©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über die Identität der Licht- und Wärmestrahlen von gleicher Brechbarkeit.

Von **Dr. F. J. Studnička,**

Eleven am k. k. physikalischen Institute.

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Juli 1861.)

Schon Melloni, dessen Arbeiten in der Lehre von der strahlenden Wärme Epoche machten, obwohl er Anfangs eine gänzliche Verschiedenheit der Licht- und Wärmestrahlen behauptete [1]), hat im weiteren Verlaufe seiner so wichtigen Untersuchungen die Identität derselben anerkannt und entschieden ausgesprochen [2]). Dieselbe Ansicht äusserten auch Masson und Jamin [3]), ja nachdem die Lehre von der strahlenden Wärme durch die Arbeiten von Seebeck, Knoblauch, Prevostaye und Desains u. A. so weit ausgebildet wurde, wie sie es jetzt ist, dürfte jene Ansicht eine allgemeine sein, obwohl noch keine directen Versuche bekannt sind, welche diese Identität durch Umwandlung der Lichtstrahlen in Wärmestrahlen nachweisen würden.

Als im vorigen Jahre physikalische Themata zum Behufe der Durchführung derselben durch die Eleven des k. k. physikalischen Institutes besprochen wurden, äusserte sich der Director desselben, Herr Regierungsrath A. R. v. Ettingshausen, unter Anderem auch

---

[1]) Pogg. Ann. Band 37, pag. 559.
[2]) Pogg. Ann. Band 62, pag. 18.
[3]) Compt. rend. tom. 31, pag. 14.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dahin, dass es wünschenswerth wäre, einige Untersuchungen über den Zusammenhang der Licht- und Wärmestrahlen anzustellen. So interessant auch diese Aufgabe sein mochte, so schwierig war sie auch durchzuführen, da nicht leicht ein Weg zu finden war, auf dem man sie experimentell hätte lösen können. Während ich jedoch die verschiedenen Phänomene der Fluorescenz zu einem speciellen Zweck studirte und mit anderen optischen Erscheinungen combinirte, schien es mir, dass hier ein Mittel an die Hand gegeben sei, über den fraglichen Zusammenhang der Wärme und des Lichtes etwas Sicheres zu erfahren; darunter waren es vorzüglich einige theils der Optik, theils der Pflanzenphysiologie entlehnte Thatsachen, die mir in dieser Richtung wichtig zu sein schienen. Zu den ersteren gehören folgende:

1. Die minder brechbaren Strahlen des Sonnenspectrums liefern eine grössere Wärmewirkung; das Maximum derselben befindet sich erst jenseits des Roth, wie sehr genau die neuesten Versuche J. Müller's[1]) beweisen.

2. Leitet man einen Sonnenstrahl zuerst durch ein Gefäss, das mit einer Lösung von schwefelsaurem Chinin gefüllt ist, und dann durch ein zweites, das eine Chlorophylllösung enthält, so sieht man in beiden ein schönes Fluorescenzphänomen; wird jedoch der Lichtstrahl in umgekehrter Ordnung durchgelassen, so fluorescirt wohl das zuerst getroffene Chlorophyll sehr schön roth, die Lösung von schwefelsaurem Chinin zeigt jedoch keine Fluorescenz mehr. Die Ursache davon liegt in der grösseren Brechbarkeit des Blau in Bezug auf Roth, so dass nach Stokes' Erklärung der Fluorescenz[2]) im ersten Falle eine Herabsetzung der Brechbarkeit auf Roth wohl stattfinden kann, während der umgekehrte Vorgang natürlich nicht möglich ist.

3. Wird directes Sonnenlicht durch eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak, welche nur blaues Licht durchlässt, geleitet, so erscheint die davon erleuchtete Stechapfeltinctur oder das gelbe Annaglas grün, woraus ersichtlich wird, dass fluorescirende Körper auch solche Farben zeigen können, die in dem sichtbaren

---

[1]) Pogg. Ann. Band 105, pag. 337.
[2]) Pogg. Ann. IV, Erg. Bd. pag. 336.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

auffallenden Lichte nicht vorkommen[1]); die neu entstandene Farbe hat jedoch stets eine geringere Brechbarkeit als die ursprüngliche.

Zu den anderen, der Pflanzenphysiologie entlehnten Thatsachen gehört:

1. Der innige Zusammenhang zwischen Chlorophyllbildung und Lichtwirkung und die durch beide bedingte Ausscheidung von Sauerstoff.

2. Die allen Pflanzenpigmenten in bedeutendem Grade zukommende Eigenschaft der Fluorescenz, die sich besonders da am schönsten zeigt, wo Eigenwärme zu beobachten ist, namentlich bei Arum in seiner Blüthe, wo beide Erscheinungen am deutlichsten auftreten, wie die interessanten Untersuchungen von Dr. A. Weiss gezeigt haben[2]).

3. Die bekannte, an Tropenpflanzen gemachte Beobachtung, dass sie in höheren Breiten, selbst wenn man ihnen den nöthigen Wärmegrad verschafft, doch nicht so gedeihen wollen, wie unter der glühenden Tropensonne.

Daraus zog ich nun folgende Schlüsse:

1. Wenn die fluorescirende Substanz die Brechbarkeit der Strahlen vermindert und die am wenigsten brechbaren Strahlen des Sonnenspectrums am wärmsten sind, so muss ein Lichtstrahl, nachdem er durch eine fluorescirende Schichte durchgegangen ist, eine grössere Wärme entwickeln als ohne den erwähnten Umstand.

2. Zum experimentellen Nachweis dieser postulirten Erscheinung werden sich solche Substanzen am besten eignen, die roth fluoresciren, wie z. B. Chlorophyll, das in der Pflanze eine solche Rolle übernommen zu haben scheint.

Im Sommer des, optischen Versuchen so ungünstigen Jahres 1860 ging ich nun an das Experiment, das schon in seiner ersten rohen Anlage zeigte, dass man auf diesem Wege zum Ziele kommen kann. Durch die Ferien unterbrochen, ging ich im October sogleich von Neuem an diese Arbeit und stellte diesmal das Experiment auf folgende Art an:

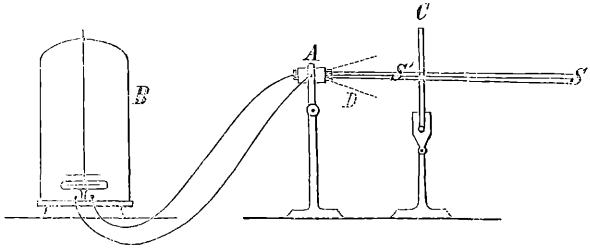
---

1) Entnommen der Physik mit math. Begründung von Dr. A. Kunzek. II. Aufl. pag. 385.

2) Bericht der k. bair. naturforsch. Gesellschaft zu Bamberg vom J. 1860: Die Fluorescenz der Pflanzenfarbstoffe von Dr. A. Weiss.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Auf eine Thermosäule, in der nachstehenden Figur mit *A* bezeichnet, die mit einem empfindlichen, auf einem anderen Tisch stehenden Multiplicator *B* in Verbindung stand, fielen Sonnenstrahlen in der Richtung *SS'* und bewirkten eine gewisse Ablenkung am



Multiplicator; hierauf wurde eine überall gleich dicke Glimmerplatte *C*, deren eine Hälfte mit einer Chlorophyllschichte überzogen war, vor die Thermosäule gestellt, und zwar zuerst so, dass die Sonnenstrahlen durch den blossen Glimmer, hierauf durch eine entsprechende Verschiebung in der Art, dass dieselben durch Glimmer und die daran haftende Chlorophyllschichte durchgingen, wobei jedesmal die Ablenkung der Multiplicatornadel beobachtet wurde. Das Ergebniss dieses Versuches war nun folgendes:

Die Sonnenstrahlen fielen auf die Thermosäule	Ablenkung
unmittelbar	4°
durch den blossen Glimmer	3
durch Glimmer und die Chlorophyllschichte	4
durch den blossen Glimmer	3
durch Glimmer und die Chlorophyllschichte	4
unmittelbar	4

Nachdem der Herr Regierungsrath A. R. v. Ettingshausen die Güte gehabt hatte sich von diesem Ergebnisse zu überzeugen, machte er mich auf den zur Thermosäule gehörigen konischen Reflector *D* in der beigegebenen Figur aufmerksam; als ich diesen angesetzt hatte, erhielt ich folgende Resultate:

Die Sonnenstrahlen fielen auf die Thermosäule	Ablenkung
unmittelbar	20°
durch den blossen Glimmer	17
durch Glimmer und die Chlorophyllschichte	19 +
durch den blossen Glimmer	17
durch Glimmer und die Chlorophyllschichte	19 +
unmittelbar	20

Dasselbe Resultat ergab sich auch bei allen übrigen Versuchen, so dass es nicht nöthig ist, dieselben hier anzuführen; bemerken will ich nur, dass die Versuche jedesmal zu Mittag gemacht wurden und dass die Chlorophyllschichte so dünn war, dass man sie im durchgelassenen Lichte kaum wahrzunehmen vermochte [1]).

Man sieht aus allen diesen Versuchen deutlich, dass ein Lichtstrahl eine grössere Wärmewirkung äussert, wenn er durch eine Schichte von Chlorophyll durchgegangen ist, was mit den am Anfange angeführten Thatsachen combinirt, folgende Schlüsse zu ziehen erlauben dürfte:

1. Die Erklärung der Fluorescenzerscheinungen nach Stokes erhält eine neue Bestätigung, indem die Verminderung der Brechbarkeit der einfallenden Strahlen wirklich eine Vergrösserung der Wärmewirkung zur Folge gehabt hat.

2. Lichtstrahlen und Wärmestrahlen von gleicher Brechbarkeit sind identisch, weil man Licht durch eine zweckmässig gewählte fluorescirende Substanz theilweise in Wärme umzusetzen im Stande ist. Das Sonnenlicht enthält Strahlen von verschiedener Brechbarkeit, von denen nur die mittlere Partie dem Auge als Licht, resp. Farbe, wahrnehmbar ist, während einerseits die Strahlen von grösserer Brechbarkeit als die violeten, die sogenannten ultravioleten Strahlen sich durch ihre chemische Wirksam-

---

[1]) Ich habe sie mir auf die Art verschafft, dass ich die Glimmerplatte mit einem in eine Chlorophyllösung getauchten Pinsel einigemale überstrich. — Das + in der letzten Tabelle bedeutet, dass der Ausschlag zwischen 19° und 20° sich befand; Zehntel anzugeben, fand ich nicht gerathen, da man hiedurch blos eine illusorische Genauigkeit in diesem Falle erhalten hätte.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

keit manifestiren und durch fluorescirende Substanzen ebenfalls sichtbar gemacht werden können, andererseits die Strahlen von geringerer Brechbarkeit als die rothen nur als Wärmestrahlen auftreten und durch ihre Wärmewirkung sich äussern; ja eine Partie von Strahlen, die zwischen die Frauenhofer'schen Linien *F* und *H* fällt, kann sich auf alle drei Arten manifestiren. Ist die Wellenlänge des äussersten Roth 0·0007064 Millim., jene des äussersten Violet 0·0003956 Millim., so beträgt nach den Untersuchungen von J. Müller[1]) die Wellenlänge der äussersten Wärmestrahlen 0·00183 Millim., die der äussersten ultravioleten nach E. Esselbach[2]) 0·0003 Millim., so dass die bis jetzt beobachteten Grenzen des Sonnenspectrums durch die Wellenlängen 0·00183 Millim. und 0·0003 Millim. bezeichnet wären. Dass hier die brechende Substanz von bedeutendem Einflusse ist, ersieht man aus vielen Versuchen, die hinsichtlich der Wärmestrahlen zuletzt von R. Franz[3]) und J. Müller[4]), und hinsichtlich der ultravioleten von Stokes, Esselbach u. A. gemacht wurden, wobei in letzterer Beziehung, z. B. ein Flintglasprisma das Spectrum nur bis zur Linie *N*, ein Quarzprisma jedoch bis zur Linie *R* lieferte. — Daraus folgt nun auch weiter, dass man die Lehre von der strahlenden Wärme mit der Optik vereinigen und dadurch die Wiederholung aller Eigenschaften, die Licht- und Wärmestrahlen zugleich zukommen, vermeiden könnte, indem blos specifische Unterschiede hervorzuheben wären.

3. Die Erklärung der Absorption von Licht- und Wärmestrahlen gewinnt einen neuen Standpunkt, da sie in einem Zusammenhange mit den Fluorescenzerscheinungen zu stehen scheint, was um so wahrscheinlicher wird, als nach den Untersuchungen Becquerel's[5]) alle Körper fluoresciren; sogar die Phosphorescenz würde nach den neuesten Untersuchungen desselben Physikers in das Bereich dieser Erscheinungen gehören.

---

[1]) Pogg. Ann. Bd. 105, pag. 355.

[2]) Pogg. Ann. Bd. 98, pag. 524.

[3]) Pogg. Ann. Bd. 101, pag. 46.

[4]) Pogg. Ann. Bd. 337; auch Seebeck's Arbeit in Schweigger's Journ. Bd. 40, pag. 129.

[5]) Ann. de chim. et de phys. 3 s., tome 57, pag. 40.

4. Die Functionen des Chlorophylls in der Pflanzenzelle, wenigstens die mittelbaren, sind hiedurch vollkommen bestimmt, was für die Pflanzenphysiologie von einiger Bedeutung sein dürfte.

5. Der Einfluss des Lichtes auf das Leben der Pflanze, die Insolation, sowie auch manche andere hieher gehörige Erscheinungen dürften da ihre geeignetste Erklärung finden.

Weitere Untersuchungen der Fluorescenz, namentlich mit homogenem Lichte angestellt, werden hoffentlich noch deutlicher die hier berührten Erscheinungen und Folgerungen zu erklären erlauben.

Dass ich dieses schon mitzutheilen mich entschloss, dazu veranlasste mich eine Notiz in den Pogg. Ann. Band 113, pag. 54, wo der Fürst zu Salm-Horstmar auf die Fluorescenz der Wärmestrahlen aufmerksam macht. Es heisst dort zunächst: „Meine Absicht ist nur, darauf aufmerksam zu machen, dass meines Wissens noch Niemand der Analogie erwähnt hat, die zwischen Licht und Wärme auch in Hinsicht auf Fluorescenz besteht". Meine Arbeiten geschahen jedoch schon im vorigen Jahre, wo ihrer auch in der (S. 292) citirten Abhandlung gedacht wird. Der obige Schluss über die Ähnlichkeit zwischen Licht- und Wärmestrahlen in Hinsicht auf Fluorescenz wird weiterhin durch Hinweisung auf eine Erscheinung gerechtfertigt, die jedoch auch eine andere näher liegende Erklärung zulässt. Die Notiz sagt nämlich weiter: „Wir wissen, dass die Strahlen der Sonne durch klares Eis hindurchgehen, ohne das Eis zu schmelzen; auch wissen wir, dass wenn dieselben Strahlen auf einen undurchsichtigen dunkel gefärbten Körper, z. B. auf einen Baumstamm fallen und von diesem auf den nahe liegenden Schnee reflectirt werden, diese Stelle des Schnees schmilzt. Ich glaube, dass diese Erscheinung eine Fluorescenz der Wärmestrahlen genannt werden kann, da diese vom Baumstamme nun ausgehenden Wärmestrahlen offenbar eine andere Wellenlänge oder eine andere Wärmefarbe haben müssen als die Strahlen, welche diese Fluorescenz in der Oberfläche der Rinde des Baumes erregten". — Sind auch die directen Strahlen nicht im Stande, den Schnee zu schmelzen, so kann dies der vereinten Wirkung mit den reflectirten gelingen; es wäre also zu zeigen, dass die reflectirten Strahlen allein eine grössere Wirkung ausüben und an und für sich schon den Schnee zu schmelzen im Stande sind. Doch wenn im Vorangehenden die Identität der Licht- und Wärmestrahlen von gleicher Brechbarkeit

erschlossen wird, so dürfte es nicht nöthig sein, auf die Fluorescenz der Wärmestrahlen besonders hinzuweisen, da sich dies von selbst ergibt.

Schliesslich sei es mir erlaubt, dem Director des k. k. physikalischen Institutes, Herrn Regierungsrathe A. R. v. Ettingshausen, der diese Untersuchung nicht nur angeregt, sondern auch die Durchführung derselben auf die liberalste Weise gefördert hatte, hier meinen innigsten Dank auszusprechen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1861

Band/Volume: 44_2

Autor(en)/Author(s): Studnicka F.

Artikel/Article: Über die Identität der Licht- und Wärmestrahlen von gleicher Brechbarkeit. 289-296