

4/; Quadratgrad, die photographischen Aufnahmen zeigen jedoch, daß die Nebelmaterie fast 4 Quadratgrad des Himmels bedeckt. Der Nebel zerfällt in zwei Hauptteile, welche durch einen schmalen, merkwürdig dunklen Streif des Himmels voneinander getrennt sind. In der Mitte dieses Kanals, wo derselbe eine weitere Ausbuchtung zeigt, stehen die Sterne merklich weniger zahlreich als in den nebelgefüllten Teilen. D. Gill hat 1894 auf der Kap-Sternwarte das ganze Objekt mit dem dortigen 13 zölligen photographischen Refraktor aufgenommen und diese Exposition während der Nächte vom 2. bis 12. April auf volle 24<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> ausgedehnt, vielleicht die längste Aufnahme, welche bis jetzt von einem Nebelfleck gemacht worden ist. Fig. 84 giebt eine getreue Reproduktion der Gill'schen Aufnahme nahezu in der Originalgröße.

Der große Nebel im Orion (N. G. K. 1976). Unter allen kosmischen Gebilden seiner Art ist dieser Nebelfleck am häufigsten und andauerndsten untersucht worden. Regentil, der eine (unvollkommene) Zeichnung desselben gegeben hat<sup>1)</sup>, vergleicht seine allgemeine Gestalt mit dem geöffneten Rachen eines Tieres, und in der That zeigt die Partie nordöstlich vom Trapeze eine entfernte Ähnlichkeit mit diesem Bilde. Charakteristischer ist der Vergleich mit zwei ausgebreiteten Schmetterlingsflügeln. Inzwischen vermag keine bloße Beschreibung auch nur eine entfernte Vorstellung von der wundervollen Mannigfaltigkeit der Gestaltung und Schattierung des Nebelduftes zu geben, wie sich derselbe in kraftvollen Fernrohren darstellt. Der mächtige (und hier formumwandelnde) Einfluß, den die optische Kraft des angewandten Instruments auf das Aussehen des Nebels ausübt, ist der Grund, weshalb besonders die älteren Zeichnungen desselben eine so geringe Ähnlichkeit untereinander und im Vergleiche mit den neueren Abbildungen zeigen. Was Mairan, Regentil und Messier von Veränderungen in dem Aussehen dieses Nebelflecks wahrzunehmen meinten, ist ebenso unsicher wie diejenigen Veränderungen die der ältere Herschel konstatierte.

Erst 1824 gab John Herschel eine genauere Zeichnung des Orionnebels und dieser folgte 1847 die Darstellung desselben, welche sich in der Kapreise findet, begründet auf die Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung in den Jahren 1834 bis 1837. Im Jahre 1848 gab William Cranch Bond eine ähnliche Zeichnung<sup>2)</sup>, begründet auf Beobachtungen mittels des großen Refraktors zu Cambridge. Später haben Otto Struve und Secchi Zeichnungen des Orionnebels geliefert, welche besonderes Interesse in Anspruch nehmen.

Die Beobachtungen Lord Rosses über den Orionnebel sind nebst einer herrlichen Zeichnung des Objekts (in doppelter Ausführung, einmal schwarz auf weißem Grunde, dann weiß auf schwarzem Grunde) im 158. Bande der Phil. Trans. of the Royal Society publiziert worden. Die Zeichnungen entsprechen der Periode von 1860 bis 1864 und sind von Lord Rosses' damaligem Assistenten Gunter unter abwechselnder Benutzung des Spiegels von 3 und von 6 Fuß Durchmesser auf der Sternwarte von Parsonstown ausgeführt worden. Über die Genauigkeit dieser Zeichnungen, sagt Struve, dürfte sich wohl niemand berechtigt halten, ein be-

<sup>1)</sup> Mém. Acad. Sc., Paris 1759. — <sup>2)</sup> Mem. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences, Vol. 3.

stimmtes Urtheil auszusprechen, der nicht mit einem wenigstens annähernd gleich lichtstarken Fernrohre dasselbe Objekt betrachtet hat. Struve beschränkt sich darauf, zu erklären, daß in dem Pulkowaer 15zölligen Refraktor die Umrisse und die einzelnen Gestaltungen viel weniger scharf hervortreten als in Rosses Zeichnung.

Bzüglich der Grenzen, bis zu welchen die Nebelmaterie hat verfolgt werden können, hat der Parsonstowner Reflektor indessen nicht erheblich mehr geleistet als die Reflektoren, deren sich G. B. Bond und d'Arrest bedient haben. Nach den Beobachtungen John Herschels am Kap erscheint der Hauptnebel, wenigstens soweit bestimmte Formen an demselben erkannt werden konnten, auf einen Raum des Himmels an 0,22 Quadratgrad beschränkt. Allein die Nebelmaterie erstreckt sich mit unbestimmten Formen viel weiter, so daß Bonds Beobachtungen sich auf einen Raum von 3,36 Quadratgraden zwischen den Grenzen von  $\pm 2^m 15^s$  in Rektascension und  $\pm 1^o 30'$  in Declination um  $\beta$  Orionis herum beziehen. Die Nebelmassen um  $c$  und  $\nu$  Orionis erscheinen sowohl in den Zeichnungen von Rosse wie von Bond in ununterbrochenem Zusammenhange mit dem Hauptnebel um  $\beta$ ; besonders wird nach den Wahrnehmungen von Bond die Verbindung zwischen den Nebeln um  $c$  und  $\beta$  Orionis durch drei getrennte Nebelstreifen hergestellt. Bond hat beim Orionnebel zuerst die spiralförmige Struktur einzelner Teile desselben erkannt und in seiner Zeichnung wiedergegeben. Jene Formation erscheint in gekrümmten, schmalen Nebelstreifen, von denen oft mehrere sehr nahe von einem Centrum ausgehen, sich immer mehr und mehr davon entfernen und durch dunkle Intervalle von der übrigen Nebelmasse getrennt sind. Diese Formen sind in Rosses Darstellung nicht zu bemerken und Bond schreibt dies dem Umstände zu, daß man überhaupt auf dieselben früher noch nicht die Aufmerksamkeit gerichtet habe. Was die Auflösbarkeit des Orionnebels anbelangt, so ist die Ansicht, der ältere Lord Rosse habe den Nebel 1850 als Sternhaufen wahrzunehmen vermocht, irrig, vielmehr ist es erst dem Observator Hunter 1861 bis 1864 gelungen, verschiedene Teile der Huygensschen Region aufzulösen. Unter Auflösbarkeit scheint jedoch nur das zeitweilige Erscheinen schwach leuchtender Punkte an Stellen des Nebels gemeint zu sein, wo in der Regel keine Sterne notiert sind, aber nicht etwa das vollständige Auflösen eines oder des andern Theiles des Nebels in Sternhaufen, deren einzelne Komponenten durchweg deutlich erkannt werden konnten.

Die umfassendsten Arbeiten über den Orionnebel sind unstreitig diejenigen, denen G. B. Bond die letzten Jahre seines Lebens gewidmet hat. Sie sind im 5. Bande der Annals of the Astronomical Observatory of the Harvard College (1867) von J. S. Safford herausgegeben worden. Verschiedenes aus dieser wichtigen Arbeit wurde schon erwähnt. Sie zerfällt in 6 Sektionen, von welchen die 3., 4. und 5. den General-Katalog aller in der Nähe von  $\beta$ ,  $\nu$  und  $c$  Orionis stehenden, im Cambridger Refraktor sichtbaren Sterne, die Bestimmungen ihrer Helligkeit und Beobachtungen der physischen Beschaffenheit des Nebels enthalten. Der Katalog der, auf  $\beta$  Orionis bezogenen, Positionen enthält 1101 Sterne, die alle noch in Gegenden liegen, in welchen Nebelmaterie am Cambridger Refraktor als in Verbindung mit dem Hauptnebel stehend erkannt ist, während der von Otto Struve 1862 herausgegebene, auf Diapunows Beobachtungen begründete am Pulkowaer Refraktor verifizierte und vervollständigte Katalog nur 155 Sterne aufweist. Inzwischen erstrecken sich diese letztern nur über denjenigen Teil des Hauptnebels, der durch John Herschels Kapbeobachtungen begrenzt ist, während Bonds Katalog in Übereinstimmung mit W. Herschels und seinen eigenen Wahrnehmungen über die weitere Verbreitung der Nebelmaterie, einen beiläufig 15 mal so großen Raum umfaßt.

Die centrale Partie des Orionnebels bildet den Gegenstand einer großen Monographie S. Goldens<sup>1)</sup>, in welcher eine auf die Quellen zurückgehende Bearbeitung des ganzen über diesen Gegenstand vorhandenen Materials gegeben wird. Als Ergebnis findet Golden, daß die früher beliebte Annahme großer Verände-

<sup>1)</sup> Washington obs. for 1878, App. I.

rungen in der Gestalt des Nebels nicht begründet ist, höchstens könnten Helligkeitsveränderungen einzelner Teile desselben erfolgt sein.

Von größter Wichtigkeit sind die neuen photographischen Aufnahmen des Orionnebels, besonders jene, welche zu Cambridge (M. A.), auf Mt. Wilson in Südkalifornien und auf der Arequipastation in Peru an den sehr mächtigen Instrumenten der Harvard-Sternwarte gewonnen wurden. Prof. William S. Pickering hat 22 Platten derselben zur Grundlage einer genauen Untersuchung gemacht<sup>1)</sup>. Auf diesen Platten zeigen sich 146 Sterne die bei Bond fehlen, 20 Sterne Bonds sind dagegen wahrscheinlich irrig angeführt. Die Vergleichung der Photographien von Draper und Common mit den neuern hat Prof. Pickering keine wesentliche Veränderung im Aussehen des Nebels seit 1880 erkennen lassen. Eine Aufnahme 1880 März 11. auf Mt. Wilson mit dem 13zölligen Teleskope bei 156<sup>m</sup> Exposition zeigt die Grenzen des Nebels ungefähr so wie sie von Lassell am 4füßigen Reflektor auf Malta erhalten wurde. Die schwächsten Sterne auf dieser Platte sind 15. Größe.

Das Trapez im Orionnebel erscheint bei Okularbeobachtung auf relativ dunklem Grunde. Schon Secchi fand, daß dies eine Täuschung sei, denn das Spektrum zeigte sich in diesem Teile nicht schwächer; die neuern photographischen Aufnahmen haben dies bestätigt, denn sie zeigen gerade für die Fläche auf der die Trapezsterne stehen, die Anwesenheit eines dichten Nebels.

Der physische Zusammenhang der Nebelmaterie mit mehreren in ihr sichtbaren Sternen ist nach Pickerings Meinung unzweifelhaft und wird nicht nur durch die merkwürdige bogenförmige Ausstrahlung des Nebels gegen diese Sterne nahegelegt, sondern auch durch das spektroskopische Aussehen des letztern bestätigt. Im allgemeinen ist die Gestalt des Orionnebels höchst unregelmäßig in den innern hellen Partien, nach außen lassen sich dagegen mehrere gekrümmte Strahlen verfolgen, die auf eine sehr komplexe, aber doch in gewissem Sinne regelmäßige Anordnung der Materie deuten.

Dr. N. Vaska hat auf Grund seiner photographischen Aufnahmen des Orionnebels mit einem 5zölligen Porträtobjektiv und von Okularbeobachtungen an einem lichtstarken 8zölligen Refraktor eine Darstellung dieses Nebels gegeben<sup>2)</sup>, die äußerst instruktiv ist und u. a. zeigt, daß der helle Teil des Nebels nur eine Partie eines großen Nebelringes ist.

Eine beträchtliche Anzahl photographischer Aufnahmen dieses Nebels sind auf der Sid-Sternwarte mit dem großen Cropley-Reflektor von 3 Fuß Spiegeldurchmesser 1898 bis 1899 erhalten worden. Das beste Negativ wurde bei Exposition von 40 Minuten Dauer in einer sehr guten Nacht erhalten und zeigt die ungeheure Ausdehnung des Nebels über die an den größten Ferngläsern sichtbaren Partien hinaus. Die photographische Wirksamkeit des Cropley-Reflektors ist bewundernswürdig groß. Ein Vergleich mit den Leistungen der photographischen Linse des großen Refraktors welche 33 Zoll Öffnung hat, ergiebt, daß der Reflektor mit 10 Minuten Exponierung mehr Nebel zeigt als der Refraktor in 3 Stunden. Diese Überlegenheit ist der größern Winkelöffnung des Reflektors und dem Lichtverlust der photographischen Strahlen beim Durchgang durch die Linse des Refraktors zuzuschreiben.

Fig. 85 ist eine getreue Wiedergabe (als Positiv und 2,3 mal im Durchmesser vergrößert) des oben erwähnten 1898 Nov. 16. erhaltenen besten Negativs.

Eine außerordentlich detailreiche und große Aufnahme des centralen Teiles dieses Nebels (der sogenannten Huggenschen Region) hat 1899 J. Deslandres mit dem großen photographischen Refraktor (0,62 m Öffnung, 16 m Brennweite) des Observatoriums zu Meudon erhalten<sup>3)</sup>.

Das Spektrum des Orionnebels ist schon früher von Secchi untersucht worden<sup>4)</sup>, ihm folgte Huggins und Vogel zeigte 1870 aus der Vergleichung der Lage einer

<sup>1)</sup> Ann. Harv. Coll. Obs., Vol. 32, Part 1. — <sup>2)</sup> Sirius 1895, Tafel 6. —

<sup>3)</sup> Bull. Astr. 1900, Tom. 17, p. 63. — <sup>4)</sup> Compt. Rend. Acad. Paris, Tom. 60, 66, 68.

Wasserstofflinie in Geißler'scher Röhre mit derjenigen einer Spektrallinie, daß der Nebel sich mit einer Geschwindigkeit von + 3,6 geogr. Meilen im Bissionsradius bewegt<sup>1)</sup>. Photographiert wurde das Spektrum des Orionnebel's zuerst von Huggins (1882 März 7.<sup>2)</sup>). Die Expositionsdauer betrug 42<sup>m</sup> und die Platte zeigte außer den vier hellen Linien noch eine schwache Linie im Ultraviolett ( $\lambda = 3727$ ), welche Huggins mit  $\epsilon$  im typischen photographischen Spektrum der hellsten weißen Sterne identifizierte. Die Linien  $H\gamma$  und  $H\beta$  waren schmal und gut begrenzt und erschienen ebenso auf einer nahezu gleichzeitig von Draper aufgenommenen Photographie des Spektrums.

Die Thatsache, daß die Wasserstofflinie  $H\alpha$  im Spektrum dieses wie aller andern Nebel (mit Ausnahme des Nebels N. G. K. 6572) erheblich schwächer erscheint als  $H\beta$ , während in den Spektren der Wasserstoffröhren gewöhnlich  $H\beta$  schwächer ist, darf nach Professor Scheiner<sup>3)</sup> nicht zu Schlüssen auf besondere physikalische Zustände dieser Nebel benutzt werden, sondern ist rein physiologischer Natur. W. W. Campbell macht aber darauf aufmerksam<sup>4)</sup>, daß die relativen Helligkeiten der drei Hauptlinien des Spektrums in den verschiedenen Teilen des Nebels verschieden sind. Die Linien, deren Wellenlängen  $\lambda = 5007, 4959, 4860$ , stehen nahe dem Trapez in Bezug auf ihre Helligkeit im Verhältnis von 4:1:1, während an andern Stellen des Nebels die Linien 1 und 3 fast gleich hell erscheinen, nahe dem südlichen und westlichen Rande die Linie 3 sogar heller als 1 ist. Nördlich vom Trapez in dem runden Nebel welcher den Stern Bond 734 umgiebt, ist die dritte Linie sogar 5mal heller als die erste. C. Runge hat die Schätzungen am Lid-Reflektor bestätigt<sup>5)</sup> und Prof. Keeler direkt nachgewiesen, daß die Helligkeitsunterschiede keine subjektiven Erscheinungen sein können<sup>6)</sup>. Als bei dunstiger Luft der Spalt des am 36zölligen Reflektor angebrachten Spektroskop's auf den Stern Nr. 734 (Bond) am Rande des Nebels gerichtet wurde, sah er in dem Spektrum nur die Wasserstofflinie  $H\beta$ . Darauf wurde der hellste Teil des Nebels nahe dem Trapez eingestellt, und es erschienen  $H\beta$  und die Linie  $\lambda 4959$  nahezu gleich hell, jedoch weit schwächer als die Hauptnebellinie  $\lambda 5007$ . Als die vertikale Öffnung des Spaltes und mit ihr die Intensität des Spektrums vermindert wurde, verschwanden allmählich  $H\beta$  und die zweite Linie, so daß nur die Hauptlinie allein sichtbar blieb. Hiernach ist also bei Abschwächung des Spektrums in dem einen Teile des Nebels der Linie  $H\beta$  allein sichtbar, in einem andern die Hauptlinie, eine Thatsache, die nach Prof. Keeler nur durch wirkliche Verschiedenheit des Spektrums in den einzelnen Regionen des Orionnebel's zu erklären ist.

Huggins hat 1897 das Spektrum der drei hellen Sterne des Trapezes photographiert<sup>7)</sup>. Er fand, daß diese Sterne helle und dunkle Linien besitzen, die einander zum Teil unsymmetrisch überlagern. Besonders gilt dies von den Wasserstofflinien  $H\beta$  bis  $H\pi$ . Das Spektrum dieser Sterne ähnelt sehr demjenigen des Veränderlichen  $\beta$  in der Leier, auch zeigte die Untersuchung der 1894 bis 1897 erhaltenen Photographien, daß die Lage dieser Linien gegeneinander Veränderungen erleidet wie bei jenem Sterne. Eine Erklärung dieser Veränderungen möchte Huggins zur Zeit jedoch noch nicht geben.

Spiralnebel. Diese Form der kosmischen Nebelgebilde gehört zu den wichtigsten, welche die neuern Instrumente im Weltraume erkennen ließen; auch kommt sie, nach Ausweis der photographischen Aufnahmen außerordentlich viel häufiger vor, als man früher annehmen durfte. Für einige wenige der hellen Nebelflecke hatten dies früher der Ross'sche Reflektor und einige große Refraktoren bereits gezeigt, und die photographischen Aufnahmen von Roberts haben bei einer Anzahl anderer Nebel die gleiche spiralförmige Form

<sup>1)</sup> Astr. Nachr., Nr. 1963. — <sup>2)</sup> Nature, Vol. 25, p. 487. — <sup>3)</sup> Astr. Nachr., Nr. 3476. — <sup>4)</sup> N. a. D., Nr. 3205. — <sup>5)</sup> N. a. D., Nr. 3471. — <sup>6)</sup> N. a. D., Nr. 3541. — <sup>7)</sup> Compt. Rend. Acad. Paris 1897, Okt. 11.