

VI. Ueber den Einfluss der Bewegung auf die Intensität der Töne, mit vorzüglicher Berücksichtigung der von A. Seebeck dagegen erhobenen Bedenken; von Dr. Christian Doppler.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser und vorgetragen in der Klassensitzung der Kaiserl. Akademie im April d. J.)

Der um die Optik und Akustik wohlverdiente, den physikalischen Wissenschaften durch einen leider nur zu frühen Tod entrissene A. Seebeck hat mehre meiner auf Akustik sich beziehenden Abhandlungen seiner Aufmerksamkeit gewürdigt, die darin ausgesprochenen Ansichten einer weitem wissenschaftlichen Erwägung unterzogen und diese im Repertorium der Physik für 1849 niedergelegt. Er pflichtet meiner Theorie über den Einfluss der Bewegung auf die Tonhöhe ¹⁾ unbedingt bei, und führt sogar an, dass er in den Excerpten seines seligen Vaters eine Erfahrung aufgezeichnet gefunden habe, die, wäre dies anders jetzt noch nöthig, als eine noch mehrige Bestätigung derselben aufgeführt werden könnte. Es beobachtete nämlich derselbe einstmals zufällig bei den Schlittenfahrten über steile Bergabhänge, dass der Ton einer Pfeife, die auf einem der Schlitten geblasen wurde, bedeutend tiefer gehört wurde, nachdem derselbe bei ihm vorübergefahren war.

In gleicher Weise drückt Seebeck sich zustimmend aus, über meine Theorie der rotatorischen Ablenkung der Licht- und Schallstrahlen ²⁾, und über den Einfluss der Bewegung des Fortpflanzungsmittels auf die Erscheinungen der Aether-, Luft- und Wasserwellen ³⁾, und was endlich die von mir

1) Ueber das farbige Licht der Doppelsterne. Prag 1842. — Pogg. Ann. Bd. 68. — 1846.

2) Ueber eine bei jeder Rotation des Fortpflanzungsmittels eintretende eigenthümliche Ablenkung der Licht- und Schallstrahlen etc. Prag 1844. bei Borrosch et André.

3) Drei Abhandlungen aus dem Gebiete der Wellenlehre. Prag 1846.

zuerst zur Sprache gebrachte motorische Brechung und Dispersion ¹⁾ betrifft, so scheint er deren Vorhandenseyn gleichfalls nicht in Zweifel ziehen zu wollen, nur hält er deren Nachweisung beim Schalle mit Recht für schwierig, und in Beziehung auf das Licht, gleich mir (siehe den Schluß meiner darauf bezüglichen Abhandlung), mancher principiellen bisher unerledigter Vorfragen wegen, für dermalen noch unausragbar und streng wissenschaftlich für jetzt kaum begründbar.

Nur gegen die von mir vorgeschlagene Methode: „Die Geschwindigkeit, mit der die Luftmolekel beim Schalle schwingen, zu bestimmen“ ¹⁾ erhebt der mehrgenannte Gelehrte seine Zweifel, ja er beschuldigt mich hierbei geradezu des Irrthums, — eines Irrthums, zu dem ich mich in der That nicht bekennen kann. Es ist mir leider das genannte Repertorium diesmal später als sonst in die Hände gekommen; daher ich auch erst jetzt zu einer Erwiderung jenes Aufsatzes schreiten kann. Ich finde mich zu einer solchen um so mehr veranlaßt, als es mir leid thun würde, wenn durch diese, meines Erachtens blofs auf einem Mißverständnisse beruhende, durch die Autorität des Namens aber gewichtige Einsprache vielleicht beabsichtigte Versuche unterblieben, oder doch die so leicht zu bewerkstelligende Constatirung jenes Gedankens ganz ohne Noth auf unbestimmte Zeit hinausgerückt werden sollte. Gegenüber diesen Einwürfen muß ich wohl glauben, daß meiner damaligen Darstellung jene Durchsichtigkeit der Gedankenfolge und jene Vollständigkeit in der Ausbreitung derselben mangeln möchte, die allein in Bezug auf Verständniß auf einen glücklichen Erfolg rechnen kann.

Die Veranlassung zu dem erwähnten Vorschlage gab die auf dem Lande und zur See wohlbekannte Erfahrung, daß Glockengeläute, Kanonendonner und anderartige Schalle die bei vollkommener Windesstille von einer gewissen Entfernung aus gar nicht, oder doch kaum mehr wahrgenommen

1) Ueber den Einfluß der Bewegung des Fortpflanzungsmittels auf die Erscheinungen der Aether-, Luft- und Wasserwellen. Prag 1847.

werden, bei einem gegen den Beobachter gerichteten Winde sehr vernehmlich, ja öfter sogar stark gehört werden. Ich habe diess oft und von verschiedenen Personen behaupten gehört, und erinnere mich aus früher Jugendzeit, derlei Wahrnehmungen selber mehrmals gemacht zu haben. So wurde unter Anderm vom väterlichen Hause aus das Schlagen einer entfernten Vorstadt-Uhr bald deutlich, bald gar nicht gehört, je nachdem ein günstiger oder ein ungünstiger Wind blies. Ja Landleute abstrahiren sich, auf solche Beobachtungen gestützt, locale Wetterregeln, indem sie gefunden haben, daß, je nachdem der Glockenschlag oder das Geläute einer entfernten Kirche mehr oder weniger vernehmlich gehört wird, diess gutes oder schlechtes Wetter zur Folge habe. Hat es nun mit diesen Erfahrungen seine Richtigkeit, so ist wohl die einfachste und nächstliegende Annahme die, daß zu den Impulsen, erzeugt durch die Tonquelle, noch jenes Moment hinzutritt, welches in der Bewegung des Fortpflanzungsmittels seinen Grund hat, oder mit anderen Worten, daß die Geschwindigkeit, mit der die Luftmolekel beim Schalle schwingen, durch die Geschwindigkeit des bewegten Mediums selber eine additive Vermehrung erleidet. Ähnliches, so dachte ich, müsse aber auch geschehen, wenn zwar das Fortpflanzungsmittel in Ruhe, dagegen aber die Tonquelle selber in Bewegung begriffen sey. Denn gesetzt es bewegte sich eine Tonquelle, etwa ein Monochord, genau mit derselben Geschwindigkeit (z. B. mit jener von 60' die Sekunde) rückwärts, d. i. vom Beobachter weg, mit welcher die Molekel ihre Oscillationen selbst bei ihrer größten Geschwindigkeit am Orte ihrer Ruhelage vollbringen: wie könnte man in einem solchen Falle an eine Mittheilung der positiven Schwingungen des tönenden Körpers an die Luft auch nur im Entferntesten denken? Allerdings wäre es möglich, daß auch Excursionen im negativen Sinne, die hier noch immer vorhanden sind, genügen dürften, in ganz gleicher Weise Töne von derselben Intensität zu erzeugen. Es würde daher in diesem Falle eine Tonquelle, wenn sie sich unter übrigens

gleichen Umständen einem Beobachter näherte, gleich stark tönen, wie wenn sie sich von demselben entfernte. Den früher erwähnten und einigen anderen Beobachtungen gegenüber scheint dies jedoch kaum der Fall zu seyn, und es dünkte mir daher wohl des Versuches werth, darüber auf directe Weise ins Klare zu kommen. Deshalb mein damaliger Vorschlag! —

Aus den entwickelten Gründen habe ich nun geglaubt, die relative Intensität eines derartigen Tones durch die Formel: $I = \frac{(v \pm b)^2}{L^2}$ ausdrücken zu sollen, wo (um bei der Bezeichnung Seebecks zu bleiben) v die größte Geschwindigkeit des schwingenden Molekels, b die Geschwindigkeit der Tonquelle und L die Entfernung derselben vom Beobachter bezeichnet. Ich überliefs es dabei dem Erfolge des in Vorschlag gebrachten Versuches, über die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit dieser Annahme eine Entscheidung herbeizuführen. Sey es aber auch, daß gegen diese Annahme Bedenken erhoben werden können, so ist doch immerhin dies gewiß, daß Seebeck's Einwendungen eine solche schwächende Kraft nicht zugesprochen werden kann.

Auf eine mir unbegreifliche Weise behauptet nämlich Seebeck, daß meine für diesen Fall aufgestellte Intensitätsformel deshalb unrichtig seyn müsse, weil diese für $v = 0$, d. h. für den Fall des absoluten Nichttöns, gleichwohl noch immer für die Intensität den Werth $\frac{b^2}{L^2}$ giebt, und dasselbe wird auch noch von jener Formel behauptet, welche der Bewegung des Beobachters bei ruhender Tonquelle entspricht, und die für $v = 0$ ebenfalls noch a^2 giebt, während man doch in beiden Fällen, wie Seebeck meint, der Erfahrung gemäß einfach Null zum Resultate erhalten sollte. Da nun dieses nicht der Fall sey, sagt Seebeck, so können diese Formeln auch keine richtigen seyn. — Allein wer sollte nach den gegebenen Erläuterungen nicht einsehen, daß derartige Rückschlüsse nicht erlaubt seyn können? Sie sind schon deshalb ganz unzulässig, weil man dort, wo man von der Intensität eines Tones

spricht, wohl zwar v beliebig klein, nie aber der absoluten Null gleichsetzen darf. Wo man dieses thut, verliert die Formel augenblicklich alle Bedeutung für die Akustik. Nimmt man aber v noch so klein an, so finden offenbar noch Pulsationen, d. h. ein alternirendes Hin- und Herbewegen der Theilchen und in Folge dessen ein Anschwellen und Nachlassen der das Ohr berührenden Lufttheilchen, also eine Wellenbewegung statt. Bei Annäherung der Tonquelle erfährt das schwingende Theilchen in jeder seiner Positionen eine Geschwindigkeits-Vermehrung gleich b , und bei ihrem Rückgange eine ebenso grofse Verminderung. Kraft der Mittheilung ist daher die lebendige Kraft des so modificirten Tones, wenn $v = \frac{1}{\infty}$ gesetzt wird, in der That $\frac{b^2}{L^2}$. —

Längnet man nicht geradezu jeglichen Einflufs der Bewegung auf die Intensität eines Tones, so ist es nichts weniger als ungereimt, zu behaupten, dafs ein Ton, der bei ruhender Tonquelle durchaus nicht mehr gehört wird, sehr gut hörbar werden könne, wenn die Tonquelle in eine sehr schnelle gegen den Beobachter gerichtete Bewegung versetzt wird, auf welcher Voraussetzung ja eben mein Vorschlag beruht. Wäre eine solche Schlufsweise, wie sie Seebeck hier anwendete, erlaubt, so müfste man consequenterweise auch die Richtigkeit mancher feststehenden Formel der Dynamik (z. B. jene für die Leistung einer bewegten Masse, d. i. $L = \frac{Mv^2}{2g}$) bezweifeln, weil man durch ein blofses Nullsetzen der Geschwindigkeit v nicht zu den entsprechenden Ausdrücken der Statik (z. B. zu jenem für den Druck einer Masse auf ihre Unterlage, d. i. zu $P = gM$) wie man diefs doch erwarten sollte, gelangt! —

Nach diesen Erläuterungen behebt sich auch Seebeck's weiteres Bedenken, dafs meiner Deduction deshalb eine willkürliche Annahme zu Grunde liege, weil die Geschwindigkeit des Schwingens alle möglichen Werthe von $+v$ bis $-v$ durchläuft, die Geschwindigkeit $\pm b$ daher nicht nur dem Maximal-Werthe, sondern ebensogut allen anderen

Zwischenwerthen zuzulegen seyn würde. Allein eben weil dieß wirklich der Fall ist, wird es stets auch eine grösste Geschwindigkeit $= v + b$ und eine kleinste $= v - b$ geben und von dem Umstande, ob die entsprechenden Bewegungsrichtungen gegen oder vom Beobachter weg gerichtet sind, wird es abhängen, ob die Bewegung eine Intensitäts-Vermehrung oder Verminderung erzeugt. — Was endlich Seebeck's weitere Aeußerung betrifft, daß ich nämlich den Einfluß einer mäßigen Bewegung auf die Aenderungen in der Tonstärke für viel zu hoch anschlage, so will ich derselben einfach die oben erwähnten Erfahrungen von dem Einflusse eines sehr mäßigen Windes (von gewiß nicht 30' Geschwindigkeit) auf die Intensität eines Tones entgegenhalten. — Dieß sind jene Erläuterungen und Aufklärungen, die ich im Interesse der Wissenschaft zur Behebung jener Mißverständnisse vor das wissenschaftliche Forum bringen zu müssen glaubte.

VII. *Versuche über Verbreitung und Wirkung der freien Elektrizität an und in ihren Leitern, nebst Spuren von strahlender Elektrizität;*
von Ed. Schöbl in Prag.

Ich habe in der böhmischen Museumszeitschrift eine Abhandlung über Verbreitung und Wirkung der freien Elektrizität an und in ihren Leitern veröffentlicht, halte diesen Gegenstand für zu wichtig, um ihn nicht einem größeren Publikum in einer mehr ausgedehnten Sprache in Kürze vorzulegen, besonders aus dem Grunde, weil ich darin die Ansichten vieler und zwar berühmter Physiker angreife, und dadurch entweder Anerkennung meiner Ansicht, oder etwa, durch begründete Widerlegung oder Deutung meiner Versuche, eine bessere Ueberzeugung zu erzielen hoffe. Alles