 1:6.

Alles dies wird aus dem Gesichtspunkte verständlich, zu welchem theils die (namentlich S. 324 und 325) mitgetheilten Ergebnisse schon geführt haben, theils spätere noch näher hinweisen werden: daß eine Polarisation, deren Ebene mit der Brechungsebene der geneigten Gläser zusammenfällt, gleichsam den absorbirenden Einfluß der durchstrahlten Substanz vor Erreichung des Polarisationswinkels unterstützt, dann beeinträchtigt; dagegen eine solche, bei der jene Ebenen einen rechten Winkel mit einander bilden, der Absorption bis zu der Gränze des Polarisationswinkels entgegenwirkt, dann sie befördert. Der Fall, in welchem die Polarisationssebene unter 45° gegen die Brechungsebene gerichtet ist und die Strahlen sich bei ihrem Eintritt wie nicht polarisirte, den Gläsern

gegenüber, verhalten, steht zwischen ihnen, nähert sich jedoch mehr dem letzteren, weil der bloße Durchgang durch die geneigten Platten eine (immerhin unvollkommene) Polarisation erzeugt, deren Ebene auf der Brechungsebene senkrecht steht.

Der Umstand, daß bei vertikalem Hauptschnitt des Nicol die Absorptionswerthe für den Uebergang von 55° auf 65° bei Vermehrung der Platten, ungeachtet der mit der größeren Neigung zunehmenden Dicke der durchstrahlten Schicht, in geringerem Verhältniß wachsen als bei dem Uebergange von 45° auf 55° zielt darauf hin, daß der, von der Polarisation der Strahlen abhängige Antheil nach 55° geringer als vor 55° ist.

Es verdient ferner hervorgehoben zu werden, daß die Absorptionscoefficienten, welche den Winkeländerungen *über* 55° angehören, bei *vertikalem* Hauptschnitt des polarisirenden Nicol bei einer Platte einander *ferner* stehen (z. B. 25 : 33) als bei mehreren Platten (53 : 67); bei *horizontalem* Hauptschnitt dagegen an 1 Platte *näher* (4 : 9) als bei vermehrter Plattenzahl (11 : 56). Bei den Winkeländerungen *unter* 55° stehen die positiven Coefficienten bei *vertikalem* Hauptschnitt einander bei 1 Platte *näher* (z. B. 3 : 5), als bei mehreren (25 : 47 bei der in letzter Tabelle voranstehenden Glassorte).

Um der obigen Frage, wie sich bei *horizontalem* Hauptschnitt die Steigerungsgrade der durchstrahlenden Wärme an einer Substanz mit möglichst geringer Absorption gestalten würden, näher zu treten, wählte ich anstatt der Gläser, die nicht allen Wärmestrahlen in gleichem Verhältniß den Durchgang gestatten, Sylvin¹⁾ und Steinsalz²⁾, welche alle Wärmestrahlen in gleichem Maasse hindurchlassen.

Wurden Platten von *Sylvin* ganz in bisheriger Weise, bei wachsendem Einfallswinkel und zunehmender Anzahl,

1) Magnus, Pogg. Ann. Bd. CXXXIV, S. 302 ff. Knoblauch, Pogg. Ann. Bd. CXXXVI, S. 66 ff.

2) Pogg. Ann. Bd. CXX, S. 177 ff. Bd. CXXXIX, S. 150 ff.

der Wärmedurchstrahlung unterworfen, so wurden folgende Ablenkungen am Thermomultiplikator beobachtet.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte	10. 10 10 10	10,00	9,88	9,69	9,25	8,44	6,75	4,05
	2 Platten		9,69	9,38	8,75	7,50	6,25	4,19	1,26
	4 " dicken		9,38	8,75	8,13	6,88	4,88	2,06	0,29
	6 " Sylvins.		9,06	8,13	6,57	3,13	1,25	0,21	0,02
45°.	1 Platte	10 10 10 10	10,00	10,00	10,00	9,75	9,50	8,75	6,75
	2 Platten		10,00	10,00	9,75	9,50	9,00	7,20	4,18
	4 " desgl.		10,00	9,75	9,50	8,75	7,75	5,19	1,56
	6 "		10,00	9,50	9,00	8,25	7,25	4,35	0,48
horizontal.	1 Platte	10 10 10 10	10,00	10,15	10,25	10,25	10,25	10,04	8,53
	2 Platten		10,15	10,35	10,50	10,50	10,50	9,13	6,30
	4 " desgl.		10,25	10,75	11,00	11,00	11,00	8,80	4,40
	6 "		10,40	11,00	11,50	11,50	11,50	7,70	1,54

Diese Ergebnisse am Sylvin entsprachen den Erwartungen in sofern nicht, als bei aller Schönheit der vollkommen wasserhellen Krystalle, welche durch die besondere Güte des Königlichen Ober-Bergamts in Halle mir zu Theil geworden, die Dicke von 4^{mm}, die ohne Gefahr, einen Theil der Platten zu zerbrechen, sich nicht vermindern liefs, doch eine verhältnißmässig zu starke Absorption im Gefolge hatte. Die hindurchgehenden Wärmemengen sind durchweg geringer als bei den dünneren Gläsern. Die bei diesen, für eine Einstellung des Nicol auf 45°, erst bei dem Einfallswinkel 55° erfolgende Intensitätsabnahme tritt beim Sylvin schon bei 25° ein.

Die Steigerung bei horizontalem Hauptschnitt des Nicol, welche bei den Gläsern sich ebenfalls bis zur Incidenz 55° fortsetzt, erreicht hier schon bei 35° ihr Maximum, auf dem sie sich bis 55° nur eben erhält. Gleichwohl bestätigen auch die Werthe der letzten Versuchsreihe die oben aufgestellten Regeln. Noch bezeichnender tritt dies an den Absorptions-Coefficienten hervor, welche für die verschiedenen Uebergänge aus jenen thermometrischen Messungen berechnet und in der nachstehenden Uebersicht zusammengestellt sind.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte	$\left. \begin{array}{l} 4^{\text{mm}} \\ \text{dicken} \\ \text{Sylvins.} \end{array} \right\}$	0,000	0,012	0,019	0,045	0,088	0,200	0,400
	2 Platten		0,031	0,032	0,067	0,143	0,167	0,330	0,700
	4 "		0,062	0,067	0,071	0,154	0,364	0,530	0,860
	6 "		0,094	0,103	0,192	0,524	0,600	0,830	0,905
45°	1 Platte	$\left. \begin{array}{l} \text{desgl.} \end{array} \right\}$	0,000	0,000	0,000	0,025	0,026	0,079	0,229
	2 Platten		0,000	0,000	0,025	0,026	0,053	0,200	0,430
	4 "		0,000	0,025	0,026	0,079	0,114	0,330	0,700
	6 "		0,000	0,050	0,053	0,083	0,121	0,400	0,890
horizontal.	1 Platte	$\left. \begin{array}{l} \text{desgl.} \end{array} \right\}$	-0,000	-0,015	-0,010	-0,000	-0,000	+0,020	+0,150
	2 Platten		-0,015	-0,020	-0,014	-0,000	-0,000	+0,130	+0,310
	4 "		-0,025	-0,049	-0,023	-0,000	-0,000	+0,200	+0,500
	6 "		-0,040	-0,058	-0,045	-0,000	-0,000	+0,330	+0,800

Besonders deutlich ist hier der ausnahmslos höhere Betrag der bei vertikalem Hauptschnitt sowohl mit dem Neigungswinkel (in horizontaler Linie) wie mit der Plattenzahl (in vertikaler Reihe) wachsenden Absorptionen im Vergleich mit den entsprechenden Werthen der Stellung des Nicols unter 45° . Bei dieser findet bis zum Einfallswinkel 55° eine entschieden verzögerte Absorption statt, welche erst über 55° hinaus jenen Beträgen mehr und mehr sich nähert. Bei horizontalem Hauptschnitt tritt anfangs eine (durch die negativen Coefficienten dargestellte) Wärmezunahme ein, welche dann jedoch durch die Absorption compensirt wird, bis nach Ueberschreitung des Polarisationswinkels (55°) eine entschiedene, durch die positiven Absorptionscoefficienten vertretene Wärmeabnahme erfolgt.

Bei vertikalem Hauptschnitt tritt recht entschieden hervor, wie erheblich größer der, die Absorption verstärkende Einfluß der Plattenvermehrung vor 55° als über 55° hinaus ist. So steigt die Absorption bei 6facher Plattenzahl zwischen 35° und 45° auf das 11,6fache, zwischen 65° und 75° nur auf das 2,3fache.

Charakteristisch sind auch die Beispiele dafür, wie sich bei den Abnahmeverhältnissen jenseits 55° die den weniger hohen Incidenzen zugehörigen Werthe der drei Polarisationsgruppen einander ferner stehen als die der höheren. So verhalten sich die Coefficienten für 55° auf 65° bei 1 Platte in der ersten, mittleren und letzten Gruppe wie $20 : 8 : 2$, für 65° auf 75° indeß wie $20 : 11,5 : 7,5$.

Es ist ferner unter Anderem ersichtlich, wie die Coefficienten innerhalb der ersten Abtheilung einander mehr genähert sind, als die der zweiten, die Werthe dieser mehr als die der dritten. Bei einer Sylvinplatte ist z. B. das Verhältniß derselben zwischen der Neigung 55° auf 65° und 65° auf 75° bei vertikalem Hauptschnitt des Nicol wie $1 : 2$, beim Hauptschnitt 45° wie $1 : 3$, bei horizontalem Hauptschnitt wie $1 : 7,5$.

Die Versuche mit *Steinsalz* führten zu folgenden Beobachtungen am Thermoscop, als zunächst auf die Extreme eingestellt war.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte	5 ^{mm} dicken Stein- salzes.	9,00	8,75	8,10	7,25	6,50	5,25	3,49
	2 Platten		8,90	8,40	7,75	6,75	5,75	3,68	1,07
	4 "		8,77	8,16	6,69	4,82	2,94	1,50	0,34
	8 "		8,50	7,00	5,25	3,75	1,75	0,75	0,15
horizontal.	1 Platte	desgl.	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,20
	2 Platten		9,25	9,50	9,75	10,00	10,00	8,91	6,06
	4 "		9,50	9,75	10,00	10,25	10,25	8,00	2,70
	8 "		9,74	10,40	11,60	12,50	12,50	7,50	2,00

Bei indifferenten Stellung des Nicols (45°) und der begünstigenden horizontalen Lage seines Hauptschnitts ergab sich die Wärmedurchstrahlung durch die nämlichen Steinsalzplatten wie folgt:

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol 45°.	1 Platte	<div> <div>5mm dicken Stein- salzes.</div> </div>	10	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	6,50
	2 Platten		10	10,00	10,00	10,00	10,00	9,00	5,00
	4 "		10	10,00	10,00	10,00	10,00	8,00	2,00
	8 "		10	10,00	10,00	10,50	11,00	7,00	1,47
horizontal.	1 Platte	<div>desgl.</div>	10	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	7,50
	2 Platten		10	10,00	10,31	10,62	10,62	9,37	6,25
	4 "		10	10,31	10,62	10,94	11,56	8,75	3,75
	8 "		10	10,62	10,94	11,87	13,44	8,75	2,34

Es macht sich hier zunächst der — bei den dickeren Platten um so auffallendere — reichere Durchgang der Wärme beim Steinsalz im Vergleich mit dem Sylvin bemerkbar. Indefs erreicht derselbe, dieses hohen Grades von Diathermanität ungeachtet, für die horizontale Lage des Nicol-Hauptschnitts bei den Steinsalzplatten von 5mm Dicke nicht die Werthe wie bei den halb so dicken Gläsern. Ueberhaupt ist die Mannigfaltigkeit eigenthümlich, welche bei optisch so nahe stehenden farblosen Substanzen in den Wärmedurchstrahlungen auftritt und in den Absorptionscoefficienten, welche für das Steinsalz in der nachstehenden Tafel enthalten sind¹⁾, um so deutlicher sich ausspricht.

1) Für die horizontale Einstellung des Nicolhauptschnitts als arithmetische Mittel aus den Coefficienten der beiden mitgetheilten Beobachtungsreihen.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte	0,000	0,030	0,070	0,105	0,103	0,195	0,335	
	2 Platten	0,111	0,056	0,077	0,129	0,148	0,360	0,709	
	4 " "	0,026	0,070	0,180	0,280	0,389	0,490	0,773	
	8 " "salzes.	0,060	0,180	0,250	0,290	0,530	0,570	0,800	
45°.	1 Platte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,280	
	2 Platten	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200	0,380	
	4 " "	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,300	0,710	
	8 " "	-0,000	-0,000	-0,050	-0,476	-0,000	+0,450	+0,755	
horizontal.	1 Platte	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	+0,000	+0,225	
	2 Platten	-0,014	-0,029	-0,028	-0,013	-0,000	+0,113	+0,326	
	4 " "	-0,043	-0,028	-0,028	-0,041	-0,000	+0,231	+0,616	
	8 " "	-0,072	-0,048	-0,100	-0,105	-0,000	+0,374	+0,733	

Um aus diesen Vergleichen nur ein Beispiel hervorzuheben, sei bemerkt, wie für den horizontalen Hauptschnitt des Nicol unter der Platten-Neigung von 65° bei den Gläsern eine Steigerung, beim Sylvin und Steinsalz eine Verminderung des Wärmedurchgangs bei vermehrter Anzahl der Platten eintritt, womit der dort so geringe, hier der so ansehnliche Werth der Coefficienten zwischen 55° und 65° , 65° und 75° zusammenhängt.

So bezeichnend alle diese Ergebnisse für die Verschiedenheit der Fälle sind, so haben sie doch die vorliegende Frage nach dem Steigerungsgrade der Wärmezunahme unter jener für dieselbe günstigen Polarisirung noch nicht in ein anderes Stadium treten lassen. Auch die Versuche am Sylvin und Steinsalz haben, wie bei den farblosen Gläsern eine Abnahme der (mit dem — Zeichen versehenen) Steigerungscoefficienten, bei jenem schon von 25° , bei diesem von 45° an gezeigt. Der Entscheidung näher zu treten, war nur von einer erheblichen Verringerung der Dicke der Steinsalzplatten zu erwarten. Für die Beschaffung solcher Lamellen bin ich, nach vielen vergeblichen Bemühungen, dem Hrn. Dr. Drenckmann in Leopoldshall zu besonderem Danke verpflichtet, welcher dieselben mit Hülfe der in den Bergwerken arbeitenden Knaben erzielt hat, welche — weil sie über Felsen verfügen — sich im Spalten der Krystalle eine Uebung verschaffen können, die mir selbst zu erwerben das von den verehrlichen Bergwerksvorständen erhaltene Material ein zu kostbares war.

Die nur 1^{mm} dicken Platten gestatteten, die Versuche bis auf 10 derselben auszudehnen. Da es sich gegenwärtig um das *Gesetz der Coefficienten* handelt, so theile ich unmittelbar diese, in der oben (S. 329) beschriebenen Weise erhaltenen Verhältniszahlen, für die charakteristischen Einfallswinkel von 35° bis 65° unter den bekannten Polarisationsbedingungen mit.

Einfallswinkel:		35°	45°	55°	65°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte	1 mm dicken Stein- salzes.	0,026	0,105	0,088
	2 Platten		0,090	0,158	0,148
	4 "		0,132	0,260	0,237
	6 "		0,173	0,351	0,306
	8 "		0,256	0,453	0,419
	10 "		0,322	0,538	0,486
45°.	1 Platte	desgl.	0,000	0,000	0,074
	2 Platten		0,000	0,000	0,135
	4 "		0,000	0,000	0,213
	6 "		0,000	0,000	0,252
	8 "		0,000	0,000	0,355
	10 "		0,000	0,000	0,414
horizontal.	1 Platte	desgl.	-0,012	-0,024	+0,045
	2 Platten		-0,017	-0,043	+0,094
	4 "		-0,032	-0,059	+0,126
	6 "		-0,051	-0,088	+0,203
	8 "		-0,073	-0,100	+0,236
	10 "		-0,097	-0,114	+0,268

Die vorliegenden Zahlen stellen sich in den verschiedenen Uebergängen in der That anders zu einander als die früheren. Da man aber voraussetzen darf, daß die dünnen Steinsalzplatten den *Durchstrahlungsvorgang bei möglichst verschwindender Absorption der durchstrahlten Masse* darstellen, so ist anzunehmen, daß jene nunmehr erhaltenen Werthe das *Gesetz in verhältnißmäßig einfacher Form* erkennen lassen.

Aus ihnen ist nun ersichtlich, daß

1) die bei *vertikalem Hauptschnitt*, d. h. bei gleichgerichteten Ebenen der ursprünglichen Polarisirung durch den Nicol und der Brechung in den diathermanen Platten, auftretenden *Absorptionscoefficienten zwischen 55° und 65° kleiner als zwischen 45° und 55°* sind¹⁾, eine Eigenthümlichkeit, welche bei Substanzen von irgend erheblicher Absorption, wie die meisten Gläser, durch den von der Dicke abhängigen Einfluß verdeckt wird;

1) Vergl. auch Pogg. Ann. Bd. CXXVIII, S. 164.

2) die bei *horizontalem Hauptschnitt* des Nicol, d. h. bei gekreuzter Polarisations- und Brechungsebene sich ergebenden (mit — bezeichneten) *Werthe beständig wachsen, bis der Einfallswinkel den Polarisationswinkel erreicht hat*. Diese in dem Gesetz enthaltene *Steigerung des Grades der Wärmezunahme*, welche sich so weit fortsetzt wie die Wärmezunahme selbst, war demnach in den früheren Fällen: bei den Gläsern, dem Sylvin, dickerem Steinsalz durch deren Absorption verhüllt worden. Bei einer Neigung über den Polarisationswinkel hinaus geht die Wärmezunahme in die bekannte Abnahme über.

Die oben (S. 331 und S. 334) indirect gefolgerten Intensitätsverhältnisse vor und nach 55° Neigung haben sich somit der directen Beobachtung ergeben. Zugleich ist die S. 331 angeregte Frage als erledigt zu betrachten.

3) Die einer Stellung des Nicol auf 45° oder den nicht polarisirt eintretenden Strahlen zugehörigen Unterschiede beginnen bei den letzten Steinsalzplatten erst bei einer Neigung über 55° . Wenn diese Beobachtung, gegenüber der bei den Gläsern und dem dickeren Steinsalz, überrascht, wonach auch in diesem Falle d. h. unter Umständen, in denen nur die von den Platten selbst erzeugte Polarisation in Betracht kommt, eine Steigerung des Wärmedurchlasses bei Incidenzen unter 55° bemerkbar war, so wird dieselbe dadurch erklärt werden müssen, daß die Oberfläche bei den gespaltenen Lamellen eine bei weitem unvollkommenere, eine Diffusion der Strahlen begünstigende, als bei den Spiegelgläsern und den geschliffenen und polirten dickeren Steinsalzplatten war.

II.

Hatte es der bisherigen Versuchsreihe obgelegen, die Abhängigkeit des Wärmedurchgangs von der Polarisation, d. h. von der Schwingungsrichtung innerhalb der Wärmestrahlen, möglichst getrennt von dem absorbirenden Einfluß der durchstrahlten Substanz zu ermitteln, so stellte die folgende sich die Aufgabe, gerade diesen Antheil: den

Widerstand, welchen die Masse der geeigneten Schichten der Durchstrahlung in den Weg stellt, unter jenen verschiedenen Umständen näher kennen zu lernen.

Eine vorläufige Beobachtung wurde bei horizontaler Stellung des Nicolhauptschnitts an dünnen Blättern gelb und blau *gefärbter Hausenblase* so wie *gelben Glasplatten* angestellt und ergab folgende Ablenkungen am Thermomultiplikator:

Einfallswinkel:		0°	20°	40°	50°	55°	60°	70°	75°
Hauptschnitt des Nicol	1 Platte	0mm,12 bis	34,75	34,75	34,75	34,25	33,75	30,25	25,25
	2 Platten	0mm,18	29,25	29,25	27,75	27,75	26,25	19,25	14,75
	4 "	dicker gelber	18,25	18,25	18,25	17,50	15,00	7,50	3,25
	8 "	Hausenblase.	6,25	7,25	7,75	6,50	5,25	1,50	0,00
horizontal.	1 Platte	0mm,07 bis	15,00	15,50	15,50	15,50	15,00	13,50	12,00
	2 Platten	0mm,10	10,00	10,00	9,50	9,50	9,50	7,75	6,50
	4 "	dicker blauer	5,50	5,50	5,50	5,50	5,25	3,50	2,50
	8 "	Hausenblase.	2,50	2,50	2,50	2,50	2,25	1,00	0,00
	1 Platte	1mm,00 bis	27,75	29,75	30,25	30,00	30,00	28,00	24,75
	2 Platten	1mm,25	19,75	20,75	21,75	22,25	22,25	18,50	14,75
	4 "	dicken dun-	9,75	10,00	10,50	11,00	10,25	7,25	4,50
	8 "	kelgelben Glasses.	2,25	2,75	3,00	3,75	3,25	1,50	0,75
	1 Platte	1mm	27,00	27,00	28,00	28,00	27,00	23,00	20,50
	2 Platten	dicken	20,50	21,00	21,00	21,00	20,00	15,50	12,00
	4 "	hellgelben	7,00	7,50	8,00	8,00	7,00	4,50	2,50
	8 "	Glasses.	2,00	2,00	2,25	2,75	2,75	1,00	0,25

Bei diesen Versuchen war stets die nämliche kreisrunde Oeffnung von 12^{mm} Durchmesser den Strahlen vor ihrem Eintritt in die geneigten Lamellen dargeboten worden, d. h. es war immer dieselbe Wärmemenge zu ihnen gelangt. Die Abnahme der Zahlen bei einer und derselben Incidenz z. B. 0° von 1 bis 8 Platten zeigt deutlich den mit der Dicke schnell wachsenden Einfluß der Absorption. Nichts desto weniger ist derjenige, welchen die mit größerer Neigung ebenfalls vermehrte Dicke der durchstrahlten Schichten herbeiführt, bei der vorliegenden, den Durchgang der Wärme begünstigenden Polarisation nicht allein, wie bei der blauen Hausenblase, compensirt, sondern, wie in allen übrigen Fällen, sogar durch einen reichlicheren Durchgang bei größerer als bei geringerer Neigung der Platten überwogen worden.

Bemerkenswerth ist dabei, wie *das in der Masse gefärbte dunkelgelbe, orangefarbene Glas selbst bei etwas größerer Dicke durchweg höhere Ablenkungen am Thermoskop auftreten ließ als das mit der farbigen Schicht nur überfangene hellgelbe*, d. h. sich *diathermaner* erwies als *das durchsichtigere*.

Um die mit der Neigung zusammenhängenden Aenderungen bei verschiedener Plattenzahl besser mit einander vergleichen zu können, ist bei einer zweiten Versuchsreihe an die Stelle der constanten kreisrunden Oeffnung ein Spalt von beliebig zu ändernder Weite gesetzt worden, welcher bei Vermehrung der Platten in dem Grade breiter gemacht wurde, daß für die Incidenz 0° der größere Absorptionsverlust durch eine reichlicher eintretende Wärmemenge dergestalt ausgeglichen wurde, daß die lothrecht hindurchgegangenen Strahlen stets (wie bei den früheren Versuchen) eine und dieselbe Ablenkung am Thermomultiplicator hervorbrachten.

Die folgenden, mit den gelben Gläsern gewonnenen Beobachtungen stellen die Polarisation bei vertikalem Hauptschnitt des Nicol mit der bei horizontalem Hauptschnitt zusammen. Zum Vergleich war den farbigen Gläsern ein farbloses (von 2^{mm},5 Dicke) beigegeben worden.

Einfallswinkel:		0°	20°	40°	50°	55°	60°	70°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte farblos dunkelgelben hellgelben	Glases.	15	15,00	14,75	14,25	13,50	12,40	10,00
			15	14,90	14,25	13,50	12,50	11,50	8,50
			15	14,50	14,25	13,50	12,25	11,00	8,00
	2 Platten farblos dunkelgelben hellgelben	Glases.	15	14,50	13,40	11,50	10,50	9,50	6,50
			15	14,25	13,00	10,50	8,75	7,50	4,50
			15	14,00	12,50	10,00	8,50	7,50	4,50
	8 Platten farblos dunkelgelben hellgelben	Glases.	15	13,80	10,50	8,25	6,00	3,00	2,25
			15	13,00	10,00	7,50	5,00	2,50	1,25
			15	12,50	10,00	7,50	5,00	2,50	0,00
horizontal.	1 Platte farblos dunkelgelben hellgelben	Glases.	15	15,50	16,00	16,75	17,50	16,75	15,25
			15	15,00	15,50	15,50	16,00	15,50	14,50
			15	15,00	15,50	15,50	15,50	15,00	13,50
	2 Platten farblos dunkelgelben hellgelben	Glases.	15	15,50	16,50	17,00	18,00	17,00	14,50
			15	15,50	16,00	16,25	16,50	15,50	13,00
			15	15,25	15,75	16,00	16,25	15,50	12,50
	8 Platten farblos dunkelgelben hellgelben	Glases.	15	17,10	18,75	21,00	21,75	20,70	12,75
			15	16,50	18,00	18,75	18,75	16,50	9,75
			15	15,75	17,25	18,00	18,00	16,20	7,50

Diese Zahlen geben deutlich zu erkennen, wie bei vertikalem Hauptschnitt des Nicol, dessen Polarisation die Durchstrahlung in weiten Gränzen beeinträchtigt, die gelben Gläser eine stärkere Abnahme bewirken als das farblose und wie die bei horizontaler Lage des Hauptschnitts eintretende Steigerung bei jenen eine schwächere als bei diesem ist. Nichts desto weniger tritt hier die Abnahme auch bei den gelben Gläsern erst bei Ueberschreitung des Polarisationswinkels (55°) ein, worauf sie bei ihnen wieder bedeutender ist als bei dem farblosen Glase. Verminderung in dem einen, wie Vermehrung des Durchgangs in dem andern Falle werden durch die grössere Plattenzahl befördert.

Um die mannigfachen Fälle der Absorption, so weit sie gegen die verschiedenen Wärmefarben: Strahlen von ungleicher Wellenlänge, gerichtet ist, möglichst zu umfassen, kamen Gläser noch anderer Farbe, überhaupt von allen Nüancen des prismatischen Sonnenbildes vom roth bis zum blau, zur Anwendung.

Dieselben wurden, wie schon bei früheren Beobachtungsreihen — zum besseren Anschluß an den Wendepunkt 55° — auf die Neigungswinkel 15° , 25° , 35° , 45° u. s. w. eingestellt.

Die mit einem *dunkel-* und einem *hellrothen* Ueberfang-Glase, verglichen mit einem farblosen, angestellten Untersuchungen sind in der folgenden Uebersicht enthalten, welche ausser den extremen Fällen der Polarisation bei vertikalem und horizontalem Hauptschnitt des Nicol auch den — den ursprünglich nicht polarisirt einfallenden Strahlen entsprechenden — Zwischenfall der Nicolstellung auf 45° aufführt.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte	1 mm dicken farblosen Glases.	12	12,00	11,88	11,70	11,40	10,80	9,80
	2 Platten		12	11,81	11,45	10,80	9,90	8,40	6,90
	4 "		12	11,76	11,40	10,20	8,70	6,00	3,90
	1 Platte		12	11,83	11,64	11,41	10,75	9,75	8,25
	2 Platten	1 mm,5 bis 2 mm,0 dicken dunkelrothen Glases.	12	11,75	11,25	10,50	9,50	7,25	5,25
	4 "		12	11,50	10,50	9,00	6,50	4,00	2,00
	1 Platte		12	11,75	11,50	11,25	10,25	9,00	7,00
	2 Platten		12	11,62	10,87	9,75	8,50	6,38	4,12
	4 "		12	11,00	9,40	8,00	5,00	3,00	1,34
	1 Platte	1 mm dicken farblosen Glases.	12	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	11,40
	2 Platten		12	12,00	12,00	12,00	12,00	11,76	10,56
	4 "		12	12,00	12,00	12,00	12,00	11,63	8,88
	1 Platte		12	12,00	12,00	12,00	12,00	11,50	10,35
45°	2 Platten	1 mm,5 bis 2 mm,0 dicken dunkelrothen Glases.	12	12,00	12,00	12,00	11,50	11,00	8,50
	4 "		12	12,00	12,00	12,00	11,40	10,80	7,50
	1 Platte		12	12,00	12,00	12,00	11,50	11,00	9,00
	2 Platten		12	12,00	12,00	12,00	11,20	10,20	7,20
	4 "	1 mm,25 bis 1 mm,5 dicken hellrothen Glases.	12	12,00	12,00	11,00	10,00	8,00	4,68
	1 Platte		12	12,00	12,00	12,00	11,50	11,00	9,00
	2 Platten		12	12,00	12,00	12,00	11,20	10,20	7,20
	4 "		12	12,00	12,00	11,00	10,00	8,00	4,68
	1 Platte	1 mm,25 bis 1 mm,5 dicken hellrothen Glases.	12	12,00	12,00	12,00	11,50	11,00	9,00
	2 Platten		12	12,00	12,00	12,00	11,20	10,20	7,20
	4 "		12	12,00	12,00	11,00	10,00	8,00	4,68
	1 Platte		12	12,00	12,00	12,00	11,50	11,00	9,00

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
horizontal.	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm dicken farblosen Glases.	12	12,00	12,12	12,30	12,60	12,60	12,00	11,24
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm,5 bis 2 mm,0 dicken dunkelrothen Glases.	12	12,12	12,30	12,96	13,50	13,50	12,30	9,78
		12	12,26	12,74	13,50	14,24	15,00	13,34	8,10
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm,25 bis 1 mm,5 dicken hellrothen Glases.	12	12,05	12,15	12,25	12,40	12,50	11,70	10,75
		12	12,15	12,45	12,80	13,25	13,50	12,12	8,75
		12	12,30	12,70	13,30	13,75	14,00	12,37	6,25
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm,25 bis 1 mm,5 dicken hellrothen Glases.	12	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	11,00	9,39
		12	12,00	12,10	12,25	12,25	12,25	10,75	7,75
		12	12,20	12,40	12,60	12,75	12,75	9,00	4,27

Innerhalb der *ersten Gruppe* sind die mit wachsendem Einfallswinkel und vermehrter Plattenzahl abnehmenden Werthe beim dunkelrothen Glase geringer als die den gleichen Winkeln und gleicher Plattenzahl zugehörigen des farblosen Glases, beim hellrothen kleiner als die entsprechenden Werthe des dunkelrothen.

Der Unterschied in diesen Werthen verschiedener Gläser wächst mit ihrer Neigung und ihrer Anzahl. So geht z. B. bei 4 farblosen Gläsern die Intensität vom Einfallswinkel 0° bis 75° auf etwa den 6^{ten}, bei 4 Platten dunkelrothen Glases auf den 15^{ten}, bei 4 hellrothen Gläsern auf den 24^{ten} Theil herab. — Für eine und dieselbe Incidenz z. B. 75° verhält sich der Durchgang durch 1 Platte zu dem durch 4 Platten beim farblosen Glase wie 3,4:1, beim dunkelrothen wie 6,6:1, beim hellrothen wie 7,5:1.

Die Zahlen der *mittleren Gruppe* weisen eine constante Durchstrahlung der Wärme bis zur Neigung der Platten des farblosen Glases von 55° , des dunkelrothen von 45° , des hellrothen von 35° nach, aber auch bei den letzteren erfolgt ein beschleunigtes Herabsteigen der Intensität erst bei einer Incidenz über 55° , beim dunkelrothen schneller als beim farblosen, beim hellrothen schneller als beim dunkelrothen.

Die Steigerung der Durchstrahlung in der *letzten Gruppe* kommt bei den dunkelrothen Gläsern derjenigen bei den farblosen sehr nahe, aber auch bei dem hellrothen, bei welchem sie den geringsten Grad erreicht, erhält sie sich noch bis 55° . Dann tritt eine Abnahme ein, welche zwischen 55° und 75° den betreffenden Maximalwerth bei 4 farblosen Gläsern nicht ganz auf die Hälfte, bei 4 dunkelrothen auf etwas weniger als die Hälfte, bei den 4 hellrothen Gläsern auf den dritten Theil zurückführt. Für den Einfallswinkel 75° beträgt die Reduction der durchgestrahlten Wärme von 1 Platte auf 4 Platten beim farblosen Glase wie 1,4 : 1; beim dunkelrothen wie 1,7 : 1; beim hellrothen wie 2,2 : 1.

Eine besondere Eigenthümlichkeit bieten noch die Durchgänge der Wärme bei der Incidenz 65° dar. Die vielbesprochene Steigerung derselben vor Erreichung des Winkels 55° wird durch die Anzahl der Glasplatten begünstigt. Demgemäß nehmen in der dritten Rubrik der vorigen Tabelle für 0° bis 55° die Zahlen in vertikaler Reihe von 1 auf 4 Platten bei jedem Glase zu. Bei sehr diathermanen Substanzen findet dies auch nach Ueberschreitung des Polarisationswinkels noch eine Zeit lang statt, bei weniger diathermanen aber überwiegt alsdann der mit der Dicke gesteigerte Einfluss der Absorption. Jenes beobachtet man am farblosen und dunkelrothen, dies am hellrothen Glase. Bei jenen vergrößern sich auch unter 65° die Beträge von 1 auf 4 Platten, bei diesem vermindern sie sich. Immer freilich ist der steigernde Einfluss der Plattenvermehrung bis 55° größer als über 55° hinaus. Derselbe lässt z. B.

bei 4facher Plattenzahl des farblosen Glases den Wärmedurchgang unter 55° von 12,6 auf 15 oder 12:14,29, unter 65° nur in dem Verhältniß von 12:13,34 sich erhöhen¹⁾).

Aus allen diesen Wahrnehmungen ergibt sich zugleich die nicht vorherzusehende Thatsache, daß (ähnlich wie bei dem dunkel- und hellgelben Glase, S. 346) *das dunkelrubinrothe Glas*, welches auf ein in dicker Schicht gelblich erscheinendes Unterglas aufgetragen war, erheblich *diathermaner als das durchsichtigere: hellrothe*, überdies mit einer dünneren (auf hoher Kante bläulichen) Unterlage versehene Glas sich zeigt: eine Erscheinung, welche auf die Mitwirkung der unsichtbaren Wärmestrahlen und die Abhängigkeit der Absorptionsverhältnisse von der chemischen Beschaffenheit der färbenden Substanz hinweist.

Der reichliche Durchgang der Wärme überhaupt, zumal aber seine Steigerung beim Neigen einer ganzen Anzahl solcher, die sichtbaren Strahlen stark zurückhaltender dunkelrother Gläser (welche z. B. selbst in 4 Platten unter 65° noch mehr Wärme hindurchließen als bei der Incidenz 0° , d. h. bei dem Minimum der zu durchstrahlenden Dicke) hatte, besonders dem entgegengesetzten Verhalten der hellrothen gegenüber, etwas höchst Ueberraschendes. Ueberhaupt erleichterten die Lichterscheinungen die Untersuchung nicht und wäre es unmöglich gewesen, auf rein optischem Wege zu einer genauen Kenntniß der Gesetze dieses Vorgangs zu gelangen.

- 1) Um jedem Mißverständniß über den Einfluß der Plattenvermehrung bei horizontalem Hauptschnitt und Einfallswinkeln über 55° vorzubeugen, sey noch erwähnt, daß für eine constante Plattenzahl die hindurchstrahlende Wärme mit wachsendem Einfallswinkel jedesmal verhältnißmäßig desto schneller und weiter herabsinkt, je größer die Anzahl der Platten, es aber dessen ungeachtet bei sehr diathermanen Körpern vorkommt, daß bei einem und demselben Einfallswinkel (60° , 65°) über 55° der absolute Betrag der hindurchgehenden Wärme bei mehreren Platten höher als bei einer einzigen ist, sofern bei der Incidenz 0° in allen Fällen mit einer gleichen hindurchgelassenen Wärmemenge begonnen wurde.

Um die Uebergänge der Durchstrahlung von einem Stadium zum andern besser vergleichen zu können, sind wieder die *Verhältnisszahlen* gebildet, welche sich durch Division eines jeden der vorbeobachteten Werthe in die Differenz zwischen ihm und seinem in horizontaler Reihe folgenden Nachbarwerthe ergeben. Die nachstehende Tabelle enthält diese Coefficienten.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1 mm dicken farblosen Glasses.	0,000 0,016 0,020	0,010 0,030 0,036	0,015 0,057 0,101	0,026 0,083 0,147	0,053 0,152 0,310	0,139 0,179 0,350	0,290 0,374 0,502
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1 mm,5 bis 2 mm,0 dicken dunkelrothen Glasses.	0,014 0,021 0,042	0,016 0,043 0,087	0,020 0,067 0,143	0,058 0,095 0,278	0,093 0,237 0,385	0,154 0,276 0,500	0,364 0,429 0,600
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1 mm,25 bis 1 mm,5 dicken hellrothen Glasses.	0,021 0,031 0,083	0,021 0,065 0,145	0,022 0,103 0,149	0,089 0,128 0,375	0,122 0,249 0,400	0,222 0,354 0,553	0,464 0,515 0,627

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
45°.	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm dicken farblosen Glases.	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,020 0,031	0,050 0,102 0,286	0,158 0,205 0,399
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm,5 bis 2mm,0 dicken dunkelrothen Glases.	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,042 0,050	0,042 0,043 0,053	0,100 0,227 0,306	0,263 0,353 0,500
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm,25 bis 1mm,5 dicken hellrothen Glases.	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,083	0,042 0,067 0,091	0,055 0,059 0,200	0,172 0,294 0,415	0,348 0,417 0,543
horizontal.	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm dicken farblosen Glases.	—0,000 —0,010 —0,022	—0,010 —0,015 —0,039	—0,015 —0,054 —0,059	—0,024 —0,042 —0,055	—0,000 —0,000 —0,053	+0,048 +0,089 +0,110	+0,062 +0,205 +0,393
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm,5 bis 2mm,0 dicken dunkelrothen Glases.	—0,004 —0,012 —0,025	—0,008 —0,025 —0,033	—0,008 —0,028 —0,047	—0,012 —0,035 —0,034	—0,008 —0,019 —0,011	+0,064 +0,102 +0,116	+0,081 +0,278 +0,495
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm,25 bis 1mm,5 dicken hellrothen Glases.	—0,000 —0,000 —0,017	—0,000 —0,008 —0,016	—0,000 —0,012 —0,016	—0,000 —0,000 —0,011	—0,000 —0,000 —0,000	+0,083 +0,122 +0,294	+0,146 +0,279 +0,526

Ein Blick auf diese Tafel zeigt zunächst für jede einzelne diathermane Substanz

1) bei vertikalem Hauptschnitt des Nicol die mit dem Neigungswinkel (in horizontaler Linie) und der Plattenzahl (in vertikaler Reihe) stetig wachsenden Absorptionscoefficienten;

2) bei unter 45° gedrehtem Nicol eine anfängliche, die Absorption aufhebende Compensation, welche jene erst bei Annäherung des Einfallswinkels an den Polarisationswinkel eintreten und allmähig bei fortgesetzter Neigung und Plattenvermehrung sich steigern läßt;

3) bei horizontalem Hauptschnitt nicht nur ein Aufheben der Absorption, sondern vielmehr eine, durch die (mit — bezeichneten) Intensitätszunahme-Coefficienten dargestellte, durch die Plattenzahl erhöhte Vermehrung des Wärmedurchlasses. Erst bei dem Ueberschreiten des Polarisationswinkels (55°) gehen die negativen in die positiven Coefficienten über, d. h. an Stelle des gesteigerten tritt nun auch hier ein verminderter Durchgang der Wärme, und diese positiven Absorptionscoefficienten wachsen wieder mit dem Einfallswinkel (in horizontaler Reihe) und der Anzahl der Platten (in vertikaler Linie).

4) innerhalb der nämlichen Neigungswinkel und für eine und dieselbe Anzahl von Glasplatten sind die Coefficienten am größten bei vertikalem, kleiner bei unter 45° gerichtetem, am kleinsten bei horizontalem Hauptschnitt des Nicol.

Für ungleich diathermane Körper, welche nach ihrer allgemeinen Fähigkeit die Wärme hindurchzulassen geordnet sind, gilt, daß

1) bei vertikalem Nicol-Hauptschnitt die, gleichen Neigungswinkeln und gleicher Plattenzahl angehörigen Verhältnißzahlen am niedrigsten sind bei dem diathermansten Körper, höher bei dem folgenden, am höchsten bei der wenigst diathermanen Substanz;

2) bei auf 45° gestelltem Nicol die Constanz der hindurchgestrahlten Wärme sich bei fortgesetztem Neigen am

längsten erhält bei den diathermansten Platten, früher abbricht bei weniger diathermanen, bei noch kleinerem Einfallswinkel für die wenigst diathermanen; auch die Vermehrung der Platten solcher nicht unerheblich absorbirender Körper dieses Aufhören der constanten Menge hindurchgehender Wärme beschleunigt. An die Stelle der, diese Gleichmäßigkeit erhaltenden Compensation tritt alsdann eine überwiegende Absorption, von deren Coefficienten dasselbe gilt, wie von denen der ersten Gruppe (bei vertikalem Hauptschnitt).

3) bei horizontalem Hauptschnitt sind die (negativen) Intensitätszunahme-Werthe desto kleiner, und erreichen bei fortdauerndem Neigen ihr Maximum bei um so kleinerem Einfallswinkel, je weniger diatherman die durchstrahlte Substanz ist. Indefs findet der Uebergang in die (positiven) Intensitätsabnahme-Werthe in keinem Beispiel vor dem Ueberschreiten des Polarisationswinkels statt und innerhalb der nämlichen Incidenzen wird der betreffende Steigerungsgrad durch die Vermehrung der Platten begünstigt. Die positiven Absorptionscoefficienten dieser Gruppe folgen derselben Regel wie die der beiden ersten.

4) die Unterschiede der an den diathermansten bis zu den wenigst diathermanen Platten auftretenden Coefficienten sind in den mannigfachsten Vergleichen bei vertikalem Hauptschnitt des Nicol am kleinsten, größer bei dem unter 45° gestellten, am größten bei horizontalem Hauptschnitt.

Die mit *grünen* und *blauen Gläsern* erhaltenen Resultate sind in der folgenden Uebersicht zusammengestellt, in welcher, wenn zwar gleichzeitig die beiden grünen, so wie für sich die zwei blauen Gläser untersucht waren, doch, um die Platten nach ihrer Diathermanität zu ordnen, das hell- und dunkelblaue Glas zwischen ein hellgelblich grünes und ein hellbläulich grünes gesetzt worden sind ¹⁾. Zum Vergleich ist ihnen dasselbe farblose Glas wie den rothen Gläsern hinzugefügt worden.

1) Es war bei dieser Ermittlung eigenthümlich, daß eine Platte des gelblich grünen Glases sich weniger diatherman, als eine des hellblauen, dagegen vier Platten des ersteren sich diathermaner zeigten als vier des letzteren Glases.

Die Zahlen sind Ablenkungen der Galvanometernadel, bewirkt durch Einstrahlung der zu messenden hindurchgegangenen Wärme auf die mit dem Galvanometer verbundene Thermosäule.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	10 10 10	10,00 9,84 9,80	9,90 9,54 9,50	9,75 9,00 8,50	9,50 8,25 7,25	9,00 7,00 5,00	7,75 5,75 3,25	5,50 3,60 1,62
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	10 10 10	9,90 9,80 9,67	9,80 9,40 9,25	9,50 8,90 8,00	9,00 8,00 6,70	8,50 6,50 4,33	7,20 4,75 2,60	4,75 2,75 1,20
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	10 10 10	9,90 9,75 9,50	9,75 9,35 9,00	9,25 8,30 8,00	8,75 8,00 6,20	8,00 6,20 3,80	7,00 4,25 2,25	4,50 2,25 1,00
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	10 10 10	9,80 9,50 9,30	9,50 9,00 8,25	9,00 8,00 6,75	8,00 7,00 5,25	7,00 4,50 3,00	6,00 2,50 1,50	3,50 1,25 0,75
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	10 10 10	9,65 9,40 9,00	9,33 8,80 8,00	9,00 8,00 6,50	8,00 6,40 5,00	6,40 4,00 2,50	4,80 2,40 1,25	2,80 1,00 0,30

Einfallwinkel:

		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
45°.	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm dicken farblosen Glasen.	10 10 10	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	10,00 9,80 9,69	9,50 8,80 7,40	8,00 7,00 4,45
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 2 mm dicken hellgelblich grünen Glasen.	10 10 10	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	9,90 9,75 9,60	9,35 8,75 7,30	7,57 5,50 3,50
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 2 mm dicken hellblauen Glasen.	10 10 10	10,00 10,00 10,00	10,00 9,80 9,60	10,00 9,65 9,31	10,00 9,60 9,15	9,75 9,10 8,25	9,00 7,50 5,75	7,00 5,00 2,75
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm, 25 bis 2 mm dicken dunkelblauen Glasen.	10 10 10	10,00 9,90 9,80	10,00 9,65 9,40	10,00 9,50 9,12	9,90 9,40 8,95	9,50 8,50 8,00	8,00 6,75 5,50	6,00 4,00 2,00
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm, 25 dicken hellbläulich grünen Glasen.	10 10 10	9,90 9,78 9,65	9,75 9,44 9,25	9,60 9,11 8,90	9,00 8,78 8,50	8,50 7,78 7,25	7,00 6,44 5,00	5,37 3,33 1,50

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
horizontal.	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm dicken farblosen Glasen.	10 10 10	10,00 10,10 10,22	10,10 10,25 10,62	10,25 10,80 11,25	10,50 11,25 11,87	10,50 11,25 12,50	10,00 10,25 11,12	9,37 8,15 6,75
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 2 mm dicken hellgelblich grünen Glasen.	10 10 10	10,00 10,00 10,20	10,10 10,15 10,50	10,25 10,60 11,12	10,50 11,00 11,80	10,50 11,00 12,40	10,00 10,10 10,75	9,00 6,67 5,75
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 2 mm dicken hellblauen Glasen.	10 10 10	10,00 10,00 10,15	10,00 10,15 10,37	10,20 10,40 10,80	10,40 10,75 11,25	10,40 10,75 11,50	9,75 9,50 9,12	9,00 6,50 5,00
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm, 25 bis 2 mm dicken dunkelblauen Glasen.	10 10 10	10,00 10,00 10,10	10,00 10,10 10,25	10,10 10,25 10,60	10,25 10,50 11,00	10,25 10,50 11,00	9,50 8,75 8,00	8,50 5,50 3,00
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1 mm, 25 dicken hellbläulich grünen Glasen.	10 10 10	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	10,00 10,00 10,00	9,25 8,70 7,70	8,00 5,22 2,68

Diese Werthe zeigen, wie (ungeachtet der für die senkrechte Incidenz bei sämtlichen Gläsern mittelst Regulirspaltes gleich hergestellten hindurchgedrungenen Wärme) bei allen Neigungen, *die Durchstrahlung durch das hellbläulich grüne Glas nicht allein erheblich geringer als durch das nicht hellere, fast doppelt so dicke gelblich grüne, sondern selbst als das bedeutend weniger durchsichtige dunkelblaue Glas* ist. Es ist dabei zu bemerken, daß sowohl die grünen wie das hellblaue und zwei Platten des dunkelblauen Glases in der Masse gefärbt waren. Die beiden andern 2^{mm} dicken dunkelblauen Gläser waren zwar nur überfangen, zeigten jedoch, einer besonderen Ermittlung gemäß, dieselbe Diathermanität wie die 1^{mm},25 dicken in der Masse gefärbten.

Die allgemeine Gesetzmäßigkeit wird durch die vorstehende Tabelle in übersichtlichster Form erkennbar.

1) Fallen unter sich parallele Wärmestrahlen auf eine allmähig vermehrte Anzahl paralleler diathermaner Platten und ist die bei senkrechter Incidenz durch diese ungleiche Zahl von Platten hindurchgehende Wärme in Folge besonderer Regelung jedesmal die nämliche, so geht beim Drehen derselben unter gleichem Neigungswinkel und gleicher Plattenzahl ein um so geringerer Wärme-Antheil hindurch, je weniger die Substanz der Platten diatherman ist, die Wärmestrahlen mögen unpolarisirt oder in irgend welcher Ebene polarisirt seyn.

Innerhalb jeder der drei, durch die Polarisition der Strahlen von einander unterschiedenen, Rubriken sind die demselben Einfallswinkel und der nämlichen Plattenzahl zugehörigen Angaben des Thermomultiplicators am größten beim farblosen Glase, kleiner beim gelblich grünen, wiederum kleiner beim hellblauen, noch geringer beim dunkelblauen, am geringsten beim bläulich grünen Glase.

Der Grad der Abnahme dieser hindurchstrahlenden Wärme bei fortgesetzter Neigung und Plattenvermehrung steht in umgekehrtem Verhältniß zur Diathermanität des durchstrahlten Körpers,

Unter den vorliegenden Beispielen sind zu leichtem Ueberblick die extremen Fälle des farblosen und bläulich grünen Glases die geeignetsten. In jeder Abtheilung stehen z. B. die Werthe für 1 Platte bei 0° und 75° , so wie für 75° bei 1 und 4 Platten einander am nächsten be dem ersteren, am fernsten bei dem letzteren Glase.

2) Bei unpolarisirt (oder unter 45° polarisirt) einfallender Wärme wird durch die, mit der Brechung in den Platten zusammenhängende, erst in ihnen erzeugte theilweise Polarisation (deren Ebene auf der Brechungsebene senkrecht steht) die Abnahme der Wärme in den gedachten Fällen anfangs ganz oder zum Theil aufgehoben, desto vollkommener je diatherman, in um so geringerem Mafse, je weniger diatherman die durchstrahlten Substanzen.

Der Vergleich der Gläser in der zweiten Rubrik zeigt, wie die constante Wärmeintensität beim farblosen und gelblich grünen Glase sich bis zum Einfallswinkel 55° , beim hellblauen bis 25° erhält, beim dunkelblauen und bläulich grünen aber schon bei 15° eine Abnahme beginnt, die von 55° ab erheblich sich steigert.

Sind die Wärmestrahlen vor ihrem Eintritt in die Platten bereits derart vollständig polarisirt, daß ihre Polarisationsebene mit der Brechungsebene zusammenfällt, so findet ein mit wachsender Neigung und Plattenzahl stetig verminderter Durchgang derselben statt. Die zur Thermosäule gelangenden Wärmeintensitäten sind demnach geringer als in dem vorigen Falle und steigen desto tiefer und um so schneller herab, je weniger diatherman die durchstrahlten Platten.

Die dem farblosen Glase zugehörigen Werthe der ersten Rubrik (Hauptschnitt des Nicol vertikal), verglichen mit denen des bläulich grünen Glases, zwischen welche das gelblich grüne und die blauen Gläser entsprechend sich einreihen, lassen hierüber keinen Zweifel. Sämmtliche Zahlen dieser Abtheilung sind kleiner als die einer gleichen Stufe angehörigen der vorbesprochenen (Hauptschnitt 45°). Bei einfachem farblosem Glase geht beim Neigen von 0°

auf 75° die auf der andern Seite desselben austretende Wärme von 10 auf 5,5, bei bläulich grünem von 10 auf 2,8 herab. — Für 75° vermindert dieselbe sich bei der Durchstrahlung von 1, dann 4 farblosen Gläsern von 5,5 auf 1,62 (oder $1:0,30$), bei 1 und 4 bläulich grünen von 2,8 auf 0,30 (d. h. $1:0,11$).

Ist aber die ursprüngliche Polarisirung eine solche, daß Polarisations- und Brechungsebene unter 90° gegen einander gekreuzt sind, so wird bis der Einfallswinkel den Polarisationswinkel überschreitet, selbst bei stark absorbirenden Substanzen jene Verminderung der Wärme mehr als aufgehoben: es tritt eine Steigerung der Intensität an ihre Stelle, welche desto beträchtlicher ist, je diathermaner die Platten. Die beim Ueberschreiten des Polarisationswinkels erfolgende Abnahme der Wärme bleibt aber immer noch eine geringere, als bei den nicht polarisirt eintretenden Strahlen. Durchgehends sind dem zufolge die Durchstrahlungs-Werthe unter diesen Verhältnissen die höchsten.

Die Vermehrung der Platten begünstigt die gedachte Steigerung, und zwar macht dieser Einfluß sich in desto höherem Grade und auf um so weitergehende Neigung geltend, je diathermaner die Substanz, bis schliesslich bei allen die fortgesetzte Vergrößerung des Winkels und die Vermehrung der Platten eine Abnahme der hindurchstrahlenden Wärme herbeiführt.

Die in der dritten Rubrik (Nicol-Hauptschnitt horizontal) enthaltenen Beobachtungen erweisen lauter höhere Werthe als die an entsprechender Stelle stehenden der zweiten Abtheilung. Sie lassen ferner bei den vier ersten Gläsern zwischen 0° und 55° (ihrem Polarisationswinkel) eine mit der Plattenzahl wachsende Steigerung des Wärmedurchgangs erkennen, welche vom farblosen Glase an, beim gelblich grünen, zum hell- und dunkelblauen in dem Maasse geringer wird, als die Diathermanität der Glasmasse in derselben Reihenfolge abnimmt. Bei dem wenigst diathermanen bläulich grünen Glase erhält sich zwischen 0° und

55° an 1 wie an 4 Platten nur die Constanz der Wärmeintensität: die sonst eintretende Steigerung wird durch die Absorption vollkommen compensirt. Bei der Incidenz 65° zeigt sich die charakteristische Eigenthümlichkeit, daß unter Vermehrung der diathermaneren farblosen und gelblich grünen Gläser eine Erhöhung der Durchstrahlung, bei größserer Zahl der weniger diathermanen blauen und bläulich grünen Gläser aber eine Verminderung erfolgt. Bei 75° ist bei allen eine durch die größsere Plattenzahl beförderte Schwächung der Wärme ersichtlich.

Die besonderen Grade von Zu- und Abnahme der hindurchgehenden Wärme in den einzelnen Stadien dieser Vorgänge, welche mit Rücksicht auf jene allmälige Diathermanitätsänderung sich an einander anschließen, werden am besten an den, wie oben bestimmten, *Coefficienten* erkannt, deren Bildung neben dieser Gesamtübersicht der Erscheinungen den Vortheil gewährt, durch ihr Verhältniß zu einander etwaige Unregelmäßigkeiten aufzufinden und somit eine einzelne Beobachtung, der ganzen Reihe gegenüber, zu controlliren.

Auf dieselben Gläser bezüglich sind sie in der folgenden Tafel enthalten.

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertikal.	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1 mm dicken farblosen Glases.	0,000 0,016 0,020	0,010 0,030 0,036	0,015 0,057 0,101	0,026 0,083 0,147	0,053 0,152 0,310	0,139 0,179 0,350	0,290 0,374 0,502
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	2 mm dicken hellgelblich grünen Glases.	0,010 0,020 0,033	0,010 0,041 0,043	0,031 0,053 0,135	0,053 0,101 0,162	0,056 0,187 0,354	0,153 0,269 0,400	0,340 0,421 0,538
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	2 mm dicken hellblauen Glases.	0,010 0,025 0,050	0,015 0,041 0,053	0,051 0,059 0,111	0,054 0,091 0,225	0,086 0,225 0,387	0,125 0,315 0,408	0,357 0,471 0,555
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1 mm, 25 bis 2 mm dicken dunkelblauen Glases.	0,020 0,050 0,070	0,031 0,053 0,113	0,053 0,111 0,182	0,111 0,125 0,222	0,125 0,357 0,429	0,143 0,444 0,500	0,417 0,500 0,633
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1 mm, 25 dicken hellbläulich grünen Glases.	0,035 0,060 0,100	0,033 0,064 0,111	0,035 0,091 0,187	0,111 0,200 0,231	0,200 0,375 0,500	0,250 0,400 0,500	0,417 0,533 0,760

Einfallswinkel:		0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
45°.	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm dicken farblosen Glas.	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,020 0,031	0,050 0,102 0,236	0,158 0,205 0,399
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	2mm dicken hellgelblich grünen Glas.	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	0,010 0,025 0,040	0,056 0,103 0,240	0,190 0,371 0,521
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	2mm dicken hellblauen Glas.	0,000 0,000 0,000	0,000 0,020 0,040	0,000 0,015 0,030	0,000 0,005 0,017	0,025 0,052 0,098	0,077 0,176 0,303	0,222 0,333 0,522
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm, 25 bis 2mm dicken dunkelblauen Glas.	0,000 0,010 0,020	0,000 0,025 0,041	0,000 0,016 0,030	0,010 0,011 0,019	0,040 0,096 0,106	0,156 0,206 0,312	0,250 0,407 0,636
	1 Platte } 2 Platten } 4 " }	1mm, 25 dicken hellbläulich grünen Glas.	0,010 0,022 0,035	0,020 0,035 0,040	0,020 0,035 0,040	0,060 0,036 0,045	0,060 0,114 0,147	0,176 0,172 0,310	0,233 0,482 0,700

Einfallswinkel:

Einfallswinkel:	0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
horizontal.	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1mm dicken farblosen Glases.	-0,000 -0,010 -0,022	-0,010 -0,015 -0,039	-0,015 -0,034 -0,059	-0,024 -0,042 -0,055	-0,000 -0,000 -0,053	+0,048 +0,089 +0,110	+0,062 +0,205 +0,393
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 2mm dicken hellgelblich grünen Glases.	-0,000 -0,000 -0,020	-0,010 -0,015 -0,029	-0,015 -0,044 -0,059	-0,024 -0,038 -0,061	-0,000 -0,000 -0,051	+0,048 +0,082 +0,133	+0,100 +0,346 +0,465
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 2mm dicken hellblauen Glases.	-0,000 -0,000 -0,015	-0,000 -0,015 -0,022	-0,020 -0,025 -0,041	-0,020 -0,034 -0,042	-0,000 -0,000 -0,022	+0,062 +0,116 +0,207	+0,077 +0,316 +0,452
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1mm,25 bis 2mm dicken dunkelblauen Glases.	-0,000 -0,000 -0,010	-0,000 -0,010 -0,015	-0,010 -0,015 -0,034	-0,015 -0,024 -0,038	-0,000 -0,000 -0,000	+0,073 +0,167 +0,273	+0,105 +0,371 +0,625
	1 Platte } 2 Platten } 4 " } 1mm,25 dicken hellbläulich grünen Glases.	-0,000 -0,000 -0,000	-0,000 -0,000 -0,000	-0,000 -0,000 -0,000	-0,000 -0,000 -0,000	-0,000 -0,000 -0,000	+0,075 +0,130 +0,230	+0,139 +0,400 +0,652

horizontal.

Diese, die Absorptionsgrade darstellenden Zahlen wachsen wieder innerhalb der ersten Gruppe mit dem Uebergange zu höheren Einfallswinkeln und zu größerer Plattenzahl und zwar auf desto höheren Betrag vom farblosen Glase in der aufgeführten Reihe bis zum bläulich grünen Glase. (Einzelne unvermeidliche Abweichungen halten sich innerhalb der Beobachtungsfehler).

Die der zweiten Gruppe eigenthümliche Compensation von Absorptions- und Polarisations einfluss tritt in derselben Reihenfolge desto mehr zurück und weicht bei um so kleinerem Winkel einer immer überwiegenderen Absorption vom farblosen zum bläulich grünen Glase. Innerhalb der blauen Gläser vermindern sich anfangs die Absorptionscoefficienten bei weiterem Neigen durch den entgegenwirkenden Einfluss der Polarisation. Stets erfolgt ein erheblich höherer Absorptionsgrad erst über 55° , um sich in entsprechender Weise von der ersten schwächer absorbirenden zu der letzten, die Strahlen am stärksten zurückhaltenden Substanz zu steigern.

Die in den negativen Coefficienten gekennzeichnete, nach Ueberwindung der Absorption erfolgende Steigerung des Wärmedurchgangs innerhalb der dritten Gruppe nimmt dem Grade nach an einem und demselben Glase bei desto kleinerem Winkel ab, je stärker dasselbe absorbirt. Dieselbe erreicht überhaupt im letzteren Falle eine desto geringere Höhe. Maximum und Minimum finden sich beim farblosen und beim bläulich grünen Glase, bei welchem die Begünstigung des Durchgangs eben nur die verhältnissmäßig starke Absorption zu compensiren vermag. Die Absorptionswerthe über 55° haben denselben Charakter wie in den beiden vorigen Gruppen. Dem Betrage nach sind sie niedriger als die entsprechenden der zweiten, diese niedriger als die der ersten Abtheilung. In ihrem Verhältniss zu einander bei den folgenden höheren Einfallswinkeln stehen z. B. bei der größten Plattenzahl die Coefficienten der letzten Gruppe sich ferner als die der vorigen diese einander ferner als die der ersten.

Die an den rothen Gläsern gemachten Erfahrungen und deren Folgerungen sind demnach an dieser größeren Anzahl verschiedenartiger absorbirender Platten in allen Theilen bestätigt worden und hat die *Gesetzmäßigkeit*, nach welcher ein fortschreitender *Einfluss der Absorption der durchstrahlten Substanz* sich geltend macht, in weiterem Umfange sich bewährt.

Verbunden mit den Ermittlungen der ersten Versuchsreihe, welche den *Einfluss der Polarisation der Wärme* auf deren Durchlaß feststellen sollten, lassen die der zweiten nunmehr die Gesamt-Wirkung deutlich überblicken.

In der Hauptsache hat die Untersuchung folgende That-sachen ergeben:

Der Durchgang der strahlenden Wärme durch geneigte diathermane Platten ist von der, durch die *Polarisation* gegebenen *Eigenthümlichkeit der Strahlen* und von der, die *Absorption* bestimmenden *Beschaffenheit der durchstrahlten Substanz* abhängig.

1) Sind die, auf einen drehbaren Satz paralleler diathermaner Platten von *möglichst geringer Absorption* fallenden Wärmestrahlen derart polarisirt, daß ihre ursprüngliche Polarisationsebene und die jenen Platten zugehörige Brechungsebene gleichgerichtet sind, so vermindert sich die hindurchgelassene Wärme beständig mit wachsendem Einfallswinkel und zunehmender Plattenzahl. Aber der Grad dieser Abnahme ist vor Erreichung des Polarisationswinkels (bei Gläsern, Sylvin, Steinsalz c. 55°) höher als nach Ueberschreitung desselben.

Nur bei dünnen Steinsalzlammellen ist es unter den gegenwärtig mitgetheilten Versuchen gelungen, solches bei geringem Ueberschreiten dieses Winkels wahrzunehmen. Selbst bei den farblosesten Gläsern so wie beim Sylvin führt die Absorption der Masse, begünstigt durch die, mit dem Neigen vergrößerte Dicke der durchstrahlten Schicht meist eine auch dem Grade nach wachsende Abnahme des Wärmedurchlasses herbei.

2) Stehen die Polarisationsebene der Strahlen und die bezeichnete Brechungsebene auf einander senkrecht, so vermehrt sich die Durchstrahlung bei zunehmendem Einfallswinkel und der Grad dieser Steigerung wächst mit der Anzahl der Platten. Dieser Grad der Wärmezunahme erhöht sich beständig, bis der Polarisationswinkel erreicht ist. Erst bei größerem Einfallswinkel tritt eine, von nun an mit dem Incidenzwinkel gesteigerte, durch die Vermehrung der Platten begünstigte Abnahme der Wärme ein.

Dünne Steinsalzplatten allein ließen diese Zunahme des Grades der Wärmevermehrung beim Durchgange durch die bis zum Polarisationswinkel geneigten Lamellen erkennen. Bei den farblosen Gläsern dauerte zwar die Erhöhung des Wärmedurchgangs bis zum Ueberschreiten jenes Winkels fort, doch war der Grad dieser Erhöhung während des Neigens nicht bis zum Polarisationswinkel im Wachsen. Beim Sylvin erreichte die Steigerung ihr Maximum schon vor dem Polarisationswinkel, bis zu dessen Eintritt sie auf demselben verharrete.

Wie weit der, die Reichlichkeit des Wärmedurchlasses begünstigende Einfluß der Plattenvermehrung bei einem und demselben Einfallswinkel nach Ueberschreitung des Polarisationswinkels, z. B. bei 60° und 65° , in der Praxis hervortrat, hing von der Beschaffenheit der diathermanen Platten ab.

3) Bilden die ursprüngliche Polarisationsebene der zu den diathermanen Platten gelangenden Wärmestrahlen einen Winkel von 45° mit der Brechungsebene dieser oder fallen sie nicht polarisirt auf dieselben, so stehen die Erscheinungen zwischen den eben beschriebenen der extremen Fälle; weil aber der Durchgang durch die geneigten Platten selbst eine Polarisation erzeugt, deren Grad sich bis zum Erreichen des Polarisationswinkels steigert und deren Ebene auf der Brechungsebene senkrecht steht, so nähern sie sich mehr den Wahrnehmungen des letzten Falles, in welchem die Strahlen ursprünglich schon vollständig in diesem Sinne polarisirt in die Platten eintreten.

Beim Steinsalz und farblosen Glase macht sich die charakteristische durch die Plattenzahl begünstigte Vermehrung des Wärmedurchgangs während des Neigens bemerklich, beim Sylvin zeigt sich eine Compensation, welche die Verminderung der Durchstrahlung bis zu höheren Einfallswinkeln verzögert.

Ist in den diathermanen Platten eine *bedeutendere Absorption* vorhanden, welche in einer ganzen Reihe z. B. farbiger Substanzen in immer überwiegenderem Maaße sich geltend macht, so ist

1) bei zusammenfallender ursprünglicher Polarisations- und Brechungsebene die Verminderung des Wärmedurchgangs bei gleichem Einfallswinkel und gleicher Plattenzahl desto beträchtlicher, je erheblicher die Absorption der Masse. Der Grad dieser Abnahme hindurchgelassener Wärme ist alsdann mit der Anzahl der Platten und der Vergrößerung des Neigungswinkels, resp. damit zusammenhängender beständiger Vermehrung der Dicke vor wie nach Erreichung des Polarisationswinkels in stetem Wachsen, wenn zwar auch hier nicht in steigendem Verhältniß.

2) Bei, unter 90° gekreuzter anfänglicher Polarisations- und Brechungsebene, vermehrt sich, starker Absorption ungeachtet, die durch die geneigten Platten hindurchstrahlende Wärme. Der Grad dieser Vermehrung erhöht sich auch jetzt mit der Anzahl der Platten, aber derselbe wächst nicht bis zur Erreichung des Polarisationswinkels. Der geringere Einfallswinkel der Strahlen, bei welchem dieser Steigerungsgrad von seinem Maximum wieder herabsteigt, ist desto kleiner, je stärker die Absorption der durchstrahlten Substanz. Auch die Steigerung des Durchgangs selbst kann vor dem Polarisationswinkel ihr Maximum erreicht haben, auf dem sie alsdann bis zur Ueberschreitung dieses Winkels verbleibt. Bei den stärksten absorbirenden der bisher untersuchten Platten erhielt sich eine constante Durchstrahlung der Wärme bei allen Incidenzen von der senkrechten bis zu der unter dem Polarisations-

winkel. Dann erst begann die mit größerem Einfallswinkel und Vermehrung der Platten wachsende Abnahme.

3) Treten die Wärmestrahlen unter 45° polarisirt oder unpolarisirt in den Satz paralleler geneigter Platten ein, so hebt anfangs die Wirkung der in den Platten selbst erzeugten Polarisation die sonst von der Absorption herbeigeführte Wärmeverminderung auf. Der Einfallswinkel oder die Plattenzahl, für welche diese Compensation beim Neigen und bei der Vermehrung der Platten von der Absorption überwogen wird, ist desto kleiner je stärker die Absorption. Ein wesentlich schnelleres Herabgehen der Wärmewirkung aber zeigt sich erst beim Ueberschreiten des Polarisationswinkels.

Das Verständniß aller einzelnen Beobachtungen wird erleichtert, wenn man die beiden, bisweilen sich unterstützenden, bisweilen einander beeinträchtigenden Wirkungen der Polarisation der Strahlen und Absorption der Masse noch weiter aus einander hält, als es praktisch möglich ist.

Welcher Art die Durchstrahlungen sind, die, den *ungleich polarisirten Wärmestrahlen* gegenüber, eine Anzahl geneigter diathermaner Platten von ebener glatter Oberfläche und nicht diffundirender Beschaffenheit ihrer Masse darbieten würde, wenn die einfache, mit der Dicke zunehmende *Absorption der Substanz gar nicht vorhanden* wäre, läßt sich empirisch an keinem Körper in vollem Umfange feststellen. Denn auch an den diathermansten Lamellen macht sich von einer gewissen Neigung ab, wegen der immer zunehmenden durchstrahlten Dicke, eine Absorption mehr und mehr geltend. Dennoch lassen die gemachten Erfahrungen auch auf die in solchem Falle zu erwartenden Vorgänge schließen.

I. a) Bei gleichgerichteten Polarisations- und Brechungsebenen wird die, durch die geneigten Platten hindurchgelassene Wärme in erhöhtem Maaße abnehmen, während der zwischen Strahl und Normale auf die Platten ge-

messene Winkel von 0° auf den Polarisationswinkel (in den vorliegenden Beispielen 55°) übergeht, sodann und zwar schneller als während der Abnahme wieder zunehmen, während der Einfallswinkel von dem Polarisationswinkel bis auf 90° steigt.

b) Bei gekreuzten Polarisations- und Brechungsebenen wächst dagegen die hindurchgestrahlte Wärme beim Neigen der Platten zwischen den bezeichneten Winkeln (0° und 55°) in gesteigertem Grade, um alsdann für die Winkel 55° bis 90° wieder herabzugehen, und zwar schneller als sie gestiegen war.

Die Vermehrung der Platten beschleunigt im ersten Falle die Verminderung, im zweiten die Steigerung der hindurchgehenden Wärme-Antheils für die Einfallswinkel 0° bis 55° ; dieselbe befördert dort die Steigerung, hier die Verminderung des Wärmedurchlasses für die Incidenzen 55° bis 90° .

c) Bilden Polarisations- und Brechungsebene einen Winkel von 45° mit einander oder gelangen die Wärmestrahlen unpolarisirt zu den geneigten diathermanen Platten, so wird die Intensität der hindurchgelassenen Wärme für die Einfallswinkel 0° bis 55° ebenfalls steigen, für 55° bis 90° ebenfalls abnehmen; aber die absoluten Intensitäten werden geringer und die Steigerungs- und Verminderungsgrade sowohl in Betreff der Winkel als der Plattenzahl andere sein, als in dem Fall der unter 90° gekreuzten ursprünglich gegebenen Polarisations- und Brechungsebenen.

Aus den Neigungswinkeln als Abscissen und den Wärmedurchgängen als Ordinaten gebildete Intensitätscurven würden für jede Plattenzahl ihren Wendepunkt bei dem Polarisationswinkel haben, das erste System hier seine concaven, die beiden andern hier ihre convexen Scheitel, sämmtlich gleiche Ordinaten bei 0° und 90° .

II. Gesellt sich zu diesen complicirten Wirkungen der jedesmaligen Polarisation eine *Absorption der diathermanen Masse*, so fügt sie denselben einen, zwar dem Werthe nach für jede Substanz anderen, dem Charakter nach aber

durchaus gleichmäßigen Einfluß: den der jedesmaligen Intensitätsverminderung mit der Dicke der durchstrahlten Schicht unter den Neigungen von 0° bis 90° hinzu.

Dies hat zur Folge, daß z. B.

a) in dem Fall gleichgerichteter Polarisations- und Brechungsebenen bei dem Uebergange von dem Einfallswinkel 55° bis 90° niemals eine Steigerung der Wärme hat aufkommen können. Der günstigste Fall hat nur eine verminderte Abnahme (S. 343) erkennen lassen. Aber auch diese ist für eine, der wachsenden Absorption gegenüber sich geltend machende Gegenwirkung der Polarisation entscheidend, ebenso wie die über 55° hinaus geringer werdende Begünstigung der Absorption durch Vermehrung der Platten.

b) Bei gekreuzten Polarisations- und Brechungsebenen hat der verminderte Einfluß der Absorption an den meisten Substanzen den sich steigernden Grad des Wärmedurchlasses bei dem Uebergange der Einfallswinkel von 0° bis 55° verdeckt. Aber die diathermansten dünnsten Lamellen haben ihn in der That hervortreten lassen (S. 343, 344). Ueber 55° hinaus nimmt die Begünstigung des Wärmedurchlasses durch Vermehrung der Platten in erhöhtem Maße ab.

c) Für die Stellung der beiden Ebenen unter 45° oder den Eintritt unpolarisirter Strahlen hat die Absorption vielfach der Vermehrung des Wärmedurchgangs zwischen den Winkeln 0° und 55° entgegen gewirkt, ohne jedoch den, die Durchstrahlung befördernden Einfluß der Polarisation und den charakteristischen Uebergang der Intensitätsverhältnisse beim Ueberschreiten des Polarisationswinkels unwahrnehmbar zu machen.

Demgemäß zieht sich in der Wirklichkeit die Intensitätscurve des ersten Falls auch für größere Winkel als 55° zur Abscissenaxe hinab und entbehrt bei jenem Winkel des Wendepunkts, welchen die ausschließlich durch die Polarisationsverhältnisse bedingten Wärmeerscheinungen darbieten würden.

In den beiden anderen Fällen rückt der convexe Scheitel der Intensitätscurve von 55° auf desto kleinere Winkel, je mehr die Absorption der betreffenden durchstrahlten Substanz sich geltend macht.

Aus diesen Gesichtspunkten erklären sich auch die specielleren Ergebnisse der Untersuchung:

1) Die für gleiche Winkelabstände der Plattenneigung berechneten Coefficienten der Wärmeabnahme sind *caeteris paribus* am größten für den Parallelismus der Polarisations- und Brechungsebenen; geringer, wenn diese unter 45° gegen einander gestellt sind; am kleinsten für die rechtwinklige Kreuzung dieser Ebenen, in welchem Falle zwischen den Einfallswinkeln 0° und 55° sogar Coefficienten der Wärmezunahme an Stelle derjenigen der Abnahme treten.

Unter sich aber stehen diese Werthe (in mannigfacher Beziehung verglichen) einander am nächsten innerhalb der ersten Polarisationsbedingung; weiter von einander innerhalb der zweiten; am fernsten unter der dritten.

Im Besonderen ist bei Incidenzen unter 55° der Unterschied der betreffenden Abnahme-, beziehungsweise Zunahme-Coefficienten (welche letztere jedoch im Experiment nie zu vollem Ausdruck kommen) bei einer Platte geringer als bei mehreren; über 55° innerhalb des ersten Polarisationsverhältnisses bei einer Platte größer, innerhalb der letzten Polarisation geringer, als bei vermehrter Plattenzahl.

2) Die den Einfallswinkeln über 55° zugehörigen Coefficienten, welche nicht jenem Wechsel (als Abnahme- oder Zunahme-Coefficienten) unterworfen sind, sondern stets eine Verminderung der Wärme anzeigen, übertreffen, wenn sie dem Parallelismus von Polarisations- und Brechungsebene angehören, diejenigen des mittleren Polarisationszustandes (Winkel der bezeichneten Ebenen 45°) mehr für niedrige Winkel als für höhere (bei gleicher Plattenzahl) und mehr für eine als für mehr Platten (bei gleicher Winkelhöhe). Dasselbe gilt von dem Ueberwiegen der Coefficienten dieses mittleren Polarisationszustandes über

diejenigen des andern Extrems: der rechtwinkligen Kreuzung von Polarisations- und Brechungsebene. Damit hängt es zusammen, daß ihre Werthe bei wachsendem Einfallswinkel und zunehmender Plattenzahl schließlicb immer ähnlicher werden.

3) Die Coefficienten der Abnahme sind unter gleichen Polarisationsverhältnissen bei gleichem Winkel und gleicher Plattenzahl desto größer, die der Zunahme desto kleiner, je weniger diatherman die durchstrahlte Substanz.

Auch der Grad der Wärmeabnahme bei fortgesetzter Neigung einer constanten Plattenzahl und bei Vermehrung der Platten unter constantem Winkel ist bei weniger diathermanen Körpern beträchtlicher, der Grad der Wärmezunahme geringer als bei den diathermaneren.

II. *Versuche über Fluorescenz;* *von E. Hagenbach.*

(Fortsetzung von S. 257.)

21. Guajak.

Auf das schöne violette Licht, das von einer beleuchteten weingeistigen Lösung des Guajakharzes ausstrahlt, hat schon Brewster aufmerksam gemacht; später hat Stokes diesen Körper einer genauern Untersuchung unterzogen.

Im directen Sonnenlichte ist die Fluorescenzfarbe der weingeistigen Guajaklösung prachtvoll blaviolett.

Wird das Spectrum auf die Oberfläche der Flüssigkeit geworfen, so erhält man folgende Erscheinung:

Die Fluorescenz beginnt mit röthlicher Nuance bei 392 (85), nach und nach geht die Farbennuance durch Orange etwa bei 554 (113) in's Gelb. In der Gegend von