

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Astronomie und Erdmagnetismus

Lamont, Johann von

Stuttgart, 1851

VIII. Eigenthümlichkeiten der Sterne

VIII. Eigenthümlichkeiten der Sterne.

101. Eintheilung. Betrachten wir die Gegenstände des Sternenhimmels nicht als Theile eines Systems, sondern in so ferne sie von einander durch besondere Erscheinungen sich unterscheiden, so lassen sich verschiedene Eintheilungen machen. Wir finden Sterne, die durch eigene Bewegung am Himmel, andere, die durch den Glanz oder die Veränderlichkeit ihres Lichtes sich auszeichnen, Doppel- und mehrfache Sterne, Sternhaufen und Nebelflecken.

102. Sterne mit großer eigener Bewegung, und Sterne mit veränderlicher eigener Bewegung. Nach der obigen Darstellung des Sternsystems wird jeder Fixstern eine eigene Bewegung, bald größer, bald kleiner, je nach der Stellung, die er im Systeme (mit Beziehung auf den Centralkörper und mit Beziehung auf uns) einnimmt, zeigen müssen: damit ist übrigens nicht gesagt, daß für unsere Hilfsmittel die Bewegung wahrnehmbar sein werde. Man bedenke nur, daß, wenn ein Stern dritter Größe (bei den oben bestimmten Entfernungsverhältnissen) jährlich eine Million Meilen zurücklegt, er erst nach 300 Jahren (unter den günstigsten Voraussetzungen) so weit kommt, daß für uns die scheinbare Ortsveränderung eine Secunde beträgt, und mit einiger Bestimmtheit bemerkt werden kann. Uebereinstimmend mit diesen Umständen findet sich denn auch bei den meisten Fixsternen keine in kürzerem Zeitraume wahrnehmbare Ortsveränderung, und größerere Aenderungen sind sehr selten. Unter 8000 Sternen zählt Bailly nur 46 auf, deren jährliche Bewegung über 1 Secunde in Declination, oder $\frac{1}{10}$ Secunde (Zeit) in Rectascension ausmacht. Die merkwürdigsten sind folgende:

		Jährliche Bewegung	
		in Rectascension	in Declination
ζ	Tucanä	+ 0,"25	— 1,"1
β	Hydrä	+ 0,72	— 0,3
μ	Cassiopeä . .	+ 0,39	+ 1,5
40	Eridani . . .	— 0,14	+ 3,4
(1819)	Ursä maj. . .	+ 0,29	+ 0,1
(2320)	"	— 0,32	0,0
(4010)	"	+ 0,32	+ 5,7
(4150)	"	+ 0,32	+ 0,1
α	Bootis	— 0,08	+ 2,0
α	Centauri . . .	— 0,47	— 0,8
61	Cygni	+ 0,36	— 3,3
ε	Judi	+ 0,46	+ 2,4

Man ist natürlich berechtigt, die größte eigene Bewegung bei den nächsten, oder was gleichbedeutend ist, bei den größten Sternen zu erwarten: merkwürdiger Weise finden sich indessen zwei kleine Sterne, der eine im Schwan (61 Cygni), der andere im großen Bären (4010 oder Groombridge 1830) vor, die sich weit schneller als irgend ein großer Stern bewegen, eine Thatsache, die in so ferne wichtig ist, als sie, wenn nicht gerade einen Beweis, doch eine sehr beachtenswerthe Andeutung gibt, daß nicht immer die hellsten Sterne die

nächsten sind; oder mit andern Worten, daß von den gleich weit entfernten Sternen einige mehr, andere weniger Helligkeit zeigen. Ob zugleich die Masse oder die Dimensionen mit der Helligkeit im Verhältnisse stehen, ob die hellern Sterne mehr Anziehungskraft und größeres Volumen haben, ist gänzlich unbekannt. Nach irdischen Verhältnissen zu urtheilen, sollte man zwischen Licht und Masse keine nothwendige Beziehung vermuthen.

Die Veränderlichkeit der eigenen Bewegung, früher bereits vermuthet, ist von Bessel und nach ihm von Peters zum Gegenstande genauerer Untersuchungen gemacht worden. Die bisherigen Rechnungen beziehen sich speziell auf den Sirius, und zeigen, daß bei diesem Stern in gerader Aufsteigung vom Ende des vorigen Jahrhunderts bis zum Jahre 1843 eine etwas beschleunigte Bewegung stattgefunden hat, die seither wieder im Abnehmen begriffen ist. Die Aenderungen gehen stetig vor sich und stellen eine ziemlich regelmäßige Periode mit einer Dauer von fünfzig Jahren dar. In wie ferne bei anderen Sternen Aehnliches sich nachweisen lasse, ist noch nicht hinreichend untersucht worden, aber, wenn man den Mangel an Uebereinstimmung zwischen den früheren Catalogen und den jetzigen Sternörterern betrachtet, als unzweifelhaft anzunehmen. Zur Erklärung der Erscheinung hat Bessel eine neue Hypothese in die Astronomie eingeführt, wornach die Sterne mit ungleichmäßiger Bewegung dunkle Begleiter von großer Masse haben sollen. Dieser Hypothese zufolge wird der Stern und der Begleiter ein System bilden (wie Erde und Mond S. 39), dessen Schwerpunkt mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fortrückt, während die beiden Körper um den Schwerpunkt herumgehen. Auf solche Weise wird der leuchtende Stern einmal dem Schwerpunkte vorangehen, dann nach einem halben Umlaufe demselben wieder nachfolgen.

Die Thatfache, daß bei Sirius eine ungleichmäßige Bewegung stattfindet, obwohl noch nicht allgemein angenommen, und namentlich von Struve in Abrede gestellt, scheint kaum mehr einem begründeten Zweifel zu unterliegen und verdient mit Recht zu den merkwürdigsten Entdeckungen neuerer Zeit gerechnet zu werden: in wie ferne die zur Erklärung aufgestellte Hypothese (die jetzt noch isolirt und außer aller Verknüpfung mit anderen Erscheinungen der Sternwelt steht) als nothwendig angenommen werden muß, läßt sich wohl erst entscheiden, wenn die Periode sich jetzt wiederholt. — Eine Ablenkung oder Verzögerung des Lichts auf seinem Wege würde ebenfalls eine scheinbare Aenderung der Bewegung zur Folge haben, und daß etwas im Weltraume sich befindet, wodurch eine Einwirkung auf das Licht erfolgt, ersehen wir aus der von Struve nachgewiesenen Absorption des Lichts (§§. 47 u. 97).

103. Helligkeit oder Größe der Sterne. Die Lichtmenge, die uns von einzelnen Sternen zugesendet wird, ist sehr verschieden und hat schon seit dem Beginne astronomischer Forschung eine Eintheilung nach Helligkeitsklassen oder Größen veranlaßt. Die glänzendsten Sterne, von welchen man am Himmel im Ganzen 17 *) zählt, werden zur ersten Größe, die ihnen an Glanz zunächst folgenden zur zweiten Größe u. s. w. gerechnet, bis zur sechsten Größe herab, wo die Grenze des Sehens mit freiem Auge angenommen wird. Mit der siebenten Größe fangen die teleskopischen Sterne an, und gehen bis zur 15ten, jedoch wird von Einigen, namentlich von Herschel, die Abstufung bis zur 20sten Größe fortgesetzt.

*) Sirius, Canopus, Arcturus, α Centauri, Capella, α Aquilä, Rigel, Procyon, α Piscis austr., Antares, Acharnar, Aldebaran, α Virginis, Polux, α Cygni, α Orionis.

Die Classification nach der Helligkeit ist an und für sich ganz willkürlich, und es gibt zwischen den Schätzungen verschiedener Astronomen mehr oder weniger beträchtliche Unterschiede; ursprünglich liegt aber der Classification die Regel zu Grunde, daß zwei Sterne zweiter Größe ebenso viel Licht geben sollen, als ein Stern erster Größe; zwei Sterne dritter Größe ebenso viel Licht als ein Stern zweiter Größe u. s. w. Da die Helligkeit umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung abnimmt, so sollte nach obiger Regel, unter der Voraussetzung, daß die einzelnen Sterne an und für sich gleiche Lichtmenge ausstrahlen, das Verhältniß der Größen und Entfernungen sein, wie folgt:

Größe.	Lichtmenge.	Entfernung.	
1	1	1	Sternweite
2	$\frac{1}{2}$	1,4	"
3	$\frac{1}{4}$	2,0	"
4	$\frac{1}{8}$	2,8	"
5	$\frac{1}{16}$	4,0	"
6	$\frac{1}{32}$	5,6	"

Die Vergleichung dieser Tabelle mit Argelander's Schätzung und den von Struve berechneten Distanzen (S. 97) zeigt, daß im Allgemeinen ziemliche Uebereinstimmung vorhanden ist, und nur bei der zweiten Größe eine beträchtliche Abweichung vorkommt; denn in der That sind drei Sterne zweiter Größe erst einem Sterne erster Größe gleich. Nimmt man aber Struve's Distanz für die Sterne 6ter Größe als richtig an, und berechnet daraus die übrigen Distanzen, in der Voraussetzung, daß immer die folgende Klasse halb so viel Helligkeit als die vorhergehende haben soll, so erhält man folgende Zusammenstellung:

Größe	berechnet	Struve.
6	(7,7)	7,7
5	5,5	5,4
4	3,9	3,9
3	2,7	2,7
2	2,0	1,8

Für die meisten Zwecke kann die Uebereinstimmung als vollständig betrachtet werden.

Bei allen Rechnungen, die auf das System der Fixsterne sich beziehen, nimmt man an, wie im Vorhergehenden geschehen ist, daß sämtliche Sterne an und für sich gleich viel Licht haben, und daß sie unserer Sonne gleich sind. Die Voraussetzung ist jedoch nur für allgemeine Auffassung der Phänomene zulässig, etwa wie man bei einem Sandhaufen die einzelnen Körner als gleich voraussetzen kann, wenn man Ueberschlagszahlen erhalten will. In der Wirklichkeit können vielerlei Ausnahmen vorkommen. Nicht nur gibt es, wie bereits oben bemerkt wurde, einzelne Sterne, die uns verhältnißmäßig sehr nahe sind, und doch wenig Helligkeit zeigen, sondern es ist ferner wahrscheinlich, daß im Allgemeinen, selbst bei demselben Sterne, die verschiedenen Theile der Oberfläche nicht gleich viel Licht geben. Wie unsere Sonne bisweilen große Flecken hat, so mögen an andern Fixsternen ähnliche Verhältnisse vorübergehend oder permanent vorkommen, auch ist überhaupt kein Grund vorhanden, der uns die Ueberzeugung gewähren oder auch nur zu der Vermuthung führen könnte, daß die Fixsternoberflächen alle gleiche Lichtmenge ausstrahlen müßten.

104. Farbe der Sterne, Farbenänderung. Schon das freie Auge unterscheidet weiße und rothe Sterne. Die erstern sind die häufigsten;

unter den letztern ist vorzüglich Arcturus zu nennen.*) Nimmt man starke Fernröhre zu Hülfe, so lassen sich verschiedene andere Färbungen erkennen. So findet man bläuliche, grünliche, gelbliche Sterne; selten jedoch ist die Färbung stark hervortretend. Am genauesten ist bei den Doppelsternen auf Farbenunterschied Rücksicht genommen worden: insbesondere hat Struve bei allen von ihm beobachteten Doppelsternen die hierauf bezüglichen Angaben beigefügt, und in Herschel's Beobachtungen ist wenigstens auffallende Färbung, wo solche vorkam, bemerkt worden.**)

Die Frage, ob mit den Jahrhunderten eine Aenderung der Farben bei den Sternen vorkomme, ist durch den Umstand veranlaßt worden, daß in einigen Schriftstellern des Alterthums Sirius als ein rother Stern bezeichnet wird, während er jetzt entschieden weiß erscheint. Aus einem so vereinzelt stehenden Falle ist man doch wohl nicht berechtigt, einen weiteren Schluß zu ziehen, um so mehr, als die astronomischen Nachrichten des Alterthums weder mit diplomatischer Genauigkeit abgefaßt, noch mit diplomatischer Sorgfalt uns aufbewahrt und überliefert worden sind.

Wir haben zwar Grund, eine Farbenänderung als Folge veränderter Bahngeschwindigkeit nicht für unwahrscheinlich zu halten (§. 115), daß aber hiezu die erforderlichen Bedingungen am Himmel selten sich vorfinden, scheint entschieden aus der genauen Uebereinstimmung hervorzugehen, welche Struve zwischen seinen Beobachtungen der älteren Doppelsterne (98 an der Zahl) und denen W. Herschel's nachgewiesen hat, obwohl eine vierzigjährige Periode die Beobachtungen trennt, und in der Richtung und Geschwindigkeit der Sterne während des Zwischenraumes nachweisbar große Aenderungen vorgekommen sind. Nur zwei Sternenpaare von den 98 machen eine Ausnahme: γ Leonis besteht nach Struve aus einem goldgelben und rothgrünen Sterne; γ Delphini aus einem goldgelben und grünlich-blauen Sterne, während Herschel in beiden Fällen die Sterne weiß gesehen hat.

Es ist nothwendig, die Thatsache hier noch beizufügen, daß bei Beurtheilung der Farben der Sterne die Astronomen oft weit von einander abweichen, auch wenn sich bei den Farben terrestrischer Gegenstände keine Verschiedenheit zeigt. Knorre, der Astronom von Kasan, sieht alle Sterne weiß ohne Beimischung irgend einer andern Farbe. Aehnliche, aber minder auffallende Beispiele mögen nicht selten vorkommen.

105. Lichtwechsel der Sterne. Seit gerade zwei Jahrhunderten kennt man einen Stern im Wallfisch (α Ceti), früher der Wunderbare (Mira Ceti) genannt, der zwanzig Tage hindurch als Stern zweiter Größe erscheint, dann drei Monate abnimmt fast bis zum gänzlichen Verschwinden; nach fünf Monaten wieder als ganz kleiner Stern mit freiem Auge sichtbar wird, und 3 Monate später seinen anfänglichen (größten) Glanz erreicht. Im Ganzen beträgt die Periode 334 Tage. Die spätere Beobachtung hat zur Entdeckung mehrerer solcher Sterne geführt, deren Lichtperioden sehr verschieden sind, und von 3 Tagen bis zu 18 Jahren sich erstrecken. Die vorzüglichsten sind folgende:

*) Auch unter den Planeten kommt dieselbe Verschiedenheit der Farbe vor: Mars ist fogleich an seinem röthlichen Lichte zu erkennen.

**) Ich möchte fast vermuthen, daß zwischen Farbe und Helligkeit irgend ein Zusammenhang besteht, wenigstens ist es höchst auffallend, daß von den 76 rubinrothen Sternen, welche Herschel in beiden Hemisphären aufgefunden hat, nicht ein einziger über die 6te Größe geht (6 gehören zur 6ten, 12 zur 7ten, 32 zur 8ten, 22 zur 9ten und 4 zur 10ten Größe).

Name des Sterns.	Gerade Aufsteigung 1850.	Declination 1850.	Periode in Tagen.	Größtes Licht.	Kleinste Licht.
α Cassiopeä	0h. 32. 2"	+ 55°. 43'	79,03	2	2. 3
\circ Ceti	2. 11. 46	— 3. 40	332,04	2	10. 11
π Arietis	3. 40. 56	+ 16. 50		4	6
β Persei	2. 58. 25	+ 40. 22	2,867	2. 3	4
ϵ Aurigä	4. 51. 13	+ 43. 36	250	3	4
α Orionis	5. 47. 3	+ 7. 22	199	1	1. 2
ζ Geminarum	6. 55. 13	+ 20. 47	10,15	—	—
α Hydrä	9. 20. 13	— 8. 1	55	2	3
Anon. Leonis	9. 39. 29	+ 12. 7	311,4	5. 6	—
30 Hydrä	13. 21. 32	— 22. 30	493,86	4	10
ζ Bootis	14. 33. 59	+ 14. 23		3	—
β Ursä min.	14. 51. 12	+ 74. 46		3	—
Anon. Coronä	15. 42. 24	+ 28. 37	335	6	—
Anon. Serpentis	16. 51. —	— 12. 39		5	—
α Herculis	17. 7. 48	+ 14. 34		3	4
Anon. Scut. Sobieskii	18. 39. 30	— 5. 51	71,2	5	7
β Lyrä	18. 44. 32	+ 33. 12	12,90	3	4. 5
χ Cygni	19. 40. 44	+ 33. 23	406,0	5	—
η Aquilä	19. 44. 50	+ 0. 38	7,176	3. 4	4. 5
Anon. Cephei	21. 38. 55	+ 58. 6		6	—
δ Cephei	22. 23. 37	+ 57. 39	5,366	3. 4	5

Man hatte schon bald nach den ersten Beobachtungen wahrgenommen, daß die Perioden der veränderlichen Sterne nicht immer von gleicher Länge sind. Argelander, der in neuester Zeit mit diesem Gegenstande sich besonders beschäftigt hat, glaubte Anfangs die Beobachtungen durch eine allmählig mit der Zeit fortschreitende Zu- oder Abnahme der Periodenlänge erklären zu können, erkannte aber später, daß es zweckmäßiger sei, periodische Störungen, analog mit denen der Planeten, anzunehmen. Die Störung von \circ Ceti beträgt nach ihm 25 Tage und erstreckt sich über 88 einzelne Perioden: β Lyrä, β Persei und χ Cygni unterliegen ähnlichen Störungen. Jedoch werden solche Verhältnisse keineswegs allgemein angetroffen: so hat Argelander die Lichtstufen von δ Cephei und deren Wiederkehr vollkommen regelmäßig gefunden.

Für das merkwürdige Phänomen des Lichtwechsels hat man zwei Erklärungen aufgestellt: Die Einen halten dafür, daß die veränderlichen Sterne eine hellere und eine dunklere Seite haben, und in Folge ihrer Rotationsbewegung abwechselnd die eine, dann die andere Seite uns zuzehren; Andere haben geglaubt, daß es angemessener sei, große Planeten anzunehmen, die um die Sterne im Kreise herumgehen, und indem sie bei jedem Umlaufe einmal zwischen uns und den Stern kommen, eine Verdunklung oder Finsterniß hervorbringen. Die letztere Erklärung setzt Planeten voraus, die nahe so groß wären wie ihre Sonnen, außerdem besondere Verhältnisse des Umlaufes, wozu es wenigstens in unserem Sonnensystem keine Analogie gibt: denn unsere Planeten, wenn sie groß genug wären, würden die Sonne nur eine kurze Zeit bedecken, so daß

ein sehr entfernter Beobachter nicht ein Zu- und Abnehmen des Lichtes in gleichen Perioden, sondern kurze Lichtunterbrechungen wahrnehmen würde. *)

Jedenfalls hat die erste Erklärungsweise am meisten Wahrscheinlichkeit für sich, besonders wenn die Perioden nur kurz sind. Die Störungen sind freilich nicht damit erklärt, denn jede Rotation ist gleichförmig, und müßte regelmäßigen Lichtwechsel zur Folge haben.

Es würde zwar nicht schwer sein, auch für die Störungen eine Hypothese aufzustellen, wir wollen aber lieber den Lichtwechsel der Sterne unter die räthselhaften Erscheinungen einreihen, zu deren Ergründung vorerst eine genaue und länger fortgesetzte Beobachtung erfordert wird. Es wäre in der That höchst wünschenswerth, daß die Helligkeitsverhältnisse der Sterne mehr Beachtung fänden, als jetzt der Fall ist, und es scheint mir um so zweckmäßiger, hier diesen Gegenstand hervorzuheben, als er vorzugsweise geeignet ist, Liebhaber der Astronomie in höchst nützlicher Weise zu beschäftigen. Ein mäßiges Fernrohr und eine Sternkarte bilden die ganze dazu erforderliche Einrichtung; die nöthige Schärfe im Vergleichen der Helligkeit der Sterne gibt die Uebung von selbst. **)

Wir kennen auch einen Lichtwechsel anderer Art, wobei es noch unentschieden bleibt, ob ein periodisches Wiederkehren stattfindet oder nicht. Einige Sterne zeigen sich nämlich bald größer, bald kleiner, ohne regelmäßige Folge. So wurde η Argus im Jahre 1677 und 1811—15 als Stern 4ter Größe beobachtet, dazwischen aber im Jahr 1751 als Stern 2ter Größe. Derselbe Stern erschien schon im Jahr 1822 wieder als Stern 2ter Größe, schwankte dann zwischen der 1sten und 2ten Größe, bis er im Jahre 1843 dem hellsten Sterne am Himmel (Sirius) nahe gleich wurde. Auch β Ursae min., Capella und andere Sterne dürften hieher zu rechnen sein.

106. Verlorne Sterne, neue Sterne. Man hat Sterne beobachtet, die später nicht mehr an derselben Stelle sich zeigten: man hat ferner Sterne erscheinen sehen, die nach einiger Zeit wieder verschwunden und nicht mehr zum Vorschein gekommen sind. Was die erstern betrifft, so will ich nur die Thatsache erwähnen, daß, je genauer der Himmel beobachtet worden ist, desto seltener das Verschwinden der Sterne stattgefunden hat: namentlich ist mir aus neuester Zeit kein Beispiel bekannt. Es ist übrigens vorgekommen, daß man unbekante Planeten als Fixsterne aufgezeichnet hat: so war Uranus wiederholt als Fixstern aufgezeichnet worden, ehe ihn Herschel als Planeten erkannte: dasselbe war bei Neptun der Fall. Das Verschwinden erklärt sich hier ganz natürlich durch die eingetretene Ortsveränderung. Es ist wahrscheinlich, daß theils auf diese Weise, theils durch ungenaue oder irrig aufgezeichnete Beobachtungen die meisten Verschwindungen erklärt werden können. Anders verhält es sich mit den erschienenen und wieder verschwundenen Sternen, wovon wir hier nur zwei vollkommen glaubwürdig erwiesene Fälle anführen wollen.

*) Will man den Lichtwechsel der Sterne durch Körper, die zwischen uns und den Sternen sich stellen, erklären, so wäre es am Zweckmäßigsten, Zonen von Sternschuppen anzunehmen, die an verschiedenen Stellen verschiedene Dichtigkeit hätten (S. 50.)

**) Um Veränderlichkeit der Sterne zu erkennen, ist keine Methode einfacher, als die von W. Herschel eingeführte Classifikationsmethode, welche darin besteht, daß man eine Anzahl nahe gleicher Sterne wählt, und dann angibt, welche davon dem zu bestimmenden Sterne vollkommen gleich, welche merklich größer, und welche merklich kleiner sind. Herschel's Classification aller Flamsteed'schen Sterne nach dieser Methode findet man in Bode's Jahrbuch 1809 und 1810 abgedruckt.

Tycho beobachtete im Jahr 1572 einen Stern in dem Sternbilde der Cassiopea, der nach und nach so großen Glanz erlangte, daß ihn einzelne Personen am hellen Tage gesehen haben sollen, und nachdem er nahe ein Jahr hindurch beobachtet worden war, wieder vom Himmel verschwand. Den Verlauf seines Lichtwechsels gibt Tycho folgendermaßen an:

entdeckt den 11. Novemher	1572	—	der Venus gleich,
	December	1572	— dem Jupiter gleich,
	Januar	1573	— etwas schwächer als Jupiter,
Februar und März	1573	—	Stern 1ster Größe,
April und Mai	1573	—	" 2ter "
Juni, Juli, August	1573	—	" 3ter "
Sept., Oct., November	1573	—	" 4ter "
bis Ende Januar	1574	—	" 5ter "
Februar	1574	—	" 6ter "
März	1574	—	unsichtbar geworden.

Bemerkenswerth ist, daß weniger zu verbürgenden Nachrichten zufolge in demselben Sternbilde zweimal, um die Jahre 945 und 1260, ein neuer Stern beobachtet worden ist. Der erste Zwischenraum beträgt 315, der zweite 314 Jahre und die Vermuthung liegt nahe, daß es hier um einen periodischen Lichtwechsel sich handle. Der Stern wäre hiernach im Jahr 1886 oder 1887 zu erwarten.

Ein zweiter ähnlicher Fall ereignete sich im Jahre 1604, wo Kepler im Sternbilde des Schlangenträgers einen neuen Stern wahrnahm, dessen Verschwinden ebenfalls nach einem Jahre erfolgt ist. *)

Die wenigen Thatsachen, die jetzt noch vorliegen, können eine Erklärung der Erscheinungen nicht genügend begründen. Was übrigens die früher sehr allgemein verbreitete Ansicht betrifft, daß die Sterne von Tycho und Kepler nicht bloß verschwunden, sondern zerstört worden sind, und daß der Glanz, den sie vorher erreichten, nur als das Auslodern des Feuers, wodurch sie vernichtet wurden, zu betrachten sei, so widerspricht sie aller sichern astronomischen Erfahrung. So weit bisher die Wissenschaft Sicheres zu ermitteln im Stande gewesen ist, tritt überall nicht bloß Ordnung und Dauerhaftigkeit im Weltgebäude, sondern auch die unverkennbare Absicht hervor, möglicher Zerstörung vorzubeugen. Nirgends finden wir dieß bestimmter angedeutet, als in der Einrichtung unsers Planetensystems, wo unter den vielen tausend möglichen Anordnungen gerade diejenige gewählt worden ist, welche den Bestand auf alle Zukunft sichert.

107. Doppelsterne. So lange wir die Sterne überhaupt betrachteten, nahmen wir sie sämmtlich als selbstständige Körper an, die nur zu dem Centralkörper in Beziehung stehen. Diese Annahme erleidet bei genauerer Untersuchung eine Modification, in so fern als ein beträchtlicher Theil der Sterne außer ihrer Verbindung zu einem allgemeinen Systeme zugleich als Theile von größern oder kleinern Partialsystemen erscheinen, ein Verhältniß, welches übrigens die allgemeinen Schlüsse über den Zusammenhang des Weltsystems nicht

*) In der allerneuesten Zeit (März 1848) hat Hind in London einen neuen Stern im Schlangenträger (16^h 51' 0" — 12^o 39') erkannt, d. h. einen Stern, der früher nicht da wahrzunehmen gewesen ist: die Folge muß zeigen, ob er zu den gewöhnlichen veränderlichen Sternen gehört, oder ob er in dieselbe Klasse, wie die Sterne von Tycho und Kepler, zu rechnen ist.

ändert. Gesezt, es wären die Sterne ohne allen Plan in den Weltraum hinausgestreut worden, so daß jeder Stern die Stelle einnähme, welche ihm der Zufall angewiesen hat, so würde ihre Vertheilung eine Aufgabe für den Wahrscheinlichkeitscalcul darbieten. Eine ungefähr gleichmäßige Vertheilung wäre am wahrscheinlichsten. Allerdings dürften einige Fälle sich vorfinden, wo zwei Sterne ganz nahe bei einander zu stehen kämen, und der Wahrscheinlichkeitscalcul stellt die Regeln auf, wornach man für jeden gegebenen Grad der Annäherung berechnen kann, wie viele solche Fälle unter einer bestimmten Anzahl Sterne mit Wahrscheinlichkeit zu erwarten wären. Würde nun die Beobachtung zeigen, daß weit mehr Fälle in der Wirklichkeit vorkommen, als wahrscheinlicher Weise erwartet werden sollte, so wäre man berechtigt, zu schließen, daß irgend ein Grund vorhanden sei, der die Sterne so nahe vereinige, und daß ein Zusammenhang zwischen solchen nahen Sternen bestehe. Wenden wir diese Betrachtungen auf den Himmel an, so finden wir, daß unter den vorhandenen 100,000 Sternen (bis zur 8ten Größe herab) 12 Fälle wahrscheinlich erwartet werden dürften, wo zwei Sterne innerhalb 16" einander genähert wären: die wirkliche Beobachtung zeigt, daß 547 solche Fälle vorhanden sind. Ein so überwiegendes Verhältniß macht es uns unmöglich, bei diesen Sternenpaaren ein zufälliges Beisammensein anzunehmen.

Man hat weitläufige Berechnungen dieser Art angestellt, um zu beweisen, daß bei den Doppelsternen ein physischer Zusammenhang wahrscheinlich ist: ich halte es aber für unnöthig, mehr daraus anzuführen, weil die Beobachtung der verfloßenen 50 Jahre das wirkliche Bestehen eines solchen Zusammenhanges hinreichend dargethan hat. In der That können wir jetzt schon als Erfahrungssatz aussprechen, daß in den meisten Fällen, wo zwei hellere Sterne sehr eng neben einander stehen, der eine um den andern, nach dem in unserm Sonnensystem bestehenden Gravitationsgeseze herumgeht, während der gemeinschaftliche Schwerpunkt sich um den Centralkörper des Weltsystems bewegt. Was die Doppelsterne betrifft, bei denen eine solche Bewegung noch nicht beobachtet worden ist, so zerfallen sie in zwei Kategorien; bei einigen ist nämlich die Aenderung so gering, daß wir sie erst nach längerem Zeitraum wahrnehmen können, bei den andern ist die Annäherung nur scheinbar, und die beiden Sterne fallen nahe in dieselbe Gesichtslinie, während in der Wirklichkeit der eine um mehrere Sternweiten jenseits des andern sich befindet. Die letztern nennt man optische Doppelsterne: auch sie haben ihre Bedeutung in der Astronomie, und werden vorzüglich zur Parallaxenbestimmung angewendet; in der physischen Konstruktion des Himmels, womit wir gegenwärtig zu thun haben, kommen sie nicht weiter in Betracht.

Bei Untersuchung der Doppelsterne bietet sich zuerst die Frage zur Beantwortung dar, wie weit zwei Sterne von einander entfernt sein dürfen, damit ein physischer Zusammenhang dazwischen bestehen könne, oder bis zu welcher Distanz man ein Sternenpaar als Doppelstern rechnen dürfe. Wir haben zwar Grund zu vermuten, daß der physische Zusammenhang sich sehr weit erstrecke, denn die Plejaden, und sogar die drei Sterne im Gürtel des Orion, scheinen noch mit einander eine physische Verbindung zu haben. Jedenfalls werden aber bei den nähern und den hellern Doppelsternen die stärkern Bewegungen vorkommen, und diese haben demnach zuvörderst die Thätigkeit der Beobachter in Anspruch zu nehmen. Bei der großen Menge der Doppelsterne hat man es nöthig gefunden, vorläufig nicht über 32" hinauszugehen, und die innerhalb dieser Grenze fallenden Sternpaare nach gewissen Kategorien zu ordnen. Herschel hat den Gebrauch eingeführt, die Doppelsterne in Klassen einzuthei-

len, nach ihrer scheinbaren Entfernung von einander, und zwar nimmt er vier Klassen an:

Klasse:	I.	II.	III.	IV.
Entfernung:	0—4".	4—8".	8—16".	16—32".

Struve hat aus diesen vier Klassen acht Ordnungen gebildet, die er so bezeichnet:

Ordnung:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Entfernung:	0—1".	1—2".	2—4".	4—8".	8—12".	12—16".	16—24".	24—32".

Es würde von großem Vortheile für den Astronomen sein, die physischen und optischen Doppelsterne trennen zu können, weil die Beobachtung der letztern, wenn sie von entsprechendem Nutzen sein soll, ganz anders einzurichten ist, als die der erstern. Hierzu gibt es nun kein Kriterium; will man aber den Wahrscheinlichkeitscalcul zu Rathe ziehen, so ergibt sich, daß bis zur Sten Größe herab von 0"—16" Distanz unter je 46 Doppelsternen nur ein optischer wahrscheinlich vorkommen wird.

Das Verhältniß selbst, welches unter den Doppelsternen besteht, hat an und für sich nichts Besonderes, denn im Planetensystem treffen wir wiederholt ähnliche Fälle an: die Erde und der Mond geben ein Beispiel zweier zusammengehörender Körper, deren Schwerpunkt um die Sonne in elliptischer Bahn sich bewegt: bei Jupiter, Saturn und Uranus finden wir Systeme von mehreren Körpern ähnlichen Bedingungen unterworfen. Was das Verhältniß der Doppelsterne für uns merkwürdig und wichtig macht, ist also nicht die Art der Verbindung, sondern einestheils der Umstand, daß, während wir sonst gewohnt sind, nur Planeten mit einer Sonne in ein System zu vereinigen, hier Sonne um Sonne herumgeht, andertheils die aus der Beobachtung abgeleitete Thatsache, daß dasselbe Gravitationsgesetz, welches allen Bewegungen des Planetensystems zu Grunde liegt, auch in den fernsten Theilen des Universums Geltung habe. Der Astronom ist auf solche Weise dazu gelangt, in den Regionen, die sonst bei ihrer unermesslichen Entfernung menschlichen Bestrebungen völlig unzugänglich schienen, gleichsam festen Fuß zu fassen, und wird, auf die einmal gewonnene Basis gestützt, die Begebnisse des Sternenhimmels eben so genau wie jene der Planeten zu enträthseln im Stande sein. Es kommt jetzt vor Allem darauf an, Materialien zu sammeln. Darin ist nun zwar Vieles schon durch die beiden Herschel, Struve und Andere geschehen, und im Ganzen mag die Anzahl der bekannten Doppelsterne nahe an 5000 sich belaufen, jedoch läßt sich leicht begreifen, daß nur für diejenigen Sternpaare, die kürzere Umlaufzeiten haben, aus den Beobachtungen eines halben Jahrhunderts einigermaßen sichere Bahnelemente abgeleitet werden können.

108. Bahnen der Doppelsterne. Für folgende Doppelsterne besitzen wir ziemlich zahlreiche ältere und neuere Beobachtungen, worauf man eine Bahnbestimmung zu gründen gesucht hat:

η in der Krone	Umlaufszeit	43 Jahre
ζ im Krebs	"	58 "
ξ im großen Bären	"	61 "
ρ im Schlangenträger	"	93 "
α in den Zwillingen	"	520 "
γ in der Jungfrau	"	169 "

Mehrere Doppelsterne gibt es noch, die wahrscheinlich kürzere Umlaufzeiten haben. Der Stern 1037, in Struve's Katalog, ist ziemlich genau

bestimmt, und gibt eine Umlaufszeit von 15 Jahren; noch kürzere Perioden werden von Struve vermuthet. *) Bei weitem die meisten Doppelsterne aber haben Umlaufzeiten, die über 10,000 Jahre gehen.

Es ist leicht einzusehen, daß außer den scheinbaren Bewegungselementen auch die Entfernung von der Erde (oder die Parallaxe) bekannt sein muß, wenn eine Bestimmung der Größe und Masse der Sterne und eine Bestimmung der wahren Ausdehnung ihrer Bahnen erlangt werden soll. Dieß bildet eine neue und sehr wesentliche Erschwerung der Arbeit. So weit jetzt noch abzusehen ist, scheint es, daß unter den Doppelsternen im Allgemeinen größere Entfernungen vorkommen, als in unserm Planetensystem; daß ferner die Massen sehr verschieden, bald größer, bald kleiner, als jene der Sonne sind. Beim Doppelsterne 61 im Schwan (dessen Parallaxe Bessel bestimmt hat), kann man die Umlaufszeit zu 500 Jahren, und die Entfernung der zwei Sterne zu 48 Sonnenweiten ($1\frac{3}{5}$ die Distanz des Neptun) nehmen. Ein Planet in derselben Entfernung von unsrer Sonne würde 333 Jahre zu seinem Kreislaufe brauchen. Da die Bewegung des Sterns langsamer ist, so muß auch die anziehende Masse kleiner sein: die Rechnung gibt dafür sehr nahe $\frac{1}{2}$ der Sonnenmasse. Es ist nun, was die Umlaufsbewegung betrifft, gleichgültig, ob diese Masse dem einen oder andern Stern oder beiden in gleichen Theilen zukommt: letzteres ist, da die Sterne nahe gleich groß sich zeigen, das Wahrscheinlichste, und hiernach hätten wir zwei Sterne kennen gelernt, wovon jeder nur den vierten Theil der Größe der Sonne, also (bei gleicher Dichtigkeit) $\frac{2}{3}$ von dem Durchmesser der Sonne haben. Der Doppelstern α Centauri hat genau dieselbe Masse, wie 61 im Schwan, nämlich die Hälfte der Sonnenmasse; dagegen muß ξ im großen Bären, wenn er wirklich die den Sternen α Centauri zukommende Entfernung hat, um das Zwanzigfache die Sonnenmasse übertreffen.

109. Mehrfache Sterne. Es ist schon oben angegeben worden, daß die Zahl der aufgefundenen Doppelsterne bereits gegen 5000 sich beläuft. Unter dessen ist hiemit eigentlich nur ein kleiner Anfang zur Untersuchung der Partialsysteme gemacht. Fürs Erste erstreckt sich die physische Verbindung der Sterne nicht etwa bloß auf einen Umkreis von 32", vielmehr hat man Grund, aus der gemeinschaftlichen Bewegung mancher Sterne noch bei weit größerer Distanz auf einen Zusammenhang zu schließen. Fürs Zweite umfassen die bisherigen Arbeiten vorzugsweise nur die einfachsten Systeme, wo nämlich zwei Sterne mit einander verbunden sind: von den Systemen mit drei und vier Sternen sind nur sehr wenige genau beobachtet, und was die zahlreichern Systeme — die Sternhaufen — betrifft, so ist erst eine Vorbereitungsarbeit ausgeführt worden, insoferne als man sie aufzufuchen und ihren Ort am Himmel zu bezeichnen begonnen hat.

Eine Bemerkung muß hier beigefügt werden, welche für die Natur der Sternsysteme bezeichnend ist. Unter den von Struve ausgewählten 2641 Sternen, deren Distanz nicht über 32" geht, zählt er

- 2573 Doppelsterne,
- 64 dreifache Sterne,
- 3 vierfache Sterne,
- 1 sechsfachen Stern.

*) Mädler's neue Elemente der Doppelsternbahnen findet man am Ende Tab. X. Wie wenig Sicherheit noch in den Bahnelementen vorhanden ist, kann daraus beurtheilt werden, daß noch vor 10 Jahren die Umlaufszeit von γ Virginis um 350 Jahre länger, und von σ Coronæ um 280 Jahre kürzer angegeben wurde, als sie der neuesten Berechnung zufolge sind.

Das große Uebergewicht der Doppelsterne beweist offenbar, daß die Entstehung dieser Systeme nicht zufällig ist, und daß der Erbauer des Universums die Absicht hatte, in der Regel nicht mehr als zwei Sterne mit einander zu vereinigen.

Was die Größe der Bahnen und die Umlaufzeiten betrifft, so scheinen ähnliche Verhältnisse bei den mehrfachen Sternen vorzukommen, wie wir sie oben bei den Doppelsternen nachgewiesen haben. Der dreifache Stern ζ im Krebs bestehe aus einem Hauptstern 5ter und zwei Begleitern 6ter Größe, wovon der nähere ($0''{,}9$ Distanz) in 58, der entferntere ($5''{,}7$ Distanz) ungefähr in 500 Jahren seinen Umlauf vollendet. Die Entfernungen und Umlaufzeiten stimmen mit der Gravitationstheorie überein. Die Sterne 12 Lyncis, ξ Librá, 7 Tauri sind alle dreifach und zeigen eine ziemlich schnelle Bewegung der Begleiter um die Hauptsterne: merkwürdig ist aber, daß bei den zwei ersten Systemen die beiden Begleiter nicht nach derselben Richtung sich bewegen. Es ist dieß eine auffallende Abweichung von der Analogie unsers Planetensystems.

110. Verzeichniß einiger merkwürdiger Doppelsterne. Die folgenden Angaben sind größtentheils aus Struve's Beobachtungen und Berichten, Einiges auch aus den Arbeiten Mädler's entnommen, der sich in neuerer Zeit insbesondere mit der Berechnung der Doppelsternbahnen beschäftigt hat. Die Ortsbestimmungen der Sterne gelten für 1850. Bei der Größenbestimmung habe ich nur ganze und halbe Größen gegeben.

Doppelsternverzeichniß.

Nummer	Name des Sterns.	Ort des Sterns. Gerade Aufsteigung und Abweichung.	Größe und Farbe	
			des Hauptsterns.	des Begleiters.
1	η Cassiopeä	0h. 40',0 + 57°. 2.	4 Gr. gelb	7 $\frac{1}{4}$ Gr. purpurfarb.
2	Polaris	1. 5,0 + 88. 30	2 „ hellgelblich	9 „ weiß
3	ψ Cassiopeä	1. 15',4 + 67. 20	4 $\frac{1}{2}$ Gr. glänzend gelb	{ 9 „ 9 $\frac{1}{2}$ „
4	Anonyma	1. 19,3 — 0. 55	3 „ „ „	10 „
5	100 Piscium	1. 26,9 + 11. 47	7 „ weiß	8 „ weiß
6	γ Arietis.	1. 45,3 + 18. 33	4 $\frac{1}{2}$ „ hell u. sehr weiß	4 $\frac{1}{2}$ „ hell u. f. weiß
7	α Piscium	1. 54,3 + 2. 2	3 „ grünlích	4 „ blau
8	γ Andromedä	1. 54,7 + 41. 36	3 „ goldgelb	5 „ tiefblau

1. Ohne Zweifel ein physischer Doppelstern: die Beobachtungen weisen in der Distanz wie im Positionswinkel eine allmähliche Aenderung nach.
2. Der Polarstern hat einen schwachen Begleiter, 18" entfernt. Eine Aenderung der gegenseitigen Stellung läßt sich nach den bisherigen Beobachtungen nicht nachweisen.
3. Herschel zeichnete diesen Stern als doppelt auf, bestehend aus einem hellen Stern und einem schwachen Begleiter in einer Entfernung von 32". Struve entdeckte ganz nahe an dem Begleiter einen schwächeren Stern, der nur 3" davon absteht.
4. Obwohl die Entfernung 17" beträgt, so zeigt sich nach Struve eine sehr merkliche Aenderung der gegenseitigen Stellung.
5. Nach der beträchtlichen Bewegung zu urtheilen ein physischer Doppelstern.
6. Ein schöner Doppelstern; eine Aenderung in der Stellung ist noch nicht bemerkt worden.
7. Seit Herschel's Zeiten ist an diesem schönen und hellen Doppelstern keine Aenderung beobachtet worden, und es ist noch zweifelhaft, ob man ihn zu den physischen zählen darf.
8. Früher für einen Doppelstern gehalten, aber von Struve als dreifach nachgewiesen. Eine Aenderung hat man bisher nicht bemerkt.

Nummer	Name des Sterns.	Ort des Sterns. Gerade Aufsteigung und Abweichung.	Größe und Farbe	
			des Hauptsterns.	des Begleiters.
9	ε Trianguli	2 ^h . 3 ^m ,7 + 29 ^o . 36'	5 Gr. gelb	6 ¹ / ₂ Gr. bläulich
10	66 Ceti	2. 5,1 — 3. 6	6 " gelblich	8 " blau
11	ι Cassiopeä	2. 16,8 + 66. 43	6 ⁴ / ₇ " gelb 7 " blau	8 " blau
12	η Persei	2. 39,8 + 55. 16	4 " gelb	8 ¹ / ₂ " blau
13	π Arietis	2. 40,9 + 16. 50	5 ⁵ / ₈ " mattgelb 8 ¹ / ₂ " "	10 " —
14	7 Lauri	3. 25,5 + 23. 57	6 ¹ / ₂ " gelblich 6 ¹ / ₂ " "	10 " —
15	λ Lauri	4. 13,4 + 25. 16	6 " weiß	8 " bläulich
16	ι Leporis	5. 5,3 — 12. 3	4 " mattgrün	10 ¹ / ₂ " —
17	32 Orionis	5. 22,8 + 5. 50	5 " gelblich	6 ¹ / ₂ " gelblich
18	λ Orionis	5. 26,9 + 9. 50	6 ⁴ / ₆ " gelblich 6 " purpurfarben	12 " —
19	θ Orionis	5. 27,9 — 5. 29	sechsfacher Stern	
20	Anonyma	5. 30,1 — 0. 14	8 Gr. weiß	8 " weiß
21	σ Orionis	5. 31,2 — 2. 41	4 " weiß 10 " grau	7 ¹ / ₂ " grau 7 " "
22	11 Monocerotis	6. 21,5 — 6. 56	5 " weiß 5 ¹ / ₂ " "	6 " weiß

9. Die Entfernung ist 3¹/₂". Struve's Beobachtungen zeigen eine Aenderung in der gegenseitigen Stellung der Sterne.
10. Dieser Doppelstern ist merkwürdig wegen seiner bedeutenden Bewegung im Raume, nach Argelander 1' in 150 Jahren.
11. Ein dreifacher Stern. Die beiden ersten Sterne sind von einander nur 2", der erste und letzte 7" entfernt. Eine Aenderung zeigen die bisherigen Beobachtungen nicht.
12. Die Entfernung ist 28"; die Farben der Sterne treten sehr bestimmt hervor. Eine merkliche Bewegung scheint nicht statt zu finden.
13. Drei Sterne von sehr ungleicher Größe: ob sie ein physisches System bilden, ist ungewiß; eine Bewegung deuten die bisherigen Beobachtungen nicht an.
14. Von Herschel als Doppelstern angegeben; der Hauptstern selbst besteht aber, wie Struve erkannt hat, wieder aus zweien Sternen von gelber Farbe und nahe gleicher Größe, die nur 0",6 von einander entfernt sind. Struve's Beobachtungen von 1830 u. 1836 deuten eine retrograde Bewegung des nähern Begleiters an. Der entferntere Begleiter hat eine Distanz von 22",4.
15. Die Entfernung ist 19". Eine langsame Bewegung des Begleiters nicht unwahrscheinlich.
16. Seit Herschel's Zeiten hat eine beträchtliche Aenderung der gegenseitigen Stellung stattgefunden.
17. Ob eine Bewegung des Begleiters stattfindet, ist noch unentschieden.
18. Dreifach, ein Doppelstern mit einem ungemein schwachen Begleiter.
19. Vier Sterne (3ter, 6ter, 7ter, 8ter Größe) bilden das sogenannte Trapez des Orion, welches mitten im Orionnebel sich befindet (s. S. 112, Orionnebel No. 16).
20. Zwei Doppelsterne, nur 51" von einander entfernt.
21. Ein vierfacher Stern, seit Herschel's Zeiten unverändert geblieben. Nur 3¹/₂' entfernt findet sich ein dreifaches System.
22. Eine Aenderung der gegenseitigen Stellung ist seit W. Herschel's Zeiten nicht zu bemerken gewesen. Bilden demnach die Sterne ein System, so muß ihre Bewegung äußerst langsam, also die Massen sehr klein sein: finden sie sich aber bloß zufällig in einer Linie, und sind sie in der Wirklichkeit weit von einander entfernt, so sollen sie auch an Größe sehr verschieden erscheinen. In beiden Fällen ist die Lichtstärke merkwürdig, und wir müssen annehmen, daß entweder kleine Massen viel Licht geben können, oder daß es Sterne von sehr verschiedener absoluter Größe geben müsse.

Nummer	Name des Sterns.	Ort des Sterns. Gerade Aufsteigung und Abweichung.	Größe und Farbe			
			des Hauptsterns.	des Begleiters.		
23	20 Geminorum	6h. 23',5 + 17°. 53'	6	Gr. gelblich	7	Gr. bläulich
24	Anonyma	6. 28,1 + 41. 43	7	" bläulich	8	" purpurfarb.
25	12 Lincis	6. 32,9 + 59. 35	{ 5 6	" grünlich weiß	7 1/2	" bläulich
26	38 Geminorum	6. 46,2 + 13. 22	5 1/2	" gelblich	8	" bläulich
27	Anonyma	7. 8,4 + 73. 21	{ 6 1/2 8 1/2	" weiß	6 1/2	" weiß
28	α Geminorum	7. 25,0 + 32. 13	3	" grünlich	4	" grünlich
29	Anonyma	7. 40,2 + 5. 52	7	" gelb	11	" "
30	ζ Cancri	8. 3,6 + 18. 6	{ 5 6	" gelb	5 1/2	" gelb
31	Anonyma	8. 35,2 + 42. 14	8	" gelblich	8	" weiß
32	σ^2 Ursä maj.	8. 57,1 + 67. 44	5	" grünlich	8	" "
33	Anonyma	9. 4,1 + 53. 19	7 1/2	" gelb	7 1/2	" gelb
34	Anonyma	9. 9,0 + 61. 59	{ 8 8	" sehr weiß	11 1/2	" "
35	h Ursä maj.	9. 19,6 + 63. 43	4	" grünlich	9	" aschfarbig
36	ω Leonis	9. 20,4 + 9. 42	6	" gelb	7	" röthlich

23. Die Entfernung ist 20", und eine Aenderung nach den bisherigen Beobachtungen kaum wahrscheinlich.
24. Entfernung 2". Eine Bewegung des Begleiters ist nicht nachweisbar.
25. Ein System von drei Sternen, worin die bisherigen Beobachtungen eine beträchtliche Bewegung erkennen lassen.
26. Ungeachtet der beträchtlichen Entfernung (5,7") zeigt sich entschieden eine Bewegung des Begleiters um den Hauptstern.
27. Die zwei ersten Sterne sind etwas über 1" von einander entfernt; der letzte und erste stehen aber 31" ab.
28. Bereits 1729 als Doppelstern beobachtet. Die Bewegung ist beträchtlich und wir besitzen eine große Anzahl von Beobachtungen, aber wegen der Unsicherheit der frühesten Beobachtungen läßt dennoch sich die Bahn nicht mit der erforderlichen Schärfe berechnen. Mädler fand früher die Umlaufzeit 232 Jahre: nach einer zweiten Bestimmung wäre sie 520 Jahre.
29. Den äußerst schwachen Begleiter entdeckte Struve im März 1825, konnte ihn aber später nicht mehr erkennen.
30. Ein merkwürdiges System, bestehend aus drei Sternen von wenig verschiedener Größe. Der nähere Begleiter läuft nach Mädler's Berechnung in etwa 58 Jahren retrograd um seinen Hauptstern und hat seit 1782 schon mehr als einen vollen Umlauf zurückgelegt. Auch der zweite Begleiter hat seit der ersten Herschel'schen Beobachtung im Jahre 1781 einen beträchtlichen Theil seiner Bahn in gleichem Sinne wie der nähere Begleiter zurückgelegt, ohne seine Distanz merklich zu ändern; Mädler gibt die Umlaufzeit zu etwa 600 Jahren an.
31. Der Begleiter entfernt sich vom Hauptstern, gegenwärtig in gerader Linie, und zwar hat, von 1828 an, die Entfernung in 8 Jahren von 4",8 bis 10",3 zugenommen: Ob er ein optischer oder physischer Doppelstern ist, läßt sich hieraus noch nicht entscheiden.
32. Die allmähliche Aenderung der Distanz und Position ist sehr merklich.
33. Merkwürdig, weil ungeachtet der großen Distanz (20") eine allmähliche Aenderung in der Stellung entschieden vor sich geht.
34. Dreifach; die beiden größern Sterne sind nur 1" von einander entfernt. Die bisherigen Beobachtungen zeigen keine Aenderung der gegenseitigen Stellung an.
35. Die Entfernung ist 23". Struve hält eine Bewegung des Begleiters für wahrscheinlich.
36. Die Entfernung der beiden Sterne hat seit W. Herschel's Zeiten immerfort abgenom-

Nummer	Name des Sterns.	Ort des Sterns. Gerade Aufsteigung und Abweichung.	Größe und Farbe		
			des Hauptsterns.	des Begleiters.	
37	γ Leonis	10h. 11,7 + 20°. 36'	2	Gr. glänz. goldf.	3½ Gr. rothgrün
38	Anonyma	11. 5,4 + 74. 17	7	" gelblich	7½ " gelblichgrau
39	Anonyma	11. 5,4 + 20. 58	7	" "	7 " "
40	ξ Ursä maj.	11. 10,2 + 32. 22	4	" gelblich	5 " aschfarbig
41	ε Leonis	11. 16,1 + 11. 21	4	" gelblich	7 " blau
42	Anonyma	11. 59,5 + 69. 54	7	" "	7 " "
43	24 Comā Berenic	12. 27,6 + 19. 12	5	" roth	6 " blau
44	γ Virginis	12. 34,1 — 0. 38	3	" gelblich	3 " gelblich
45	35 Comā Berenic.	12. 45,9 + 22. 4	5	" gelblich	9 " "
46	ζ Ursä maj.	13. 17,9 + 55. 43	8	" blau	4 " "
			2	" weiß	4 " weiß

men; der Richtungswinkel hatte sich bis 1842 um 83° verändert. Im Jahre 1841 war die Entfernung so klein, daß Struve die beiden Sterne nicht mehr getrennt erkennen konnte, nur die längliche Gestalt deutete an, daß die zwei Sterne neben einander standen. Im Jahr 1842 fand Mädler den Stern vollkommen rund, so daß eine centrale Bedeckung eingetreten war. Daß die beiden Sterne physisch mit einander verbunden sind, unterliegt keinem Zweifel.

37. Ein ausnehmend heller Doppelstern, zugleich bemerkenswerth wegen der Farbe der einzelnen Sterne. Die Aenderung des Positionswinkels ist nicht unbedeutend, und die physische Verbindung entschieden. Dieser Doppelstern ist besonders merkwürdig wegen seines mutmaßlichen Farbenwechsels, den wir schon oben erwähnt haben (S. 104).
38. Diese Sterne haben sich, seitdem sie zum ersten Male von La Lande beobachtet wurden, fortwährend genähert und werden um das Jahr 1850 zusammentreffen: ob sie übrigens eine physische Verbindung mit einander haben, wird zweifelhaft gemacht durch die große Distanz, in der sie früher von einander gestanden sind. Vielleicht bilden hier zwei Sterne von sehr verschiedener eigener Bewegung nur einen optischen Doppelstern.
39. Struve vermuthet bei diesen Sternen eine Aenderung der Lichtstärke, weil bald der eine, bald der andere heller erscheint: eine Aenderung in der Stellung findet er nicht wahrscheinlich.
40. Dieser Doppelstern gehört zu denjenigen, die am häufigsten beobachtet worden sind: die von Mädler berechneten Bahnelemente schließen sich der Beobachtung sehr genügend an. Die Umlaufzeit beträgt 61 Jahre.
41. Die Bewegung ist beträchtlich, aber die Beobachtung dehnt sich noch nicht auf eine hinlänglich lange Periode aus, um die Bahn bestimmen zu können.
42. Nach Struve der schwierigste Doppelstern: er erscheint entschieden länglich, aber eine Trennung der zwei Sterne war auch unter den günstigsten Verhältnissen nicht möglich.
43. Die beiden Sterne sind über 20" von einander entfernt, und man hat bisher keine Bewegung beobachtet. In Bezug auf diesen Doppelstern bemerkt Struve, daß die Farbe des einen Sterns schon sichtbar sei, wenn der andere noch gar nicht im Felde des Fernrohrs sich befände; hiedurch widerlegt sich also die Vermuthung, daß die Farbe des Begleiters eine bloße Complementärfarbe sei.
44. Schon von Bradley (im Jahre 1718), als aus zwei nahe gleich hellen Sternen bestehend, erkannt: aus seinen Beobachtungen ergibt sich, daß damals die Distanz nahe 7", der Positionswinkel 160° betrug. Von jener Zeit an hat eine allmähliche Annäherung stattgefunden bis zum Jahre 1835, wo die Conjunction eintrat und eine fast centrale Bedeckung erfolgte. Im Jahre 1844 hatte die Entfernung wieder bis auf 2" zugenommen.
45. Früher für einen Doppelstern gehalten, aber im Jahre 1828 von Struve als dreifach erkannt: der Hauptstern besteht nämlich aus zwei sehr nahen Sternen (Distanz 1", 4). Die Entfernung des kleinen Begleiters beträgt 28",6. Eine Bewegung nimmt man in diesem Systeme nicht wahr.
46. Längst als Doppelstern bekannt, aber wahrscheinlich nur optisch, denn eine Veränderung ist bisher nicht wahrgenommen worden: beide Sterne schimmern mattgrünlich.

Nummer	Name des Sterns	Ort des Sterns. Gerade Aufsteigung und Abweichung.	Größe und Farbe	
			des Hauptsterns.	des Begleiters.
47	Anonyma	13h. 26,6 + 0°. 27'	8 Gr. gelblich	9 Gr. gelblich
48	α Bootis	14. 8,1 + 52. 30	5 „ grünlich	7 „ bläulich
49	ρ Bootis	14. 34,0 + 14. 22	4 „ weiß	3 $\frac{1}{2}$ „ weiß
50	ϵ Bootis	14. 38,4 + 27. 43	3 „ gelb	6 „ tiefblau
51	ξ Bootis	14. 44,5 + 19. 44	5 „ gelb	7 „ purpurroth
52	39 Bootis	14. 44,6 + 49. 20	6 „ weiß	6 $\frac{1}{2}$ „ purpurfarben
53	44 Bootis	14. 58,8 + 48. 14	5 „ gelblich	6 „ bläulich
54	η Coronä	15. 17,0 + 30. 50	5 „ gelb	6 „ goldgelb
55	Anonyma	15. 18,9 + 37. 53	7 „ mattgrünlich	7 „ mattgrünlich
56	δ Serpentis	15. 27,6 + 11. 3	3 „ schwach gelbl.	4 $\frac{1}{2}$ „ bläul. aschfarb.
57	γ Coronä	15. 36,4 + 26. 46	4 „ grünl. weiß	7 „ purpurfarben
58	ξ Librā	15. 56,1 — 10. 57	5 „ gelblich	7 „ mattbläulich

47. Ein schwacher Doppelstern, von *Struve* im Jahr 1825 entdeckt. Die Bewegung ist sehr beträchtlich und läßt keinen Zweifel übrig, daß dieser Doppelstern zu den physischen gehöre.
48. Eine allmähliche Aenderung der Stellung ist wahrscheinlich, aber jedenfalls nicht beträchtlich.
49. Dieser Doppelstern ist besonders deshalb merkwürdig, weil der Begleiter (der nachfolgende Stern) eine Lichtveränderung zeigt und zwischen der 3ten u. 4ten Größe schwankt: ob eine regelmäßige Periode stattfindet, ist noch unentschieden. Der Hauptstern ist keiner Aenderung des Lichtes unterworfen. Die Beobachtung weist bisher keine Bewegung nach.
50. Seit *Herschel's* Zeiten hat sich der Positionswinkel beträchtlich geändert, jedoch nicht so, daß eine Bahnbestimmung möglich wäre.
51. Der Begleiter hat seit 1780 in 56 Jahren eine retrograde Bewegung von 56° gemacht: *Herschel* gibt ihm eine Umlaufzeit von 117 Jahren.
52. Die Entfernung der beiden Sterne beträgt $3''{,}7$. Wenn eine Bewegung in diesem Systeme stattfindet, so geht sie jedenfalls sehr langsam vor sich.
53. Die Bewegung des Begleiters ist ziemlich schnell und die Bahn bildet, von der Erde aus gesehen, fast eine gerade Linie. *W. Herschel* fand den Begleiter 1787 auf der nordöstlichen Seite, und bemerkte bis 1802 eine allmähliche Annäherung; nicht lange darauf muß eine Bedeckung stattgefunden haben, denn im Jahre 1819 sah *Struve* den Begleiter auf der südwestlichen Seite: seither hat die Entfernung in dieser Richtung zugenommen.
54. Aus den Beobachtungen seit 1781 hat *Mädler* die Bahn berechnet und findet die Umlaufzeit 43 Jahre: die mittlere Entfernung ist $1''$.
55. Dieser feine Doppelstern, zusammengesetzt aus einem Hauptstern, der etwas über, und einem Begleiter, der etwas unter der 7ten Größe ist, steht von einem einfachen Stern 4ter Größe (μ Bootis) $108''$ entfernt. Distanz und Positionswinkel haben sich seit der Entdeckung dieses Doppelsterns 1826 so bedeutend geändert, daß die physische Verbindung keinem Zweifel mehr unterliegt. *Mädler* hat die Elemente der Bahn berechnet und gibt die Umlaufzeit zu 146 Jahren an.
56. Glänzender Doppelstern; der Begleiter hat seit *Herschel's* Zeiten ungefähr $\frac{1}{10}$ seiner scheinbaren Bahn zurückgelegt.
57. Diesen merkwürdigen Doppelstern hat *Struve* im Jahre 1826 zuerst beobachtet; seither hat sich der Begleiter in gerader Linie gegen den Hauptstern bewegt: die scheinbare Berührung erfolgte im Jahre 1832; 1835 war eine centrale Bedeckung eingetreten und erst 1842 kam der Begleiter auf der andern Seite des Hauptsterns wieder zum Vorschein.
58. Ein dreifaches System, worin beträchtliche Bewegung vorgeht. Seit *Herschel's* Zeiten haben die zwei größern Sterne ihren Positionswinkel um mehr als 180° geändert: die Bewegung ist direkt. Der kleinere Begleiter bewegt sich in entgegengesetztem Sinne und mit weit geringerer Winkelgeschwindigkeit. Ähnliche Verhältnisse kommen bei ρ Cancri vor.

Nummer	Name des Sterns.	Ort des Sterns. Gerade Aufsteigung und Abweichung.	Größe und Farbe	
			des Hauptsterns.	des Begleiters.
59	α Herculis	16h. 1,3 + 17° 27'	5 Gr. gelb	6 Gr. gelb
60	σ Coronæ	16. 9,1 + 34. 14	5 " gelblich	6 " bläulich
61	λ Diphuchi	16. 23,4 + 2. 19	4 " gelb	6 " bläulich
62	ζ Herculis	16. 35,6 + 31. 53	3 " gelblich	6 $\frac{1}{2}$ " röthlich
63	210 Herculis	16. 58,6 — 28. 18	6 $\frac{1}{2}$ " gelb	9 " tiefblau
64	μ Draconis	17. 2,2 + 54. 40	5 " weiß	5 " weiß
65	α Herculis	17. 7,8 + 14. 34	3 " glänz. röthl. gelb	5 " tiefblau
66	δ Herculis	17. 8,9 + 25. 1	3 " glänz. grün	8 " grauweißlich
67	Anonyma	17. 22,6 — 0. 56	6 " goldfarbig	6 " goldfarbig
68	τ Diphuchi	17. 54,9 — 8. 10	5 " gelblich	6 " gelblich
69	95 Herculis	17. 55,1 + 21. 36	5 " grüngelb	5 " schön roth
70	70 Diphuchi	17. 57,9 + 2. 32	4 " gelb	6 " purpurfarben

59) Diesen Doppelstern hat schon Flamsteed vor nahe anderthalb Jahrhunderten beobachtet. Die Distanz nimmt ziemlich schnell ab, wie man aus folgender Zusammenstellung ersehen kann:

1703	56",8	Flamsteed,
1782	39,98	W. Herschel,
1822,7	31,45	Struve,
1831,5	31,23	"
1836,3	31,01	"

Auf diese Bestimmungen läßt sich wegen der Unsicherheit der ältern Angaben keine weitere Folgerung verläufig gründen.

60. Seit Herschel's Zeit besitzen wir zahlreiche Beobachtungen dieses schönen Doppelsterns; der durchlaufene Bogen beträgt mehr als die Hälfte der scheinbaren Bahn. Die Bahnbestimmung bietet indeß viele Schwierigkeiten dar. Nach den neuern Rechnungen von Mädler beträgt die Umlaufszeit etwas weniger als 500 Jahre.
61. Der Begleiter scheint um den Hauptstern in einer Kreisbahn herumzugehen; die Bewegung ist direkt, und die Umlaufszeit dürfte 89 Jahre betragen.
62. Die scheinbare Bahn des Begleiters bildet fast eine gerade Linie; die Umlaufszeit beträgt nach Mädler 30 Jahre, und die Bewegung ist sehr rasch, so zwar, daß bereits zweimal, nämlich im Jahr 1802, dann von 1828—1831 eine centrale Bedeckung beobachtet worden ist. Die Beobachtungen sind ungemein schwierig.
63. Ein entschieden physischer Doppelstern, von Struve entdeckt. Die Bewegung des Begleiters ist sehr bedeutend und äußert sich in der Position und Distanz.
64. Die Entfernung der Sterne ist nur 3",2; die allmähliche Aenderung des Positionswinkels ziemlich bedeutend.
65. Ob dieser Doppelstern zu den physischen gehöre, ist noch unentschieden. Der Begleiter ist veränderlich und hat seit 20 Jahren etwa um 2 Größen zugenommen. Auch der Hauptstern ist veränderlich, doch in geringerem Grade.
66. Die Distanz ist in 55 Jahren (1781—1836) von 34",22 auf 24",88 herabgekommen, wogegen der Winkel von 162°. 28' auf 174°. 47' gelangt ist, — eine fast unzweifelhafte Bahnbewegung und zwar von großem Durchmesser.
67. Struve fand ihre Entfernung im J. 1829—32 ungefähr $\frac{1}{2}$ " : im Jahr 1836 hatte der eine den andern bedeckt.
68. Die zwei Sterne, woraus dieses System besteht, waren mit einander schon zu Herschel's Zeiten in Berührung, später scheint eine centrale Bedeckung statt gefunden zu haben, und erst im J. 1835 trat der Begleiter wieder hervor. Seit dieser Zeit hat die Distanz stets zugenommen. Mädler gibt die mutmaßliche Umlaufszeit zu 105 Jahren an.
69. Die gegenfeitige Stellung seit Herschel noch unverändert; der Abstand beträgt 6".
70. Dieser Doppelstern hat seit der ersten Beobachtung beinahe einen ganzen Umlauf zurückgelegt; seine Umlaufszeit dauert nach Mädler 93 Jahre.

Num mer	Name des Sterns.	Ort des Sterns. Gerade Aufsteigung und Abweichung.	Größe und Farbe	
			des Hauptsterns.	des Begleiters.
71	Anonyma	18h. 24,4 + 64°, 54'	8 1/2 Gr.	11 Gr.
72	ε Lyrä	18. 39,4 + 39. 31	5 „ grünlich	6 „ bläul. weiß
		18. 39,4 + 39. 27	5 „ glänz. weiß	5 „ glänz. weiß
73	δ Serpentis	18. 48,8 + 4. 1	4 „ gelblich	4 „ gelblich
74	ο Draconis	18. 49,0 + 59. 12	4 1/2 „ glänz. gelb	7 1/2 „ aschfarbig
75	δ Cygni	19. 40,3 + 44. 46	3 „ grünlich	7 „ aschfarbig
76	γ Delphini	20. 39,7 + 15. 34	4 „ goldgelb	5 „ blaugrün
77	ε Equulei	20. 51,6 + 3. 43	5 1/2 6 „ gelblich	7 „ grauweiß
78	61 Cygni	21. 0,2 + 38. 1		5 „ goldgelb
79	δ Equulei	21. 7,2 + 9. 24	4 „	10 „
80	Anonyma	22. 3,5 + 58. 34	7 „ sehr weiß	8 8 „ sehr weiß
81	ζ Aquarii	22. 21,1 — 0. 47	4 „ weiß	
82	18 Honor. Frid.	22. 39,4 + 38. 41	7 „ schön goldfrb.	9 „ aschfarbig

71. Dieser Doppelstern (Distanz 12") ist merkwürdig dadurch, daß ihn ein elliptisch geformter schwacher Nebel umgibt, so daß die beiden Sterne die Brennpunkte einnehmen. Kein anderer der benachbarten Sterne zeigt eine Spur von neblichter Umhüllung.
72. Ein zweifacher Doppelstern. Die Entfernung der beiden Systeme beträgt 3' 27": es ist nicht unwahrscheinlich, daß beide zusammengehören. Daß eine Bewegung in dem einen wie in dem andern dieser Doppelsterne vorgeht, ergibt sich unzweifelhaft aus der Vergleichung der Messungen von Herschel und Struve.
73. Entfernung 22": eine Aenderung nicht wahrscheinlich.
74. In diesem Systeme hat seit Herschel eine sehr beträchtliche Aenderung stattgefunden; gleichwohl darf man noch wegen der großen Distanz (über 30") Bedenken tragen, den Doppelstern zu den physischen zu zählen. Bei den Doppelsternen, deren Bahn man bisher berechnet hat, kommt nirgends eine so große Distanz vor.
75. Der sehr nahe und im Verhältnis zum Hauptstern schwache Begleiter wurde von W. Herschel im Jahr 1783 beobachtet und ist dann nicht mehr wahrgenommen worden, bis ihn Struve im Dorpater Refractor 1826 wieder erkannte. Er hat in 59 Jahren 50° seiner scheinbaren Bahn zurückgelegt.
76. Seit Herschel's Zeiten hat sich die gegenseitige Stellung nicht verändert, aber vielleicht die Farbe (s. S. 104).
77. Struve hat den Hauptstern als doppelt erkannt, die Distanz ist nur 0",4. Der kleine Begleiter scheint eine geringe Bewegung zu haben.
78. Gegenwärtig der wichtigste aller Doppelsterne, weil wir seine absolute Entfernung von der Sonne kennen (S. 98) — nach der äußerst sorgfältigen Bestimmung von Bessel 12 Billionen Meilen oder 592200 Sonnenweiten — und zugleich eine bereits 90 Jahre umfassende Reihe von Beobachtungen zur Bestimmung der Bahn besitzen.
79. Herschel's Beobachtungen, mit jenen von Struve verglichen, deuten entschieden eine Aenderung in diesem Doppelsterne an.
80. Von Sir J. Herschel, South und Struve als Doppelstern beobachtet; letzterem ist es aber 1832 gelungen, den Begleiter, als aus zwei Sternen bestehend, zu erkennen. Die Begleiter sind von einander nur eine halbe Sekunde, vom Hauptstern aber 21",4 entfernt. Eine Aenderung der Distanz oder des Positionswinkels ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden.
81. Beide Sterne mit einem mattgrünlichen Schimmer. Die Distanz hat seit Herschel entschieden abgenommen, und der Begleiter hat in 55 Jahren 26° retrograde Bewegung gemacht. Die physische Verbindung ist außer Zweifel.
82. Die Distanz ist 31". Diesen Stern hat Struve zuerst beobachtet; in Herschel's Verzeichnissen kommt er nicht vor.

Nummer	Name des Sterns.	Ort des Sterns. Gerade Aufsteigung und Abweichung.	Größe und Farbe	
			des Hauptsterns.	des Begleiters.
83	Anonyma	23h. 57',1 + 33°. 25'	7 $\frac{1}{2}$ 7 $\frac{1}{2}$ Gr. gelblich	9 Gr.
84	Anonyma	23. 58,4 + 57. 36		7 " gelblich

83. Die zwei ersten Sterne stehen nur $\frac{1}{2}$ " von einander ab, der schwache Begleiter ist über 20" entfernt.

84. Von 1782 bis 1836 hat der Begleiter mehr als den halben scheinbaren Umlauf zurückgelegt. Mädler hat die Bahn berechnet und findet eine Umlaufszeit von 146 Jahren.

111. Sternhaufen und Nebelflecken. Wir haben früher Gelegenheit gehabt, die große Anzahl der Sternhaufen, die am Himmel vorkommen, zu erwähnen: hält man hiemit die obige Klassenaufzählung von Struve (§. 109) zusammen, so wird man mit Recht darüber sich wundern, daß ein allmäliger Uebergang von den einfachen zu den zusammengesetzten Systemen fehlt. In den Katalogen des ältern Herschel kommen nicht weniger als 263 Sternhaufen vor, so daß jedenfalls einige hundert sechsfache Sterne zu erwarten gewesen wären; anstatt dessen führt Struve nur einen einzigen auf. Allerdings ist hier der Umstand in Rechnung zu nehmen, daß Struve nur die hellern Sterne vorzugsweise berücksichtigt hat, aber auch dann liefert, glaube ich, die große Seltenheit der zusammengesetzteren Systeme den klaren Beweis, daß die Sternhaufen in eine ganz andere Kategorie als die Doppelsterne zu stellen sind und ganz andere Beziehungen zum Universum haben. Nimmt man die von Herschel im Jahr 1785 entwickelten Ideen als begründet an, dann stellt sich Alles vollkommen natürlich dar. Das Universum besteht aus einzelnen Sternhaufen, im unendlichen Raume ausgetheilt, unter welchen unser System wahrscheinlich einen der bedeutendsten bildet. In großer Ferne, jenseits der Grenzen unsers Systems, bemerken wir die übrigen Haufen allmäligen an Licht abnehmend, bis sie bloß mehr als heller Schimmer — Nebelflecken — erscheinen.

Es ist zwar keineswegs unmöglich, daß ein System von Sternen zu einer oder der andern Zeit ein sehr unregelmäßiges Aussehen darbiete, zu erwarten ist übrigens vorzugsweise eine kreis- oder linsenförmige Gestalt. Der größte Theil der Sternhaufen und Nebelflecken bieten auch dieses Aussehen dar: die unregelmäßigen Gestalten mögen vielleicht in der Wirklichkeit unförmlich sein, oder aus mehreren Systemen bestehen, die hinter einander sind, und nur für uns nahe in dieselbe Gesichtslinie fallen.

Es scheint hier zweckmäßig, die Frage zu erörtern, nach welchen Richtungen am Himmel die meisten Sternhaufen und Nebelflecken zu finden sind. W. Herschel führte zur Unterstützung seiner Hypothese über den Bau des Fixsternhimmels an, daß von den 263 vorzüglichsten Sternhaufen 225 in oder an der Milchstraße, und nur 38 weiter von derselben entfernt vorkommen; eine allgemeine Zusammenstellung widerstreitet indessen entschieden der Ansicht, daß mehr Sternhaufen in der Ebene der Milchstraße als anderwärts sich befinden. Nimmt man Sternhaufen und Nebelflecken zusammen, so ergeben sich aus Sir J. Herschel's Verzeichnissen für das ganze Himmelsgewölbe folgende Zahlen:

Stunden, Gerade Aufsteigung	Zahl der Sternhaufen und Nebelflecken.
0h—2h	315
2—4	195
4—6	395
6—8	192
8—10	267
10—12	535
12—14	785
14—16	231
16—18	107
18—20	131
20—22	188
22—24	234

Man erkennt hier eine ziemlich regelmäßige Vertheilung. Von 12^h—14^h ist die Zahl am größten, und nimmt nach beiden Seiten ab: eine zweite, aber minder hervortretende Verdichtung treffen wir von 4^h—6^h. Bei näherer Untersuchung erkennt man, daß es eigentlich zwei Pole der Verdichtung gibt, wovon der eine ungefähr auf den nördlichen Flügel der Jungfrau, der andere unweit des Südpols in die Gegend der Magellanischen Wolken trifft. Nimmt man an, daß unser Sonnensystem sehr excentrisch in der Milchstraße gestellt ist, so konnte man die eben bemerkten Punkte der größten Verdichtung als Pole der Milchstraße ansehen. Man erkennt hieraus, daß jedenfalls das Universum nicht nach Herschel's Ideen in der Richtung der Milchstraße, sondern nach den oben bezeichneten Gegenden, und wahrscheinlich senkrecht auf der Richtung der Milchstraße, seine größte Ausdehnung hat.

112. Verzeichniß der vorzüglichsten Nebelflecken und Sternhaufen. Ich habe hier aus Sir J. Herschel's großem Verzeichnisse einige der merkwürdigsten Nebelflecken und Sternhaufen, die bei uns sichtbar sind, zusammengestellt. In den Noten finden sich über einzelne Objekte nähere Angaben; ich muß indessen bemerken, daß bisher unsere Kenntniß in diesem höchst interessanten Zweige der Astronomie sehr mangelhaft geblieben ist. Messier, Sir W. Herschel und Sir J. Herschel haben meistens nur mit wenigen Worten die Gestalt der Nebel beschrieben: von dem letzteren Astronomen besitzen wir zwar auch schätzbare Zeichnungen, die jedoch (mit wenigen Ausnahmen) nur eine allgemeine Vorstellung von der Gestalt geben. Ich habe ebenfalls versucht, besonders in den Jahren 1836—37, einzelne Nebel und Sternhaufen genauer und mehr in Detail zu bestimmen und aufzuzeichnen;*) der Erfolg war indessen wenig bedeutend, denn die Arbeit ist ungemein weitläufig und schwierig, und würde, wenn Ersprießliches geleistet werden soll, auf einen

*) Ich ging damals von der Idee aus, daß Nebelmassen im Weltraum selbstständig bestehen könnten, und wollte diejenigen Bestimmungen herstellen, aus welchen es möglich würde, in künftiger Zeit die Verhältnisse dieser Massen (allmähliche Verdichtung oder unveränderten Bestand durch Rotation) zu erkennen. Ich hege aber jetzt die volle Ueberzeugung, daß alle Nebel zuletzt als sehr entfernte Sternhaufen sich erweisen werden: durch den bisherigen Gang der Untersuchung, insbesondere durch die neuesten mit dem Rosse'schen Riesentelescop erhaltenen Resultate sind nach meiner Ansicht alle für die Nebeltheorie vorgebrachten Argumente im Wesentlichen entkräftet worden.

langen Zeitraum die ganze Thätigkeit einer Sternwarte in Anspruch nehmen. Bei Vermessung eines Sternhaufens gehört schon länger fortgesetzte Beobachtung dazu, um sich nur in dieser zahllosen Menge von kleinen Lichtpünktchen gehörig zu orientiren; die Messung der Winkel erfordert auch vielen Zeitaufwand. Was die ganz dichten Sternhaufen betrifft, so fand ich es absolut unmöglich, bestimmte Anhaltspunkte mir zu merken und wieder zu erkennen.

Will man einen Nebelflecken verzeichnen, so ist es fürs Erste sehr schwer, die Lichtabstufungen auszudrücken, dann aber liegt eine Hauptschwierigkeit der Arbeit darin, daß die schwächern Nebeltheile bei weniger günstiger Luft ganz verschwinden, auch der Helligkeitsunterschied zwischen den sichtbaren Theilen geringer ist. So kommt es, daß derselbe Nebel, je nach der Beschaffenheit der Luft, eine ganz verschiedene Größe und Gestalt haben kann.

Verzeichniß der vorzüglichsten Nebelflecken und Sternhaufen.

Nummer	Gerade Aufsteigung 1830.	Poldistanz	Bemerkungen.
1	0h 3',9	18° 25'	Ein Stern 10. Gr., m. Nebel umgeben, Durchmesser 15".
2	0 33,4	49 40	Großer Nebel in der Andromeda.
3	0 33,5	50 4	Nebelfleck nächst dem großen Andromeda-Nebel.
4	0 42,5	43 22	Nebel, rund, fast planetarisch, Durchmesser 20".
5	1 15,8	87 5	Kometenförmiger Nebel.
6	1 22,0	30 11	Runder Sternhaufen, Durchmesser 6'—8'.
7	1 22 8	97 44	Runder Nebel, heller in der Mitte; Durchmesser 15—20".
8	1 32,4	28 58	Sternhaufen.
9	1 43,1	50 7	55 Andromedä, Stern mit Nebelatmosphäre.
10	1 50,4	59 24	Nebel, rund; Durchmesser 40".
11	2 7,1	33 37	Großer Sternhaufen im Perseus.
12	2 12,0	48 25	Schwacher länglicher Nebel.
13	2 56,8	116 43	Runder Nebel, Durchmesser 30".
14	3 58,6	59 41	Ein schwacher, runder Nebel, m. 1. Stern 8. Gr. in der Mitte.
15	5 20,1	55 54	Ein fast runder Nebel mit 3 Sternen in der Mitte.

- Den großen Nebel in der Andromeda hat zuerst Simon Marius (1612) beobachtet: er vergleicht ihn mit dem Lichte einer Kerze, wenn man es durch ein Horn (oder sonstigen halbdurchsichtigen Körper) ansieht. Cassini beschrieb diesen Nebel als dreieckig, Le Gentil als rund, Anfangs (1749), und später (1757) oval: Messier (1764) hat ihn auch oval gesehen, mit starker Zunahme des Lichtes gegen die Mitte, während Le Gentil das Licht auf der ganzen Ausdehnung des Nebels gleichmäßig fand. Ich habe diesen Nebel im Jahr 1836 häufig mit dem großen Refractor der Münchener Sternwarte beobachtet, und ihn, was das Aussehen überhaupt betrifft, ungefähr so gefunden, wie ihn Simon Marius beschrieben hat. Außerdem erkannte ich aber in der Mitte einen Kern, der auch mit 1200facher Vergrößerung zwar nicht aufgelöst wird, aber das flockige Aussehen zeigt, was ich als einen sichern Beweis der Auflösbarkeit betrachte. Der Kern ist länglich, der größere Durchmesser beträgt 7".
- Den großen Sternhaufen im Perseus habe ich in den Jahren 1836 und 1837 trigonometrisch aufgenommen: er besteht aus ungefähr 100 Sternen von der 8ten Größe abwärts bis zu den kleinsten Pünktchen, die man mit dem großen Refractor nur bei günstigen Umständen wahrnimmt. Gleich daneben steht ein anderer sehr bedeutender Sternhaufen mit einem röhlichen Sterne in der Mitte.
- Dieser Nebel hat einen leeren Raum in der Mitte. Herschel hat eine Abbildung davon gegeben.
- Die Sterne sind 11ter, 12ter, 14ter Größe und bilden ein Dreieck; der Nebel umgibt sie wie eine Atmosphäre.

Nummer	Gerade Aufsteigung. 1830.	Recht. Abw. 1830.	Bemerkungen.
16	5 ^h 26',9	95° 30'	Großer Nebel im Orion.
17	5 32,8	81 0	Planetarischer Nebel, fast rund, Durchmesser 12".
18	6 2,8	96 12	Ein Stern 10. — 11. Gr. mit Nebelatmosphäre.
19	7 19,1	68 45	Ein Stern 8. Gr. mit runder Nebelatmosphäre, Durchmesser 25".
20	7 34,0	104 20	Planetarischer Nebel, Durchmesser 55", ein Stern nahe an der Mitte.
21	8 5,3	95 15	Großer Sternhaufen, Sterne 9. — 13. Gr.
22	8 30,4	69 26	Die Krippe im Krebs.
23	8 39,7	70 19	Runder Nebelfleck.
24	8 41,3	38 3	Länglicher Nebel, verdichtet gegen die Mitte.
25	8 42,1	55 8	Länglicher Nebel, 5' lang, 50" breit.
26	8 45,8	9 25	Länglicher Nebel zwischen zwei Sternen.
27	9 10,2	38 18	Länglicher Nebel, verdichtet gegen die Mitte.
28	9 22,5	67 45	Großer Nebelfleck, ein kleiner daneben.
29	9 41,3	20 8	Sehr heller länglicher Nebel.
30	9 56,8	96 54	Länglicher Nebel mit hellem Kern.
31	10 2,9	38 41	Ein Stern 7. Gr. mit Nebel von 2' bis 3' umgeben.
32	10 17,7	60 37	Nebel 40" lang, 15" breit, heller Kern.
33	10 28,1	35 37	Nebel mit hellem runden Kern von 15" Durchmesser.
34	10 34,9	77 25	Großer runder Nebel von 2' — 3' Durchmesser.
35	10 37,7	77 18	Nebel 6' lang, 5' breit.
36	10 38,8	76 32	Zwei runde Nebel, nahe aneinander.
37	10 41,9	61 7	Runder Nebel, hell in der Mitte.
38	10 51,3	75 11	Fast runder Nebel, sehr verdichtet gegen die Mitte.

16. Unter allen Nebelflecken ist der Orionnebel am häufigsten beobachtet und verzeichnet worden. Von den verschiedenen Zeichnungen sieht keine der andern gleich; dessen ungeachtet kann man überzeugt sein, daß in dem Nebel selbst keine Aenderung vorgekommen ist. Die Helligkeit der Atmosphäre und die Lichtstärke des Fernrohrs hat einen erstaunlichen Einfluß, wenn es sich um schwache Lichtabstufungen handelt; auch ist der Grad von Sorgfalt und Geschicklichkeit, womit die verschiedenen Zeichnungen gemacht worden sind, sehr verschieden. Die erste sorgfältig entworfene Zeichnung ist von Herschel (1824). Den hellsten Theil habe ich (1836 und 1837) gezeichnet; ich fand, daß er aus mehreren runden und dreieckigen Partien besteht, deren Lage ich micrometrisch bestimmte. Herschel gab im Jahre 1847 eine zweite Darstellung (nach seinen Beobachtungen am Cap d. g. S.) heraus, die als ein Meisterwerk zu betrachten ist, man mag die Genauigkeit der Aufnahme, oder die Ausführung der Zeichnung berücksichtigen. Eine kleinere Zeichnung findet man in Kaiser's Astronomie; sie gibt von dem Aussehen des Nebels im Ganzen eine sehr richtige Vorstellung. — Besonders merkwürdig ist der Umstand, daß in dem Trapez immer neue Sterne entdeckt worden sind: Huyghens kannte nur drei Sterne, bei den späteren Astronomen findet man durchgängig vier verzeichnet; einen fünften fand Struve 1826, einen sechsten South 1832; von mir sind später ebenfalls zwei aufgefunden worden, die zum Trapez gerechnet werden können. Einige Astronomen hielten diese Sterne für solche, die sich aus dem Nebel gebildet hätten: unterdessen habe ich schon 1837 die Ueberzeugung ausgesprochen, daß eine Nebelmaterie hier gar nicht vorhanden sei, sondern daß der ganze Orionnebel aus Sternen bestehe; ich glaubte sogar, in günstigeren Momenten, die einzelnen Lichtpünktchen wahrzunehmen. Das große Telescop von Lord Rosse hat nun alle Zweifel gehoben: es löst den ganzen Nebel in einen Sternhaufen auf. Da ich oben die großen Unterschiede zwischen den verschiedenen vorhandenen Zeichnungen erwähnt habe, so glaube ich noch den Leser auf die Darstellung von Huyghens (in seiner Schrift *Systema Saturnium* betitelt) verweisen zu müssen. Es ist nicht möglich, die mindeste Aehnlichkeit mit der wirklichen Gestalt des Nebels hier zu erkennen; auch sind die Sterne weder unter sich noch im Verhältnisse zum Nebel richtig verzeichnet.
22. Die Krippe erscheint im Fernrohr nicht als Sternhaufen, sondern als eine an größeren Sternen reiche Gegend.
33. Herschel's Abbildung ist in Fig. 53 dargestellt.

Nummer	Gerade Aufsteigung. 1830.	Polhöhe. 1830.	Bemerkungen.
39	10h 53',9	61° 6'	Nebelfleck gegen den Rand verwaschen.
40	10 57,1	89 7	Nebel 4' lang, 1' breit, Kern excentrisch.
41	11 4,8	34 4	Runde Nebelscheibe ohne scharfe Gränze, Durchmesser $2\frac{1}{2}'$.
42	11 8,4	30 18	Nebel mit hellem Kern.
43	11 10,0	75 59	Länglicher Nebel mit rundem hellem Kern
44	11 11,4	75 28	Ziemlich schwacher, sehr langer Nebel.
45	11 15,5	50 18	Runder Nebel, Durchmesser 50".
46	11 43,9	44 56	Nebel (wahrscheinlich Sternhaufen), rund, 3' — 4' Durchmesser.
47	11 44,1	52 3	Nebel, hell, 1' — $1\frac{1}{2}'$ Durchmesser.
48	11 47,2	82 18	Länglicher Nebel mit Kern 30" lang, 15" breit.
49	11 49,1	63 48	Ein schwacher Nebel, mitten zwischen zwei Sternen.
50	11 57,9	60 52	Runder Nebel, Durchmesser $\frac{1}{2}'$ — 1'.
51	11 58,1	21 54	Länglicher Nebel, 2' lang.
52	11 58,3	46 0	Länglicher Nebel, 40" lang, 10" breit.
53	11 59,5	78 40	Länglicher Nebel.
54	12 5,1	74 8	Schmaler Nebel, 10' lang.
55	12 6,5	55 21	Runder Nebel.
56	12 7,2	75 54	Schmaler Nebel $7\frac{1}{2}'$ lang, mit Kern.
57	12 9,5	60 53	Länglicher Nebel mit elliptischem Kern.
58	12 10,5	41 45	Nebel mit Kern, 6' lang, 3' breit.
59	12 11,3	59 26	Nebel 2' lang, 1' breit
60	11 11,5	59 46	Runder Nebel, Durchmesser $1\frac{1}{2}'$.
61	12 12,1	83 43	Runder Nebel.
62	12 15,1	42 3	Länglicher Nebel mit Kern.
63	12 15,7	107 50	Runder Nebel (wahrscheinlich Sternhaufen) mit Kern, $1\frac{1}{2}'$ Durchmesser.
64	12 17,5	76 7	Nebel mit hellem Stern.
65	12 18,0	57 50	Nebel mit Kern, 3' lang, $1\frac{1}{2}'$ breit.
66	12 19,9	71 59	Runder Nebel. 1' — 2' Durchmesser.
67	12 21,1	81 4	Runder Nebel, 1' — 2' Durchmesser.
68	12 22,1	76 40	Nebel, rund, Durchmesser 1' — 3'.
69	12 22,9	63 17	Runder Nebel mit Kern, 40" — 50" Durchmesser.
70	12 22,9	47 29	Langer Nebel.
71	12 23,4	74 38	Nebel, 8' lang 1' breit.
72	12 25,4	81 22	Länglicher Nebel.
73	12 25,7	47 43	8 Canum, Stern mit runder Nebelhülle.
74	12 28,2	81 49	Nebelfleck, 2' lang, hell gegen die Mitte.
75	12 31,2	100 40	Länglicher Nebel, umgeben von einer schwachen Hülle.
76	12 35,2	72 41	Nebel fast rund, 30" Durchmesser.
77	12 36,0	77 3	Nebel mit sternartigem Kern.
78	12 39,8	94 52	Nebel länglich mit Kern.
79	12 40,2	97 44	Runder Nebel, sicher in Sterne auflöslich, 40" Durchmesser.
80	12 42,1	63 34	Geller Kern mit ovaler Nebelhülle, 4' lang, 3' breit.

43. Nach meinen Beobachtungen besteht dieser Sternhaufen aus einem nicht scharf begränzten hellen Kern, und zwei minder hellen Armen, die sich nach entgegengesetzter Richtung ausdehnen. Die Vergleichung meiner Messungen mit Herschel's Beschreibung würde andeuten, daß jetzt die Arme eine andere Richtung haben, als früher; die Sache ist indessen zweifelhaft. Fig. 54 stellt den Nebel dar.
73. Sir J. Herschel bemerkt, daß alle Sterne bisweilen (und zwar bei anscheinend reiner Luft) mit Nebelhüllen umgeben erscheinen, während sie gewöhnlich davon frei sind: er glaubt, daß der Grund hievon in den obern Luftregionen zu suchen sei. Bei dem oben angegebenen Sterne ist übrigens die Nebelhülle constant.
74. Die Mitte dieses Nebels löste Sir J. Herschel's zwanzigfüßiges Telescop in Sterne auf.
75. Auf der obern Seite ist die schwache Hülle von dem innern Nebel durch einen schmalen langen Zwischenraum getrennt.

Nummer	Gerade Aufsteigung. 1830.	Polhöhe. 1830.	Bemerkungen
81	12h 42',9	47° 57'	Nebel, wahrscheinlich auflöslich.
82	12 48,4	67 24	Länglicher ovaler Nebel.
83	12 52,0	86 35	Ein Stern am Ende eines Nebels.
84	13 3,1	52 1	Länglicher Nebel, 4' lang, 1' breit.
85	13 4,5	70 55	Sternhaufen, 5' Durchmesser.
86	13 22,6	41 56	Nebel umgeben von einem Nebelring.
87	13 34,2	60 46	Sternhaufen, über 1000 Sterne 11. Gr. und darunter.
88	13 49,4	41 57	Länglicher Nebel, 50" lang, 15" breit.
89	13 57,8	60 40	Sternhaufen von 14 Gr. abwärts.
90	15 0,0±	69 48±	Nebel von einem kleineren Nebel begleitet.
91	15 1,8	33 35	Nebel 50" lang, 20" breit.
92	15 9,9	87 16	Kugelförmiger Sternhaufen, sehr dicht, 2½' Durchmesser.
93	16 35,6	53 13	Sternhaufen, sehr dicht.
94	16 37,3±	65 53±	Nebelfleck, 8" Durchmesser, uneben am Rande.
95	16 38,4	91 38	Sternhaufen, Sterne von 20. — 15. Gr.
96	16 48,2	93 50±	Sternhaufen, Durchmesser 6', 9 — 15. Gr.
97	16 52,1	116 0	Kugelförmiger Sternhaufen.
98	17 19,0	113 36	Runder Nebel, 40" Durchmesser.
99	17 44,7	66 53	Kleine runde Scheibe von 1" — 1½", mit schwachem Nebel umgeben.
100	18 3,8	83 11	Planetarischer Nebel, 8" Durchmesser.
101	18 10,7	106 18	Omega-Nebel.
102	18 42,0	96 28	Großer Sternhaufen im Sobieski'schen Schild.
103	18 47,2	57 11	Planetarischer Nebel in der Leier.

82. Dieser Nebel hat nach Herschel wahrscheinlich einen Doppelstern als Kern, und darunter einen kleinen dunkeln Raum.
83. Es ist, als wenn vom Sterne ein Schweif, gleich einem Kometenschweif ausgeht. Herschel's Zeichnung ist in Fig. 55 abgebildet.
85. Einige Sterne 12 Gr. in der Mitte, dann eine unzählige Menge kleiner Sterne bis zu verschwindenden Pünktchen herab.
86. Der Nebelring bietet das Ansehen dar, welches unsere Milchstraße von großer Ferne darbieten würde. Siehe Fig. 56. Daneben steht ein anderer kleinerer Nebelfleck.
93. In Fig. 62 nach Herschel's Zeichnung abgebildet.
94. Nebelfleck von ungleichmäßigem Lichte. Ich habe ihn wiederholt untersucht. Fig. 57 stellt ihn ziemlich richtig vor.
101. Dieser Nebel (den Fig. 58 nach meinen Beobachtungen darstellt) hat ungefähr die Form eines griechischen Omega, daher der Name, der ihm von Herschel gegeben worden ist. Ich habe diesen Nebel sehr sorgfältig beobachtet, und theils im Nebel selbst, theils in seiner unmittelbaren Nähe nicht weniger als 35 Sterne gefunden, wovon 9 in Herschel's Zeichnung (1847) fehlen. Im Nebel wird man einen ovalen hellen Knoten bemerken, und einen äußerst schwachen Doppelstern daneben. Ich zweifle nicht, daß dieser Nebel aus einer Masse sehr entfernter Sterne besteht, halte es aber wegen der höchst unregelmäßigen Gestalt nicht für wahrscheinlich, daß das Ganze ein System bilde, vielmehr glaube ich, daß wir hier eine Menge Systeme, theils neben einander, theils bloß optisch aufeinander projectirt, sehen.
102. Diesen Sternhaufen, oder vielmehr den dichtesten Theil davon, habe ich trigonometrisch vermessen. Auf einer Ausdehnung von ungefähr 4 Minuten im Quadrate stellt meine Zeichnung nicht weniger als 128 Sterne dar. Ich habe sehr viele Mühe auf die Vermessung dieses Sternhaufens verwendet, weil ich glaube, daß er ein abgeschlossenes, ziemlich regelmäßiges System bildet, dessen innere Verhältnisse durch Vergleichung künftiger Beobachtungen mit den gegenwärtigen ergründet werden können.
103. Der planetarische Nebel in der Leier besteht aus einem ovalen Ring, der einen milder hellen Raum einschließt. Der Ring genau betrachtet, ist aus kleinen hellern und dunklern Particeln zusammengesetzt. Fig. 59 gibt eine allgemeine Vorstellung davon. Sicherlich besteht dieser Nebel aus Sternen. Man kann annehmen, daß unser Sternsystem von großer Ferne betrachtet, ungefähr dasselbe Ansehen darbieten würde.

Nummer	Gerade Aufsteigung. 1830.	Polhöhe. 1830.	Bemerkungen.
104	19h 10',2	83° 45'	Planetarischer Nebel, Durchmesser 97".
105	19 34,3	104 33	Planetarischer Nebel, Durchmesser 10".
106	19 40,3	39 54	Ein Stern mitten in einem planetarischen Nebel.
107	19 52,1	67 43+	Nebelfleck von 7' — 8' Durchmesser.
108	20 9,5	59 59+	Nebel, dem planetarischen Nebel in der Leier ähnlich, aber schwächer.
109	20 14,8 ::	70 26	Planetarischer Nebel.
110	20 49,3	58 57	Schwacher Nebel über 1° Länge, unregelmäßig
111	20 54,8	102 3	Planetarischer Nebel im Wassermann.
112	21 21,7	78 34	Sternhaufen, sehr dicht, fast rund.
113	21 24,7	91 34	Sehr dichter Sternhaufen.
114	22 29,3	56 29	Nebel 90" lang, 30" breit.
115	23 17,7	48 24	Planetarischer Nebel, 12" Durchmesser.
116	23 18,7	78 29	Runder Nebel, Durchmesser 20".
117	23 48,5	34 14	Dichter Sternhaufen, Sterne 11. — 18. Gr.

104. In Fig. 60 ist dieser merkwürdige Nebel nach meinen Beobachtungen vorgestellt. Ich zweifle nicht, daß er aus einer Masse kleiner Sterne besteht. Sehr auffallend ist die regelmäßige Form. Ein Stern befindet sich am Rande, den man nur mit Mühe sieht, in einiger Entfernung ist ein größerer Stern.
105. Herschel bemerkt, daß das Licht dieses Nebels sehr ungleichmäßig sei; ich habe ebenfalls eine Menge Abtheilungen darin erkannt, hellere und dunklere Stellen. Durch Messung konnte ich aber die Lage der einzelnen Abtheilungen nicht bestimmen, weil ihrer zu viele sind. Herschel hat die Stelle dieses Nebels in Bezug auf zwei nahe gelegene Sterne bestimmt: meine spätern Messungen zeigen, daß der Nebel seinen Ort nicht verändert hat. Ich habe den Nebel durch Fig. 61 darzustellen gesucht.
106. Herschels Zeichnung ist in Fig. 63 abgebildet.
107. Messier, Sir W. Herschel und Sir J. Herschel haben diesen sonderbaren Nebel untersucht, dessen Figur im Ganzen eine Ellipse ist, aber mit besondern Abtheilungen. Der letzt erwähnte Astronom drückt die Ansicht aus, daß dieser Nebel eine wirkliche Nebelmasse sein könne, die um ihre Axe rotire, und so die ellipsoidische Gestalt erhalte. Lord Rosse hat in neuester Zeit mit seinem Riesentelescop allen Zweifel gehoben, indem er den Nebel als vollständig auflösbar, und aus einzelnen Sternen bestehend, erkannte.
109. Sir W. Herschel beschreibt diesen Nebel (Fig. 64) als vollkommen rund, ziemlich gut begränzt, und in Sterne auflösbar. Sir J. Herschel sagt von demselben: „er ist vollkommen rund, etwas dunstig am Rande, nicht merklich heller in der Mitte, aber nicht hohl aussehend.“ Wie ihn der hiesige Refractor zeigt, entspricht er weder der einen, noch der andern Beschreibung. So oft ich diesen Nebel betrachte, glaube ich eine verdünnte, halb durchsichtige Masse zu sehen, welche den genau im Mittelpunkte befindlichen Kern als Dunst umgibt. Der Rand ist scharf begränzt, die Helligkeit nimmt gegen die Mitte etwas zu. Von Auflösbarkeit konnte ich keine Spur wahrnehmen. Den Kern oder Stern in der Mitte, der zwar nicht groß, aber sehr wohl im Refractor sichtbar ist, ließen die Herschelschen Teleskope nicht erkennen. Der Nebel scheint den freilich wenig zuverlässigen Messungen zufolge seine Lage gegen die benachbarten Sterne ziemlich schnell zu ändern.
111. Diesen Nebel hat Herschel einmal als rund, und einmal als oval beschrieben. Den Grund hievon habe ich darin erkannt, daß ein sehr feiner Nebelstrich unten sich befindet, der bei ungünstiger Luft nicht wahrgenommen wird. Struve (der den begleitenden Nebel nicht bemerkt hat) gibt die Durchmesser des Hauptnebels zu 25" und 17" an, meine Messungen geben 24",5 und 18,3: Fig. 65 stellt den Nebel dar. Gleich den meisten planetarischen Nebeln besteht dieser aus einem Ringe, der einen minder hellen Raum einschließt; außerdem zieht ein hellerer Streifen durch die Mitte.
115. Herschel hat schon bei diesem Nebel einen Ring vermuthet wie bei No. 111. Den Ring habe ich sehr deutlich erkannt, und zugleich bemerkt, daß es unten, etwas links, eine Stelle gibt, wo er minder hell ist. Meine Messungen der Entfernung des Nebels von benachbarten Sternen, verglichen mit den ältern Bestimmungen Herschels, würden zu der Vermuthung führen, daß der Nebel seine Lage, in Bezug auf die Sterne, merklich ändere. Ich habe diesen Nebel durch Fig. 66 dargestellt.

Eine allgemeine Charakteristik zu geben von den verschiedenen Gestalten der Sternhaufen und Nebelflecken, ist ganz unmöglich. Was die Nebelflecken insbesondere betrifft, so nehmen sie oft eine sehr große Ausdehnung am Himmel ein, und sind zum Theile ziemlich hell. So kann man sogar schon mit freiem Auge den Nebel in der Andromeda *) bemerken, während die meisten so schwach sind, daß sie nur mit großen Telescopen wahrgenommen werden können. Die merkwürdigsten ohne Zweifel sind die runden, wovon manche sogar scharf begrenzt erscheinen, und das Ansehen von Planetenscheiben darbieten, weshalb sie von Herschel planetarische Nebel genannt wurden. Einige Nebel sind dadurch merkwürdig, daß sie in der Mitte einen Stern haben, bei andern bemerkt man einen Ring, der oft ganz ausgebildet, oft mit Unterbrechungen sie umgibt. Am besten kann man sich nach den Figuren (Tafel IV) davon einen Begriff machen.

In dieser Tafel findet man neben einander die verschiedenen Formen, wie sie zur Erläuterung der zweiten Herschel'schen Hypothese (wonach man die Nebelflecken eigentlich als Sternmaterie, in allmäliger Condensation begriffen, ansehen muß), dienlich sind. Hiernach wären die unförmlichen Nebel z. B. Fig. 58 in der ersten Bildungsperiode begriffen, einer spätern Stufe gehören die regelmäßigen Gestalten (Fig. 61. 66) an; alsdann folgen jene, wo eine Verdichtung in einem oder mehreren Punkten bemerkt wird (Fig. 54. 57), endlich diejenigen, wo ein vollkommen ausgebildeter Stern in der Mitte sich befindet (Fig. 63. 64), und nur einige Nebelmaterie, die er nach und nach an sich zieht, ihn kreisförmig umgibt. Es muß jedoch bemerkt werden, daß die allmälige Verdichtung der Nebelmaterie vorläufig blos eine Hypothese ist, und die Beobachtung bisher keine Aenderung nachgewiesen hat. Solche Nachweisung wäre, wie oben schon erwähnt wurde, mit ganz besonderer Schwierigkeit verbunden, theils weil Lichtabstufungen schwer zu bezeichnen sind, theils weil die Nebel in sehr verschiedener Gestalt und Ausdehnung erscheinen, je nachdem der Zustand der Luft mehr oder weniger rein ist. **)

IX. Das Licht der Sterne.

113. Die Fortpflanzung des Lichtes braucht Zeit. Unter die vielen Räthsel, welche die Natur dem Menschen zu lösen gegeben hat, und worüber die Bemühungen so vieler Jahrhunderte keine genügende Erklärung

*) Die Kapwolken oder Magellanischen Wolken, die sich in der Nähe des Südpols befinden, und die man auf der südlichen Halbkugel mit freiem Auge so deutlich wahrnimmt, als wir in unsern Gegenden die Milchstraße sehen, hat man sonst auch zu den Sternhaufen gezählt: indessen hat Sir J. Herschel, der sie, während seines Aufenthaltes am Kap sehr genau untersucht hat, erkannt, daß sie nicht eine einzige Masse bilden, sondern aus einer großen Anzahl einzelner Sternhaufen und Sterne bestehen, welche dicht zusammengedrängt sind.

**) So lange die Selenographen sich begnügten, flüchtige Skizzen von einzelnen Gegenden der Mondoberfläche zu geben, so glaubte man mancherlei Aenderungen wahrzunehmen, indem jeder Unterschied zwischen der Wirklichkeit und der Zeichnung einer vorgekommenen Aenderung an der Mondoberfläche zugeschrieben wurde. In neuerer Zeit, seitdem sorgfältige Zeichnungen