bei den Schwingungen der Glasfäden den störenden Einfluß des tönenden Körpers in Rechnung ziehe.

3. Dafs bei Glasfäden von gleicher Dicke die Anzahl der Schwingungen in der Secunde sich umgekehrt verhält wie das Quadrat der Länge der normalen Abtheilungen derselben Art.

4. Endlich, dafs bei Glasfäden die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der longitudinalen Impulse doppelt so groß ist wie die der transversalen.

Ueberdies lehrte ich die Regel kennen, nach welcher man am besten die Länge der zur Aufzeichnung der Vibrationen bestimmten Borsten ermittelt, und ich zeigte, dafs Borsten von gehöriger Länge, vermöge der großen Amplitude ihrer Oscillationen das empfindlichste Mittel darbieten, die kleinsten Schwingungsbewegungen gewisser tönender Körper, wie Scheiben, Glocken etc. nachzuweisen und sichtbar zu machen.

Endlich beschrieb ich eine der einfachsten Vorrichtungen, um die Bildung der Schwingungsknoten bei fadenförmigen Körpern darzuthun. Diese Vorrichtung, die mir bei öffentlichen Vorlesungen gute Dienste zu leisten scheint, hat vor dem Melde'schen Apparat den großen Vorzug, dafs sie auf alle tönenden Körper und ohne dieselben zu verändern, anwendbar ist.

Gent, 28. Juni 1864.

VIII. *Ueber die relativen Intensitäten des directen und zerstreuten Sonnenlichtes;* *von R. Clausius.*

(Aus dem *Phil. Mag.* Juli 1866; vom Hrn. Verf. mitgetheilt.)

In den *Proceedings of the Royal Society* für Februar (und in deutscher Uebersetzung im Junihefte dieser Annalen) befindet sich ein interessanter Aufsatz von den HH. Roscoe

und Baxendell »Ueber die relativen chemischen Intensitäten des directen und zerstreuten Sonnenlichtes«, worin auch meine theoretischen Untersuchungen über die Lichtzerstreuung in der Atmosphäre erwähnt sind. Es sey mir gestattet, einige Bemerkungen, zu welchen dieser Aufsatz mir Veranlassung giebt, mitzutheilen.

Die Verfasser haben aus Beobachtungen, die theils von ihnen selbst in England, theils von Hrn. Wolkoff zu Heidelberg angestellt sind, das Verhältniß zwischen den chemischen Intensitäten des directen Sonnenlichtes und des diffusen Tageslichtes bestimmt. Die so erhaltenen Werthe haben sie dann in der folgenden Tabelle mit den Ergebnissen einer Rechnung zusammengestellt, welche ich unter der Voraussetzung, daß die Lichtreflexion in der Atmosphäre durch Wasserbläschen bewirkt werde, ausgeführt habe ¹⁾.

Verhältniß zwischen den chemischen Intensitäten des directen Sonnenlichtes und des diffusen Lichtes.				
Sonnenhöhe	berechnet	beobachtet		
	(Clausius)	Heidelberg	Cheetham Hill	Owens College
20°	0,490	0,350	0,19	0,10
25°	0,896	0,480	0,20	0,11
30°	1,320	0,650	0,23	
35°	1,690	0,820	0,26	
40°	2,032	1,00		
50°	2,634	1,37		
60°	3,129	1,60		

Da die unter der Rubrik »berechnet« stehenden Zahlen mit den aus den Beobachtungen abgeleiteten Zahlen nicht übereinstimmen ²⁾, so haben sie daraus den Schlufs gezogen,

1) Grelle's Journal Bd. XXXIV und XXXVI und diese Annalen Bd. LXXII, S. 294.

2) Ich muß hierbei bemerken, daß in dieser Tabelle noch ein Versehen vorkommt. Ich habe den Stand der Sonne dadurch bestimmt, daß ich ihre Zenithdistanz angegeben habe, und in der Tabelle sind die Zahlen, welche sich auf die Zenithdistanzen 80°, 75°, 70° etc. beziehen, so angeführt, als ob sie sich auf die Sonnenhöhen 20°, 25°, 30° etc. bezögen, anstatt auf die Sonnenhöhen 10°, 15°, 20° etc. Wäre diese Ver-

»dafs der Einflufs der Atmosphäre auf die brechbarsten und chemisch wirksamen Sonnenstrahlen durch Gesetze geregelt wird, welche gänzlich verschieden sind von denen, welche sich auf die Hypothese der Reflexion durch kleine Wasserbläschen stützen.«

Diesen Schluss kann ich nicht als richtig zugeben, weil die aus meiner Rechnung hervorgegangenen Zahlen ihrer Bedeutung nach nicht in der Weise benutzt werden dürfen, wie es hier geschehen ist, sondern die Vergleichung der Beobachtung mit der Theorie in ganz anderer Weise ausgeführt werden mufs.

Bei Anführung meiner Zahlen habe ich ausdrücklich gesagt (s. diese Ann. Bd. LXXII, S. 308), dafs sie nicht blofs auf der Hypothese, dafs die Reflexion von Wasserbläschen bewirkt wird, beruhen, sondern dafs bei ihrer Berechnung noch mehrere andere Annahmen gemacht sind, von denen ich hier folgende als die wichtigste hervorheben will.

In meinen allgemeinen Formeln kommt ein Coëfficient vor, welcher von dem Grade der Durchsichtigkeit der Atmosphäre abhängt. Dieser Coëfficient kann zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten sehr verschiedene Werthe haben, indem selbst dann, wenn der Himmel immer als wolkenfrei vorausgesetzt wird (was in den Formeln geschehen ist), der Grad der Durchsichtigkeit der Atmosphäre doch sehr verschieden seyn kann. Der Coëfficient mufs also für jede Beobachtungsreihe, welche man mit den Ergebnissen der Theorie vergleichen will, erst besonders bestimmt werden. Ich habe am Schlusse meines Aufsatzes sogar gesagt, dafs dieser Coëfficient für verschiedene Strahlengattungen verschieden seyn mufs, indem die Atmosphäre nicht die Strahlen aller Farben gleich gut durchläfst. Es ist bekannt, dafs die blauen Strahlen von der Atmosphäre weniger gut durchgelassen werden, als die rothen, und danach ist zu vermuthen, dafs die chemisch activen

wechselung nicht gemacht, so würden die Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten Werthen noch gröfser ausgefallen seyn, als die Tabelle sie zeigt.

Strahlen, welche noch stärker brechbar sind, als die blauen, noch weniger gut durchgelassen werden, als diese. Bei der *numerischen* Rechnung, welche ich ausgeführt habe, um von den Anwendungen der Formeln ein Beispiel zu geben, habe ich für den Coëfficienten einen Werth gewählt, welcher sich aus Beobachtungen über die strahlende Wärme als ein ungefährer Mittelwerth ergeben hat; aber diesen Werth darf man nicht als einen ein- für allemal gültigen ansehen.

Wenn man bei einer theoretischen Bestimmung der Lichtintensitäten in der Atmosphäre alle mitwirkenden Umstände genau berücksichtigen will, so wird die Rechnung sehr weitläufig, und ich werde mich daher hier auf eine angenäherte Rechnung beschränken.

Die Lichtmenge, welche eine horizontale Flächeneinheit des Erdbodens von der Sonne erhalten würde, wenn die Sonne im Zenith stünde und keine Atmosphäre vorhanden wäre, möge als Einheit genommen werden. Denkt man sich dann die Sonne in einer beliebigen Höhe ϑ stehend, und nimmt wieder an, daß keine Atmosphäre vorhanden wäre, so wird die Lichtmenge, welche die Flächeneinheit unter diesen Umständen erhalten würde, dargestellt durch

$$\sin \vartheta.$$

Nimmt man nun endlich die Atmosphäre als vorhanden an, so wird das Licht der Sonne beim Durchgang durch dieselbe geschwächt, und die Flächeneinheit des Erdbodens erhält daher weniger Licht von der Sonne. Wenn man der Einfachheit wegen das Licht der Sonne als homogen voraussetzt, so kann man die wirklich ankommende Lichtmenge, welche mit S bezeichnet werden möge, durch folgende Gleichung bestimmen:

$$(1) \quad S = \sin \vartheta \cdot e^{-\frac{a}{\sin \vartheta}},$$

worin e die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet, und a der oben erwähnte Coëfficient ist, welcher von dem Grade der Durchsichtigkeit der Atmosphäre abhängt.

Die Differenz

$$\sin \vartheta - \sin \vartheta \cdot e^{-\frac{a}{\sin \vartheta}}$$

stellt den Verlust dar, welchen das directe Sonnenlicht durch den Einfluß der Atmosphäre erlitten hat. Nimmt man nun an, daß diese Lichtmenge dem directen Sonnenlichte dadurch entzogen ist, daß sie von irgend welchen Bestandtheilen der Atmosphäre *reflectirt* ist, so muß dieses Licht (entweder unmittelbar, oder nachdem es noch mehrere Reflexionen in der Atmosphäre erlitten hat) als diffuses Licht zum Theil zum Erdboden gelangen, zum Theil in den Weltenraum ausgestrahlt werden. Es fragt sich nun, welcher Bruchtheil dieser Lichtmenge zum Erdboden gelangt, und bei der Beantwortung dieser Frage kommt die Natur derjenigen Bestandtheile der Atmosphäre, welche die Reflexion bewirken, in Betracht. Wir wollen diesen Bruch, welcher je nach dem Stande der Sonne verschieden seyn muß, und somit als eine Function von ϑ anzusehen ist, mit Z bezeichnen. Dann wird die Lichtmenge, welche als diffuses Licht vom Himmel auf die Flächeneinheit des Erdbodens gelangt, und welche mit H bezeichnet werden möge, bestimmt durch die Gleichung:

$$(2) \quad H = \sin \vartheta \left(1 - e^{-\frac{a}{\sin \vartheta}} \right) Z.$$

Durch Division der Gleichungen (1) und (2) erhält man das gesuchte Verhältniß zwischen dem directen Sonnenlichte und dem diffusen Lichte des Himmels, nämlich:

$$(3) \quad \frac{S}{H} = \frac{e^{-\frac{a}{\sin \vartheta}}}{1 - e^{-\frac{a}{\sin \vartheta}}} \cdot \frac{1}{Z}.$$

Die Gröfse Z hängt, wie schon gesagt, vorzugsweise von der Natur der reflectirenden Bestandtheile ab. Solche Verschiedenheiten des Coëfficienten a , wie sie bei klarem Wetter vorkommen können, haben auf die Gröfse Z einen so geringen Einfluß, daß man diese Gröfse bei einer an-

genäherten Rechnung als von a unabhängig ansehen kann. Unter der Voraussetzung, daß die Reflexion von Wasserbläschen bewirkt wird, ergeben sich aus meinen früher veröffentlichten Rechnungen folgende Werthe für Z :

φ	20°	25°	30°	35°	40°	50°	60°
Z	0,575	0,606	0,632	0,654	0,673	0,701	0,721

Diese Werthe wollen wir hier anwenden.

Wir wollen nun die größte der drei oben angeführten Beobachtungsreihen, nämlich die, welche die Heidelberger Beobachtungen enthält, mit der theoretischen Formel vergleichen. Zu dem Zwecke muß zuerst aus einem der Beobachtungswerthe von $\frac{S}{H}$ der Coefficient a mittelst der Gleichung (3) bestimmt werden. Wir wollen dazu den Werth benutzen, welcher der Sonnenhöhe 40° entspricht, weil 40° gerade die Mitte des von 20° bis 60° reichenden Beobachtungsintervalles bildet. Dieser Werth von $\frac{S}{H}$ ist 1,00, und daraus ergibt sich:

$$a = 0,586.$$

Setzt man diese Zahl für a in die Gleichung (3) ein, so kann man $\frac{S}{H}$ für andere Sonnenhöhen berechnen, und erhält folgende Werthe, welche wieder mit den beobachteten Werthen zusammengestellt werden mögen.

Sonnenhöhe	berechnet	beobachtet
20°	0,38	0,35
25°	0,55	0,48
30°	0,71	0,65
35°	0,86	0,82
40°	1,00	1,00
50°	1,24	1,37
60°	1,43	1,60

Wenn man bedenkt, daß bei dieser Rechnung noch manche mitwirkende Umstände unberücksichtigt gelassen sind, und daß auch den Beobachtungen keine vollkommene Genauigkeit zuzuschreiben ist, so wird man die Uebereinstimmung zwischen den berechneten und den beobachteten Werthen genügend finden. Es ist also durchaus kein Grund

vorhanden, zu sagen, durch diese Beobachtungen werde die Hypothese, daß die Reflexion durch Wasserbläschen bewirkt wird, widerlegt.

Ich glaube überhaupt, daß Vergleichen dieser Art wenig geeignet sind, über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Hypothese zu entscheiden. Die GröÙe Z variiert, wie die obige kleine Tabelle zeigt, nicht stark mit der Sonnenhöhe, und auch bei einer anderen Annahme über die Natur der reflectirenden Bestandtheile würde man für diese GröÙe Werthe erhalten, die mit der Sonnenhöhe nicht stark variiren, und daher von den in jener Tabelle enthaltenen nicht sehr abweichen können. Der Bruch $\frac{S}{H}$ dagegen variiert sehr stark mit der Sonnenhöhe, und scheinbar geringe Aenderungen im Zustande der Atmosphäre können die Werthe dieses Bruches, sowie überhaupt die beobachteten Lichtintensitäten bedeutend ändern. Man kann daher schließen, daß die übrigen mitwirkenden Umstände, deren ganz vollständige und genaue Berücksichtigung in der Rechnung schwer erreichbar seyn würde, zum Theil einen viel größeren Einfluß auf die Lichtintensitäten haben, als die Natur der reflectirenden Bestandtheile.

IX. *Notiz zur Theorie der Spectralapparate; von L. Ditscheiner,*

Privatdocent am k. k. polytechn. Institut in Wien.

Wenn auf ein Prisma mit dem brechenden Winkel A die parallel mit der Axe des Collimators eines Spectralapparates austretenden Strahlen so auffallen, daß sie mit der Normale der ersten Prismenfläche den Winkel ϑ , dann aber an der zweiten Prismenfläche so austreten, daß sie mit der Normale derselben den Winkel α bilden, so besteht bekanntlich die Relation