

# Der Druck des Lichtes.

Von

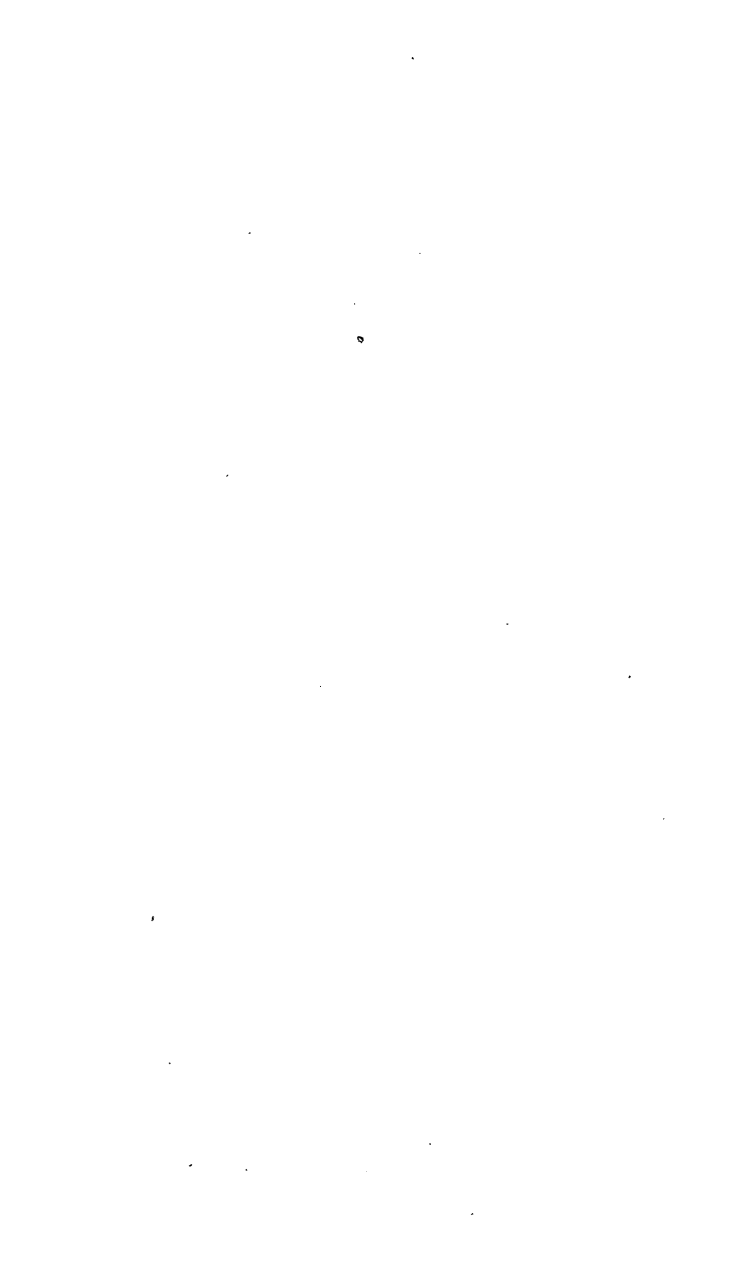
**Prof. Dr. Gustav Jäger.**

---

Vortrag, gehalten den 2. März 1904.

*(Mit Experimenten.)*

Mit 5 Abbildungen im Texte.



Im folgenden soll eine gemeinverständliche Darstellung gegeben werden, wie es gelungen ist, den überaus kleinen Druck, welchen das Licht auf eine Fläche ausüben kann, zu messen. Bevor wir jedoch mit dem eigentlichen Gegenstand uns befassen, wollen wir einen Blick auf einige akustische Erscheinungen werfen, welche auf dem Gebiete des Schalles eine gewisse Analogie mit dem Lichtdruck zeigen.

Bekanntlich entsteht der Schall durch eine Bewegung der Luft, welche in Form einer Welle an unser Ohr fortgeleitet und auf diese Weise wahrgenommen wird. Folgen in gleichen Zeiten gleichartige Bewegungen der Luft aufeinander und ist die Zahl der Aufeinanderfolgen in der Sekunde eine entsprechend große, so entsteht ein Ton. Eine derartige Bewegung nennen wir dann eine schwingende Bewegung und jede Einzelbewegung in derselben eine Schwingung und die Zahl der Schwingungen in der Sekunde die Schwingungszahl des Tones.

Soll ein Ton für das Ohr wahrnehmbar sein, so muß seine Schwingungszahl ungefähr zwischen 40 und 40.000 liegen. Die Schwingungen eines Körpers rufen in der umgebenden Luft Verdichtungen und Verdünnungen hervor, die als Schallwellen durch die Luft fortgepflanzt werden

und es ist klar, daß sie auf jenem Körper, auf den sie auf-treffen, eine Kraftwirkung hervorbringen. Diese wird sich als Druck äußern, so oft eine Verdichtung der Luft den Körper trifft; hingegen als Zug bei jeder auf-treffenden Verdünnung. Da aber die Kraftwirkungen, sowohl die der Verdünnung als die der Verdichtung der Luft, auf den Körper gleich groß sind, so können sie ebenfalls nur eine schwingende Bewegung des Körpers erzeugen, ohne eine Ortsveränderung, das heißt eine dauernde Kraftwirkung nach einer bestimmten Richtung hervorzubringen. Die Eigenschaft der Körper, unter dem Einfluß der Schallwellen mitzuschwingen, pflegt man mit dem Namen der Resonanz zu bezeichnen. Diese Resonanz kann aber sehr verschieden stark ausfallen.

Um dies besser verstehen zu lernen, wollen wir erst einige rein mechanische, sichtbare Vorgänge betrachten. Eine der bekanntesten mechanischen Vorrichtungen ist das sogenannte Fadenpendel, welches in seiner einfachsten Ausführung aus einer Kugel besteht, die an einem Faden aufgehängt ist. Bringt man die Kugel aus ihrer Ruhelage, so vollführt sie Schwingungen und man erkennt sofort, daß die Dauer einer Schwingung von der Entfernung der Kugel von ihrem Aufhängepunkte abhängt. Je größer die Entfernung, das ist die Pendellänge ist, desto langsamer schwingt das Pendel. Es ist somit in unsere Hand gegeben, ein Pendel von ganz bestimmter Schwingungsdauer herzustellen.

Hängt das Pendel an einem leichten biegsamen Gestell, so zeigt sich, daß beim Schwingen das Gestell selbst

in Schwingung gerät, indem der Aufhängepunkt vom hin- und herschwingenden Pendel ebenfalls eine hin- und herschwingende Bewegung erhält. Wenn wir an demselben Gestell gleichzeitig ein zweites Pendel befestigen, so wird auch dieses durch die kleinen Schwingungen, welche das Ganze macht, ebenfalls ins Mitschwingen geraten.

Wollen wir eine Schaukel in Bewegung setzen, so verfahren wir dabei so, daß wir ihr Antriebe erteilen, welche in genau denselben Zeiten aufeinander folgen wie die Schwingungen der Schaukel. Vermag der einzelne Antrieb auch nur eine geringe Bewegung der Schaukel hervorzurufen, so sind wir bei zielbewußter Handhabung doch imstande, durch fortgesetzte kleine Antriebe die Schaukel in sehr starkes Schwingen zu versetzen. Dies würde aber nicht eintreten, wenn die Antriebe in Zeiten aufeinander folgen würden, die nicht der Schwingungsdauer der Schaukel entsprechen; denn dann werden auch Fälle eintreten, in welchen wir die bereits vorhandene Bewegung der Schaukel nicht verstärken, sondern verringern. In ganz derselben Weise kann ein Pendel, besonders, wenn es eine sehr schwere Kugel besitzt, ein zweites Pendel, das an demselben Gerüst aufgehängt ist, ins Mitschwingen versetzen, und zwar in umso stärkeres, je besser die beiden Schwingungsdauern der Pendel übereinstimmen. Es genügen dann die kleinen Bewegungen, welche das Aufhängegerüst von dem einen Pendel erhält, das zweite Pendel in sehr starkes Mitschwingen zu versetzen. Es wird dies also eintreten, wenn beide Pendel dieselbe Länge besitzen. Man sieht auch sofort, daß das

zweite Pendel umso weniger ins Mitschwingen gerät, je mehr sich seine Länge von jener des ersten unterscheidet, sei es nun, daß es entsprechend länger oder kürzer als das erste ist.

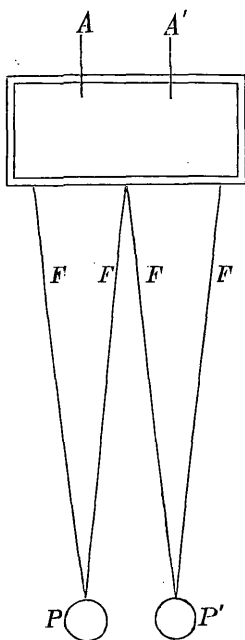


Fig. 1.

Die ganze Bewegung des Gerüsts und des zweiten Pendels kann natürlich nicht aus nichts hervorgebracht werden, sondern sie geschieht auf Kosten der Bewegungsenergie des ersten Pendels. Während wir demnach beobachten, daß das zweite Pendel immer größere Schwingungen macht, können wir gleichzeitig wahrnehmen, daß die Schwingungen des ersten Pendels immer kleiner werden. Wir haben also hier, wie man mit dem technischen Ausdrucke zu sagen pflegt, eine „Kraftübertragung“ von einem Pendel auf das andere. In

derselben Weise aber, wie das erste Pendel auf das zweite wirkt, wirkt natürlich auch das zweite auf das erste wieder zurück, sobald es eine entsprechende Bewegungsenergie erlangt hat. Ja wir sind imstande, durch gewisse Vorrichtungen die Gesamtenergie des

einen Pendels auf das zweite zu übertragen, sodann dieselbe Energie vom zweiten Pendel wiederum auf das erste abzugeben und dies in ununterbrochener Reihenfolge fortzusetzen.

Eine solche Vorrichtung haben wir in dem Doppelpendel von Karl Exner, welches durch Fig. 1 versinnlicht wird. Ein starrer leichter Rahmen  $R$  ist an den beiden Punkten  $A$  und  $A'$  so aufgehängt, daß er eine schwingende Bewegung machen kann. Der Rahmen selbst trägt wieder an den Fäden  $F$  in gleichen Abständen zwei Pendelkugeln  $P$  und  $P'$ . Ist nun das Ganze in Ruhe und man versetzt die eine Pendelkugel in Schwingungen, so macht der Rahmen kleine Schwingungen mit. Diese teilen sich der Pendelkugel  $P'$  mit, welche dadurch in immer stärkeres Schwingen gerät, während die Kugel  $P$  ihre Energie allmählich verliert. Schließlich kommt  $P$  ganz zur Ruhe und  $P'$  schwingt mit der ursprünglichen Energie von  $P$ . Nun kehrt sich aber die Erscheinung um. Es bringt die Kugel  $P'$  allmählich die Kugel  $P$  wieder in Bewegung und so erhalten wir wieder den ursprünglichen Zustand und es beginnt dieselbe Erscheinung sich zu wiederholen. Es müßten also auf diese Weise die Pendel abwechselnd, ohne je aufzuhören, schwingen, wenn nicht der Widerstand der Luft und die Reibung in den Pendellagern die Energie allmählich aufzehren würden.

Genau so wie das Mitschwingen eines Pendels können wir auch das Mitschwingen einer Stimmgabel hervorrufen, falls wir Schallwellen auf die Stimmgabel

einwirken lassen, welche in Zeiten aufeinanderfolgen, die der Schwingungsdauer der Stimmgabel entsprechen. Dies ist am einfachsten so zu bewerkstelligen, daß wir einen Ton erzeugen, welcher mit dem Ton der Stimmgabel vollkommen übereinstimmt. Am besten durch eine zweite Stimmgabel, die mit der ersten vollkommen kongruent ist. Bringen wir dann die eine Stimmgabel durch einen Schlag zum Tönen, so tönt die zweite Stimmgabel sofort mit. Wir können das daran erkennen, daß wir den Ton noch fort klingen hören, wenn wir die erste Stimmgabel mit der Hand festhalten, so daß sie nicht tönen kann. Jeder Körper nun, welcher dieselbe Schwingungsdauer besitzt wie unsere Stimmgabel oder, wie man zu sagen pflegt, dessen Eigenton mit jenem der Stimmgabel übereinstimmt, wird in deutliches Mitschwingen geraten, wenn derselbe Ton auf irgend eine Weise kräftig hervorgerufen wird. Es zeigt sich das z. B. oft im Klirren einer Fensterscheibe, das nur auf einen ganz bestimmten Ton hin entsteht.

Da bekanntlich auch Luftsäulen schwingen und somit Töne hervorbringen können, wie wir das ja an den Pfeifen sehen, so wird auch eine Luftsäule, welche dem Ton der Stimmgabel entspricht, kräftig mitschwingen, wenn wir die schwingende Stimmgabel in ihre Nähe bringen. Wir können das leicht beobachten, indem wir die Luftsäule in einem Glaszylinder durch Eingießen von Wasser auf den Stimmgabelton abstimmen. Schlagen wir die Stimmgabel an, so tritt ihr Ton, den man unter Umständen kaum wahrnimmt, kräftig hervor, wenn wir die



Gabel in richtiger Weise der Öffnung des Glaszylinders nähern. Aber auch die Luft in einem an beiden Seiten



offenen Rohre hat bestimmte Eigentöne, welche von der Länge des Rohres abhängen, und auch hier zeigt sich das kräftige Mittönen, wenn wir eine gleichgestimmte, schwingende Stimmgabel dem Ende des Rohres nähern.

Man pflegt derartige Vorrichtungen, welche die Resonanz in so auffälliger Weise zeigen, Resonatoren zu nennen. So kann unter Umständen eine gewöhnliche Flasche einen guten Resonator bilden; desgleichen eine Hohlkugel mit einem Loch. An solchen Resonatoren wollen wir nun Erscheinungen hervorrufen, welche direkt den Eindruck machen, als würde vom Schall auf den Resonator ein Druck ausgeübt.

Wir wollen von diesen Erscheinungen, die in eingehender Weise zuerst von Dvořak studiert wurden, eine sehr auffällige uns vor Augen führen. Wenn wir ein Glasrohr *A* in der Mitte fassen und mit einem nassen Lappen vom Ende des Rohres gegen die Mitte streichen, so können wir es dadurch in starkes Tönen bringen. Befestigen wir nun das Rohr *A* an seiner Mitte in einem durchbohrten Korkstöpsel, der in ein zweites Glasrohr *B* hineinpaßt, so daß also die eine Hälfte des engeren Rohres *A* im weiteren Rohre *B*, wie Fig. 2 zeigt, sich befindet, so

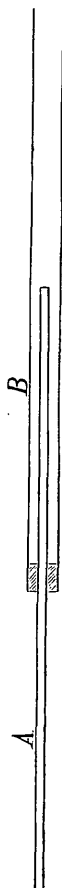


Fig. 2.

wird durch Tönen des Stabes die Luft im Rohre *B* in starkes Mitschwingen versetzt. Hängen wir nun vor die Öffnung des weiten Rohres *B* ein dünnwandiges Glasrohr *C* auf, dessen Länge so gewählt ist, daß der Eigenton der darin enthaltenen Luft mit dem Tone des Glasstabes *A* übereinstimmt, so zeigt sich bei kräftigem

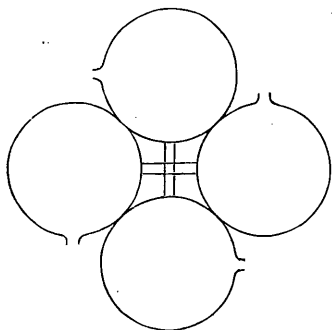


Fig. 3.

Anstreichen des Glasstabes, daß das leichte Glasrohr *C* eine deutliche Abstoßung erfährt. Es ist diese Erscheinung umso auffälliger, als scheinbar die Luft gar keinen Angriffspunkt auf das an beiden Enden offene Rohr *C* hat. Wir haben es also hier mit einer Erscheinung zu tun, die

den Eindruck macht, als würde der Schall direkt eine Druckkraft äußern.

Dvořak ist es ferner gelungen, auch nachzuweisen, daß ein kugelförmiger Resonator gleichsam einen Druck gegen seine Öffnung erfährt, wenn der Ton des Resonators kräftig hervorgerufen wird. Indem er vier Resonatoren an einem leichten Kreuz, wie Fig. 3 zeigt, befestigte, welches in seiner Mitte von einer Nadelspitze getragen wurde, erhielt er eine Art Reaktionsrad, welches sich zu drehen begann, wenn eine Stimmgabel

auf einem Resonanzkasten in der Nähe des Rades in starkes Tönen gebracht wurde. Hauptbedingung des Gelingens ist aber dabei, daß die Eigentöne der Resonatoren mit jenem der Stimmgabel vollkommen übereinstimmen.

Wir wollen jetzt nun begreiflich machen, wie auch das Licht imstande ist, Druckwirkungen zu äußern. Zur Zeit, als man annahm, das Licht sei ein feiner Stoff, welcher von den leuchtenden Körpern mit sehr großer Geschwindigkeit ausgesendet wird, lag es sehr nahe anzunehmen, daß dort, wo das Licht absorbiert oder zurückgeworfen wird, es Druckkräfte hervorbringen muß. Und es versuchten auf Grund dieser Annahme die Astronomen, so z. B. auch der berühmte Kepler, besondere Gestaltungen von Kometenschweifern zu erklären, welche auftreten, wenn die Kometen der Sonne sehr nahe kommen. Mit Einführung der Wellentheorie des Lichtes ließ sich aber nicht mehr folgern, daß das Licht einen Druck ausüben muß, sondern, daß höchstens die kleinsten Teilchen der Körper zum Mitschwingen angeregt werden könnten, wie es ja bei den fluoreszierenden Körpern der Fall ist. In neuerer Zeit pflegt man aber das Licht nicht mehr als eine mechanische Bewegung des Äthers aufzufassen, sondern als elektromagnetische Schwingungen, welche im Lichtäther stattfinden. Vom Begründer dieser Theorie J. Cl. Maxwell wurde darauf hingewiesen, daß daraus ein Druck des Lichtes auf jene Körper, die es trifft, entstehen müsse. Um dies zu begreifen, wollen wir etwas weiter ausholen.

Wir teilen die Körper in Leiter und Nichtleiter der Elektrizität ein. Die Nichtleiter werden, wenn sie mit einem geeigneten Reibzeug gerieben werden, elektrisch. Bringt man einen derart elektrisierten Körper in die Nähe eines Leiters, so wird auch dieser elektrisiert, und zwar zeigt er auf dem zugekehrten Ende entgegengesetzte, auf dem abgewandten gleichnamige Elektrizität mit jener des elektrischen Nichtleiters. Wir sagen,

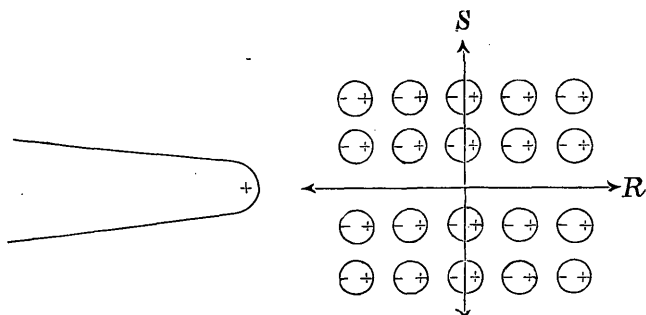


Fig. 4.

es sei Elektrizität durch Verteilung hervorgerufen worden. Die Sache liegt aber so, als hätte jeder unelektrische Leiter gleich viel positive und gleich viel negative Elektrizität in sich, die aber erst dann in Wirkung treten können, wenn sie durch einen in ihre Nähe gebrachten elektrischen Körper von einander getrennt werden; aber auch bei Nichtleitern können wir ähnliche Erscheinungen beobachten. Auch ein Nichtleiter, der einem elektrisch geladenen Körper genähert wird, zeigt an seiner abgewand-

ten Seite gleichnamige, an der zugewandten entgegengesetzte Elektrizität zu jener des elektrischen Körpers. Nur können wir von dem Nichtleiter diese derart getrennten Elektrizitäten nicht entfernen.

Die Folge dieser Elektrizitätszerlegung in einem Nichtleiter ist nun, daß dieser in einen Spannungszustand versetzt wird. Wir werden dies am besten verstehen, wenn wir uns eine bestimmte Vorstellung von der Natur der Nichtleiter machen. Wir nehmen an, der Nichtleiter bestehe, wie Fig. 4 zeigt, aus kleinsten Teilchen, die wir der Einfachheit halber als Kugeln auffassen wollen und die wir mit den Molekülen des Körpers identifizieren können. Diese Kugeln können wir als Leiter der Elektrizität betrachten. Den Zwischenraum sehen wir jedoch als einen vollkommenen Nichtleiter an. Nähern wir nun, wie aus der Figur hervorgeht, einen elektrisch geladenen Körper, so wird die ungleichnamige, in unserem Falle die negative Elektrizität, in den einzelnen Kugeln von dem Körper angezogen, die gleichnamige hingegen abgestoßen. In der Richtung der Elektrisierung kehren sich daher je zwei aufeinanderfolgende Kugeln ungleichnamige Elektrizität zu; nachdem aber ungleichnamige Elektrizitäten sich anziehen, so müssen in der Richtung der Elektrisierung die Kugeln das Bestreben haben, sich einander zu nähern. Dasselbe Bestreben der kleinsten Teilchen erhalten wir auch, wenn wir einen elastischen Körper, z. B. ein Kautschukband ausdehnen. Diese Näherung tritt tatsächlich ein, sobald die dehnende Kraft wieder nachläßt. Es hat sonach die Elektrisierung auf

einen Nichtleiter den Einfluß, als würde der Körper sich in der Richtung der Elektrisierung in einer Zugspannung befinden. Betrachten wir aber nun unsere Kugeln senkrecht zur Elektrisierung, so sehen wir, daß längs dieser Richtung immer dieselbe Elektrizität vorhanden ist: entweder positive oder negative. Gleichnamige Elektrizitäten suchen sich aber abzustößen. Es werden daher in dieser Richtung die Kugeln sich voneinander entfernen wollen. Wir erhalten also ebenfalls einen Spannungszustand; diesmal aber eine sogenannte Druckspannung, denn die Moleküle eines Körpers üben eine abstoßende Wirkung aufeinander aus, wenn sie unter dem Einfluß einer Druckkraft stehen, was eine Ausdehnung des Körpers zur Folge hat, sobald die Druckkräfte nachlassen.

Wird nun ein Körper in rascher Aufeinanderfolge einmal nach der einen, das anderemal nach der entgegengesetzten Richtung elektrisiert, so sagen wir, in dem Körper finden elektrische Schwingungen statt. Nach der elektromagnetischen Lichttheorie stellen wir uns aber die Lichtwellen vor als elektrische Schwingungen im Äther, welche senkrecht auf der Fortpflanzungsrichtung des Lichtstrahles erfolgen. Fällt daher ein Lichtstrahl senkrecht auf eine Fläche auf, so erfolgt die Elektrisierung in der Ebene der Fläche selbst; während nun senkrecht zum Lichtstrahle eine Zugspannung auftreten muß, tritt in der Richtung des Lichtstrahles selbst die entsprechende Druckspannung auf. Da nun das Licht nur auf die eine Seite eines undurchsichtigen Körpers ge-

langt, so kann sich diese Druckspannung nur auf der einen Seite äußern und es muß demnach von dieser Seite der Körper einen Druck erfahren. Da es nun Maxwell gelungen ist, alle diese Vorstellungen in mathematische Formeln zu kleiden, so war er auch imstande anzugeben, wie groß bei einer bestimmten Intensität der Druck des Lichtes ausfallen muß. Er fand so, das kräftiges Sonnenlicht auf einen Quadratmeter einen Druck von  $0.41 \text{ mg}$  äußern müsse. Ferner sagt er: „Konzentriertes elektrisches Licht wird wahrscheinlich einen noch stärkeren Druck ausüben und es ist nicht unmöglich, daß die Strahlen eines solchen Lichtes, wenn sie auf ein dünnes metallisches Blättchen, das in einem Vakuum fein aufgehängt ist, fallen, an diesem einen beobachtbaren mechanischen Effekt hervorbringen werden.“

Angeregt durch Maxwells Theorie wurde es auch bald versucht, den Lichtdruck experimentell nachzuweisen, aber es ist den Experimentatoren lange nicht gelungen, jene störenden Elemente auszuschließen, welche eine viel bedeutendere Wirkung hervorbringen, als der Druck des Lichtes selbst imstande wäre. Ja es wurde bei dieser Gelegenheit eine ganz neue Erscheinung entdeckt, welche Crooks zur Konstruktion des sogenannten Radiometers führte. Es hat sich nämlich gezeigt, daß eine Fläche, die sehr leicht beweglich im luftverdünnten Raume aufgehängt war, eine Bewegung erfährt, sobald Wärmestrahlen auf eine Seite der Fläche auffallen; indem nämlich dadurch die eine Seite der Fläche mehr erwärmt wird als die andere, wird auf dieser die Luft stärker ausgedehnt als

auf der anderen. Es entstehen so Druckunterschiede der Luft, welche eine Bewegung der Fläche hervorrufen und, wie schon erwähnt, sind die dadurch entstehenden Druckunterschiede in der Regel weitaus größer als der Druck des Lichtes selbst.

In dem bereits genannten Radiometer wird nun die Erscheinung in folgender Weise benützt. In einer hohlen Glaskugel, die ziemlich luftleer gepumpt wird, befindet sich auf einer Nadelspitze schwebend ein sehr leichtes Kreuz, ähnlich wie wir es früher schon bei dem Dvořakschen Resonatorenrade gesehen haben. Dieses trägt an seinen Enden kleine senkrechtstehende Metallquadrate, welche auf einer Seite berußt sind, während die andere blank ist. Diese Quadrate sind nun so gestellt, daß bei einer Umdrehung des Kreuzes entweder alle blanken oder alle berußten Flächen vorangehen. Trifft nun das Licht auf einen solchen Apparat, so werden die berußten Flächen viel rascher erwärmt als die blanken und es tritt eine Drehung des Kreuzes in dem Sinne ein, daß die blanken Flächen voraus gehen.

Ein zweiter Übelstand, welcher bei den Messungen des Lichtdruckes große Störungen hervorruft, sind die unvermeidlichen Luftströmungen, welche entstehen, sobald ein Körper durch die Bestrahlung wärmer wird als die umgebende Luft. Er erwärmt dann die Luft mit, diese wird dadurch leichter und steigt empor. Diese emporsteigende Luft übt aber wiederum Wirkungen aus, ähnlich wie sie der Wind an Windmühlflügeln hervorbringt.



Diese zwei Hauptmißstände aus der Beobachtung auszuschließen, ist zuerst Lebedew gelungen, welcher imstande war, tatsächlich die Wirkung des Luftdruckes zu isolieren, und er fand dabei Druckkräfte, welche im großen ganzen mit dem von Maxwell berechneten Druck übereinstimmten. Die Abweichungen, welche bei den einzelnen Beobachtungen auftraten, blieben innerhalb 20 % der beobachteten Größe selbst. In allerneuester Zeit wurden Messungen von Nichols und Hull gemacht, welche mit einer derartigen Genauigkeit durchgeführt wurden, daß die einzelnen Beobachtungsergebnisse nicht einmal um 1 % untereinander, noch von dem durch Maxwell theoretisch gefundenen Werte abweichen.

Die Versuchsanordnung war dabei folgende: An einem sehr feinen Quarzfaden  $Q$  (Fig. 5) befindet sich ein sehr leichter Wagbalken  $W$ , der zwei kreisförmige versilberte Glasplättchen  $P, P$  trägt. Außerdem befindet sich in der Fortsetzung des Quarzfadens der Spiegel  $S$ , welcher dazu dient, mit einem Fernrohre die kleinsten Drehungen des Wagebalkens ablesen zu können. Am Ende der ganzen Aufhängung befindet sich noch ein kleines Gewicht  $G$ , welches den Zweck hat, die Kraft des Quarzfadens zu bestimmen, die dann auftritt, wenn der Faden eine Drillung erfährt. Bringt man nämlich die aufgehängten Massen aus ihrer Ruhelage, so entstehen infolge der rückdrehenden Kraft des Quarzfadens Schwin-

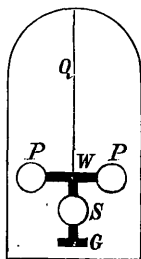


Fig. 5.

gungen um die Achse des Fadens von einer ganz bestimmten Dauer. Entfernen wir das Gewicht  $G$ , so erhalten die Schwingungen eine andere Dauer und man kann nach den Regeln der Mechanik aus den beiden Schwingungsdauern und der der Rechnung zugänglichen Massenverteilung des Gewichtes  $G$  die Drehkraft des Fadens  $Q$  bestimmen. Kennen wir dieselbe aber, so wissen wir auch sofort, wie groß eine Kraft ist, welche eine bestimmte Winkeldrehung hervorbringt, wenn sie auf eines der Plättchen  $P$  drückt.

Konzentriert man nun mit Hilfe von Linsen das Licht einer starken Bogenlampe auf eines der Plättchen  $P$ , so zeigt sich unter gewöhnlichen Verhältnissen eine beträchtliche Ablenkung, hervorgerufen durch die bereits früher genannten Radiometerwirkungen und durch auftretende Luftströmungen. Beleuchtet man ein Plättchen jedoch nur kurze Zeit, so wird dessen Erwärmung nur eine sehr geringe werden; besonders dann, wenn es sehr gut spiegelt, so daß es das gesamte Licht, welches empfangen wird, auch wieder zurückwirft. Auf diese Weise ist es Nichols und Hull gelungen, die störenden Radiometerwirkungen auszuschließen. Noch sind aber die Wirkungen der strömenden Luft vorhanden. Um auch diese zu verhindern, war das Ganze unter dem Rezipienten einer Luftpumpe angebracht und es zeigte sich nun, daß die Wirkungen der Luft immer geringer wurden, je verdünnter die Luft im Rezipienten wurde. Bei einer gewissen Verdünnung verschwanden diese Wirkungen ganz und schlugen bei noch größerer Verdünnung nach

der entgegengesetzten Seite um. Es wurden daher alle Versuche bei jenem Verdünnungsgrade der Luft gemacht, bei welchem die Wirkungen der Strömungen nicht auftraten. Indem nun abwechselnd einmal das eine, einmal das andere Plättchen *P* bestrahlt wurde, konnte man Ablenkungen sowohl nach der einen als nach der anderen Richtung erlangen, die lediglich von dem Drucke des Lichtes herrührten.

Bei diesen Messungen ist es aber auch notwendig, die Wärmemenge zu kennen, welche in der Sekunde von der Bogenlampe auf die Plättchen gestrahlt worden ist. Diese Wärmemenge wurde auf die Art gemessen, daß man eine kleine silberne Scheibe von dem Licht bestrahlen ließ und deren Temperaturerhöhung mit Hilfe von Thermoelementen bestimmte.

Alle die genannten Messungen wurden nun mit einer derartigen Sorgfalt durchgeführt, daß durch eine ganze Reihe von Versuchen fast immer genau dasselbe Resultat erlangt worden ist, und zwar ein Resultat, das mit der Maxwell'schen Theorie vollkommen übereinstimmt.

Es erscheint nun interessant zu bestimmen, wie groß denn der Druck ist, den das Sonnenlicht auf unsere Erde ausübt, was ja leicht berechnet werden kann; da die Größe des Querschnittes unserer Erde bekannt ist und ebenso der Druck des Sonnenlichtes auf einen Quadratmeter. Führt man die Rechnung durch, so erhält man für den Druck 560.000 *kg*. Eine Last von 560 Tonnen drückt demnach auf die Erdoberfläche genau so stark wie das gesamte Sonnenlicht, welches die Erde trifft.

Nun sollte man meinen, daß diese Kraft vielleicht von Einfluß auf die Bewegung der Gestirne sein könnte. Es zeigen aber neuere Untersuchungen, daß gegenüber den Massen der Gestirne die Druckkräfte des Lichtes doch als verschwindend klein angesehen werden können. Wäre z. B. unsere Erde in vollkommener Ruhe und es würde keine andere Kraft auf sie wirken als der Druck des Sonnenlichtes in seiner gegenwärtigen Größe, so würde dadurch der Erde in der Sekunde eine Beschleunigung von ein Billiontel Zentimeter erteilt. Berechnen wir die Zeit, in welcher unter dem Einflusse dieses Druckes der Weg von 1 *cm* zurückgelegt würde, so erhalten wir dafür 400.000 Jahre. Diese Zahlen beweisen wohl auf das deutlichste, daß bei der Bewegung der Planeten der Druck des Lichtes gar keine Rolle spielt. Es erscheint jedoch nicht ausgeschlossen, daß auf fein verteilte kosmische Staubmassen der Lichtdruck der Sonne einen gewissen Einfluß auf deren Bewegung haben kann. Die Ablenkungserscheinungen, welche Kometenschweife, wenn sie in die Nähe der Sonne kommen, zeigen, kann jedoch nach neueren Untersuchungen durch den Druck des Lichtes nicht erklärt werden.

In der zuerst theoretisch abgeleiteten und erst viel später experimentell bestätigten Tatsache des Lichtdruckes haben wir wieder ein beredtes Beispiel vom Werte der theoretischen Physik; wie so vielfach schon, hat sie sich auch hier wieder als eine Pfadfinderin zur Bereicherung und Erweiterung des menschlichen Wissens gezeigt.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Jäger Gustav

Artikel/Article: [Der Druck des Lichtes. 477-496](#)