universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Encyklopaedie der Naturwissenschaften

Optik

Winkelmann, Adolph

1894

Scintillation

urn:nbn:at:at-ubi:2-7838

über die physikalische Constitution der Atmosphäre. Astr. Nachr. 1478—1480, 1864, 1587 bis 1590, 1866.

GYLDEN, Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die astronomische Strahlenbrechung in derselben. Mémoires de l'acad. imp. des sciences de St. Petersbourg, 7. série, tome 10. 1866.

BAUERNFEIND, Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraction. Kgl. Bayer. Akad. der Wiss. II. Kl., Bd. 13. 1880; Bd. 15. 1880.

JORDAN, Ein Beitrag zur Theorie der terr. Refraction. Astr. Nachr. 2095. 1876; Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2.

HARTL, Ueber den Zusammenhang zwischen der terrestrischen Strahlenbrechung und den meteorologischen Elementen. Med. Zeitschr. Bd. 16. 1881.

HARTL, Beiträge zum Studium der terrestrischen Strahlenbrechung. Mittheilungen des k. k. militär-geogr. Institutes, Bd. 3. 1883.

HARTL, Ueber mittlere Refractionscoëfficienten. Mitth. des k. k. mil.-geogr. Inst. Bd. 4. 1884.

HELMERT, die math. und. phys. Theorien der höheren Geodäsie, Bd. 2.

Preussische Landesaufnahme 1870—1875.

HARZER, Untersuchungen über die astronomische Strahlenbrechung auf Grund der Differentialgleichungen der elastischen Lichtbewegungen in der Atmosphäre. Astr. Nachr. 2554—2556.

RADAU, Sur la Theorie des réfractions astronomiques. Bulletin astronomique, Tome 1. 1884.

TAIT, On mirage, Trans. of the Roy. soc. of Edinb. Vol. 30. 1883.

R. STRAUBEL.

Scintillation.

Blickt man an einem erhitzten Gegenstande vorbei, so zeigen die Umrisse der betrachteten Gegenstände eine zitternde Bewegung. Diese ist eine Folge der Brechungen, welche die Strahlen erfahren, indem sie die durcheinander fliessenden kalten und warmen Luftströmchen durchsetzen. Aehnliches gewahrt man an den Gegenständen, welche sich auf dem Grunde eines klaren, fliessenden Baches befinden; hier finden die Brechungen an der Wasseroberfläche statt.

Es bedarf jedoch zur Hervorbringung dieser Erscheinung einer kräftigen lokalen Wärmequelle nicht, wenn nur die Strahlen eine hinreichend grosse Wegstrecke in der freien Luft zurücklegen. So erscheinen die Conturen entfernter Gebirge durch ein Fernrohr in wellenartiger Bewegung, und ebenso die Ränder der Sonne und des Mondes. Man kann hieraus schliessen, dass jenes Durcheinanderfliessen kalter und warmer Luftströmchen ein habitueller Zustand der Atmosphäre ist.

Die Fixsterne zeigen stets mehr oder weniger die Erscheinung des Funkelns. Höher stehende Sterne zeigen rasche und unregelmässige Variationen der Helligkeit, tiefer stehende überdies ebensolche Variationen der Farbe. So verschieden diese letztere Erscheinung von der früher beschriebenen ist, so beruht sie doch genau auf derselben Ursache; die Verschiedenheit der Wirkung rührt einzig daher, dass man es im ersteren Falle mit ausgedehnten und im letzteren mit punktförmigen Lichtquellen zu thun hat.

Wenn nämlich die von einem Fixsterne kommenden ursprünglich ebenen Lichtwellenflächen durch die Atmosphäre gehen, erfahren sie daselbst durch unregelmässige Brechungen beständig kleine Verbiegungen; dies anders ausge-

drückt, es erfahren die Strahlen, welche auf den Lichtwellenflächen senkrecht stehen, kleine Ablenkungen. Die Erstreckungen der Verbiegungen der Lichtwellenflächen, längs diesen Flächen selbst gemessen, sind von der Grössenordnung eines Decimeters gefunden worden, so dass im Allgemeinen auf das Objektiv eines grösseren Instrumentes in jedem Momente mehrere concave und convexe Theile einer Lichtwellenfläche fallen. Ebenso sind die Krümmungsradien der convexen und concaven Theile der Lichtwellenflächen der Grössenordnung nach bestimmt worden. Bringt man nämlich vor das Objektiv eines Fernrohrs einen Schirm mit hinreichend kleinem, kreisförmigem Ausschnitte, so dass in jedem Momente im Allgemeinen nur ein convexer oder concaver Theil einer Lichtwellenfläche in das Fernrohr gelangt, so wird in Folge dessen das Bild des Sterns etwas gegen das Objektiv hin oder von diesem weg verschoben. Man kann nun die Amplitude dieser Verschiebungen oder Schwankungen der Bilder längs der Axe des Fernrohrs messen und hieraus die Krümmungen der einfallenden Lichtwellenflächen berechnen. So haben sich maximale Krümmungen zwischen 1817 uud 19380 *m* Radius ergeben. Die Ablenkungen der Strahlen können in jedem Momente innerhalb eines Strahlenbüschels vom Querschnitte der Pupille als nahe identisch angesehen werden, verursachen also für das freie Auge eine Zitterbewegung des Sterns. Die grössten Ablenkungen oder Amplituden der Zitterbewegung können gemessen werden und betragen im Allgemeinen mehrere Secunden. Die Abweichungen der Lichtwellenflächen von der Ebenheit ist äusserst gering: der Pfeil oder die Vertiefung einer Unebenheit, senkrecht zur Lichtwellenfläche gemessen, ist im Allgemeinen mit der Grösse einer Lichtwellenlänge vergleichbar.

Jede stärker als die Umgebung brechende Stelle der Atmosphäre wirkt ähnlich einer schwachen Sammellinse und macht die Strahlen convergent, jede schwächer brechende ähnlich einer Zerstreuungslinse und macht die Strahlen divergent. Hieraus ergeben sich bei den grossen in der Atmosphäre zu durchlaufenden Strecken sehr merkliche gegenseitige Annäherungen, Sammlungen der Strahlen und ebensolche Zerstreuungen. Ist beispielsweise der Krümmungsradius eines Theiles einer Lichwellenfläche gleich $+6000$ *m* und jener eines unmittelbar benachbarten Theiles gleich -6000 *m*, pflanzt sich die Lichtwellenfläche um 1000 *m* fort und sind J_1, J_2 die Intensitäten jener zwei Theile der Lichtwellenfläche nach der Fortpflanzung, so ergiebt sich, die Krümmungen als sphärisch vorausgesetzt, nahezu $J_1 : J_2 = 2 : 1$. Es werden sich demnach in diesem Falle auf der fortgepflanzten Wellenfläche zwei benachbarte Stellen finden, deren Intensitäten sich wie 2 : 1 verhalten. Betrachten wir also das Licht eines Fixsterns, nachdem es durch die Atmosphäre gegangen ist, so sehen wir: die Lichtwellenflächen weichen kaum merklich von der Gestalt einer Ebene ab, die Strahlen kaum merklich vom Parallelismus, allein die Lichtwellenflächen bestehen aus dicht nebeneinander liegenden helleren und dunkleren Theilen, der Querschnitt eines dicken Strahlenbündels zeigt an manchen Stellen viele, an anderen wenige Strahlendurchschnitte; diese Vertheilung der Intensitäten längs den Wellenflächen und die Verdichtungen und Verdünnungen der Strahlenbündel unterliegen überdies mit dem Zustande der Atmosphäre einem beständigen und unregelmässigen Wechsel.

Diese Schlüsse bestätigt das Experiment in jeder Weise. Schon Keppler fand das Licht eines scintillirenden Sterns, welches durch ein Fenster auf eine Wand fiel, stark undulirend. Dieselbe Erscheinung zeigt sich bei totalen Sonnenfinsternissen, während der sichtbare Theil der Sonnenscheibe nahe punktförmig

ist, und heisst alsdann das Phänomen der fliegenden Schatten. Dasselbe Phänomen ist auch wiederholt von DUFOUR bei aufgehender Sonne beobachtet worden, so lange die Sonne nahe punktförmig erschien; hierbei scintillirte der punktförmige Theil der Sonnenscheibe wie ein Stern erster Grösse. Dasselbe Phänomen kann man ferner in jeder heiteren Nacht mittelst eines Fernrohrs an jedem Fixsterne in bester Weise wahrnehmen und studiren.

Richtet man nämlich ein astronomisches Fernrohr nach einem scintillirenden Fixsterne, so sind die einfallenden Strahlen zwar untereinander merklich parallel, doch an verschiedenen Stellen des Querschnittes des einfallenden Strahlenbündels sehr verschieden dicht. Schiebt man das Ocular ein, so dass man eine Ebene zwischen Focus und Objectiv deutlich wahrnimmt, so gewahrt man ein verkleinertes und intensiveres Bild des Querschnittes des einfallenden Strahlenbündels. Das durch Einschieben oder Ausziehen des Oculars zu einer kreisförmigen Scheibe erweiterte Bild des Sterns erscheint nun nicht gleichförmig hell: verschiedene Stellen der Scheibe erscheinen in jedem Momente in unregelmässiger Weise beträchtlich ungleich hell, und die Vertheilung der Helligkeiten wechselt unregelmässig von einem Momente zum nächsten. Es gleicht die Erscheinung dem Lichtspiele der Sonnenstrahlen auf einer Wand, wenn dieselben von einer leicht bewegten Wasserfläche reflektirt worden sind. Diese Erscheinung ist zuerst beobachtet von SIMON UARIUS.

Die Pupille des menschlichen Auges ist so klein, dass das in einem gegebenen Augenblicke durch dieselbe tretende Strahlenbündel als homogen angesehen werden kann: sämmtliche Strahlen des Bündels haben in einem gegebenen Augenblicke genau dieselbe Richtung und die Dichte der Strahlen ist längs des ganzen Querschnittes des Bündels constant. Ebenso im nächsten Augenblicke: doch hat alsdann das Bündel eine etwas andere Richtung und eine von der früheren beträchtlich verschiedene Dichte. Die Winkelamplituden sind nach dem früher gesagten so gering, dass die Zitterbewegung der Fixsterne an die Grenze der Wahrnehmbarkeit gerückt ist. Hingegen bewirken die beträchtlichen Dichtigkeitsveränderungen des durch die Pupille gehenden Strahlenbündels ausserordentlich merkliche Helligkeitsschwankungen des Bildes des Sterns. In diesen Helligkeitsschwankungen besteht bei hochstehenden Sternen die Erscheinung der Scintillation. Die Farbenwechsel, welche bei tiefstehenden Sternen gleichzeitig auftreten, sind eine accessorische Erscheinung und haben ihren Grund in der regelmässigen atmosphärischen Strahlendispersion.

Verfolgt man nämlich das von einem Fixsterne kommende, durch die Pupille des Beobachters tretende weisse Strahlenbündel vom Beobachter aus zurück auf seinem Wege durch die Atmosphäre, so sieht man, dass die verschiedenfarbigen Bündel, aus welchen sich das weisse Bündel zusammensetzt, in Folge ungleich starker atmosphärischer Refraction sich von einander trennen und an verschiedenen Stellen der Grenze der Atmosphäre untereinander parallel austreten, das violette Bündel höher als das rothe. Nach MOSSOTTI beträgt die gegenseitige Entfernung des rothen und des violetten Strahles ausserhalb der Atmosphäre in der Nähe des Horizontes ungefähr 10 Meter, während diese Distanz im Zenith gleich Null wird. Bei niedrigem Stande des Sterns werden demnach die verschiedenartigen Bilder, aus welchen sich das weisse Bild des Sterns zusammensetzt, mehr oder weniger unabhängig von einander scintilliren müssen. Da die Scintillation in einem unregelmässigen Wechsel der Helligkeit des Sterns besteht, und da diese Helligkeitswechsel für die verschiedenen Farben, aus welchen das Licht des Sterns besteht, zeitlich nicht coincidiren, so zeigt der Stern in jedem Momente eine andre Farbe.

Die Farbenwechsel sind nicht mehr merklich, wenn der Stern eine gewisse Höhe erreicht, die verschiedenfarbigen Strahlenbündel gehen dann nicht mehr hinreichend getrennt durch die Atmosphäre, und sie gehen bei einer Höhe gleich 90° genau denselben Weg und werden vollkommen gleichmässig modificirt, d. h. der Stern kann im Zenith beträchtliche Helligkeitsschwankungen zeigen, aber keine Spur von Farbentwicklung.

Hierdurch findet auch die Thatsache ihre Erklärung, dass bei niederem Stande des Sterns das durch Einschieben des Oculars erweiterte Bild des Sterns nicht nur Helligkeits- sondern auch sehr lebhafte Farbenfluctuationen zeigt.

Wenn ausgedehnte Objecte weder Helligkeits- noch Farbenwechsel zeigen, wie die Fixsterne, so rührt dies, wie schon ARAGO erkannt hat, daher, dass die einzelnen, sehr nahe benachbarten Punkte der leuchtenden Fläche, deren Verbindungslinien mit dem Auge in der Luft nicht dieselbe Lage haben, unabhängig von einander ihren Ort, ihre Helligkeit und ihre Farbe variiren, und dass alle diese von einander unabhängigen, raschen und unregelmässigen Veränderungen im Auge, indem sich die Eindrücke vermischen, eine gleichmässige Erhellung hervorbringen. Ueber jeden Zweifel erhoben wird diese Erklärung durch die oben erwähnten Messungsresultate. Beträgt beispielsweise der Durchmesser einer planetarischen Scheibe 40″, und der in der Atmosphäre durchlaufene Weg nur 10 Meilen, so ergiebt sich schon, dass jener Durchmesser mindestens 50 völlig unabhängig von einander scintillirende Theile enthalten wird.

Man kann am Tage und mit künstlichen Lichtquellen alle Erscheinungen der Scintillation der Sterne beobachten, ja besser, als an diesen selbst, da die Lichtquellen intensiver und der Zustand der Atmosphäre günstiger sein können. Als Lichtquelle bei kleinen Distanzen ist das Sonnenbildchen eines Convexspiegels (Gartenkugel) zu verwenden, bei grossen Distanzen das Heliotropenlicht (STEINHEIL'scher Handheliotrop). Dass entfernte terrestrische Lichtpunkte scintilliren, ist zu allen Zeiten beobachtet und bemerkt worden. Um auch die Farbenerscheinungen auf terrestrischem Wege zu erhalten, welche eine Folge der verschiedenen Brechbarkeit verschiedenfarbiger Strahlen in der Atmosphäre sind, indem verschiedenfarbige Strahlenbündel verschiedene Wege zwischen Lichtquelle und Auge in der Atmosphäre beschreiben, muss man die Entfernung zwischen dem als Lichtquelle dienenden Heliotropenspiegel und dem Beobachtungsorte hinreichend gross nehmen. Ein Versuch hat gelehrt, dass die Farbenerscheinungen im Fernrohre bei eingeschobenem Oculare wahrnehmbar wurden, wenn jene Distanz $1\frac{1}{2}$ geographische Meilen überschritt. Zur Beobachtung kann ein Fernrohr von 9 *cm* Oeffnung dienen. Bei Verkürzung der Distanz konnten Scintillationserscheinungen noch bei 20 Schritt Entfernung bemerkt werden.

Beobachtet man einen scintillirenden Stern durch ein Instrument von grosser Oeffnung, so besteht das einfallende dicke Strahlenbündel aus zahlreichen dünnen Bündeln, welche sich gleichzeitig in sehr verschiedenen Dichtezuständen befinden. Hierdurch geschieht es, dass im Focus eine gleichmässige, mittlere Helligkeit wahrgenommen wird: Bei Beobachtung durch grosse Instrumente zeigen die Sterne keine Helligkeitswechsel. Aus demselben Grunde zeigen sie auch keine Farbenwechsel. Da ferner jene dünnen Bündel unabhängig von einander schwankende Bewegungen ausführen, bewegt sich der Stern scheinbar nach allen Richtungen gleichzeitig, er erscheint vergrössert. Dass die Sterne bei Beobachtung durch grosse Instrumente nicht scintilliren, hingegen vergrössert erscheinen, hat schon NEWTON beobachtet und erklärt. Diese Zerstreuungskreise sind bei grossen Instrumenten ungleich beträchtlicher, als die durch Beugung

entstehenden, und verursachen eine Verundeutlichung der Bilder, so dass die Kenntniss der Scintillationsconstante eines Ortes, d. i. die mittlere Amplitude der Zitterbewegung der Sterne in Bezug auf die Aufstellung grosser Instrumente von Wichtigkeit zu sein scheint.

Um die Scintillation besser als mit freiem Auge zu beobachten oder messend zu verfolgen, kann man dem Beobachtungsfernrohre verschiedene Einrichtungen geben und gelangt so zu Scintilloskopen oder Scintillometern. Schiebt man beispielsweise das Ocular des Fernrohres ein, so dass sich das Bild des Sternes zu einer Kreisfläche erweitert, so gewahrt man in demselben die Helligkeits- und Farbenfluctuationen, welche MARIUS zuerst beobachtet hatte. Dieses Scintilloskop gestattet die Erstreckungen der hellen und dunklen Theile der einfallenden Lichtwellenflächen wahrzunehmen, die Richtung der Bewegung der Maxima und Minima der Helligkeit, wenn eine solche ausgesprochen ist, zu erkennen, und das Vorhandensein der Scintillation an den Helligkeits- und Farbenfluctuationen zu constatiren. Es ist leicht hergestellt, bequem und sehr empfindlich. NICHOLSON versetzte das Fernrohr in zitternde Bewegung, so dass das Bild des Sterns die Gestalt einer Linie annahm. Man sieht so die verschiedenen Farben- und Helligkeitsgrade, welche der Stern in raschem Wechsel annimmt, nebeneinander. Dieses Scintilloskop wurde von MONTIGNY vervollkommnet und bei seinen zahlreichen Messungen benutzt. Arago hat ein drittes Scintillometer erfunden. Verkleinert man die Oeffnung eines Fernrohres, indem man vor dem Objective einen mit einem kreisrunden Loche versehenen Deckel anbringt, so umgiebt sich das Bild des Sterns mit einer räumlichen Beugungsfigur. Ist das Ocular auf den Focus eingestellt, so nimmt man den der Focalebene entsprechenden Querschnitt der Beugungsfigur wahr. Schiebt man das Ocular ein, so gewahrt man immer andere Querschnitte der Beugungsfigur, und das Centrum erscheint hierbei während des Einschiebens abwechselnd hell und dunkel. Giebt man dem Oculare eine bestimmte Stellung, so erscheint das Centrum entweder constant hell oder constant dunkel. Scintillirt aber der Stern, so erscheint bei fixer Stellung des Oculars das Centrum abwechelnd hell und dunkel. Die Zahl dieser Wechsel in einer bestimmten Zeit misst nach ARAGO den Grad der Scintillation. Doch ist auch hier die physikalische Bedeutung der erhaltenen Zahlen unbekannt. Die Erklärung der Erscheinung ist die folgende. Indem das von einem scintillirenden Sterne kommende, durch die kleine Oeffnung tretende Strahlenbündel durch die Einwirkung der Atmosphäre abwechselnd schwach convergent und divergent ist, erfährt das Bild des Sterns beständig kleine Verschiebungen längs der Axe des Fernrohres, und mit dem Bilde des Sterns zugleich die ganze räumliche Beugungsfigur, welche dasselbe umgiebt. Ist also das Ocular auf einen Punkt nahe der Grenze eines dunklen und hellen Theiles der Axe des Fernrohrs eingestellt, so erscheint das Centrum des wahrgenommenen Querschnittes der Beugungsfigur abwechselnd hell und dunkel.

Versieht man den Auszug eines ARAGO'schen Scintillometers mit einer Theilung, welche die Verschiebungen des Oculars messbar macht, so kann man mittelst der ARAGO'schen Erscheinung die Amplitude der Bewegungen des Beugungsbildes und damit auch die Amplitude der Bewegungen des Bildes des Sterns längs der Axe des Fernrohres messen, und hieraus die wechselnden Krümmungen der einfallenden Lichtwellenflächen berechnen. Das giebt ein viertes Scintillometer. Die Krümmungsradien zeigen sich im Allgemeinen grösser bei höher stehenden Sternen. Ein fünftes Scintillometer erhält man dadurch, dass man vor das Objectiv des Fernrohres einen spaltförmig ausgeschnittenen

Schirm bringt und das Ocular einschiebt. Das Bild des Sterns nimmt dann die lineare Gestalt an, doch verursacht die Scintillation wellenförmige Verbiegungen des linearen Bildes, welche sich mit grösserer oder geringerer Schnelligkeit fortbewegen; bei langsamer Bewegung gleicht das Bild des Sterns einer kriechenden Raupe. Zählt man in einem gegebenen Momente die vorhandenen Wellenberge und Thäler, so erhält man unter Berücksichtigung der Grösse der Objectivöffnung eine Vorstellung von der Grösse der Erstreckungen der Aus- und Einbiegungen der einfallenden Lichtwellenflächen, längs diesen Flächen selbst gemessen. Sechstens wird jedes Fernrohr mit grosser Oeffnung zu einem Scintillometer, sofern mittelst desselben der Radius des Scintillationszerstreuungskreises gemessen werden kann. MONTIGNY beobachtete zuerst die scintillirenden Sterne mittelst eines Spectroskopes. Man erhält durch dieses siebente Scintillometer ein lineares Spectrum, und kann die Veränderungen des Sternbildes für die einzelnen homogenen Farben getrennt beobachten. Später hat WOLF durch Hinzufügung einer Cylinderlinse dem Spectrum eine zweite Dimension gegeben.

Die Erscheinungen der Scintillation lassen sich leicht nachahmen. Betrachtet man entfernte Gegenstände durch eine Fensterglastafel und bewegt hierbei das Auge parallel mit dem Umrisse des betrachteten Gegenstandes, so wird man die fortschreitende Wellenbewegung wahrnehmen. Die unregelmässigen Ablenkungen der Strahlen beim Durchgange durch die Glastafel vertreten hier die in der Atmosphäre vor sich gehenden, und die relative Bewegung der Glastafel jene des Windes. Concentrirt man die vom Heliostatenspiegel kommenden Sonnenstrahlen in einem Punkte, lässt den von diesem Punkte kommenden Strahlenkegel in einer Entfernung von einigen Metern durch eine Fensterglastafel treten und in einer weiteren, eben so grossen Entfernung auf eine weisse Wand fallen, so erscheint die letztere nicht gleichmässig erhellt, sondern mit intensiv hellen und dunklen Flecken bedeckt. Bewegt man die Glastafel in der eigenen Ebene, so bewegen sich auch die Flecken. Hier hat man das Phänomen der fliegenden Schatten. Setzt man das Auge an Stelle der Wand und bewegt die Glastafel, so scintillirt, während die Lichtmaxima und -minima über das Auge des Beobachters hinwandern, der Lichtpunkt lebhaft. Beobachtet man den letzteren durch ein MARIUS'sches Scintilloskop, so nimmt man dieselben Erscheinungen wahr, wie bei einem scintillirenden Fixsterne. Richtet man ein ARAGO'sches Scintillometer nach einem nicht scintillirenden Lichtpunkte, so zeigt das letztere lebhafte Scintillation an, sobald man vor der Oeffnung desselben ein Stück Spiegelglas vorschiebt, so dass die Strahlen der Reihe nach durch verschiedene Stellen desselben treten. Bei allen diesen Versuchen erhält man farblose Scintillation, wie bei hochstehenden Sternen. Man kann aber auch alle Farbenerscheinungen welche tiefstehende scintillirende Sterne zeigen, nachahmen, wenn man ein Prisma zu Hilfe nimmt, welches die regelmässige atmosphärische Strahlendispersion ersetzt. Lässt man nämlich im verfinsterten Saale Sonnenstrahlen durch eine Sammellinse von $\frac{1}{2}$ *cm* Brennweite, und den vom Brennpunkte der Linse kommenden Strahlenkegel durch ein 60grädiges Flintglasprisma treten, so nimmt das im abgelenkten Strahlenkegel befindliche Auge des Beobachters ein kleines lineares Spectrum wahr, dessen scheinbare Grösse mit wachsender Distanz zwischen Beobachter und Prisma abnimmt. Bei ungefähr 5 *m* Distanz reducirt sich das Spectrum auf einen weissen Punkt, einen künstlichen Stern. Bringt man sodann eine Fensterglastafel nahe an dem Prisma zwischen dieses und das Auge, und bewegt dieselbe, so scintillirt der künstliche Stern in allen Farben und zeigt bei Beob-

achtung durch verschiedene Instrumente alle Erscheinungen der Farbenscintillation der Sterne.

Eine vollständige Zusammenstellung und kritisch-historische Darstellung der gesammten Literatur des Gegenstandes von ARISTOTELES bis in die Gegenwart enthält KARL EXNER's Monographie »Ueber die Scintillation«, erschienen im 23. Bande von FRANZ EXNER's Repertorium und neuerlich in Druck gelegt bei F. TEMPSKY, Wien 1891. Eine vollständige Angabe der Literatur bis zum Jahre 1880 findet man auch in der Bibliographie Générale de l'Astronomie von HOUZEAU und LANCASTER.

Wichtigere Abhandlungen: K. EXNER, Sitzber. d. k. Acad. d. Wissensch. in Wien, Bd. 2. 1881. — MONTIGNY, Mém. cour. de l'Acad. de Belg. 26. — JAMIN, Compt. rend. 67. — NEWTON, Principia, lib. 3; Optice, lib. 1, pars 1. 1719. — KEPPLER, Astronomiae pars optica und Stella nova. — ARAGO, Ueber das Funkeln der Sterne. — DUFOUR, POGG. Ann. 1853. — MOIGNO, Cosmos 2. 1851. — MONTIGNY, Bull. de l'Acad. roy. de Belg. (2) 29. 1870. — DONATI, Il nuovo cimento. 1855. — MOSSOTTI, Il nuovo cimento. 1855. — C. WOLF, Compt. rend. 66, pag. 792. — RESPIGHI, Atti dell' Acc. Pont. de nuovi Lincei 21, 22. 1868. 1869.

KARL EXNER.

Spectralanalyse.

1) Geschichte der Spectralanalyse.

NEWTON[1]) beobachtete zuerst im Jahre 1666, dass ein Lichtbündel durch ein Prisma gehend dispergirt wird, dass also auf einem Schirm ein farbiger Streif erzeugt wird, dessen eine, am wenigsten abgelenkte Seite rothes Licht enthält, während die am stärksten abgelenkte Seite blauviolett gefärbt ist. NEWTON zog daraus den richtigen Schluss, dass das weisse Licht aus verschiedenfarbigen Strahlen bestehe, und dass dieselben verschieden stark gebrochen würden; er nannte das farbige Bild ein Spectrum. WOLLASTON[2]) ersetzte die grosse runde Oeffnung, welche NEWTON meist zum Eintritt des Lichtes in das dunkle Zimmer benutzt hatte, durch einen engen Spalt, der der brechenden Kante des Prismas parallel stand; er erreichte dadurch, dass die Farben viel vollkommener getrennt wurden, und konnte daher auch zuerst, 1802, im Sonnenspectrum einige dunkle Linien bemerken. Auch beobachtete er zuerst das Spectrum einer Flamme und des elektrischen Funkens. Wesentlich förderte FRAUNHOFER[3]) die Kenntnisse; er fand zuerst die Natriumlinien im Licht verschiedener Quellen, ohne indessen ihren Ursprung zu errathen; er sah im Sonnenspectrum eine grosse Zahl dunkler Linien und lieferte eine Zeichnung des Spectrums mit 350 solcher Linien, welche von ihm ihren Namen erhalten haben. Auch das Licht der Sterne beobachtete er, fand auch dort die dunklen Linien, zum Theil andere als im Sonnenspectrum, und schloss daraus, dass die FRAUNHOFER'schen Linien der Sonne in ihr, nicht in der Erdatmosphäre ihren Ursprung haben müssten.

---

[1]) NEWTON, Opticks or a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light. London 1704.

[2]) WOLLASTON, Phil. Trans. 1802.

[3]) FRAUNHOFER, Denkschrift d. Münch. Akad. d. Wiss. auf die Jahre 1814 und 1815; SCHUMACHER's Astronomische Abhandlungen, Heft 2, pag. 46. 1823; GILBERT's Annalen 74, pag. 337. 1823.