setzt gerichtet ist. Zweitens kann man, wie oben, die bifilare Aufhängung anwenden und sich dadurch, wenn man will, von allen rein magnetischen Kräften, auch dem Erdmagnetismus unabhängig machen.

Doch es hat keinen Zweck auf diese Abänderungen näher einzugehen, da der in diesem Aufsatz ausführlicher beschriebene Regulator als der einfachste doch wohl den Vorzug verdient.

Göttingen, im Mai 1867.

V. Ueber den Einfluss der Bewegung der Lichtquelle auf die Brechung. Kritische Bemerkungen zu der Entdeckung des Hrn. Prof. Klinkerfues; von Dr. L. Sohncke.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus d. Astronom. Nachrichten.)

§. 1.

In der letzten Zeit ist von Hrn. Prof. Klinkerfues eine Entdeckung gemacht, die, wenn sie sich bestätigt, für die Optik und Astronomie von nicht geringer Bedeutung ist. Dieser Entdeckung zufolge hat man nämlich nur die Brechung des von einem Stern ausgesandten Lichtes zu beobachten, um daraus sogleich zu erkennen, ob und mit welcher Geschwindigkeit sich der Stern gegen die Erde hin oder von ihr weg bewegt.

Dafs von einer *bewegten* Lichtquelle in einem bestimmten Zeitintervall nicht ebensoviel Impulse, als von derselben *ruhenden*, in das Auge des Beobachters gelangen, ist eine schon früher gemachte Bemerkung Doppler's, der das Analoge auch für den Schall nachgewiesen hat. Aber während Doppler den Schluß zog, dafs die Wellenlänge des Lichts und somit die Farbe eine andere geworden sey, ist

Klinkerfues der Ansicht, die Wellenlänge sey unverändert geblieben; geändert habe sich nur die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Phase (welche übrigens nicht mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Transmission oder Erschütterung zu verwechseln sey). — Beobachtet man durch ein Prisma einen gegen die Erde hin sich bewegendem Stern, welcher Licht von allen Farben aussendet, so ist zwar, nach Doppler's Ansicht, die Wellenlänge jeder Farbe verkürzt, aber man kann davon, wie Klinkerfues ausführlich darthut, keine Kunde bekommen, denn das Roth von verkürzter Wellenlänge und somit stärkerer Brechung rekrutirt sich jetzt aus dem bisher dunklen Ultraroth, während das Violett mit verkürzter Wellenlänge in die unsichtbaren ultravioletten Strahlen übergeht. Also wird dadurch das ganze sichtbare Spectrum nicht geändert, freilich nur, wenn man von den dunkeln Linien desselben abstrahirt welche in der That eine Verschiebung erleiden müssen. Klinkerfues dagegen behauptet eine Verschiebung des ganzen sichtbaren Spectrums oder, wenn mit einem achromatischen Prisma beobachtet wird (wie er immer thut), eine *andere* Brechung des farblosen Strahls, als sie bei ruhender Lichtquelle dem Prisma zukommt. Im Folgenden sollen nun die von Klinkerfues beigebrachten Beweise einer ruhigen Prüfung unterworfen werden. Zuerst wollen wir uns überzeugen, was die Beobachtungen lehren, und uns dann zu der neu entwickelten mathematischen Theorie wenden.

§. 2.

Der von Klinkerfues in den Göttingischen gelehrten Anzeigen¹⁾ genau beschriebene und durch eine Abbildung erläuterte Apparat besteht im Wesentlichen aus folgenden Stücken: Ein Passageinstrument, dessen Fadenkreuz 19 parallele verticale Fäden aufweist, ein achromatisches Prisma, und ein kleines Fernrohr. Die von den Fäden und dem in ihrer Ebene befindlichen Bilde des Sterns divergent aus-

1) Götting. gel. Anz. — Nachrichten von der Königl. Ges. der Wiss.
Januar 31. 1866. No. 4.

gehenden Strahlen werden durch eine kleine achromatische Linse parallel gemacht. Dieser Strahlencylinder geht nun durch das achromatische Prisma, wobei er eine Ablenkung von nahe 30° erfährt. Dann nimmt ihn ein kleines Fernrohr auf, um von Stern und Fäden ein möglichst achromatisches Bild zu entwerfen. Prisma und kleines Fernrohr sind unveränderlich miteinander verbunden, und das Prisma kann bald so gestellt werden, daß seine brechende Kante nach Westen liegt und den Fäden genau parallel ist, bald so, daß sie nach Osten liegt und wieder den Fäden parallel ist.

Nehmen wir nun an, es werde ein Stern beobachtet, der zufolge seiner Bewegung *Licht von stärkerer Brechbarkeit* habe, als er, wenn er ruhte, aussenden würde. Die Prismenkante stehe westlich; der Stern erscheine eben im Gesichtsfelde. Während das *geometrische* Bild des Sterns in Wahrheit auf einen gewissen Faden fällt, so scheint es dennoch nach der Brechung durch das Prisma nicht mit diesem Faden zu coïncidiren, sondern der brechenden Kante näher zu liegen als der Faden, denn der Faden hat nur gewöhnliche, dieses Bild aber *stärkere* Brechbarkeit. Wegen der Erdrotation wandert der Stern über das Gesichtsfeld; man beobachtet aber seine Wanderung nur etwa bis zur Mitte. Dem Gesagten gemäß sieht man ihn dabei *alle Fäden etwas zu spät passiren*. Die Zeit des Passirens eines jeden Fadens wird notirt. Berechnet man nun, vermittelt der genau bekannten Fädenabstände, aus allen notirten Zeiten die Zeit, wenn der Mittelfaden passirt seyn würde, *so erhält man eine zu späte Zeit*. Sowie der Stern die Mitte des Gesichtsfeldes beinahe erreicht hat, wird das Prisma schnell gedreht, so daß die brechende Kante nach Osten liegt. Dann muß man das geometrische Bild des Sterns, wie vorher, der brechenden Kante näher gerückt, mithin *jetzt schon weiter vorgerückt sehen*, als es in Wahrheit ist. Also wird das Passiren eines jeden Fadens zu früh gesehen; und die aus allen jetzigen Fädenantritten berechnete Durchgangszeit durch den Mittelfaden *muß sich als eine zu frühe*

ergeben. Hätte dagegen der Stern gewöhnlich brechbares Licht, so müßte man für die Durchgangszeit durch den Mittelfaden beide Male *denselben Werth* erhalten (natürlich etwas durch Beobachtungsfehler afficirt).

Um das Vorige durch ein Beispiel zu erläutern, so hatte Klinkerfues einmal bei westlich gerichteter Prismenkante aus 9 beobachteten Fädenantritten als Moment des Durchgangs des Sterns *1 Persei* durch den Mittelfaden gefunden $W = 41,711$ Secunden; und darauf bei östlich gerichteter Prismenkante durch Beobachtung des Antritts der 9 anderen Fäden dieselbe Durchgangszeit $O = 41,683$ Secunden. Also hatte er zuerst eine späte, darauf eine zu frühe Zeit gefunden, so daß $W - O$ positiv war, wie es nach der vorigen Entwicklung seyn muß, wenn das Sternlicht stärkere als gewöhnliche Brechbarkeit hat. Hat ein Stern Licht von *schwächerer* als der gewöhnlichen Brechbarkeit, so muß man natürlich $W - O$ negativ finden. Und hat endlich der Stern gewöhnlich brechbares Licht, so ist $W - O = 0$.

Was haben nun die Klinkerfues'schen Beobachtungen ergeben? — Wenn die Beobachtungen überzeugend seyn sollen, so kann man jedenfalls erwarten, daß sie, an demselben Stern binnen wenigen Wochen mehrfach wiederholt, diese Differenz $W - O$ immer von *gleichem Zeichen* geben werden. Darauf freilich muß man von vornherein rechnen, ihre absolute GröÙe *wechselnd* zu finden wegen der Beobachtungsfehler. *Statt dessen ist jedoch bei jedem der beobachteten Sterne an verschiedenen Abenden die kritische Differenz bald positiv, bald negativ gefunden; und zwar meistens ohne daß die Anzahl der Differenzen mit dem einen Vorzeichen von der Anzahl der Differenzen mit dem anderen Zeichen wesentlich überwogen wird. Demnach scheint es, als habe derselbe Stern heute Licht von stärkerer, morgen Licht von schwächerer Brechbarkeit, als das Licht einer ruhenden Lichtquelle.* Es kommt hinzu, daß für denselben Stern der größte beobachtete positive Werth dieser Differenz ebenfalls nicht sehr verschieden zu seyn

pfllegt von dem grössten beobachteten negativen, wie folgende Zusammenstellung aller derjenigen von Klinkerfues in den Götting. gelehrten Anzeigen mitgetheilten Beobachtungen lehrt, die mit dem Apparat in seiner vollendetsten Gestalt angestellt wurden.

Stern.	Grösste + Diff.	Grösste - Diff.
η Cassiopeae	+ 0,334	- 0,370
μ Cassiopeae	+ 0,284	- 0,267
φ Cassiopeae	+ 0,263	- 0,261
1 Persei	+ 0,149	- 0,228
4 Persei	+ 0,123	- 0,321
7320 B. A. C.	+ 0,176	- 0,132
61' Cygni	+ 0,411	- 0,201

Zwischen den hier angegebenen Extremen der Differenz sind nun bei demselben Stern die allerverschiedensten zwischenliegenden, positiven wie negativen, Werthe beobachtet. Auch kommt es vor, dafs der schliesliche Mittelwerth der Differenz gerade das entgegengesetzte Zeichen hat, als die grösste beobachtete Differenz.

Wenn man nun aus allen Beobachtungen eines Sterns das Mittel nimmt (nachdem man noch jede einzelne Beobachtung mit dem ihr zukommenden relativen Gewicht, wie es sich aus der Fädenübereinstimmung ergibt, multiplicirt hat), so ergibt sich freilich nicht gerade 0, sondern eine positive oder negative Zahl als Werth der Differenz $W - 0$, aber die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers, welche K. für jedes dieser Endresultate angiebt, kommt fast stets der Grösse der kritischen Differenz selbst ganz nahe, wo sie nicht dieselbe gar noch übersteigt! Eine Zusammenstellung sämmtlicher Mittelwerthe aus den mit dem verbesserten Apparat angestellten Beobachtungen der kritischen Differenz nebst dem jedesmaligen wahrscheinlichen Fehler spricht deutlich genug.

Stern.	Kritische Diff. $W - O$	Wahrscheinl. Fehler.
η Cassiopeae	0,016	$\pm 0,030$
μ Cassiopeae	0,035	$\pm 0,025$
φ Cass. { 1) Mittel für Epoche Nov. 20	0,118	$\pm 0,029$
{ 2) Mittel für Epoche Dec. 25	0,036	$\pm 0,030$
1 Persei	— 0,074	$\pm 0,017$
4 Persei	— 0,023	$\pm 0,021$
7320 B. A. C.	— 0,004	$\pm 0,031$
61' Cygni	0,073	$\pm 0,053$

Eigentlich sind es nur zwei Sterne: φ Cassiopeae in den Tagen des 20. Nov. und 1 Persei, bei denen sich der wahrscheinliche Fehler *erheblich kleiner* als die beobachtete Differenz $W - O$ zeigt. Bei φ Cassiopea ist aber zu bedenken, daß seine Beobachtungen willkürlich in zwei Hälften getrennt sind; würde man alle zusammenfassen, wie es bei allen anderen Sternen geschehen ist, so würde der Mittelwerth der Differenz sich nicht so viel größer als der wahrscheinliche Fehler zeigen, laut den Angaben für die zweite Epoche. *Somit bleibt von allen Beobachtungen nur eine, nämlich die von 1 Persei, welche K. mit einer gewissen Sicherheit für seine Ansicht anführen kann.* Auf diesen einen Fall aber kann man unmöglich schon sichere Schlüsse bauen wollen. Wer weiß, was hierbei für Störungen gewirkt haben!

Aus der vorstehenden Discussion der Beobachtungen scheint uns hervorzugehen, daß sie bis jetzt noch nicht im Stande sind, die neue Ansicht über den Einfluß der Bewegung der Lichtquelle auf die Brechung auf überzeugende und unumstößliche Art zu beweisen.

§. 3.

Es fragt sich nun, ob die mathematische Theorie einen solchen Einfluß der Bewegung der Lichtquelle auf die Brechung fordere, wie ihn Hr. K. annimmt, und ob demnach die Beobachtungen bisher nur noch nicht fein genug gewesen seyen, um ihrerseits diesen Einfluß darzuthun.

In der ersten Abhandlung über diesen Gegenstand¹⁾ giebt K. folgenden vorläufigen Beweis:

Die Gleichung der transversalen Bahn, welche ein Aethertheilchen beschreibt, ist bekanntlich

$$y = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} [vt - x + X],$$

worin λ die Wellenlänge der Lichtquelle, X ihre Abscisse, x die Abscisse des Aethertheilchens, a seine Amplitude, v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Lichterschütterung im Aether. Schreitet nun die Lichtquelle mit gleichförmiger Geschwindigkeit in der Richtung zum oder vom Beobachter vorwärts, so ist $X = gt$, wo g die Geschwindigkeit dieses Fortschreitens bedeutet, und man hat jetzt:

$$y = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x + gt) = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} [(v + g)t - x]$$

Diese Gleichung ist nach K. so zu interpretiren: *Die Geschwindigkeit der Bewegung einer Phase ist jetzt $v + g$ geworden statt der gewöhnlichen v bei ruhender Lichtquelle. Die Wellenlänge λ ist unverändert geblieben. Weil nun der relative Brechungsindex zweier Medien nichts Anderes ist als das Verhältniß der Geschwindigkeit der Phasen in beiden Medien, so ist er jetzt $= \frac{v+g}{v}$ statt des gewöhnlichen $\frac{v}{v'}$ (v' die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erschütterung im zweiten Medium.)*

So bestechend diese Schlufsweise auf den ersten Anblick erscheint, so ist sie doch durchaus nicht stichhaltig. Denn man könnte mit genau demselben Rechte in der mathematischen Umformung noch einen Schritt weiter gehen und so schliessen:

$$y = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} [(v + g)t - x] = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\left(\frac{v}{v+g}\right)\lambda} \left(vt - \frac{v}{v+g}x\right)$$

1) *Astronomische Nachrichten.* 1865; No. 1538, S. 17 bis 24. Klinkerfues: Einfluß der Bewegung der Lichtquelle auf die Brechung des Strahles.

Diese Gleichung könnte man dann so interpretiren: »Die Wellenlänge ist ein andere geworden, nämlich $\frac{v}{v+g} \cdot \lambda$ statt λ , und der Strahl scheint jetzt von einer Lichtquelle in der Entfernung $\frac{v}{v+g} x$ zu kommen.« Diese Interpretation wäre aber das Gegentheil der vorigen!

Uebrigens hält Hr. K. selbst diesen Beweis nicht für ausreichend, sondern giebt in einer folgenden umfangreichen Abhandlung¹⁾ einen völlig anderen, indem er auf die Fundamente der Wellentheorie zurückgeht und eine ganz neue Anschauung von der Wellenbildung zu begründen sucht. Hier müssen wir ihm tiefer folgen. Zuerst wird der Fall der ruhenden Lichtquelle betrachtet. Lichtquelle sey ein oscillirender Punkt, der einen homogenen, geradlinig polarisirten, Lichtstrahl erzeugt. Eine einzige Welle aus dem ganzen Wellenzuge wurde herausgegriffen und ihre Entstehung untersucht. Nach K. kann sie angesehen werden als hervorgegangen aus unendlich vielen Wellen von unendlich kleiner Amplitude, aber mit einer Wellenlänge, die bei allen gleich und auch der schließlichen Wellenlänge gleich ist. Durch Superposition dieser Wellen bildet sich die endliche Welle, welche demgemäfs durch ein bestimmtes Integral darzustellen ist. Wo kommen aber die Elemente dieses Integrals, d. h. die Wellen von unendlich kleiner Amplitude und endlicher Wellenlänge her? Nach Klinkerfues' Ansicht werden alle während einer Oscillation der Lichtquelle von dieser erzeugt; nämlich ein Hin- und Hergang des leuchtenden Punktes kann als aus unendlich vielen, unendlich kleinen, Stößen bestehend angesehen werden; jeder dieser Stöße soll nun eine solche Elementarwelle (oder partikuläre Welle, wie sie K. nennt) hervorbringen. Dafs dies wirklich seine Ansicht ist, geht aus der mathematischen Einkleidung dieses Gedankens (p. 344) evident hervor: es wird aber auch vorher hinreichend deutlich ausgesprochen.* »Es ist von wirklicher Evidenz (!), dafs eine Bewegung von sol-

1) Astronomische Nachrichten. 1866; No. 1582 bis 1583, S. 337 bis 366.

Klinkerfues: Untersuchungen aus der analytischen Optik etc.

cher Art, welche zum Hervorbringen eines Strahles geeignet ist, diese Eigenschaft *schon im ersten Augenblick* besitzt, in welcher sie auf ein Aethertheilchen einwirkt, und dafs sie demnach auch *sogleich* eine der lebendigen Kraft entsprechende Welle hervorbringt.« (a. a. O. S. 342). Ferner in der Anmerkung zu S. 343: »Auch der kleinste Theil einer Curve behält immer noch deren Charakter. *Der während der Zeit dt ausgeübte Stofs prägt, trotz der Kürze der Zeit, der Bewegung des Aethertheilchens den Charakter der Wellenbewegung von bestimmter Schwingungsdauer auf.*« Es ist wunderbar, dafs dieser Fundamentalsatz der Theorie in eine Anmerkung verwiesen und nirgends im Texte so klar ausgesprochen ist.

Dafs diese Anschauung der Natur nicht entsprechen kann, lehrt eine kurze Erinnerung an die gewöhnliche Theorie der Wellenbildung. (Vergl. d. Fig.) Lichtquelle sey der hin- und herschwingende Punkt L , welcher in M und M_1 seine grösste Elongation erreicht. Wir zerlegen nun seine ganze einmalige Schwingung in einzelne Stöße: der erste treibt L bis l_1 , der zweite treibt den Punkt l_1 nach l_2 usw.

Nachher kommen Stöße, welche den Punkt von der äussersten Elongation M wieder zurück über L hinaus bis M_1 treiben, und dann wieder bis L , womit eine Schwingung vollendet ist. Was geschieht

unterdessen im umgebenden Aether? Sobald L nach l_1 getrieben ist, zieht es das benachbarte Aethertheilchen A etwa gleich hoch, bis a_1 , hinauf; dieses wirkt dann auf sein Nachbartheilchen B ebenfalls, so dafs es nach b_1 steigt u. s. f. Inzwischen ist aber L schon bis l_2 fortgeschritten, also zieht es A ebenfalls weiter hinauf bis a_2 , dieses wirkt ebenso auf sein Nachbartheilchen B u. s. f. Wenn L eben nach M gekommen ist, ist A noch nicht ganz so hoch aufgestiegen, B noch weniger u. s. f. In einiger Entfernung, bei N ,

wird sich ein Aethertheilchen finden, welches eben erst aufzusteigen im Begriff ist, weil der erste Stoß Ll_1 sich jetzt erst bis zu ihm fortgepflanzt hat. *Ehe L nicht bis M gekommen ist (welchen Weg es ohne Rückwärtssprünge zurücklegt), hat auch keins der Nachbartheilchen $A, B, \dots$ eine andere Bewegung gehabt als eine aufsteigende, so daß von einer vollständigen Welle (auch von noch so kleiner Amplitude) bis jetzt noch gar keine Rede ist; und doch ist schon ein Viertheil aller unendlich vielen Stöße, welche eine Oscillation des leuchtenden Punktes zusammensetzen, vorüber. Es ist nicht nöthig, auf dieselbe Art den Weg des Punktes L noch weiter zu verfolgen und zu zeigen, wie sich dadurch das bisjetzt erst fertige Viertel der Welle zu einer ganzen Welle vervollständigt.*

Es war nöthig, diese bekannte Betrachtung hier so ausführlich zu wiederholen, damit es recht anschaulich werde, *daß ein einzelner Stoß keine Welle von endlicher Länge erzeugt, sondern daß zum Entstehen einer solchen — Stöße nach der einen und auch nach der anderen Seite erforderlich sind.* Die Welle von der bestimmten Wellenlänge ist eben nicht eher fertig, als bis der leuchtende Punkt eine ganze Oscillation vollendet hat. Ob, in demselben Medium, eine lange oder kurze Welle entsteht, hängt (bei gleicher Amplitude) nur von der Geschwindigkeit der Oscillations-Bewegung des leuchtenden Punktes ab. Diese Geschwindigkeit ist bei jedem einzelnen Stoße von L verschieden, sie wird ja bei M sogar $= 0$, also kann die Geschwindigkeit des einzelnen Stoßes unmöglich der entstehenden Bewegung des benachbarten Aethers den Character der Wellenbewegung von bestimmter Schwingungsdauer aufprägen, wie *K. will.*

Etwas Anderes als das eben Widerlegte kann aber *K.* nicht gemeint haben, wenigstens müßten wir dann seinen ganzen Gedankengang vollständig mißverstanden haben. Mit dieser Ansicht von dem Bestehen der einzelnen Welle aus unendlich vielen Partikularwellen und der daraus folgenden Darstellung der Wellenbewegung als Integral im Fall der

nicht fortschreitenden Lichtquelle fällt nun auch die entsprechende Aufstellung dieses Integrals für den Fall der *bewegten* Lichtquelle, so daß damit die Theorie ihren Halt verloren hat.

Um aber möglichst gewissenhaft zu verfahren, wollen wir das auf S. 349 der Hauptabhandlung ausgesprochene Resultat noch einer weiteren Untersuchung unterwerfen. Diefes Resultat lautet dahin, daß 1) *die Wellenlänge des resultirenden Strahls durch die Bewegung der Lichtquelle (in der Richtung des Strahls) nicht geändert worden ist*, daß aber 2) *das Aethertheilchen in der resultirenden Welle seine Bahn in der Zeit $\frac{v}{v-g}T$ beschreibt*, wo v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erschütterung im Aether, g die Geschwindigkeit der Lichtquelle in der Richtung des Strahls, und T die Schwingungsdauer jedes Aethertheilchens für den Fall der ruhenden, Lichtquelle, oder die Schwingungsdauer des leuchtenden Punktes selbst bedeutet.

Diesem Resultate zufolge hätte also bei bewegter Lichtquelle jedes Aethertheilchen in einer Welle von bestimmter Wellenlänge eine Schwingungsdauer, welche eigentlich in eine kürzere (oder längere) Welle gehört.

Um zu entscheiden, ob dies möglich sey, sollen beide Theile des Resultats untersucht werden; zunächst der zweite.

Die Schwingungsdauer des leuchtenden Punktes L sey T , d. h. T Secunden verfließen zwischen je zwei aufeinander folgenden Eintrittten derselben Phase. Der leuchtende Punkt habe zunächst keine fortschreitende Bewegung. In der Entfernung x von ihm befinde sich ein Punkt P . Dann trifft dieselbe Phase in diesem Punkte P ein zu den Zeiten t , $t + T$, $t + 2T$, ..., wo $t = \frac{x}{v}$, wenn v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erschütterung im Aether. Jetzt bewege sich die Lichtquelle L in der Richtung des Strahls mit der Geschwindigkeit g nach P hin. Dann verfließt in P nicht mehr die Zeit T zwischen dem zweimaligen Eintreffen derselben Phase, sondern das zweite Mal kommt dieselbe Phase

um soviel Secunden früher an, als sie gebraucht haben würde, um die Strecke zu durchlaufen, welche, an ihrer Statt, die Lichtquelle selbst durchlaufen hat. Letztere macht aber in 1 Secunde den Weg g , also während einer Schwingungsdauer des leuchtenden Punktes den Weg gT . Weil die Lichterschütterung in 1 Secunde den Weg v zurücklegt, macht sie die Strecke gT in $\frac{gT}{v}$ Secunden. Also, da dieselbe Phase der zweiten Schwingung gT Weges weniger zu durchlaufen hat, um nach P zu gelangen, so kommt sie hier $\frac{gT}{v}$ Secunden früher an, als da die Lichtquelle noch ruhte. War also die Zeit zwischen dem Eintreffen zweier gleichen Phasen in P bei ruhender Lichtquelle $= T$, so ist sie bei bewegter Lichtquelle $= T - \frac{gT}{v}$ oder $= \frac{v-g}{v} T$.

Also ist der zweite Theil des Resultats von K. richtig. Aber er mußte hier bewiesen werden, weil K. den Beweis nirgends giebt, sondern ihn als selbstverständlich ansieht.

Diese veränderte Schwingungsdauer des einzelnen Theilchens soll nun, nach dem ersten Theil des obigen Resultats, die Wellenlänge nicht beeinflussen!

Der von K. dafür gegebene Beweis ist falsch, denn er beruht auf der Darstellung der Wellenlänge durch jenes bestimmte Integral, was oben schon als unzulässig nachgewiesen wurde. Aber auch außerdem kann man sich von der Unmöglichkeit dieser Behauptung überzeugen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts geschieht von Theilchen zu Theilchen; fernwirkende Kräfte spielen keine Rolle bei derselben, sondern nur Kräfte, die in nächster Nähe wirken. Also hängt die Bewegung eines Aethertheilchens nur ab und wird völlig bestimmt durch die Bewegung seiner nächsten Nachbartheilchen. Hat also der vorhin erwähnte Punkt P eine Bewegung, deren Schwingungsdauer $= \frac{v-g}{v} T$ ist, so kann man, wenn man untersuchen will, was für Wellen neben ihm entstehen werden, von der Lichtquelle L und allem andern zwischen L und P Befindlichen

völlig abstrahiren, denn an dieses nur wirkt *durch P* hindurch auf die jenseits *P* liegenden Punkte; mit anderen Worten: Nur *dadurch*, daß sie die Bewegung von *P* beeinflusst, hat die Lichtquelle *L* Einfluß auf die jenseits *P* liegenden Punkte, aber keineswegs einen directen Einfluß. *Also ist es so gut, als habe man einen leuchtenden Punkt P mit der Schwingungsdauer $\frac{v-g}{v} \cdot T$, und weiter nichts!* Die Wellen, die dieser erzeugt, sind kürzer als die Wellen, die zur Schwingungsdauer *T* gehören; kurz: *Schwingungsdauer und Wellenlänge gehören unabänderlich zusammen, mag nun die Lichtquelle L eine bewegte oder ruhende seyn.*

Aus den vorhergehenden Betrachtungen erhellt auch, daß man die Wellenbewegung, welche bei fortschreitender Lichtquelle im umgebenden Aether entsteht, nicht als durch *eine continuirliche Interferenz von Wellen gleicher Wellenlänge* hervorgegangen ansehen kann, wie es K. thut (cf. Astron. Nachr. No. 1538, Jahrgang 1865), wobei dann freilich die Wellenlänge ungeändert bleiben würde. *Interferenz* findet hier gar nicht Statt: dazu würde doch gehören, daß zwei Wellenzüge von gleicher Wellenlänge ihrer ganzen Ausdehnung nach aufeinander fielen, wobei sie sich dann zu einem resultirenden Wellenzuge von *derselben* Wellenlänge zusammensetzen würden. Zwei solche ihrer ganzen Länge nach zusammenfallende Wellenzüge sind nun im vorliegenden Falle gar nicht vorhanden. Denn, wenn man den leuchtenden Punkt an irgend einer Stelle seines Weges als erste Lichtquelle, denselben Punkt an einer späteren Stelle seines Weges als zweite Lichtquelle ansehen wollte, so fallen freilich die von diesen zwei Punkten ausgehenden Strahlen in dieselbe Richtung; aber die beiden Punkte senden nicht *Wellenzüge* aus, ja es rührt nicht einmal eine einzige ganze Welle von einem der beiden Punkte her, sondern der Punkt erzeugt in jeder Lage nur einen beschränkten Theil einer Welle und setzt in der nächsten Lage die Bildung der Welle fort. Dieser Vorgang ist von der Interferenz völlig verschieden; *von vornherein*

bilden sich kürzere oder längere Wellen, als die ruhende Lichtquelle aussenden würde.

Es kann also durch Bewegung der homogenen Lichtquelle sehr wohl eine Farbenänderung eintreten, aber *nicht ohne gleichzeitige Aenderung von Schwingungsdauer und Wellenlänge*. Besäße also ein Stern dasselbe Licht wie die Sonne, wäre aber in starker Bewegung begriffen, und man beobachtete ihn durch ein gewöhnliches, *nicht achromatisches*, Prisma, so müßten sich die dunklen Linien des Spectrums ein wenig gegen ihre Lage im Sonnenspectrum verschoben zeigen; und aus der Gröfse dieser Verschiebung könnte man dann auf die Geschwindigkeit des Sternes schließen.

Der Beweis, den K. für seine Behauptung gegen Doppler führt, ist nach dem Vorhergehenden durchaus nicht stichhaltig. Diefs ist unsere wissenschaftliche Ueberzeugung. Sollte indessen in der vorstehenden Argumentation irgend ein Fehler aufgedeckt werden können, und sollte es gelingen, die K.'sche Ansicht als richtig zu erweisen, so hätten unsere Bemerkungen wenigstens dazu gedient, die Erkenntniß der Wahrheit befestigen zu helfen.

Königsberg, im Mai 1867.

VI. *Ueber die Eigenschaft des Iodsilbers, sich in der Wärme zusammenzuziehen und in der Kälte auszudehnen; von Hrn. H. Fixeau.*

(*Compt. rend. T. LXIV, p. 314 et 771.*)

Im Verfolg der mehrmals der Akademie vorgetragenen Untersuchungen über die Ausdehnung verschiedener starrer Körper durch die Wärme bin ich dahin geführt worden, mehre zur wohlbekannten Gruppe der Metall-Chloride, -Bromide- und Iodide gehörigen Verbindungen, deren physikalische und chemische Eigenschaften bekanntlich so große