



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik**

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

137. Die Spectra der Fixsterne und der Nebelflecken

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

Schiaparelli spricht sich über die Art, wie er sich die Bildung meteorischer Wolken denkt, welche in das Sonnensystem eingedrungen und mit der Erde zusammentreffend als Sternschnuppen erscheinen, ungefähr in folgender Weise aus: „Eine glühende Gasmasse von sehr bedeutenden Dimensionen und sphärisch abgerundeter Gestalt wird, wie wir eben gesehen haben, bei ihrer allmählichen Abkühlung und Condensation einen Fixstern bilden, welcher etwa, wie unsere Sonne, noch von einem Planetensysteme umgeben sein kann. Eine solche Gasmasse aber, von geringeren Dimensionen und unregelmässig verzweigter Form, wird an ihren hervorragenden und vom Mittelpunkte entfernten Partien eine raschere Abkühlung erfahren, wobei sich dann viele, ja unzählige isolirte kleine Concentrationskerne bilden. Tritt eine solche Concentration auf der Oberfläche ein, während der Centalkörper sich noch in Gasform befindet, so wird ein solches System, von der Sonne angezogen, einen Kometen liefern, welcher von einem Meteorstrome begleitet ist; erfolgt aber die Condensation in gleicher Weise durch die ganze Masse hindurch, so bildet sich eine kosmische Wolke, welche einen Sternschnuppenstrom ohne Kometen erzeugt.

Wenn nun eine solche, aus unzählig vielen kleinen Körperchen bestehende kosmische Wolke in die Anziehungssphäre der Sonne gelangt, so wird sie in eine parabolische Strömung verwandelt, die Jahre, Jahrhunderte, Jahrtausende brauchen kann, um, einen Strom von verhältnissmässig geringer Breite bildend, Stück für Stück durch das Perihel zu gehen. Von den zahlreichen Meteorschwärmen, welche auf diese Weise in unser Sonnensystem gelangen, werden uns nur diejenigen sichtbar, welche auf ihrer Bahn mit der Erde zusammenstossen.

Die in parabolischer Bahn sich bewegendenden Meteorite kehren nach ihrem Durchgange durch das Perihel in den Weltraum zurück. Unter Umständen kann aber ein Theil eines in parabolischer Bahn laufenden Meteoritenstromes durch den störenden Einfluss eines Planeten von bedeutender Masse in eine elliptische Bahn geworfen werden, wie dies nach Leverrier's Ansicht für den Novemberschwarm durch den Uranus geschah, dessen Bahn dem Aphel und dem aufsteigenden Knoten der Leonidenbahn sehr nahe liegt (vergl. Fig. 161, S. 269).

### 137 Die Spectra der Fixsterne und der Nebelflecken.

Fraunhofer, der Entdecker der dunklen Linien im Sonnenspectrum, hat auch bereits die Spectra einiger Planeten und Fixsterne untersucht. Bei dem ersten der hierher gehörigen Versuche (Gilb. Ann. LVI, 308) fiel das vom Spiegel des Heliostats reflectirte Sternlicht auf das vor dem Theodolit-Fernrohr aufgestellte Prisma, ohne erst durch eine enge Oeffnung gegangen zu sein. Um dem Sternspectrum einige Breite zu geben, wie sie zur Beobachtung der dunklen Linien nöthig ist, setzte Fraunhofer vor das Objectiv des Fernrohrs (13''' Durchmesser) noch

eine Cylinderlinse von grosser Brennweite, deren Axe rechtwinkelig zur brechenden Kante des Prismas gestellt war.

Mit dieser Vorrichtung erkannte Fraunhofer im Spectrum der Venus die Linien *D*, *E*, *b* und *F*. Im Spectrum des Sirius beobachtete er drei dunkle Streifen im Grün und Blau, welche mit denen des Sonnenlichtes keine Aehnlichkeit zu haben schienen.

Später (Gilb. Ann. LXXIV, 375) wandte Fraunhofer zur Beobachtung der Sternspectra ein grösseres Fernrohr an, dessen Objectiv vier Zoll Oeffnung hatte. Vor diesem Objectiv wurde ein Flintglasprisma angebracht, dessen Flächen noch grösser waren, als die Oberfläche des Objectivs. Der brechende Winkel dieses Prismas betrug  $37^{\circ} 40'$  und es brachte als Minimum eine Ablenkung von ungefähr  $26^{\circ}$  hervor. Es wurde nun ein zweites kleines Fernrohr mit dem grossen in der Weise fest verbunden, dass die Axen beider Fernrohre einen Winkel von  $26^{\circ}$  mit einander machten, und dass, wenn das kleine Fernrohr direct auf einen zu beobachtenden Stern gerichtet war, im grossen Fernrohr das durch das Prisma erzeugte Spectrum desselben beobachtet werden konnte. Mit dieser Vorrichtung wurden im Wesentlichen die schon früher gemachten Beobachtungen bestätigt.

Durch Kirchhoff's Entdeckung in Betreff des Ursprungs der Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspectrum haben nun auch die Spectra der Fixsterne ein erhöhtes Interesse gewonnen, und in Folge dessen sind sie der Gegenstand neuerer und eingehender Untersuchungen geworden. Bei den neueren Apparaten, welche zur Beobachtung der Fixsternspectra angewandt wurden, sind die analysirenden Prismen in der Regel nicht vor dem Objectiv des Fernrohres, sondern am Ocularende desselben angebracht.

Das von Huggins bei seinen ersten Untersuchungen benutzte Spectroskop war an einem Fernrohre von acht Zoll Objectivöffnung angebracht, welches parallaktisch aufgestellt und mit einem Uhrwerk versehen war. An das Ocularende desselben ist ein Rohr *C*, Fig. 213 (a. f. S.), angeschraubt, in welchem das einerseits durch die Cylinderlinse *a* geschlossene Rohr *B* etwas hin- und hergeschoben werden kann. Die Cylinderlinse *a* hat 14 Zoll Brennweite und ihre Axe steht rechtwinkelig zu den brechenden Kanten der analysirenden Prismen.

Etwas hinter *a* befindet sich das Rohr *D*. Sein vorderes, gegen zwei Zoll von *a* entferntes Ende ist bis auf einen engen, mit der brechenden Kante der Prismen parallelen Spalt geschlossen, welcher sich im Brennpunkte der das andere Ende des Rohres *D* schliessenden Collimatorlinse *g* ( $4,7''$  Brennweite) befindet.

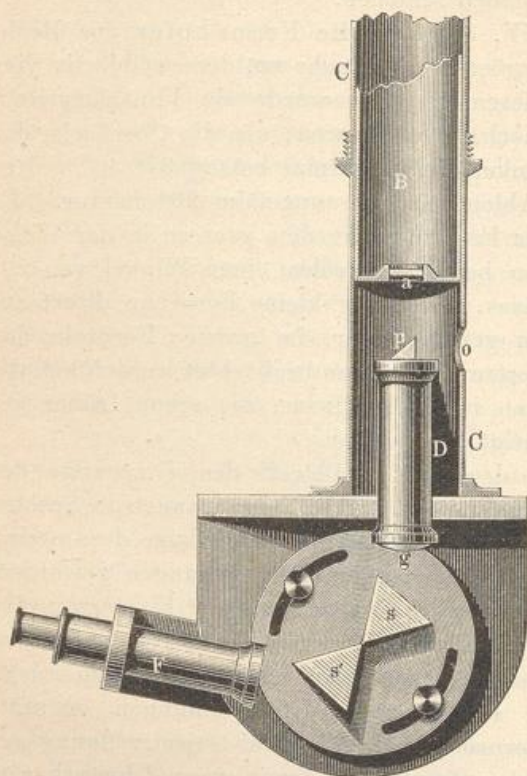
Die vom Spalt aus divergirenden, durch die Linse *g* parallel gemachten Strahlen werden endlich, nachdem sie noch die Flintglasprismen *s* und *s'* ( $60^{\circ}$  brechender Winkel) durchlaufen haben, durch das kleine Fernrohr *F* (von 5,7 facher Vergrösserung) beobachtet.

Das Fernrohr *F* ist übrigens nicht fest, wie es der Einfachheit halber in Fig. 213 gezeichnet ist, sondern es kann in einer zur brechen-

den Kante der Prismen rechtwinkligen Ebene mittelst einer Mikrometerschraube gedreht werden.

Um das Spectrum der Gestirne mit dem farbiger Flammen oder elektrischer Funken vergleichen zu können, ist die Hälfte des Spaltes

Fig. 213.



am vorderen Ende des Rohres *D* durch ein rechtwinkeliges Prisma *p* geschlossen, welches mittelst totaler Reflexion die durch die Oeffnung *o* von der fraglichen Lichtquelle einfallenden Strahlen in die gleiche Richtung wie die vom Sterne kommenden Strahlen bringt, so dass man das Spectrum des Sterns unmittelbar über dem jener Lichtquelle erhält.

Für die Beobachtung lichtschwacher Objecte, wie z. B. der Nebelflecke, wurde nur ein analysirendes Prisma in Anwendung gebracht.

Die Cylinderlinse *a* wird nur bei der Beobachtung von Sternen gebraucht. Ohne Anwendung einer

solchen Linse würde das Spectrum eines Sternes nur aus einer farbigen Linie bestehen, in der die Fraunhofer'schen Linien nicht bemerkbar sein würden; durch die Cylinderlinse wird aber die Linie zu einem Bande verbreitert, wodurch die Fraunhofer'schen Linien eine grössere Ausdehnung erhalten.

Solche Objecte, welche im Fernrohre merkliche Dimensionen haben, wie der Mond, die Planeten und Nebelflecke, werden ohne die Cylinderlinse *a* beobachtet. Wenn es sich dagegen um die Beobachtung der Fixsternspectra und nicht um die Vergleichung derselben mit dem Spectrum irdischer Lichtquellen handelt, kann man das Rohr *D* mit dem Spalt weglassen.

Die mit diesem und ähnlichen Apparaten erzielten Resultate sind im Wesentlichen folgende.

Da Mond und Planeten nur mit reflectirtem Sonnenlicht leuchten, so können sie auch nur ein durch ihre Atmosphäre modificirtes Sonnenspectrum zeigen. Im Spectrum des Mondes hat man kein Anzeichen

einer Mondatmosphäre wahrnehmen können. Das Jupiter-Spectrum zeigt Absorptionsstreifen, welche zum Theil mit denen der Erdatmosphäre zusammenfallen, zum Theil aber auch der Erdatmosphäre ganz fremd sind, welche also anzeigen, dass in der Atmosphäre des Jupiter Gase und Dämpfe vorkommen, welche in der Erdatmosphäre fehlen. Das schwache Spectrum des Saturn ist dem des Jupiter ähnlich.

In dem Spectrum des Uranus waren bis vor kurzer Zeit die Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums nicht wahrgenommen, sondern nur abwechselnd hellere und dunklere Streifen von grosser Breite. Lockyer hat daher die Vermuthung aufgestellt, dass das Licht des Uranus im Wesentlichen selbstleuchtend, also völlig verschieden von dem der innerhalb seiner Bahn befindlichen Planeten sei, indessen haben neuere Untersuchungen von Keeler und Huggins diese Ansicht nicht bestätigt. Es haben sich im Gegentheil die hauptsächlichsten Linien des Sonnenspectrums im Spectrum des Uranus nachweisen lassen, nur sind sie zum Theil stark verbreitert, was auf eine sehr dichte Atmosphäre des Uranus schliessen lässt. Das Spectrum des Neptun ist dem des Uranus sehr ähnlich.

In dem Spectrum des Mars finden sich zahlreiche Linien des Sonnenspectrums, ausserdem sind aber in dem weniger brechbaren Theile des Spectrums Streifen vorhanden, die mit dem Absorptionsspectrum der Erdatmosphäre ziemlich übereinstimmen, und aus denen Vogel gefolgert hat, dass Mars von einer wasserdampfreichen Atmosphäre umgeben ist, die in ihrer Zusammensetzung derjenigen der Erde ähnlich ist. In dem Spectrum der Venus und des Mercur sind mit Sicherheit keine Linien ausser den Fraunhofer'schen des Sonnenspectrums und denjenigen unserer irdischen Atmosphäre nachgewiesen. Da Mercur nur in geringer Höhe beobachtet werden kann, so müssen sich in seinem Spectrum Absorptionslinien zeigen, welche unserer Atmosphäre angehören, doch ist Vogel der Ansicht, dass dieselben etwas stärker hervortreten, als nach der Höhe des Gestirns über dem Horizonte zu erwarten ist, woraus zu schliessen wäre, dass Mercur eine Atmosphäre besitzt, die von der unserigen nicht wesentlich verschieden ist. Auch in dem Spectrum der Venus zeigt sich eine Verstärkung der atmosphärischen Linien, jedoch nur in so geringem Maasse, dass man annehmen muss, die Atmosphäre der Venus sei entweder sehr dünn, oder sie sei mit Wolken angefüllt, welche schon in den oberen Theilen der Atmosphäre das Sonnenlicht stark reflectiren.

Die Fixsterne geben uns, obgleich sie entfernter und von geringerem Glanze sind, als der Mond und die Planeten, doch vollständigere Anzeichen ihrer innersten Natur, weil sie selbstleuchtende Körper sind. Die Vergleichung der Fixsternspectra mit den Spectren verschiedener metallischer Elemente macht es nun möglich, zu ermitteln, welche Stoffe in dampfförmigem Zustande in ihrer Atmosphäre enthalten sind.

Secchi in Rom wandte zur Untersuchung der Sternspectra Geradschau-Spectroskope an, welche in §. 139 näher besprochen werden sollen.

Er hat seine Beobachtungen auf mehrere hundert Fixsterne, und zwar bis zu solchen siebenter Grösse ausgedehnt. Die beobachteten Spectra mit einander vergleichend, fand er, dass sie sich in vier Hauptgruppen oder mit anderen Worten, dass sie sich in vier Haupttypen zurückführen lassen, und dass man häufig in derselben Gegend des Himmels auch Sterne desselben Typus findet.

Zu dem ersten Typus rechnet man gewöhnlich die meisten der weissen Sterne, wie Sirius, Wega, Atair, Regulus, Spica und andere. In dem Spectrum tritt der blaue und violette Theil stark hervor, es finden sich darin meist viele feine, ausserdem aber einige auffallend breite Linien, welche letztere darauf hinzudeuten scheinen, dass die Sterne von einer sehr hohen und dichten Atmosphäre umgeben sind (s. Tab. 10, Fig. 4, Spectrum des Sirius). In dem Spectrum der Wega coincidiren einige Linien genau mit solchen des Wasserstoffes, ferner ist es sehr wahrscheinlich, dass die Atmosphäre des Sternes Natrium, Magnesium, Eisen und Wasserstoff enthält. Das Spectrum des Sirius ist mit dem der Wega beinahe identisch, doch fehlen einige Linien, die wahrscheinlich zum Wasserstoff gehören. Seine Atmosphäre enthält jedenfalls auch Wasserstoff, Eisen, Magnesium und Natrium. Sehr ähnlich diesen Spectren sind die der Sterne  $\eta$  Ursae majoris, Spica, Atair,  $\alpha$  Cygni und vieler anderen Sterne.

Zum zweiten Typus gehören die gelblichen Sterne, unter ihnen die Sonne, ferner Aldebaran, Arcturus, Capella, Pollux, Procyon u. a. Bei der Sonne ist die Zahl der Linien überaus gross, und es sind durchaus noch nicht alle mit den Spectren bekannter chemischer Elemente in Uebereinstimmung gebracht (s. Tab. 10, Fig. 1, Spectrum der Sonne). Das Spectrum der Sterne des zweiten Typus fällt durch seine Aehnlichkeit mit dem Sonnenspectrum sofort auf, nur sind natürlich, entsprechend der geringeren Helligkeit, viele der schwachen Linien nicht zu sehen. Die grösste Menge von dunklen und breiten Linien befindet sich im Blau und Violett, dagegen sehr wenige im Gelb, und daher ist es erklärlich, dass bei diesen Gestirnen die gelbliche Farbe vorherrscht. In dem Spectrum des Aldebaran sind zahlreiche auf der Erde vorkommende Elemente gefunden, z. B. Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen, Wismuth, Tellur, Antimon und Quecksilber, im Arctur Wasserstoff, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen und Chrom, vermuthet sind Baryum, Mangan und Silber.

Zu dem dritten Typus rechnen wir die Sterne mit röthlichem Lichte und viele veränderliche Sterne, z. B.  $\alpha$  Orionis,  $\alpha$  Herculis,  $\sigma$  Ceti,  $\beta$  Pegasi, Antares u. a. Das Spectrum dieser Sterne hat eine besondere Eigenthümlichkeit, auf welche zuerst Secchi aufmerksam gemacht hat. Es erscheint nämlich wie eine Reihe von der Seite beleuchteter Säulen, vermuthlich in Folge grosser Zusammenhäufungen feiner Linien an einzelnen Stellen, die dann den Anschein von Schattirungen erwecken. Zu diesen Sternen gehört  $\alpha$  Orionis (s. dessen Spectrum auf Tab. 10) und

$\alpha$  Herculis. In dem ersteren Stern hat Huggins wiederum Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen und Wismuth gefunden; Vogel fand ausserdem noch mit einiger Wahrscheinlichkeit Silber, Mangan, Thallium und Zinn; zweifelhaft sind Wasserstoff, Cadmium, Antimon und Quecksilber. Bei  $\alpha$  Herculis fand Vogel Magnesium, Natrium und Eisen, mit einiger Wahrscheinlichkeit auch Calcium und Zinn.

Manche der Linien in dem Spectrum der Sterne sind sehr ausgebreitet, wie z. B. die Natriumlinie in dem Spectrum von  $\alpha$  Herculis. Etwas Aehnliches findet sich bei den Linien im Sonnenspectrum, welche durch unsere Atmosphäre verursacht werden, und die sich bei sehr tiefem Stande der Sonne zeigen. Es scheint dies darauf hinzudeuten, dass auch diese rothen Sterne von dichten Atmosphären umgeben sind.

Der Anblick des Spectrums des dritten Typus hat das Charakteristische, dass die dunklen Bänder auf einer Seite ziemlich scharf begrenzt sind, und nach der anderen Seite allmählich verlaufen. Die scharf begrenzten Partien finden sich bei fast allen Sternen dieses Typus an derselben Stelle, und manche fallen mit den Linien bekannter irdischer Stoffe zusammen, wie z. B. Magnesium, Natrium und Eisen. Bei diesen Sternen tritt zwar der Wasserstoff nicht deutlich hervor, doch wird er wahrscheinlich nicht ganz fehlen, sondern vielfach ein helles Spectrum bilden, welches auf dem ebenfalls hellen Hintergrunde nicht deutlich hervortritt. Etwas Aehnliches haben wir bei dem Spectrum der Sonnenflecken, auch bei diesen ist das Spectrum des Wasserstoffes hell; überhaupt hat das Spectrum der Sterne des dritten Typus viel Aehnlichkeit mit dem der Sonnenflecken, und es liegt daher die Vermuthung nahe, dass sich auf ihnen Flecken von grosser Ausdehnung befinden. Hiermit stimmt die Thatsache überein, dass eine grosse Anzahl der röthlichen Sterne veränderliches Licht hat, und dass überhaupt fast alle veränderlichen Sterne von röthlicher Farbe sind.

Während zu dem ersten Typus beiläufig die Hälfte aller Sterne gehört, gehört  $\frac{1}{3}$  zu dem zweiten Typus; zu dem dritten Typus gehören etwa 100 der helleren Sterne.

Zu dem vierten Typus, den übrigens Vogel nur als eine Unterabtheilung des dritten Typus anzusehen wünscht, gehören nur schwächere Sterne; die hellsten unter ihnen sind sechster Grösse. Das Spectrum scheint aus hellen Bändern zu bestehen, zuweilen durchzogen von deutlichen hellen Linien. Es unterscheidet sich in charakteristischer Weise von dem Spectrum der Sterne des dritten Typus, indem bei diesem die hellsten Theile der Bänder in der Richtung nach dem violetten, bei den Sternen des vierten Typus dagegen nach dem rothen Ende liegen.

Einige wenige Sterne hat man zu einem fünften Typus zusammengefasst. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie das directe, d. h. aus hellen Linien bestehende Spectrum des Wasserstoffes geben. Sie haben mehrere helle Linien, welche mit den Linien dieses Gases zusammenfallen, und ausserdem noch eine Linie, welche dieselbe Lage wie die Linie  $D_3$

der Sonnenprotuberanzen hat, von welcher in §. 126 die Rede war. Zu diesen Sternen gehört  $\gamma$  Cassiopeiae,  $\beta$  Lyrae, der Stern  $\eta$  Argus der südlichen Halbkugel und einige andere.

Die sogenannten temporären Sterne sind ebenfalls in einigen Fällen bezüglich ihres Spectrums untersucht. Das Spectrum des im Jahre 1866 in dem Sternbilde der nördlichen Krone erschienenen Sternes zeigte sich anscheinend als aus zwei Spectren zusammengesetzt. Das eine derselben war dem Sonnenspectrum ähnlich; es war ein continuirliches Spectrum, durchzogen von dunklen Linien. Ausserdem aber fanden sich noch vier sehr helle Linien. Das erste Spectrum deutet darauf hin, dass der Stern einen glühenden festen oder flüssigen Kern hatte, und von einer Atmosphäre umgeben war, in welcher die Stoffe, welche die dunklen Linien hervorbringen, sich in dampfförmigem Zustande befanden. Das zweite, aus hellen Linien bestehende Spectrum beweist aber, dass noch eine zweite Lichtquelle vorhanden war, und zwar ein leuchtendes Gas. Wir können ausserdem aus der Lage der vier hellen Linien ersehen, dass dieses Gas wenigstens theilweise aus Wasserstoff bestand. Bedenkt man nun die Plötzlichkeit des Aufleuchtens des Gestirns, so liegt die Vermuthung nahe, dass ein Ausbruch glühender Gase aus dem Inneren des Sternes stattgefunden hat, in weit grösserem Maasse, als je bei der Sonne

Fig. 214.



beobachtet ist. Hatten sich nun vorher in Folge der fortgeschrittenen Abkühlung der Oberfläche auf derselben chemische

Verbindungen gebildet, so konnten diese durch den Ausbruch des glühenden Inneren wieder zersetzt werden; es konnte dabei ein Verbrennungsprocess stattfinden, der mit einer starken Lichtentwicklung verbunden war. Dass auch das continuirliche Spectrum sehr hell geworden war, spricht dafür, dass durch die starke Gasverbrennung auch der bereits feste Theil des Sternes in lebhaftes Glühen gekommen war. Die rasche Abnahme des Lichtes würde sich dadurch erklären lassen, dass das Gas rasch verbrannte, und darauf das Glühen allmählich abnahm.

Das Spectrum des im November 1876 im Sternbilde des Schwanes plötzlich erschienenen Sternes war dem des Jahres 1866 sehr ähnlich. Auch bei ihm fand man ein continuirliches Spectrum mit zahlreichen dunklen Linien, daneben aber auch mehrere helle, unter ihnen einige Linien des Wasserstoffes.

Ein höchst überraschendes Resultat ergab sich, als Huggins im August 1864 das Spectrum eines kleinen, aber verhältnissmässig glänzenden Nebelfleckes (37 H IV im Drachen) beobachtete. Er fand es nicht etwa dem Spectrum der Fixsterne, sondern dem glühenden Gase ähnlich aus drei hellen Linien bestehend, Fig. 214, von denen die hellste (in unserer Figur die Linie rechts) mit der intensivsten aus der Gruppe der für Stickstoff charakteristischen Linien, die schwächste aber (die Linie

links) mit der Linie  $F$  des Wasserstoffspectrums zusammenfällt. Die mittlere der drei hellen Linien, welche das Spectrum dieses Nebelflecks bilden, hat keine entsprechende unter den hellen Linien der 30 irdischen Elemente, welche damit verglichen wurden.

Diese Beobachtung beweist, dass der genannte Nebelfleck nicht etwa ein Haufen gesonderter Sterne, sondern dass er ein wirklicher Nebel ist. Ein derartiges Spectrum kann nicht von einem glühenden festen oder flüssigen, sondern nur von einem in gasförmigem Zustande glühenden Körper herrühren.

Ausser diesen hellen Linien sah man noch ein ausserordentlich schwaches continuirliches Spectrum, welches keine merkliche Ausdehnung in die Breite hatte, und welches auf die Existenz eines kleinen leuchtenden, aber nicht gasförmigen Kernes hinweist.

Es ist klar, dass die Beobachtung solcher Objecte mit dem Prisma wegen ihrer Lichtschwäche äusserst schwierig ist. Sie ist nur bei ganz klarem Himmel und bei Abwesenheit des Mondes möglich.

In den Jahren 1865 und 1866 hat Huggins 60 Nebelflecke und Sternhaufen untersucht; ungefähr  $\frac{1}{3}$  derselben gaben ein dem oben besprochenen ähnliches Spectrum, mit einer oder mit zwei oder mit drei hellen Linien. Zu den letzteren gehört auch der Nebel im Schwertgriff des Orion. Das Spectrum eines Nebelflecks (18 H IV) zeigt vier helle Linien.

Alle wirklichen Sternhaufen, welche durch das Teleskop in getrennte glänzende Punkte aufgelöst werden, geben ein Spectrum von continuirlichem Ansehen, und man ist berechtigt, anzunehmen, dass alle bis jetzt noch nicht aufgelösten Nebel, welche gleichfalls ein continuirliches Spectrum zeigen, wie z. B. der grosse Nebel der Andromeda, gleichfalls Sternhaufen sind.

**Das Spectrum der Kometen.** Zum ersten Male wurde die Spectralanalyse auf die Untersuchung von Kometen im Jahre 1864 von Donati angewandt, der bemerkte, dass das Licht eines Kometen dieses Jahres ein continuirliches, von drei hellen Streifen durchzogenes Spectrum ergab. Später hat sich gezeigt, dass alle spectralanalytisch untersuchten Kometen ein ähnliches Spectrum zeigten, und dass dasselbe eine grosse Aehnlichkeit mit demjenigen des Kohlenwasserstoffes hat. Nach einer Zusammenstellung von Scheiner<sup>1)</sup> waren die Wellenlängen dieser drei Streifen bei acht Kometen der Jahre 1874 bis 1884 folgende:

<sup>1)</sup> Die Spectralanalyse der Gestirne. Leipzig 1890.