

B e i t r ä g e

zur

Fixsternenkunde.

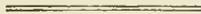


Von

Christian Doppler,

o. ö. Professor der Mathematik und praktischen Geometrie, und ordentlichem Mitglied der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.

-
1. Methode, die scheinbaren Durchmesser sämtlicher Fixsterne in Bogenmass zu bestimmen.
 2. Gedanken über die Möglichkeit, die absoluten Entfernungen und absoluten Durchmesser der Fixsterne auf rein optischem Wege zu bestimmen.
 3. Methode, die Geschwindigkeit, mit der die Lichtmolekel bei der Wahrnehmung der Fixsterne am Orte des Beobachters schwingen, zu bestimmen.



Methode,

die scheinbaren Durchmesser sämmtlicher Fixsterne in Bogenmass zu bestimmen.

§. 1.

Nichts hat von jeher den menschlichen Geist mächtiger angesprochen, ihn lebhafter interessirt und zum angestrengtesten und ausdauerndsten Nachdenken angeregt, — nichts vielleicht aber auch die inductiven und noch so manche andere Wissenschaft mehr gefördert und vorwärts getrieben, als eben das, was von der überwiegenden Mehrzahl der jedesmaligen stimmberechtigten Zeitgenossen, wenn auch nicht für geradezu unmöglich, doch jedenfalls für ungemein schwierig erachtet wurde. Beinahe jedes Blatt unserer Culturgeschichte liefert hierfür die reichhaltigsten und belehrendsten Belege, und man sieht sich dabei gar nicht einmal genöthigt, auf die extremsten und unerquicklichsten dieser Bemühungen, wie z. B. auf die bekannten Probleme des *perpetuum mobile*, der Quadatur des Cirkels, der Dreitheilung des Winkels, und auf die berüchtigten alchemistischen Träumereien etc. etc. hinzuweisen; — und dennoch muss selbst auch diesen bezeugt werden, dass sie zwar freilich nicht, was sie suchten, doch aber anderes, oft nicht minder Wichtiges zu Tage förderten. — Denn die Schachte des menschlichen Geistes sind hältig immerdar, und man steigt in sie nicht hernieder ohne sichere Aussicht auf eine gesegnete und reiche Ausbeute. — Laufen solche Untersuchungen nur nicht auf blosse witzige Spielereien und ganz nutzlose Spitzfindigkeiten hinaus, — jagen sie nur nicht entschieden unhaltbaren Phantomen nach, — dann sei die Aussicht für ihr Gelingen in noch so hohem Grade unwahrscheinlich, — so verdienen doch alle derartigen aufrichtig gemeinten Bestrebungen, statt des mitleidigen Belächelns, das ihnen nicht selten zu Theil wird, aufmunternde Beachtung, ernstliche und gewissenhafte Prüfung, und nach Befund wohl auch billigende Anerkennung, — unterstützende Theilnahme ferners und fördernden Beistand. — Diess, dünkt mich, erheischt die Würde der Wissenschaft und die Achtung, die jedem mit uneigennütziger Liebe der Erforschung der Wahrheit sich hingebenden Denker gebührt.

Zu den würdigsten und zugleich erhabensten Gegenständen dieser Art darf man wohl ohne Zweifel die bisher fast durchwegs misslungenen Bemühungen zählen,

die wirklichen Entfernungen und die wirklichen Durchmesser, ja selbst auch nur die scheinbaren Grössen oder die Gesichtswinkel der Fixsterne, zumal der kleineren, zu bestimmen. — Angenommen auch, dass Bessel's neuere Beobachtungsmethode uns die Aussicht eröffnet, für einen oder den andern uns vorzugsweise nahestehenden Fixstern annäherungsweise eine Parallaxe zu finden: so werden diese Bestimmungen immer nur vereinzelt dastehen, auch immer nur einen hypothetischen Werth haben, — und diese Methode wird wohl kaum jemals auf die viele hundert Fixsternenweiten von uns abstehenden Gestirne angewandt werden können. Der Durchmesser unserer Erdbahn ist nun einmal für so ungeheure Entfernungen viel zu klein. Was aber vollends die Bestimmung der wirklichen Durchmesser der Fixsterne anbelangt, so ist diese nach den gegenwärtigen Methoden der Astronomie noch mit ungleich grössern Schwierigkeiten umgeben. Denn erstlich erheischt dross die genaue Kenntniss der Entfernung dieser Gestirne von uns, und sodann bedarf man hierzu noch die Grösse ihrer scheinbaren Durchmesser in Bogenmass ausgedrückt. Letzteres aber wird bekanntlich von den Astronomen für mindestens eben so schwierig anerkannt, wie die Ermittlung der Parallaxen. Denn gesetzt, es betrüge der scheinbare Durchmesser des grössten und zugleich nächsten Fixsterns eine Secunde, was gewiss nicht der Fall ist, so erforderte dessen blosser Wahrnehmung schon Fernröhre von einer so erstaunlichen Präcision und Vergrösserungskraft, dass sich damit nach einer leichten, schon von Mädler angestellten Rechnung in einer Entfernung von etwa drei Meilen noch einzelne Sandkörner müssten von einander unterscheiden lassen. Von welcher gar nicht zu ahnender Vollkommenheit müssten aber jene optischen Instrumente sein, durch die man selbst auch noch die sogenannten teleskopischen Sterne als kleine, noch messbare Scheibchen erblicken sollte? — Gestehen wir es daher lieber geradezu ein, dass eine solche Ermittlung der scheinbaren Durchmesser der Fixsterne auf dem bisher vorgezeichneten Wege ein für allemal so gut wie unmöglich ist!

Unter solchen Umständen wird es demnach gewiss Entschuldigung finden, wenn ich die Aufmerksamkeit des physicalischen und astronomischen Publicums auf eine von der bisherigen ganz abweichende Methode lenke, die mir eine sichere Aussicht zu bieten scheint, unter einer mir sehr zulässig scheinenden Voraussetzung die scheinbaren Durchmesser der Fixsterne, und zwar nicht bloss jene der grösseren, sondern selbst auch der sogenannten teleskopischen Sterne, mit einem Grade von Genauigkeit zu bestimmen, wie er auf anderem Wege kaum zu erreichen sein dürfte. — Dennoch wünsche ich, die nachfolgenden Gedanken und Vorschläge nur als die ersten Grundzüge einer Methode betrachtet zu sehen, die mir selbst noch mangelhaft und einer mehrfachen Vervollkommnung fähig und würdig zu sein scheint. Diese wird auch nicht ausbleiben, sobald sich eigentliche Experimentatoren und Astronomen ihrer angenommen haben werden.

§. 2.

Bevor ich auf die ausführlichere Darlegung meines Vorschlags selbst eingehen kann, muss ich noch die vorhin erwähnte Voraussetzung zur Sprache bringen. Sie bestehet näm-

lich in der Annahme, dass die sämmtlichen Fixsterne den ungemeynen Unterschied ihres Lichtglanzes nicht sowohl einer bedeutend verschiedenen objectiven Leuchtkraft ihrer oberflächlichen Theilchen, als vielmehr dem zusammengesetzten Umstand verdanken, dass sie bei ungleicher Grösse in ungleichen Abständen von uns beobachtet werden. Absolute Grösse und Abstand von uns bei gleicher Leuchtkraft der oberflächlichen Theilchen sind demnach, meiner Ansicht nach, die beiden Hauptelemente bei Ermittlung der Ursache ihres scheinbar verschiedenen Lichtglanzes. Hiermit will ich aber keineswegs behaupten, dass alle Fixsterne genau ein ganz gleich intensives Licht besitzen, sondern meine nur, dass dieses nahezu und der Mehrzahl nach der Fall sein dürfte, ohne einzelne Ausnahmen eben desshalb für unmöglich zu halten. Meine Vermuthung stützt sich hauptsächlich auf den unzweifelhaft gemeinschaftlichen Ursprung dieser Himmelskörper, so wie auf ihre mir wahrscheinlich vorkommende gleiche materielle Beschaffenheit. — Die nun gleich folgende Betrachtung wird in zwei Theile zerfallen, nämlich in die Darlegung einer Methode, die verhältnissmässige Grösse der Gesichtswinkel der Sterne unter einander, und sodann ihrer wirklichen Gesichtswinkel selbst in Bogenmass zu bestimmen. — Ihnen seien die folgenden Paragraphe gewidmet.

§. 3.

Vor Allem müssen wir ein Instrument beschreiben, mittels dessen man im Stande sein wird, die beziehungsweise Lichtintensitäten der Sterne viel genauer, als man diess bisher vermochte, zu ermitteln.

Es seien Fig. 1. o und o' , die beiden Augen eines Beobachters, ab eine mattschwarze Platte aus Blech oder sonstigem passenden Material, deren Länge ab etwa $8''$ — $12''$ und deren Breite oder Höhe etwa $6''$ betragen mag, — je breiter übrigens, desto besser; bei b ist eine Querwand cd von gleicher Beschaffenheit mit ab von einer solchen Länge angebracht, dass $cd = oo'$, d. h. der Augenweite genau gleich ist. Da aber diese bei verschiedenen Beobachtern verschieden ist, so muss die Länge cd durch eine Vorrichtung bei b etwas veränderlich sein. Man findet die richtige Länge von cd sehr leicht, indem man das Instrument zwischen die beiden Augen nehmend, cd allmählig so sehr verkürzt, bis man einen sehr entfernten Gegenstand, z. B. einen Stern, mit beiden Augen zugleich zu sehen beginnt, wobei es den Anschein gewinnt, als ob derselbe durch die Zwischenwand in zwei gleiche Hälften getheilt würde. Bei a endlich ist eine sattelähnliche Vertiefung zur Aufnahme des Gesichtsvorsprungs und zum bequemen Anlegen an die Backenknochen, und in h nach unten zu eine bequeme Handhabe zum Halten. — Der Apparat in der bisher beschriebenen Weise hat die Bestimmung, zu verhindern, dass wir nie einen und denselben Gegenstand mit beiden Augen zugleich wahrnehmen, dagegen uns zu gestatten, dass wir von zwei einander auch noch so nahe liegenden Objecten das eine bloss mit dem einen, das andere bloss mit dem zweiten Auge betrachten können. Man übersieht demnach mit jedem Auge die Hälfte, mit beiden zusammen das ganze Gesichtsfeld.

Es war mir bei einem wechselweisen Öffnen und Schliessen der Augen und bei dem Hinblick auf weisses Papier schon lange bekannt, dass meine beiden Augen eine sehr ver-

schiedene Sehkraft besitzen. Als ich aber das so eben beschriebene, nur aus Pappe angefertigte Instrument zur Hand nahm, und nach einem vor mir liegenden Bogen weissen Papiers hinsah, konnte ich diese Verschiedenheit mit aller Bequemlichkeit gleichzeitig wahrnehmen und mit einander vergleichen, und ich fand auf diese Weise, dass mein rechtes Auge eine bedeutend grössere Sehkraft und zugleich eine chromatische Färbung ins Gelbe habe, während das schwächere linke einen Stich ins Blaue zeigt. — Da man nun mittels der so gleich zu erwähnenden weiteren Zugabe eines eigens construirten Ocular-Apparats ohne viele Mühe auch die verhältnissmässigen Intensitäten sogar durch Zahlen ausgedrückt erhalten kann: so ersieht man, dass dieses Instrument zugleich recht gut als Optometer benützt werden kann.

Das genannte Instrument, in so weit es bis jetzt beschrieben wurde, würde sich noch keineswegs zu unserm hier beabsichtigten Zwecke eignen. Dazu muss es noch weiter mit zwei Augendiptern von einer solchen Beschaffenheit versehen werden, dass sich die Grösse ihrer Apperturen von einander unahhängig und in beliebigem Masse vermehren oder vermindern und ihrem numerischen Werthe nach sich genau und bequem angeben lasse. Die Form dieser Apperturen ist zwar an und für sich ziemlich gleichgiltig; doch würde man unter übrigens gleichen Umständen die kreisrunde Form allerdings vorziehen. Da mir jedoch eine bequeme Vorrichtung, kreisrunde Öffnungen beliebig zu verkleinern, nicht bekannt ist, so schlage ich vor, sich der quadrat- oder auch rechteckförmigen Öffnungen zu bedienen, die man in allen Grössenübergängen leicht dadurch erhalten kann, dass man zwei übereinander liegende feine Doppelplättchen mittelst Mikrometer-Schrauben sich nähern und entfernen lässt, auch dafür sorgt, dass die respectiven Seiten α und β dieses Rechteckes sich jedesmal genau und bequem ablesen lassen. Wir werden die diesem Rechtecke gleiche Quadrat-Seite p nennen, so dass also $\alpha\beta = p^2$, die Grösse der wirksamen Appertur ist.

Für Gegenstände, die mit freiem Auge gar nicht mehr sichtbar sind, z. B. teleskopische Sterne, wird man sich zweier, ganz nach dem auseinandergesetzten Principe mit einander verbundener völlig gleicher Fernröhre (eines Binoculus) zu bedienen haben, die man daher so stellen muss, wie in Fig. 2 ersichtlich dargestellt ist. — Noch ist zu bemerken, dass es in diesem Falle gestattet ist, bei gleich grossen Augendiptern die erwähnten Vorrichtungen allenfalls auch unmittelbar vor dem Objective anzubringen.

§. 4.

Mit einem Instrumente von beschriebener Art wird man nun jedesmal im Stande sein, zunächst die verhältnissmässigen Lichtintensitäten, und daraus nach Inhalt des nächsten Paragraphs die verhältnissmässigen Gesichtswinkel zu bestimmen, die es sofort wieder möglich machen werden, auf die Bestimmung der absoluten Grössen der Gesichtswinkel selbst überzugehen.

Betrachtet man nämlich mit genanntem Instrumente bei gleicher Grösse der Appertur zwei Sterne ungleicher Intensität, so müssen sie ebenfalls ungleich erscheinen. Verkleinert man aber die Appertur desjenigen Auges, mit dem man den hellern Stern betrachtet (oder

vergrössert man jene des andern), so werden uns, unter Voraussetzung gleich guter Augen, wie die Betrachtung des folgenden Paragraphs ausführlicher darthun wird, bei genugsamer Verkleinerung der Augenöffnung beide Fixsterne genau und dergestalt gleich hell erscheinen, dass wir sie von einander durchaus nicht zu unterscheiden vermögen. Man lese sofort die entsprechenden Werthe der Apperturen ab und bestimme daraus nach dem Obigen jene von p und p' , welche Bestimmungen sodann den Betrachtungen des folgenden Paragraphs zu Grunde gelegt werden.

Nicht ohne einigen Anschein von Recht könnte bei Anwendung dieses Instruments die Befürchtung Platz greifen, dass die Angaben desselben aus dem Grunde ungenau und unzuverlässlich sein werden, weil hiebei eine völlig gleiche Schärfe und Sensibilität bei beiden Augen eines Beobachters vorausgesetzt würde, die sich doch nicht immer, oder vielmehr nur selten vorfinden dürfte. Allein hierauf kann mit Bestimmtheit erwidert werden, dass diess die Anwendbarkeit dieses Instruments nicht im Geringsten schmälert; denn:

- α) Lässt sich die Verschiedenheit der beiden Augen durch eben dieses Instrument genau ermitteln und sofort in Rechnung bringen — denn ein hekannter und durch Zahlen darstellbarer Fehler ist eigentlich kein Fehler.
- β) Kann man durch Anwendung eines Spiegels den Sternen in Bezug auf die Augen eine verwechselte Stellung anweisen, und jenen Fehler, dann durch Bestimmung des arithmetischen Mittels eliminiren.
- γ) Kann man diesen Fehler auch dadurch völlig unsehädlich machen, dass man aus einer grossen Zahl von verschiedenen Personen ausgehender Beobachtungen die Mittelzahl nimmt.
- δ) Werden sich immer auch Beobachter genug finden, deren beide Augen gleich gut sind, um so mehr, als der Gebrauch des Instruments so einfach und leicht ist, dass es auch von jedem Laien gehandhabt werden kann.

§. 5.

Die Photometrie macht bekanntlich einen Unterschied zwischen der einem leuchtenden Körper an sich zukommenden Lichtintensität und seinem Beleuchtungsvermögen (Leuchtkraft). — Die Leuchtkraft nimmt beim Entfernen eines leuchtenden Körpers jederzeit ab, und zwar im umgekehrten quadratischen Verhältnisse seiner Entfernung. Die Lichtintensität eines uns ausgedehnt erscheinenden Körpers ändert sich mit seinem Entfernen nicht im Geringsten, da zwar die Leuchtkraft jedes Punetes im umgekehrten quadratischen Verhältnisse seiner Entfernung abnimmt, aber zugleich auch in demselben Verhältnisse die scheinbare Grösse desselben. Diess gilt aber, was wohl zu bemerken ist, bloss so lange, als wir den Körper noch als ausgedehnt wahrnehmen. Von dem Augenblicke an, wo wir den Gegenstand nur als einen ausgedehnten Punct erblicken, nimmt auch dessen Lichtintensität zugleich mit seiner Beleuchtungskraft im umgekehrt quadratischen Verhältnisse seiner Entfernung von uns ab. Der Erfahrung zu Folge geschieht diess, sobald uns ein Gegenstand unter einem kleineren Gesichtswinkel erscheint als unter jenem von 40 — 50 Secunden. Es ist in

hohem Grade interessant und folgenreich, zu vernehmen, dass die ausgezeichneten Physiologen und Anatomen Müller *) und Weber **) durch die genauesten mikroskopischen Messungen neuerlich gefunden haben, dass die Nervenkügelchen oder Papillen in der Retina nicht unter $\frac{1}{80000}$ bis $\frac{1}{84000}$ p. Zoll im Durchmesser betragen. Diese Ausdehnung der Papillen entspricht aber, wie eine leichte Rechnung lehrt, einem Gesichtswinkel von nicht ganz 44 Secunden. Und so sieht man eine Thatsache auf ganz verschiedenen Wegen, dem optischen und physiologischen, auf das schönste bestätigt. Erscheint uns demnach ein Gegenstand unter einem kleineren Gesichtswinkel als von 40'', so entfällt für uns alles Bewusstsein seiner räumlichen Ausdehnung, und unser Urtheil über dessen Lichtintensität richtet sich lediglich nach der Menge der Strahlen, die er in unser Auge sendet, oder ist gleichbedeutend mit dem, was wir dessen Leuchtkraft nannten.

Noch müssen wir bei der Betrachtung der Lichterscheinungen auf einen doppelten Gesichtspunct achten, auf den objectiven Vorgang nämlich und auf die subjective Empfindung desselben.

Die objective Intensität eines Lichtstrahls hängt ab:

1. Von der Stärke des anfänglichen Impulses der lichterzeugenden Quelle, oder, was dasselbe ist, von der Grösse der Geschwindigkeit, mit der jedes Theilchen (oder die Mehrzahl derselben) des leuchtenden Körpers an dem Orte seiner anfänglichen Ruhelage schwingt. Wir wollen sie w nennen, und sie ist nach dem Ausspruche der theoretischen Untersuchung direct proportional der Grösse der Aplitude der Schwingung.

2. Von der Elasticität oder Dichte des lichtfortpflanzenden Äthers. Nimmt man jene Dichte des Äthers als die Einheit an, bei welcher die Äthermolekel eben so schnell mit-schwingen, wie die der Quelle selbst, d. i. mit Geschwindigkeit w , und bezeichnet man mit μ die Dichte des berührenden Äthers, so ist offenbar μw die Geschwindigkeit, mit der die angrenzenden Äthertheilchen schwingen.

3. Bezeichnet man mit v die Geschwindigkeit, mit der die Äthermolekel in einer der angenommenen Längeneinheit gleichen Entfernung von der Quelle schwingen, so ist klar, dass v eine gewisse Function von μ und w sein muss, und es ist in hohem Grade wahrscheinlich, wo nicht gewiss, dass sie bloss noch von der Anzahl der dazwischen liegenden Äthermolekel abhängt. Gingen solcher Molekel n auf die Längeneinheit, so wäre höchst wahrscheinlich $v = \frac{\mu w}{n}$ zu setzen. Die Wirkung aber, die ein solches Äthermolekel in diesem Abstand ausüben vermag, muss nach den Grundsätzen der neueren Undulationstheorie ***) zu Folge des Satzes von der Erhaltung der lebendigen Kräfte dem v^2 oder $\left(\frac{\mu w}{n}\right)^2$ gleich erachtet werden.

*) S. dessen Physiologie S. 713.

**) S. dessen Anatomie I. S. 165.

***) S. Herschel »vom Licht« §. 578, S. 308. — Handbuch der Optik von T. W. G. Radicke, B. I. S. 30.

Da wir bei allen folgenden Betrachtungen nur auf v zurückgehen, und nur von solchen Erscheinungen sprechen, die in demselben Äther vor sich gehen, auch noch überdiess w , wenn wir das Gegentheil nicht ausdrücklich anführen, in allen Fällen gleich annehmen (S. §. 2); so brauchen wir im Folgenden durchaus auf μ , w und n weiter keine Rücksicht mehr zu nehmen.

4. Hängt die Intensität der Schwingung ferner auch noch ab von der Menge der schwingenden Theilchen der Quelle, oder vielmehr von der Durchschnittsfläche des leuchtenden Körpers und sie ist zu Folge aller Erfahrung dieser direct proportional. Ist dieser Körper eine Kugel vom Durchmesser D , so vermehrt dieser Umstand die Grösse der Wirkung in dem Verhältnisse von $D^2\pi$ zu der als Flächeninhalt angenommenen Zahl.

5. Endlich vermindert sich die objective Intensität mit der Entfernung, und zwar der Erfahrung zufolge im umgekehrten Verhältnisse ihres Quadrates. Heisst man diese Entfernung L , so ergibt sich nach dem bisher Gesagten, wenn die objective Intensität mit i und die absolute Schwingungsgeschwindigkeit am Orte des Beobachters mit v' bezeichnet wird; wegen $i = (v')^2$:

$$(1.) \quad i = \frac{v'^2 D^2}{L^2} \pi = \left(\frac{v' D}{L} \right)^2 \pi;$$

Da aber offenbar $\frac{D}{L} = \varphi$ dem Gesichtswinkel gleich ist, kann man auch setzen:

$$(2.) \quad i = (v\varphi)^2 \pi.$$

Eben so findet man wegen $v' = \sqrt{i}$, auch für:

$$(3.) \quad v' = v\varphi \sqrt{\pi}.$$

Die vorstehenden Formeln stellen nur den objectiven Betrag der Intensität eines Lichttheilchens dar, und haben unmittelbar noch keine Anwendung auf das Mass der hierdurch bedingten Lichtempfindung. Dass diese von jener objectiven Intensität wesentlich verschieden ist, geht schon daraus hervor, dass diese eines jeden Werthes bis auf Null fähig ist, während jene schon lange für die Wahrnehmung erloschen sein kann. In der That hört für jeden Menschen und jedes andere Geschöpf die Lichtempfindung völlig auf, sobald jene Schwingungsgeschwindigkeit ein gewisses individuelles Minimum erreicht hat.

Die subjective Intensität hängt meines Erachtens ab:

1. Von der Grösse der objectiven Einwirkung, und ist ihr proportional;
2. von der Grösse der Pupille oder der sie vertretenden Ocular-Appertur p , und endlich
3. von der individuellen Sensibilität oder Irritabilität des Gesichtsorgans, ausgedrückt durch den Sensibilitätsfactor σ .

Bezeichnet man demnach den Betrag der subjectiven Intensität, mit der wir es hier zunächst zu thun haben, mit J , so hat man nach dem Gesagten sofort:

$$(4.) \quad J = ip^2\sigma = (v')^2 p^2 \sigma = (v\varphi p)^2 \pi \sigma.$$

Gesetzt nun, man habe mittels des oben beschriebenen Instruments zwei ungleich helle Sterne für die Wahrnehmung durch eine entsprechende Veränderung der Augen-

dioptern für die Wahrnehmung gleich gemacht, und es geschehe diess beziehungsweise bei $\alpha. \beta = p$ und $\alpha^1 \beta^1 = p^1$, so hat man nach (4)

$J = (vqp)^2 \pi \sigma$, und $J^1 = (vq^1 p^1)^2 \pi \sigma$, und wegen $J = J^1$, offenbar $(vqp)^2 \pi \sigma = (vq^1 p^1)^2 \pi \sigma$ oder $q: q^1 = p^1: p$, d. h. die scheinbaren Durchmesser zweier Fixsterne verhalten sich umgekehrt, wie die Durchmesser der Aperturen der Augendioptern, mittelst welcher sie als gleich hell erkannt werden.

Da man nun diese Untersuchung mit allen Sternen, die dem unbewaffneten oder auch nur dem bewaffneten Auge noch sichtbar sind, vornehmen kann, indem man immer je zwei derselben mit einander vergleicht: so sieht man sich hiedurch in den Stand gesetzt, die verhältnissmässigen scheinbaren Durchmesser aller Sterne, von jenen der ersten Grösse bis zu den sogenannten teleskopischen Sternen herab, zu bestimmen. Diese Bestimmungen werden einen um so grösseren Grad von Zuverlässlichkeit erlangen, als sie unzählige Male unter den verschiedensten Umständen wiederholt werden können, und durch Ausmittlung von Mittelzahlen unfehlbar auf Resultate führen müssen, die von jedem fremdartigen Einflusse möglichst befreit sind.

Bei dieser Untersuchung hat man nur auf zwei Umstände gehörige Rücksicht zu nehmen, erstlich, dass mehre Fixsterne an sich schon innerhalb einer sehr kurzen Zeit eine bedeutende Änderung ihrer Lichtintensität zeigen, und sodann, dass möglicher Weise die Bewegung unserer Erde selbst in gewissen Fällen einigen Einfluss auf die scheinbare Intensität der Sterne haben kann. Beide Ausnahmefälle bieten aber eben selbst wieder einen höchst anziehenden Stoff zu Betrachtungen verwandter Art dar, von denen, wenn es die Umstände gestatten, an einem anderen Orte ein Mehreres gesagt werden soll. — Und so mag denn immerhin vorausgesetzt werden, dass wir bei der Leichtigkeit dieser Art von Beobachtungen nach Verlauf von wenig Jahren schon uns im Besitze vollständiger Tafeln der scheinbaren Durchmesser der Fixsterne befinden werden.

§. 6.

Da wir im Vorhergehenden gezeigt haben, wie sich die beziehungsweise scheinbaren Durchmesser der sämtlichen Fixsterne bestimmen lassen: so ist klar, dass wir also gleich, nämlich durch eine einfache Multiplication auch ihre scheinbaren Durchmesser an sich, d. i. in Bogenmass ausgedrückt werden finden können, wenn wir nur von einem einzigen derselben, etwa dem hellsten (Sirius) seinen Gesichtswinkel finden könnten. Diess scheint aber auf den ersten Augenblick sehr schwierig zu sein, — aber es scheint diess nur so, ist es meines Erachtens aber keineswegs, wie nachfolgende Erwägung zeigen wird.

Vor Allem möge sich der geehrte Leser für einige Augenblicke der Vorstellung hingeben, als ob es uns vergönnt wäre, einen hellen Stern, etwa Sirius, gleichzeitig mit der Sonne am Himmel in der Weise zu beobachten, dass man mit dem einen Auge bloss den Sirius, wie er uns in finsterner Nacht erscheint, mit dem andern dagegen bloss die Sonne erblicke.

Diess einstweilen vorausgesetzt, denke man sich eine 8 — 10 Schuh lange unbieg-

same Röhre (je länger übrigens, desto besser), zur bequemern Handhabung übrigens mit einer Stativ versehen. Diese Röhre sei so vorgerichtet, dass man an dem vorderen Ende, dort wo bei einem Fernrohre sich das Objectiv befindet, eine metallene Scheibe von weiter unten zu beschreibender Beschaffenheit einsetzen oder eine derlei länglichte Platte durchschieben kann. An der Stelle des Oculars ist dieselbe Vorrichtung angebracht, die schon bei dem früheren Instrumente beschrieben, und mittels welcher man im Stande ist, die Appertur des Oculars beliebig zu verändern. An der vorn eingesetzten Platte ist eine feine Öffnung von einer kaum sichtbaren Kleinheit angebracht. Bei meinen diessfälligen Versuchen bediente ich mich eines gewalzten und hiedurch steif gemachten dünnen Zinkblechs. Ich schlug genau in der Mitte mit einem Körner eine konische Vertiefung, die ich sofort mit einer feinen englischen Nadel wiederholt durchstach, nachdem ich jedesmal die Öffnung wieder mit einem Polirstahl verrieben und mit einem feinen Schleifstein glatt gemacht hatte. Auf diese Weise erhielt ich Öffnungen von einer Feinheit, die nur mehr bei durchgelassenem Lichte sichtbar waren, die wohl kaum $\frac{1}{100}$ Linie im Durchmesser betragen mochten. Solcher Platten mit Öffnungen verschiedener Grösse hat man sich vorrätzig zu halten, um sie je nach Bedarf zu benützen. Es muss hier bemerkt werden, dass je nach Massgabe der Verlängerung der Röhre diese Öffnungen selbst grösser werden können, welches auch jedenfalls vorzuziehen ist. Der Durchmesser der Öffnung kann übrigens immer ganz leicht mit grosser Genauigkeit unter dem Mikroskope bestimmt werden, und aus ihm und der Länge der Röhre kann man sofort leicht den Gesichtswinkel berechnen, der in keinem Falle 40 Secunden übersteigen darf. Bei einer Länge der Röhre von 10' und einer Öffnung von einem Duodecimalpuncte beträgt der entsprechende Gesichtswinkel wenig mehr wie 10 Secunden. Es dürfte gerathen sein, die Öffnung bei möglichster Länge der Röhre ungefähr so zu bestimmen, dass der erwähnte Gesichtswinkel wenigstens nicht viel über 20'' oder 25'' betrage.

Es leuchtet von selbst ein, dass man mit vielleicht noch günstigerem Erfolge an die Stelle der erwähnten langen Röhre ein langes verfinstertes Gemach oder einen derlei Gang setzen könne von einer solchen Lage, dass durch eine am Fenster angebrachte feine Öffnung ein Theil der Sonnenscheibe durch einige Zeit sichtbar bleibt. — Sieht man nun mittels eines Apparats so eben beschriebener Art mit einem Auge nach der Sonne, während man das andere verschlossen hält: so erblickt man einen prachtvollen strahlenden Stern von einer scheinbaren Grösse, den man augenblicklich als einen solchen anerkennt, der den Sirius weithin überstrahlt. Mit der Verkleinerung der Ocularappertur vermindert sich auch zusehends seine scheinbare Grösse oder die Intensität seiner Beleuchtung, und sie kann leicht dahin gebracht werden, dass sie, unserem beiläufigen Bedünken nach, selbst unter jene des Sirius herabsinke. Könnte man demnach gleichzeitig mit dem anderen Auge Sirius, wie er uns in finsterner Nacht entgegenstrahlt, sehen und mit dem ersteren Bilde vergleichen: so liesse sich jene Ocularöffnung stets mit grosser Sicherheit so annehmen, dass beide Augen auf ganz dieselbe Weise afficirt würden, und man ganz denselben Stern zu sehen vermeinte. Bezeichnet man die in diesem Falle entsprechenden Ocular-Apperturen rücksichtlich der

beiden Augen mit p und p' , die Länge des Rohrs mit λ , den Durchmesser der kleinen Öffnung mit δ , die beziehungsweise optischen Winkel mit φ und φ' , so hat man nach dem Früheren offenbar :

$$qp = q'p',$$

wo sich φ und p auf die Sonne, φ' und p' dagegen auf den Fixstern bezieht, und woraus sofort: $q' = \frac{p}{p'} \varphi$, folgt. — Nun lässt sich aber φ mit grosser Schärfe bestimmen, es ist nämlich $\varphi = \frac{\delta}{\lambda}$, oder in Secunden ausgedrückt :

$$q'' = 206304 \frac{\delta}{\lambda} = 206304 \varphi; \text{ daher:}$$

$$(5.) \quad q' = \left(206304 \frac{p}{p'} \frac{\delta}{\lambda} \right)'' . —$$

Da auch diese Versuche auf mannigfach abgeänderte Weise und in sehr grosser Anzahl von verschiedenen Beobachtern ohne grosse Mühe und Zeitaufwand angestellt werden können, so lässt sich mit Zuversicht erwarten, dass man auf diesem Wege in Kurzem zu einer sehr genauen Bestimmung des scheinbaren Durchmessers des Fixsterns Sirius und sofort durch eine blosse Multiplication auch zu jener aller übrigen, selbst der kleinsten Fixsterne gelangen wird, — vorausgesetzt, dass noch die letzte Schwierigkeit behoben werde, die darin besteht, dass wir Sonne und Sirius nicht gleichzeitig in geeigneter Weise beobachten und mit einander vergleichen können.

Was aber diess anbelangt, so liegt am Tage, dass wir uns zur Erreichung dieses Zweckes sofort eines Vermittlungsgliedes der Vergleichung bedienen können. Das als Vermittlungsglied dienende Licht kann an sich eine beliebige Leuchtkraft besitzen, da diese ja, wie eine leichte Überlegung lehrt, bei der Verbindung beider Vergleichungsglieder wieder hinausfällt. Eine unerlässliche Eigenschaft einer solchen Lichtquelle besteht jedoch allerdings darin, dass sie sich bei Tag und Nacht und somit zu den verschiedensten Zeiten, in ganz gleicher Weise muss erzeugen lassen. Ich überlasse es praktischen Physikern zu entscheiden, ob sich hiezu vorzugsweise das Drümou'sche oder aber das elektrische Licht eigne und die meiste Gewährhaft für ein sicheres Gelingen des Versuches darbiete. — Doch glaube ich auch hier erinnern zu müssen, dass auch dieser Versuch beliebig oft wiederholt werden kann, um durch das Nehmen des Mittelwerthes der Wahrheit möglichst nahe zu kommen. — Beziehen sich p , p'' , q , und v , auf die vermittelnde Lichtquelle M , so erhält man, da μ und σ entfällt, bei der Vergleichung

der Sonne mit M , $pqv = p'q'v'$; bei jener

des Sirius mit M , $p''q''v'' = p''q''v''$, und hieraus

$$pp''q = p'p''q'.$$

$$\text{Oder weil } \varphi = \frac{\delta}{\lambda};$$

$$\varphi' = \frac{pp''}{p,p'} \varphi = \frac{pp''}{p,p'} \frac{\delta}{\lambda} \text{ und}$$

in Secunden ausgedrückt:

$$(\varphi')'' = 206304 \frac{pp''}{p,p'} \frac{\delta}{\lambda}$$

§. 7.

Es dürfte nicht am ungeeigneten Orte sein, darauf hinzudeuten, wie die bisherigen Sätze und Instrumente auch noch dazu benützt werden könnten, die objectiven verhältnissmässigen Lichtintensitäten zweier Flammen oder was immer für anderer Lichtquellen zu ermitteln. Nach §. 5. Formel (2) verhalten sich bei gleichen Gesichtswinkeln φ die objectiven Intensitäten offenbar wie die Quadrate der Schwingungsgeschwindigkeiten der Lichtmolekel in der Entfernung l' oder

$$i : i' = v^2 : v'^2; \text{ anderseits aber nach (4.)}$$

unter derselben Voraussetzung gleicher Gesichtswinkel, und ungleicher v ,

$$v : v' = p : p' \text{ und somit durch Verbindung beider Proportionen:}$$

$$i : i' = p'^2 : p^2, \text{ d. h.}$$

die Leuchtkraft zweier Lichtquellen steht im verkehrten Verhältnisse der Quadrate der Ocularrapperturendurchmesser des früher beschriebenen binocularen Instrumentes bei gleicher Objectivöffnung. Diese Öffnungen müssen jedoch jedenfalls weniger wie 40 Secunden betragen. Die praktische Anwendung dieses Satzes bedarf keiner weitem Erläuterung.

§. 8.

Schliesslich mag noch zweier Umstände Erwähnung geschehen, die, blieben sie hier ganz unerörtert, leicht die Zulässigkeit der so eben besprochenen Messungsmethode zweifelhaft machen könnten. Vorerst dürfte Mancher besorgen, dass die ausserordentliche Kleinheit der beim zweiten Theile unsers Versuches in Anwendung kommenden Öffnungen nothwendig Beugungsphänomene erzeugen wird, die möglicher Weise das Resultat der Abschätzung unsicher machen und unser Urtheil über die relative Gleichheit der Lichterscheinungen beirren könnten. Hiergegen muss ich jedoch bemerken, dass jenes Phänomen allerdings einzutreten, aber es mir eben nur das merkwürdige und wahrhaft prachtvolle Strahlenschiessen oder Radiiren zu erzeugen scheint, wodurch diese Art von Lichterscheinungen die täuschendste Ähnlichkeit mit stärker strahlenden Fixsternen erhalten. Nur einigemal, wenn ich zugleich auch höchst feine Öffnungen als Ocularrapperturen anwandte, sah ich ringförmige und prismatischfarbige Licht-Phänomene. Ich glaube demnach kaum, dass es wünschenswerth wäre, diese Zerstreung der Lichtstrahlen und mit ihr zugleich das Phänomen der Radiation zu beseitigen, obgleich diess meiner Erfahrung nach nichts weniger als unmöglich ist. Füllt man nämlich jene feine Öffnung mit reinem venetianischen Terpentin aus, so verschwindet sogleich bis auf einen höchst unbedeutenden Rest das erwähnte Strahlenschiessen. — Da man übrigens die Öffnung beliebig gross machen kann, wenn man nur auch in demselben

634 *C. Deppler, Messungsmethode der scheinbaren Durchmesser sämtlicher Fixsterne.*

Verhältnisse mit ihr die Länge der finstern Röhre vergrössert, so verliert dieses Bedenken jeden Anhaltspunct, sobald man sich die hiermit verbundene etwas grössere Unbequemlichkeit gefallen lässt.

Das zweite Bedenken dürfte in Folgendem bestehen: Die Anhänger der Undulationslehre scheinen zwar nichts weniger als geneigt zu sein, im ungebundenen freien Äther als Fortpflanzungsmittel der Wellen eine Schwächung oder Absorption des Lichtes annehmen zu wollen, da sie letztere, wo sie unläugbar vorhanden, vielmehr nach Wrede (S. Handbuch der Optik v. T. W. G. Radicke B. 2. pag. 193) als in einer durch Reflexion und Brechung im Innern eines absorbirenden Mittels hervorgebrachten Interferenz der Lichtstrahlen begründet ansehen. — Die Astronomen dagegen scheinen fast ausnahmslos eine solche Schwächung des Lichtes durch den zwischen den Fixsternen ausgegossenen Äther anzunehmen, und ich muss gestehen, dass ich dieser Ansicht schon deshalb beipflichte, weil es mir unerklärlich dünkt, wie denn der von allen Seiten und Richtungen her fast gleichzeitig und fortwährend erschütterte Äther in seiner Molekularbewegung durchaus keinerlei Störung erleiden sollte. Findet aber eine solche Statt, so müssen nothwendig alle nach der hier besprochenen Methode ermittelten scheinbaren Durchmesser der Gestirne, da sie aus ihren Lichtintensitäten gefolgert wurden, zu klein ausfallen, und jedenfalls einer Correction unterworfen werden. Ob nun eine solche Schwächung der Lichtstrahlen durch den freien Äther des Weltraums vorhanden, und wie gross sie anzunehmen sei — so wie ob nicht eben hiedurch sich eine ganz unerwartete Aussicht selbst für die Bestimmung der absoluten Entfernung und der absoluten Durchmesser der sogenannten Fixsterne eröffne, möge der nachstehenden Abhandlung zur Beantwortung übermittlelt werden.

Gedanken über die Möglichkeit, die absoluten Entfernungen und absoluten Durchmesser der Fixsterne auf rein optischem Wege zu bestimmen.

§. 1.

Kaum wird noch jemand, dem die Methoden und wissenschaftlichen Apparate der neueren Astronomie, so wie die Resultate ihrer angestrengtesten Bemühungen nicht gänzlich unbekannt geblieben, es noch bezweifeln können, dass sich auf dem bisher betretenen Wege, ich sage für die Fixsternenkunde, erhebliche Aufschlüsse und bemerkenswerthe Erfolge schwerlich mehr erzielen lassen werden. Man kann diess mit vieler Zuversicht schon desshalb behaupten, weil nun schon einmal unsere Erdbahn, die doch bekanntlich die grösste aller uns gegenwärtig zu Gebote stehenden Grundlinien zur Messung einer Entfernung darbietet, für die auch nur etwas entfernten Fixsterne viel zu klein ist, um uns zu einer noch messbaren Parallaxe derselben zu verhelfen. Die bisherigen Messungsmethoden aber sind ganz dazu geeignet, uns fest glauben zu machen, als wäre die Bestimmung der Entfernung der Himmelsobjecte nun schon einmal ausnahmslos an die vorausgegangene Ermittlung der Parallaxe gebunden. Überdiess scheint das für diesen Theil der Sternkunde erheblichste Behelf, das Fernrohr nämlich, nahezu schon bei jenem Grade einer möglichen Vollendung angelangt zu sein, von welchem aus sich Schritt für Schritt seiner noch weitem Vervollkommnung neue, für menschliche Kräfte und menschliche Geduld unerschwingliche Schwierigkeiten entgegenstellen dürften. Und dennoch hat man bisher einzig an dieses Instrument die ganze Hoffnung geknüpft, zur Kenntniss der scheinbaren und mittels dieser zu jener der wirklichen Durchmesser der Fixsterne zu gelangen! — Sollen wir nun nicht alle Hoffnung und für immer aufgeben, über die inneren Verhältnisse der Fixsternenwelt einige Aufschlüsse und Belehrungen zu erhalten: so müssen wir, wie es scheint, den bisherigen Weg verlassen, oder vielmehr ihn mit ganz anderen Behelfen und nach ganz anderen Grundsätzen fortsetzen, als diess bisher geschah.

Kein anderes Band aber, so weit wenigstens unsere jetzige Kenntniss reicht, verbindet uns Erdbürger mit jenen unermesslich weit entfernten Himmelskörpern, wie das Licht, das sie uns zusenden, und unsere Wahl ist demnach nichts weniger als zweifelhaft. Es scheint mir aber, als ob man bisher diesem für uns so hochwichtigen Umstand nur eine geringe

Aufmerksamkeit geschenkt hätte; denn Alles, was mir in dieser Beziehung bekannt geworden, beschränkt sich bloss auf den bekannten schönen Gedanken Savary's und auf die von Frauenhofer verschieden befundenen Farbenspectra der Fixsterne; die Zeit aber, so hoffe ich mit Zuversicht, ist wohl nicht mehr ferne, wo sich derartige Untersuchungen häufen und durch unsere hervorragendsten Geister zu einem wissenschaftlichen Ganzen, zu einer optischen Astronomie gestalten werden. Zum Aufbau dieses Gebäudes einiges vielleicht nicht ganz werthloses Materiale herbeizuschaffen, ist der Zweck der gegenwärtigen, der vorhergehenden und mehrerer folgender Abhandlungen. Von diesem Gesichtspuncte aus betrachtet, dürften demnach genannte Versuche auf eine nachsichtige Beurtheilung, wie mich deucht, einigen Anspruch haben.

§. 2.

Die in der unmittelbar vorhergehenden Abhandlung in Vorschlag gebrachte Methode, die scheinbaren Durchmesser der Fixsterne in Bogenmass zu bestimmen, stützt sich auf zwei Bedingungen, von deren Stattfinden ihre Ausführbarkeit und ihre Anwendung abhängt. Die erste derselben besteht in der Voraussetzung, dass die verschiedene Lichtintensität der Fixsterne nicht sowohl in einer objectiven Verschiedenheit ihrer Leuchtkraft als vielmehr zumeist und der Hauptsache nach in dem combinirten Umstande ihren Grund habe, dass sie an sich von ungleicher absoluter Grösse sind und von uns in höchst verschiedenen Entfernungen gesehen werden. Ich gestehe wiederholt, dass mir diese Annahme eine höchst wahrscheinliche und zulässige zu sein dünkt. Die zweite Bedingung besteht in der, der neuern Lichtlehre entnommenen Voraussetzung, dass die Lichtfortpflanzung im freien ungebundenen Äther des Weltraums durchaus keinerlei Schwächung erleide. Dass mir diese Voraussetzung nicht in völliger Strenge zu gelten scheint, habe ich selbst schon (§. 1 der vor. Abh.) eingestanden. So viel ist indess gewiss, dass eine solche Schwächung des Äthers als vorhanden vorausgesetzt, sämmtliche nach der von mir angegebenen Methode gefundenen scheinbaren Durchmesser der Fixsterne, d. i. sämmtliche σ , da sie lediglich aus den beziehungsweise Intensitäten erschlossen wurden, als mehr oder weniger zu klein sich herausstellen müssten, und diess zwar nach Massgabe ihrer Entfernungen von uns. Bezeichnen wir die eigentlichen *) scheinbaren Durchmesser oder Gesichtswinkel durch ψ , und nehmen wir an, dass bei einem der näheren Fixsterne, dessen Entfernung von uns bereits bekannt ist, und die wir sofort auch als Einheit zur Bestimmung der Entfernungen der übrigen Fixsterne zu Grunde legen, die Lichtabsorption μ sei, in dem Sinne nämlich, dass von einer der Einheit gleichen Menge von Lichtstrahlen μ auf dem Wege von jenem Sterne bis zu uns verloren gehen: so ist klar, dass diejenige Menge von Lichtstrahlen, die bei einer λ -fachen

*) Unter dem eigentlichen scheinbaren Durchmesser eines Sterns soll hier nicht der aus der Lichtintensität erschlossene, sondern der wahre geometrische Gesichtswinkel, unter dem wir ihn bei schärferem Gesichtssinn sehen würden, verstanden werden.

Entfernung noch übrig bleiben $(\iota - \mu)$, sein wird. Wir haben also, die obige Bedeutung der Grösse φ und ψ beibehaltend, die Gleichung:

$$(1.); (1 - \mu)^\lambda \psi = \varphi; \text{ und hieraus:}$$

$$(2.); \lambda = \frac{\log. \varphi - \log. \psi}{\log. (\iota - \mu)}; -$$

Für $\lambda = 1$, ist $(\iota - \mu) = \frac{\varphi}{\psi}$, d. h. man findet die Absorptions-Constante $(\iota - \mu)$, wenn man für jenen Stern, dessen bekannte Entfernung man als Einheit bei der Bestimmung der Entfernungen der übrigen zu Grunde legt, sowohl nach dem früheren Verfahren der Winkel ψ , als auch nach einer davon abweichenden Methode, die sogleich weiter beschrieben werden soll, den eigentlichen Gesichts-Winkel ψ bestimmt, und jenen durch diesen dividirt. — Ist aber einmal $(\iota - \mu)$ bestimmt, so findet man für alle übrigen Fixsterne, deren entsprechende Werthe von φ und ψ bereits gefunden, nach Formel (2) ihre wahre Entfernung λ von uns, und mittelst dieser, oder auch unmittelbar nach Formel:

$$(3.) D = \lambda \text{ arc. } \psi. = \left(\frac{\log. \varphi - \log. \psi}{\log. (\iota - \mu)} \right) \text{ arc. } \psi; \text{ ihre wirklichen Durchmesser.}$$

Und so wäre denn also die schwächende Kraft des Äthers das Mittel, und die Entfernung eines der näheren Fixsterne von uns die Einheit für die Bestimmung der Entfernungen der anderen geworden. Ist daher die Aussicht zu einer von der Lichtintensität der Sterne ganz und gar unabhängigen Bestimmungsmethode der eigentlichen scheinbaren Durchmesser der Fixsterne nur nicht eine geradezu hoffungslose, und gestattet sie ihrer Natur nach eine durch häufige Wiederholung erzielte Approximation an die Wahrheit: dann möchten die hier niedergelegten Ideen wohl keinen ganz unwesentlichen Beitrag zu einer neu zu begründenden Fixsternkunde liefern. — Was aber die so eben ausgesprochene Bedingung anbelangt, so beeile ich mich vor anderen einzugestehen, dass das, was ich diessfalls gegenwärtig zu bieten vermag, noch Schwierigkeiten mancherlei Art ausgesetzt sein dürfte, und vielleicht selbst einen erst noch zu machenden Fortschritt in Kunst und Wissenschaft abwarten müsse.

§. 3.

Man ist insgemein gewohnt, dem menschlichen Auge einen sehr hohen Grad von Vollkommenheit, unserm Gesichtssinn eine bewunderungswürdige Schärfe und Präcision zu vindiciren, und es mag wohl sein, dass sich diess in gewisser Beziehung rechtfertigen und selbst wissenschaftlich begründen lässt. Aber der Hauptsache nach und in jeder Beziehung gilt diess gewiss nicht, — und was wird man wohl dazu sagen, wenn ich zu behaupten wage, dass die Empfindlichkeit unserer Retina für schwaches Licht, so wie ihr Vermögen, Verschiedenes noch als solches zur Wahrnehmung zu bringen (d. i. die Scharfsichtigkeit unseres Auges) und im Bewusstsein als Verschiedenes erkennen zu lassen, von einer prä-

parirten silberplattirten Platte (den jodirten Daguerreotypplatten) schon bei dem gegenwärtigen Zustande dieser Erfindung viele tausend Mal übertroffen werde? Die Richtigkeit des ersten Theils dieser Behauptung leuchtet schon aus den Erscheinungen des sogenannten unsichtbaren Lichts (nach Mosers schöner Entdeckung) ein; die Wahrheit meiner zweiten ergibt sich aus Folgenden. — Physiologische Untersuchungen haben nämlich gezeigt, dass Objecte die uns unter einem Gesichtswinkel von weniger als $50''$ — $40''$ erscheinen, nicht mehr als ausgedehnt, sondern als formlose einfache Punkte von uns gesehen werden. Von der andern Seite haben mikroskopische Messungen der ausgezeichnetsten Physiologen und Anatomen (Müller, Weber u. A.) auf eine unzweifelhafte Weise dargethan, dass der Durchmesser einer Nerven-Papille der Retina nur etwa $\frac{1}{8400}$ bis $\frac{1}{8000}$ eines Pariser Zolls betrage. Indem ich nun berechnete, wie gross der einem Winkel von $50''$ — $40''$ entsprechende Bogen auf der Retina sein müsse, fand ich, dass er genau mit diesem, von den Anatomen angegebenen Durchmesser einer Papille zusammenfalle, woraus ich denn den Schluss ziehen konnte, dass wir einen Gegenstand nur als einen einfachen Punkt wahrnehmen, so oft sein Bild nur auf eine einzige Nervenpapille fällt, und dass folglich das Zustandekommen einer räumlichen Vorstellung im Bewusstsein nothwendig eine Zuleitung durch wenigstens zwei gesonderte, für das Nervenfluidum isolirte Nervenfasern erheische. — Soll diese Ausdehnung noch überdiess mit solcher Bestimmtheit hervortreten, dass ein Messen derselben möglich ist, so ist klar, dass man wenigstens Anfangs- und Endpunkt für sich muss erkennen können, also einem solchen Objecte wenigstens eine Ausdehnung von $100''$ — $80''$ diesfalls zukommen muss. — Nun aber haben mikroskopische Untersuchungen bei Daguerre'schen Bildern gezeigt, dass die Quecksilberkügelchen auf diesen Platten von einer so ungemeynen Feinheit sind, dass die grössern derselben erst bei einer etwa 200maligen Vergrösserung sichtbar zu werden beginnen, und für die kleinsten derselben scheint noch keine untere Grenze gefunden worden zu sein. Es ergibt sich demnach schon hieraus, dass auf einem Raume der Daguerreotypplatte von der Grösse einer Papille noch beträchtlich mehr als 40,000 solcher kleiner aus den Quecksilberdämpfen condensirter Kügelchen, und somit eine eben so grosse Anzahl von einander noch wohl unterscheidbarer Gegenstände sich abzubilden vermögen, die, fielen sie auf die Retina des Auges, nur die Empfindung eines einzigen untheilbaren Lichtpunctes im Sensorium erzeugen würden. Ich glaube also wohl nicht mit Unrecht zu behaupten, dass unser Auge an Empfindlichkeit der Daguerre'schen Platte um mehr als das 40,000fache nachstehe. — Durch eine blossе Substituierung einer derartigen Platte für die Retina des Auges werden wir also an sich schon für gewisse Zwecke eine weit mehr als 200fache Genauigkeit bei Bestimmung von linearen Dimensionen erlangen können, und diess zwar, was wohl zu berücksichtigen ist, im Minimo und bei dem gegenwärtigen Stand der rasch vorwärts schreitenden Daguerre'schen Kunst.

§. 4.

Es lässt sich leicht begreifen, warum man bisher mit Hilfe von Fernröhren, selbst der grössten Art, auch wenn sie von allen Fehlern und den nun einmal absolut unvermeid-

lichen Abweichungen völlig frei wären, gleichwohl noch immer nicht die Fixsterne als ausgedehnte Scheibchen sehen konnte. Frauenhofer's Refractoren der grössten Art von 110'' Brennweite des Objectivs bei 78 Linien Appertur vertragen gleichwohl nur eine astronomische Vergrösserung von 470, wovon nur etwa die 34fache dem Oculare, der übrige Antheil dagegen dem Objective zugehört. — Nach Herschel d. ä. Meinung dürfte jedoch der scheinbare Durchmesser selbst des grössten Fixsterns kaum $\frac{1}{10}$ Secunde erreichen, und es scheint, dass auch die meisten neueren Astronomen dieser Ansicht beipflichten. Ein Stern von diesem scheinbaren Durchmesser würde demnach durch einen Refractor von oben erwähnter Beschaffenheit angesehen uns erst unter einem Gesichtswinkel von 47'' erscheinen, und somit im Hinblicke auf die oben als nothwendig nachgewiesenen 100 Secunden selbst dann noch für einen Messungsversuch als viel zu klein sich erweisen, wenn sich Fernröhre von doppelter Vergrösserungskraft bei gleich guter übriger Beschaffenheit aufbringen liessen. Allein eine sehr bedeutende Vervollkommnung dieser Instrumente steht leider nach dem jetzigen Standpunct der praktischen Optik und nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen durchaus nicht zu erwarten, wie ich diess an einem andern Orte *) umständlich nachgewiesen zu haben glaube. — Anders dagegen verhält sich diess mit einem, für menschliche Bedürfnisse und für die Wissenschaften noch ungleich wichtigeren optischen Apparate, nämlich mit dem Mikroskope. Ich habe am erwähnten Orte gezeigt, dass eine sehr bedeutende Vervollkommnung dieser Instrumente in Aussicht stehe, durch Mittel, die für die gegenwärtige praktische Optik noch recht wohl erschwinglich sind. Auch habe ich daselbst Betrachtungen niedergelegt, die, wie ich mit Zuversicht hoffe, früher oder später sich einiger Beachtung zu erfreuen haben dürften. — Nach allem diesem scheint demnach kaum mehr bezweifelt werden zu können, dass man für sehr viele wissenschaftliche Zwecke mit dem grössten Vortheile sich statt des Fernrohres vielmehr des Mikroskops, angewendet auf die mittelst zweckmässig präparirter Daguerreotypplatten verkörperten Objectivbilder, wird bedienen können.

In Hinsicht auf unser gegenwärtig zur Sprache gebrachtes Problem schlage ich daher Folgendes vor: Genau an der Stelle, wo von einem möglichst vollkommenen Objectivglase eines Fernrohres von bedeutender Länge das Bild eines cölestischen Gegenstandes entsteht, werde eine Vorrichtung angebracht, mittelst welcher sich eine jodirte, jodbromürte oder wie sonst immer zu diesem Zwecke präparirte Silberplatte einschieben lässt. Da der Ort der Bilder für alle himmlischen Objecte derselbe bleibt, so kann man die hier nöthige, möglichst scharfe Einstellung bei einer constanten Dicke der Platte ein für allemal durch Versuche auf das Genaueste ermitteln, und bei den folgenden Versuchen beibehalten. — Man sieht leicht ein, wie man auf diesem Wege sich nach und nach Daguerre'sche Copien der sämmtlichen Fixsterne, selbst der kleinsten, werde verschaffen können, soferne die

*) Über eine wesentliche Verbesserung der katoptrischen Mikroskope von Chr. Doppler. Prag, Borrosch & André, 1845. Seite 31 — 36.

Empfindlichkeit der Platte für das Licht gross genug ist *). Aber eben in dieser Beziehung ist die Daguerre'sche Kunst in einem raschen Fortschritt begriffen. Auch darf man hiebei nicht übersehen, dass die von einem 10 — 12zölligen Objectivglase erzeugten physischen Bilder der Fixsterne wohl eine mehr als 10000fache Lichtstärke besitzen, als sie, unmittelbar durch das unbewaffnete Auge betrachtet, haben. — Diese mit Quecksilberdämpfen behandelten und lavirten Platten sehe man nun mittelst eines guten Mikroskops an, und da diese Bilder bei einem hier vorausgesetzten Objectivglase von 110 Zoll Focallänge bereits schon eine nahe 14malige Vergrösserung erfahren haben: so werden sie bei einer nochmaligen 1200fachen Vergrösserung durch das Mikroskop unter einem mehr als 16800fachen Gesichtswinkel erscheinen. Gesetzt also, der Durchmesser eines solchen Fixsterns betrüge nur $\frac{1}{100}$ einer Secunde, so erschiene er uns gleichwohl schon unter einem Gesichtswinkel von 168 Sekunden, welches für eine genaue Messung sicher schon hinreicht. Ich schweige davon, dass solche fixirte Bilder der Fixsterne der Daguerre'schen Behandlung neuerdings unterworfen, bei einer gehörigen Anordnung abermals bedeutend vergrösserte Copien liefern können, u. s. w.

§. 5.

Der am Schlusse des vorigen Paragraphs gemachte Vorschlag bedarf, soll er nicht von Vorneherein den ihn treffenden Einwürfen erliegen, einer noch mehrseitigen Beleuchtung und Würdigung, als ihm oben füglich zu Theil werden konnte. Zwar darf man es durchaus nicht übersehen, dass hiebei allerdings weniger der gegenwärtige als der in naher Zukunft in Aussicht stehende und somit vollkommener Zustand der Daguerre'schen Kunst ins Auge gefasst wurde, und dass ein Gleiches auch bezüglich der Mikroskope gehofft werden könne. Dennoch glaube ich ein besonderes Gewicht auf den Umstand legen zu müssen, dass nach diesem meinem Vorschlage die Objectivbilder noch vor ihrer weiteren Vergrösserung verkörpert oder fixirt und sodann erst einer nochmaligen Vergrösserung unterworfen werden. Denn eben hierin scheint mir eine sehr bedeutende Garantie für das Gelingen dieses Unternehmens zu liegen.

Erstlich kann man auf diese Objecte die ganze, unter günstigen Umständen auf 1200 und darüber steigende Vergrösserungskraft der Mikroskope anwenden, statt sich, wie bei Fernröhren, selbst der grössten Art, mit einer höchstens 34fachen Ocularvergrösserung begnügen zu müssen. Sodann gestatten diese Objectivbilder eine künstlich verstärkte Beleuchtung, die den physischen Bildern im Fernrohre fehlt, und zwar da die Quecksilberkügelchen ein hohes Reflexionsvermögen besitzen, eine sehr bedeutende und ergiebige. — Dass die auf diesem Wege erhaltenen Durchmesser der Sterne von der Intensität völlig unabhängig nur

*) Schon Arago hat bekanntlich bei Gelegenheit seiner Berichterstattung der Daguerre'schen Erfindung in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vom 19. August 1839 ausdrücklich die zuversichtliche Erwartung ausgesprochen, dass auch die Astronomie durch Fixirung der Bilder des Mondes und der Sterne von dieser schönen Erfindung ehestens bedeutenden Nutzen ziehen werde.

die eigentlichen Gesichtswinkel derselben darstellen, scheint mir zweifellos zu sein, da eine grössere Intensität wohl zwar das Anhängen von grösseren und dichter zusammengedrängten Quecksilberkügelchen bedingt, keineswegs aber die Ausdehnung derselben vermehrt, es wäre denn, dass auch auf der Daguerre'schen Platte, so wie auf der Retina des Auges eine Art von Irradiation statthätte, was eben nicht sehr wahrscheinlich ist, und worüber die Erfahrung bisher noch nichts gelehrt hat.

Allein noch ein Bedenken, welches man gegen die Anwendbarkeit dieser Methode füglich erheben konnte, muss ich beseitigen. Es betrifft den Umstand, dass die vom Objective erzeugten Bilder der Sterne bei ruhendem Fernrohre in einer so merklichen Bewegung begriffen sind, dass diese selbst für den kurzen Zeitraum, während dessen sie auf die jodirte Platte nothwendig einwirken müssen, d. i. während etwa einer Secunde nicht ohne Einfluss sein kann. Zwar stellt zu erwarten, dass diese Zeitdauer in der Folge noch bedeutend wird verkürzt werden. Auch könnte man nöthigenfalls durch ein Uhrwerk dem Fernrohre eine Bewegung in demselben Sinne ertheilen, wie diess beim Heliostaten, dem Gauss'schen Heliotropen und vielen parallactisch aufgestellten Refractoren bereits wirklich auch geschieht. Allein es däucht mir, als ob diess nicht einmal nothwendig wäre, da die Wirkung von jenem Fortrücken bloss darin bestehen kann, dass sämmtliche Bilder der Sterne und zwar alle nach einer und derselben Richtung in die Länge verzogen erscheinen müssen. Die gemessene Breite einer solchen Lichtlinie entspricht daher dem Durchmesser des beziehungsweise Sterns.

§. 6.

Indem ich es in dem vorangehenden Paragraphen unternahm, dem wissenschaftlichen Publicum eine Methode vorzuschlagen, die scheinbaren Durchmesser der Fixsterne unabhängig von ihrer Intensität und somit auch unabhängig von einer allenfallsigen Schwächung, welche ihr Licht vielleicht zu erleiden hat, zu bestimmen, woraus sich sofort ein sicherer Schluss auf ihre wirklichen Entfernungen und wirklichen Durchmesser ziehen lässt, — kenne ich gar wohl die Schwierigkeiten, die sich einer bereitwilligen und baldigen Aufnahme dieser neuen Messungsmethode vielleicht entgegenstellen dürften. Denn selbst in der Physik ist es noch immer ein gewagter Versuch, lange bestehende Meinungen und zum Theile eingewurzelte Vorurtheile zu bekämpfen und aufzuräumen. Im vorliegenden Falle ist die Gefahr, dass dieser Gedanke unbeachtet zur Seite gelegt werde, eine um so grössere, als ich es sicherheitshalber gerathen fand, rücksichtlich zweier Zweige der praktischen Optik, der Mikroskopie nämlich und der Daguerreotypie gewissermassen eine Appellation von ihrem gegenwärtigen minder vollkommenen Zustande auf einen in naher Zukunft unausbleiblich vollkommeneren eintreten zu lassen. — Möchte dieser Umstand jedoch Freunde und Kenner der optischen und astronomischen Wissenschaften nicht abhalten, auch jetzt schon zu versuchen, in welchem Grade sich die Anwendbarkeit dieser Methode durch die Erfahrung bestätigen werde.

Methode,

die Geschwindigkeit, mit der die Lichtmolekel bei der Wahrnehmung der Fixsterne am Orte des Beobachters schwingen, zu bestimmen.

§. 1.

Wenn ein selbstleuchtendes oder beleuchtetes Object einen Lichtstrahl in das Auge eines in Bewegung begriffenen Beobachters sendet, und es kömmt die Geschwindigkeit, mit der die unmittelbar das Auge berührenden Äthermolekel schwingen, auch nur in einigen Vergleich mit jener, mit der sich der Beobachter bewegt: so kann diese Bewegung in keinem Falle ohne bemerkbaren Einfluss auf die subjective Intensität des Lichtstrahls sein, wodurch uns eben jener Gegenstand sichtbar wird. Sie wird sich ändern, wenn die Geschwindigkeit des Beobachters sich ändert, insbesondere wenn das zweitemal die Bewegung im entgegengesetzten Sinne erfolgt. Ist überdiess die Entfernung des Beobachters vom Objecte in beiden Fällen dieselbe, oder kann sie wenigstens in beiden Fällen der unverhältnissmässigen Entfernung des letztern wegen für gleich erachtet werden, so ändert sich auch der Gesichtswinkel, unter welchem uns das Object (z. B. ein Fixstern) erscheint, nicht merklich, und das Ergebniss einer beobachteten Intensitätsänderung erscheint somit als eine reine Wirkung der Bewegung des Beobachters. Man wird also, wenn die Geschwindigkeit, mit der sich der Beobachter in zwei verschiedenen Fällen bewegt, bekannt ist, aus der beobachteten Intensitätsveränderung des Lichtes mit Sicherheit auf die Geschwindigkeit der Molecularbewegung der schwingenden Äthertheilchen einen Schluss ziehen können.

Um hiefür den nöthigen analytischen Ausdruck zu finden, sei in übereinstimmender Bezeichnung mit dem Früheren wieder D der Durchmesser des Objects, L dessen Entfernung vom Beobachter, und somit $\frac{D}{L} = \varphi$ der scheinbare Gesichtswinkel, der auch hier wieder kleiner als 40 Secunden angenommen wtrd; — p sei die Ocularappertur des in der ersten Abhandlung beschriebenen Instruments, — ferner sei v die Geschwindigkeit, mit welcher die das Auge berührenden Äthermolekel an dem Orte ihrer anfänglichen Ruhe-

lage schwingen; — b und b' die beziehungsweise Geschwindigkeiten des Beobachters: so ist offenbar, wenn J und J' die beobachteten subjectiven Intensitäten bezeichnen,

$$J = (v'' + b)^2 p^2 \sigma \mu \varrho^2, \text{ und } J' = (v'' + b')^2 p'^2 \sigma \mu \varrho^2.$$

Man nehme nun an, dass man das zweitemal p in p' übergehen lassen müsse, damit $J = J'$ wird, d. h. damit uns in beiden Fällen das Object (der Stern) gleich hell erscheint: so hat man die Gleichung:

$$(v'' + b)^2 \varrho^2 \sigma \mu p^2 = (v'' + b')^2 \varrho^2 \sigma \mu p'^2, \text{ woraus sofort,}$$

$$(v'' + b) p = (v'' + b') p'; \text{ und hieraus}$$

$$(1.) v'' = \frac{b' p' - b p}{p - p'}; \text{ sich ergibt.}$$

Die beiden wichtigsten speciellen Fälle dieser ganz allgemeinen Formel sind:

$\alpha)$ Wenn der Beobachter das einmal in Ruhe ist, oder sich bloss in einer Richtung bewegt, die auf der Richtung des Lichtstrahls senkrecht steht, mithin ohne Einfluss ist. Hier ist $b = c$ zu setzen, somit

$$(2.) v'' = \frac{b' p'}{p - p'}; \text{ und}$$

$\beta)$ wenn die Bewegung das zweitemal der ersten gleich und entgegen gesetzt ist, d. h. wenn $b = -b'$, wodurch

$$(3.) v'' = b \left(\frac{p + p'}{p - p'} \right) \text{ erhalten wird.}$$

Für die beziehungsweise Intensitäten hätte man daher, wenn diess Object mit derselben Ocularöffnung p angesehen wird, nach dem früheren, beziehungsweise

$$J = \left((b - b') \frac{p'}{p - p'} \right)^2 p^2 \varrho \sigma \mu \text{ und}$$

$$J' = \left((b - b') \frac{p}{p - p'} \right)^2 p'^2 \varrho \sigma \mu; \text{ und daher:}$$

$J : J' = p'^2 : p^2$, d. h. die Intensitäten verhalten sich diessfalls umgekehrt wie die Quadrate der Ocular-Apperturen.

Diese Formeln bieten nun die Möglichkeit dar, die Geschwindigkeit zu bestimmen, mit der ein Äthermolekel im Lichtstrahle irgend eines Fixsternes am Orte des Beobachters schwingt. Die Methode selbst gestattet eine unendliche Wiederholung und hiedurch eine angenäherte Bestimmung durch sogenannte Mittelzahlen. Die Anwendbarkeit dieser Theorie hängt also bloss von dem Umstande ab, ob die Geschwindigkeits-Unterschiede der Bewegung unserer Erde, d. i. etwa 9 Meilen die Secunde, in einigen Vergleich kömmt mit der Geschwindigkeit, mit der die Äthermolekel am Auge eines Beobachters schwingen. Ist diess der Fall, so muss sich der Einfluss der Bewegung unserer Erde bei der Beobachtung der Fixsterne durch eine scheinbare Intensitätsänderung bemerklich machen, wie ich diess bei einer andern Gelegenheit umständlicher dargethan habe *).

* Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne. Prag 1842, in Commission bei Borsch & André.

§. 2.

Es könnte im ersten Augenblicke scheinen, als ob die oben dargelegte Methode bloss in dem Falle eine nützliche Anwendung zu erwarten hätte, wenn longitudinale Ätherschwingungen, nicht aber auch wenn laterale vorausgesetzt würden, welche letztere doch die neuere Undulationslehre anzunehmen erheischt. Allein diess ist keineswegs der Fall. Alle obigen Formeln gelten gleich strenge für die eine wie für die andere Voraussetzung, nur dass die gleichen Erfolge, dann begreiflicher Weise gerade unter entgegengesetzten Verhältnissen eintreten. Aber eben dieser bemerkenswerthe Umstand lässt die hier vorgetragene Theorie als ein treffliches Mittel erscheinen, eine definitive Entscheidung für die Richtigkeit der einen oder andern dieser Hypothesen *a posteriori* herbeizuführen, wie sogleich gezeigt werden soll.

1. Anwendung. Es sei Fig. 3. *S* einer der schwach sichtbaren Fixsterne, etwa ein sogenannter teleskopischer, *O* die Sonne, *EE'E'E''''* unsere Erdbahn und *E, E', E', E''''* unsere Erde selbst in ihren vier Hauptstellungen gegen den Stern *S*. — Auf ihr befinde sich der Beobachter *A*. — Hat die Bewegung unserer Erde überhaupt einen auch noch so geringen, aber doch noch wahrnehmbaren Einfluss auf die Intensität des Lichtes, mit der uns jener Stern erscheint, d. h. zeigt sich eine solche Intensitätsveränderung während einer Revolution unserer Erde (und diess ist begreiflicher Weise um so gewisser zu erwarten, je schwächer und dem Erlöschen näher das Licht des Sternes ist), so muss diese Veränderung nothwendig darin bestehen, dass

- a) bei vorausgesetzten longitudinalen Ätherschwingungen jener Stern in der Quadratur *E*, wo die Erde sich gegen den Stern zu bewegt, am hellsten, in der zweiten Quadratur *E''* am schwächsten uns erscheint, in der Conjunction und Opposition dagegen einen mittleren, unter sich gleichen Beleuchtungsgrad zeigt; — dagegen
- β) bei vorausgesetzten lateralen Ätherschwingungen wird derselbe gerade in der Conjunction und Opposition *E'* und *E''''* die stärksten und zwei unter sich gleiche Lichtintensitäten zeigen, in den Quadraturen *E* und *E''* hingegen wieder zwei unter sich gleiche, jedoch bedeutend schwächere darbieten.

Es liesse sich demnach, wie man sieht, auf rein experimentellem Wege eine bestimmte Entscheidung rücksichtlich dieser beiden Hypothesen herbeiführen. — Es wäre diess gewiss keine nutzlose und uninteressante Anwendung der oben aufgestellten Theorie!

2. Anwendung. Ferner könnte man die eben gefundene Schwingungsgeschwindigkeit der verschiedenen Sterne auch noch dazu anwenden, um zu ermitteln, ob ein schwächerer Einfluss des Äthers im Weltraume besteht oder nicht. Da nämlich nach dem Früheren: $v'' = \frac{v \cdot D}{L} = v \cdot \varphi$ und somit $v = \frac{v''}{\varphi}$ gefunden wird, so hatte man nur sämtliche gefundene Werthe von v'' durch die gleichfalls nach einer bereits besprochenen Methode gefundenen Werthe von φ zu dividiren. Ergibt sich hiebei für jeden Stern derselbe Quotient, so wäre diess ein sicheres Zeichen, dass jener schwächende Einfluss entweder gar nicht bestehe, oder doch gleich Null zu achten sei.

3. Anwendung. Dort, wo *D* und *L*, oder auch nur φ bekannt sind, (wie z. B.

bei unsrer Sonne und den Planeten), kann man mittelst dieser Werthe und dem Werthe von v'' , v selbst bestimmen, durch die Gleichung: $v = \frac{v''L}{D} = \frac{v''}{\varphi}$. — Da nun v die Schwingungsgeschwindigkeit eines Äthermolekels in der Entfernung 1 bedeutet, in so ferne sie veranlasst wird, durch eine gleichfalls der Flächeneinheit gleiche Wellen erzeugende oder oscillirende Fläche, v also unter dieser Voraussetzung nicht unwahrscheinlich bei allen Fixsternen einen nahezu gleichen Werth haben dürfte, so genügt es diesen für einen Fall, z. B. für unsere Sonne zu kennen, um ihn für alle übrigen Fixsterne gefunden zu haben. Trüge ich mich nicht, so dürfte diese Erwägung einen neuen Ausgangspunct für andere nicht minder wichtige Untersuchungen darbieten.

4. Anwendung. Gesetzt man hätte gefunden, dass die Geschwindigkeit, mit der ein Äthermolek eines farbigen Lichtstrahls, z. B. des grünen (von 600 Billionen Schwingungen die Secunde) schwingt, 200 Meilen die Secunde betrüge, gegen welche die Geschwindigkeitsdifferenz der Bewegung unserer Erde von nahe 9 Meilen immerhin nicht unerheblich wäre, so liesse sich hieraus und mittels der bekannten Formeln für die ganze Amplitude näherungsweise die Grösse der Excursion des Äthermolekels berechnen. Man fände unter diesen Voraussetzungen den beiläufigen Werth von nicht weniger als dem 60 millionten Theil einer Linie.

§. 3.

Um unsere gegenwärtigen Untersuchungen nicht unvollständig zu lassen, müssen wir noch einen sehr wichtigen Fall in Betracht ziehen. Da wir nämlich am Eingange dieser Abhandlung den Fall, wo die Lichtquelle in Ruhe, der Beobachter dagegen sich in Bewegung befindet, in Betracht zogen, so möge gegenwärtig noch der Einfluss auf die Lichtintensität eines Sternes untersucht werden, der selbst in Bewegung begriffen ist, während man den Beobachter als ruhend voraussetzt. Es bewege sich demnach, Fig. 4, eine Lichtquelle Q , z. B. ein Fixstern zu zwei verschiedenen Zeiten mit den beziehungsweisen Geschwindigkeiten a und a' und die durch den Einfluss dieser Bewegung veränderten Lichtintensitäten sollen von einem Beobachter in A wahrgenommen und mittels des früher beschriebenen Photometers gemessen worden sein. Um ihn mit gleicher Intensität zu sehen, seien die beziehungsweisen Ocular-Apperturen p und p' erforderlich. Die Ermittlung von p und p' erscheint als leicht ausführbar durch eine Vergleichung mit einem andern Stern P .

Aus dem Früheren aber ist einleuchtend, dass wegen $v'' = \frac{vD}{L}$, die absolute Schwingungsgeschwindigkeit in der Entfernung $L = 1$, offenbar: vD , bei bewegten Q dagegen beziehungsweise $(vD + a)$ und $(vD + a')$ ist, — in der Entfernung L aber nothwendig $\left(\frac{vD + a}{L}\right)$ und $\left(\frac{vD + a'}{L}\right)$ beträgt, woraus folgt, dass:

$$J = \left(\frac{vD + a}{L}\right)^2 \mu p^2 \sigma \text{ und } J = \left(\frac{vD + a'}{L}\right)^2 p' \mu \sigma, \text{ oder auch}$$

646 C. Doppler, *Methode, die Schwingungsgeschwindigkeit der Lichtmolckel zu bestimmen.*

$$J = \left(v'' + \frac{a}{L} \right)^2 \mu p^2 \sigma \text{ und } J' = \left(v'' + \frac{a'}{L} \right)^2 p^2 \mu \sigma.$$

Damit $J = J'$ werde, habe p im zweiten Falle in p' überzugehen, wodurch man sofort erhält:

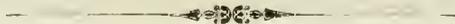
$$\left(v'' + \frac{a}{L} \right) p = \left(v'' + \frac{a'}{L} \right) p'; \text{ woraus}$$

$$(1.) \quad L = \frac{a'p' - ap}{(p - p') v''};$$

Da sich nun in sehr vielen Fällen v'' (nach §. 1) bestimmen lässt: so ersieht man, dass hiedurch auch die Entfernung L des Fixsterns bestimmt wird. Da aber im Früheren überdiess auch noch gezeigt wurde, wie sich auch der betreffende Werth von q ermitteln lässt, so wäre hiedurch auch die absolute Grösse des Durchmessers durch nachfolgende Formel gefunden,

$$(2.) \quad D = \left(\frac{a'p' - ap}{(p - p') v''} \right) q. \text{ —}$$

Diess ist ein von dem Früheren wesentlich verschiedener Weg, die absoluten Entfernungen und die absoluten Durchmesser der Fixsterne zu bestimmen. Durch Gegenüberstellung der nach dieser und der früheren Methode gefundenen Werthe können wir nicht nur zu einer definitiven Entscheidung der Frage von dem Vorhandensein einer Lichtschwächung durch den Äther gelangen, sondern die zuletzt angegebene Methode verhilft uns selbst dann noch zu einer bestimmten Messungsmethode der absoluten Entfernungen und Durchmesser der Fixsterne, wenn die diessfallsige frühere Methode wegen des Nichtvorhandenseins einer Lichtschwächung als unzulässig sollte befunden werden.



g

Fig. 1.

g'



Fig. 2.

h g g' h'

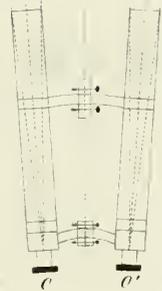


Fig. 3.

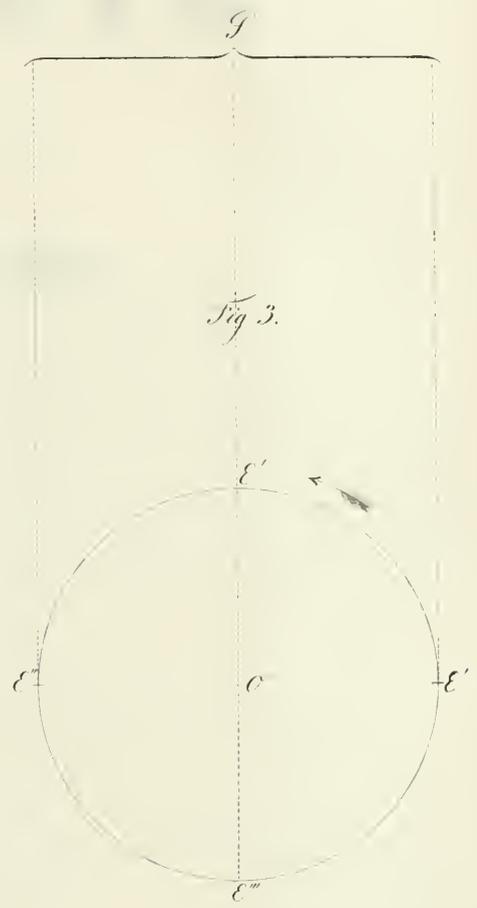


Fig. 4.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der königl.- böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften](#)

Jahr/Year: 1847

Band/Volume: [5_4](#)

Autor(en)/Author(s): Doppler Christian Andreas

Artikel/Article: [Beiträge zur Fixsternkunde. 621-646](#)