

Ueber die
D o p p e l s t e r n e,

nach

einer mit dem großen Refractor von Fraunhofer auf der
Sternwarte der Kaiserlichen Universität zu Dorpat ange-
stellten Musterung des Fixsternhimmels.

B e r i c h t

an Seine Durchlaucht den

F ü r s t e n L i e v e n,

Mitglied des Reichsraths, Generallieutenant und Ritter mehrerer hoher Orden, und Curator
des Lehrbezirks der Universität zu Dorpat,

v o n

F. G. W. S t r u v e,
Director der Sternwarte.



Dorpat, 1827.

Gedruckt bei J. C. Schünmann, Universitäts - Buchdrucker.

Durchlauchtiger Fürst!

Das lebhafteste Interesse, welches die Betrachtung der himmlischen Gegenstände durch den großen Refractor von Fraunhofer bei wiederholten Besuchen, mit denen Sie die Sternwarte der Ihres Schutzes sich erfreuenden Universität beehrten, in Eurer Durchlaucht erregte, läßt mich hoffen, daß ein Bericht von dem Erfolge einer umfassenden Arbeit, die mit diesem unvergleichlichen Apparate ausgeführt wurde, nicht ohne Theilnahme von Ihnen gelesen werden wird.

Als im Spätherbst des Jahres 1824 das genannte Instrument glücklich in Dorpat angelangt und zur Beobachtung des Himmels aufgestellt war, ergab sich bald, daß dasselbe für ein Meisterwerk seiner Art gehalten werden mußte. An Lichtstärke wohl nur von dem 40füßigen Spiegeltelescope Herschels übertroffen, ersetzt es diesen Abgang zur wahren Brauchbarkeit reichlich durch die den Fraunhoferschen Achromaten eigenthümliche Schärfe der Bilder, und übertrifft entschieden alle bisherige große Fernröhre durch die Vollkommenheit seiner Aufstellung, durch die Leichtigkeit seiner Anwendung, durch die Eigenthümlichkeit vermittelt eines Uhrwerks der Bewegung der Gestirne von selbst zu folgen, so wie durch die Zugabe eines reichen Apparats zur Messung der Winkel zwischen den im Fernrohr gesehenen Gegenständen,

welcher eine bewunderungswürdige Genauigkeit gewährt. Und gewiß ist jetzt dieses Kunstwerk unschätzbar zu nennen, seit dem es durch den frühzeitigen Tod des unersetzlichen Fraunhofers das einzige seiner Art geworden ist, das vollendet aus des Künstlers Händen ging.

Mein lebhaftester Wunsch mußte es seyn, dieses Instrument nach besten Wissen und Kräften zur Erweiterung der Kenntnisse von den himmlischen Gegenständen anzuwenden. Hier bot sich dem Beobachter ein doppeltes Feld der Durchforschung dar, entweder der Eigenthümlichkeiten der zu unserem Sonnensysteme gehörigen Himmelskörper oder der Welt der Fixsterne, in so weit es dem bewaffneten Auge und dem schwachen menschlichen Geiste vergönnt ist hier einzudringen. Beide Felder hatten seit fünfzig Jahren ihre mit dem herrlichsten Hülfsmitteln versehenen Forscher gefunden. Das erste war von Sir. W. Herschel in England und vom Doctor Schröter in Deutschland gleichzeitig mit einem großen Erfolge bearbeitet worden, das letztere fast ausschließlicly von Herschel mit einer Beharrlichkeit und Kühnheit, die zu Resultaten führten, welche in der Geschichte der Wissenschaft als einzig dastehend angesehen werden können. Herschel hat hier die Bahn gebrochen, für Jahrhunderte vorausgearbeitet und der Nachwelt die Pflicht aufgelegt, im einzelnen sorgsam zu durchforschen, was er im allgemeinen umfaßt hatte.

Seit dem Jahre 1813 hatte ich diejenigen Fixsterne, welche durch Fernröhre gesehen als doppelte oder mehrfache erscheinen, und deren Herschel mehrere Hunderte am ganzen ihm sichtbaren Himmel erkannt hatte, zu einem Hauptgegenstande meiner Beobachtungen gemacht. Bald nachher unternahmen in England Herschel der jüngere und South eine Revision der bisher bekannten Doppelsterne, und es wurde auch die Zahl der bekannten Doppelsterne durch Beiträge von Bessel in Königsberg, so wie aus England und Dorpat um ein bedeutendes vermehrt. Mit dem Mikrometer-Apparate des großen Refractors durch genaue Messungen die Stellungen der Doppelsterne gegen einander für die jetzige Zeit festzusetzen, und so durch Vergleichung mit den früheren Beobachtungen Herschels die von ihm entdeckten Veränderungen zu bestätigen, so wie für eine künftige Vergleichung ein sichrerer Material zu liefern, war

der Plan, den ich für die erste Anwendung des Refractors entworfen hatte. Mit dieser Arbeit, die ich anfang, verband ich die gelegentliche Durchmusterung einiger Gegenden des Himmels, um zu sehen, ob noch viele bisher unentdeckte Doppelsterne erkannt werden könnten. Die reiche Erndte, die sich ergab, brachte mich nun auf den Gedanken, den ganzen hier sichtbaren Fixsternhimmel planmäfsig zu durchmustern, um eine möglichst vollständige Kenntnifs der so interessanten Doppelsterne zu erlangen. Am $\frac{11. \text{ Februar}}{30. \text{ Januar}}$ 1825 ward die erste Musterung nach dem entworfenen Plane unternommen, am $\frac{11. \text{ Februar}}{30. \text{ Januar}}$ 1827 die letzte durchgeführt, und so diese Arbeit in genau zwei Jahren vollendet. Von den Ergebnissen derselben giebt der nachstehende Bericht eine Uebersicht.

Es sey mir vergönnt, hier einige Bemerkungen über die Natur der Fixsterne, so wie über das eigenthümliche und den Zweck der Beobachtungen derselben voraus zu senden.

Die Fixsterne sind Himmelskörper, die mit eigenem Lichte leuchten, d. h. Sonnen. Unsere Sonne in eine gehörig weite Entfernung gerückt, würde uns den Anblick eines der helleren Fixsterne gewähren; aus einer noch viel gröfseren Ferne, wie ein schwacher Fixstern erscheinen; und so kann man annehmen, dafs die verschiedene Helligkeit der Fixsterne von dem geringeren oder gröfseren Abstände derselben von unserem Auge herrührt; während auch die eigenthümliche Verschiedenheit derselben unter sich an Gröfse und leuchtender Kraft hier Unterschiede hervorbringen mufs. Im allgemeinen aber müssen wir die helleren Fixsterne für die uns oder dem Sonnensysteme näheren, die schwächeren für die entfernteren halten. Die hellsten Fixsterne nennt man bekanntlich Sterne erster Gröfse; und so ergiebt sich bald, was unter Sternen zweiter, dritter Gröfse u. s. w. zu verstehen ist, wenn man weiß, dafs die schwächsten Sterne, welche dem unbewaffneten Auge noch sichtbar sind, zur sechsten Gröfse gerechnet werden. Offenbar mufs aber die Zahl der Fixsterne mit der Abnahme der Helligkeit wachsen, und je gröfser die Kraft eines Fernrohrs, um desto mehr Sterne müssen durch dasselbe entdeckt werden können. Nur 18 Sterne der ersten Gröfse, unter welchen Sirius der hellste ist, werden an der ganzen Himmelskugel

gefunden, und die Zahl aller dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne beträgt kaum 5000, wovon zu einer Zeit nur die Hälfte über dem Horizonte seyn kann. Aber die Fernröhre eines Herschels und Fraunhofers lassen uns viele Millionen Fixsterne am Gewölbe des Himmels entdecken.

Wahrscheinlich ist es, daß ein großer Theil dieser Fixsterne, so wie unsere Sonne, Centrakörper sind, um die sich dunkle Körper geringerer Größe, Planeten, bewegen. Aber nie wird es den Astronomen gelingen diese Planeten zu erblicken, da sie nur durch zurückgeworfenes Licht ihrer Sonnen sichtbar werden könnten. So wie aber der hellste Fixstern Millionen Male schwächer leuchtet, als die Sonne, so müßte ein solcher Planet uns Millionen Male schwächer erscheinen, als die hellsten Planeten unseres Sonnensystems, d. h. so schwach, daß auch die stärksten Fernröhre sie nicht entdecken würden. Dennoch hat die Annahme solcher dunkler Begleiter der Fixsterne sehr viel für sich in dem Umstande, daß wir in der Natur selten ein Phänomen vereinzelt ohne verwandtes finden. Eben so sehr erkennen wir aber allenthalben in der Natur wesentliche Verschiedenheiten, und so muß es uns nicht wundern, auch unter den Fixsternen Mannigfaltigkeiten eigener Art zu bemerken. Die auffallendste Verschiedenheit ist die der Farbe des Lichts der Fixsterne, schon dem bloßen Auge bei den helleren erkennbar. Durch Fernröhre unterscheiden wir aber sicherer, wie manche Fixsterne weiß, andere gelb, eine nicht geringe Zahl roth in verschiedenen Abstufungen erscheinen; und selbst blaue und grüne werden gesehen, mit allen Uebergängen der Farben in einander.

Farbe und Stärke des Lichts sind also unter den Fixsternen wesentlich verschieden. Beide sind aber an demselben Sterne mitunter einem Wechsel unterworfen. Schon den Griechen und Römern fiel die rothe Farbe des Arcturus, des Sterns im Herzen des Scorpions und anderer, so wie des Planeten Mars auf, und zu diesen rothen Sternen rechneten sie mit Bestimmtheit den hellsten aller Fixsterne, den Sirius. Jetzt aber ist Sirius einer der weißesten Sterne, und es leidet wohl keinen Zweifel, daß wesentliche Veränderungen an der Oberfläche des Sirius seit zwei Jahrtausenden vorgegangen seyn müssen, wodurch sein Licht so geändert worden. Ein Beispiel

vom Wechsel der Helligkeit der Fixsterne gewähren uns die beiden größten Sterne in den Zwillingen. Castor war noch vor hundert Jahren der hellere unter ihnen, während jetzt Pollux entschieden stärker leuchtet. Hieran schließt sich von selbst das Phänomen des regelmässigen periodischen Lichtwechsels einiger Sterne. Der merkwürdigste dieser Sterne ist der helle Stern am Kopfe des Medusenhauptes, mit dem Arabischen Namen Algol belegt. Während 62 Stunden erscheint dieser Stern von der zweiten Gröfse, während 7 Stunden sinkt er von der zweiten bis zur vierten Gröfse hinab und erhält allmählig seine vorige Gröfse wieder, und vollendet so seinen Lichtwechsel in einer Zeit von $69\frac{1}{2}$ Stunden mit solcher Regelmässigkeit, dafs das Erscheinen dieses Phänomens auf viele Jahre vorausgesagt werden kann. Länger schon ist der Lichtwechsel des hellen Sternes am Halse des Walfisches bekannt, schon von Hevelius deswegen im 17ten Jahrhunderte der Wunderbare genannt, dessen Periode 11 Monate dauert. Während 4 Monate ist er dem blofsen Auge sichtbar, steigt rasch von der sechsten bis zur zweiten Gröfse, mitunter sogar bis zur ersten, und nimmt langsamer wieder bis zur sechsten Gröfse ab. In den übrigen 7 Monaten wird er so schwach, dafs er zuweilen nur durch sehr gute Fernröhre als ein Stern elfter Gröfse erkennbar ist. Der veränderliche Stern am Halse des Schwans ist dagegen in einer Periode von $15\frac{1}{2}$ Monaten bald vierter Gröfse, bald unsichtbar. Solcher veränderlicher Sterne sind jetzt eine nicht unbedeutende Anzahl bekannt, aber nicht bei allen geschieht die Wiederkehr zur selben Helligkeit nach regelmässigen Zeiträumen. Die Erklärung dieses Lichtwechsels hat ihre Schwierigkeiten, indessen läfst sich bei mehreren dieser Sterne mit grofser Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs sie auf ihrer Oberfläche dunkle Stellen, Flecken, haben, die durch eine Umdrehung des Sterns von Zeit zu Zeit uns zugewandt sind, und dadurch die Abnahme des Lichts erzeugen. Hiemit haben wir zwei neue Aehnlichkeiten der Fixsterne mit unserer Sonne, in den Flecken, die ja auch an der Sonne erkannt werden, und in der Umdrehung derselben. So wie nun die Umdrehung der Sonne nahezu in der Ebene geschieht, in welcher die Planeten um die Sonne laufen und in derselben Richtung, folglich der Planetenlauf in Verbindung mit der Umdrehung des Centralkörpers steht: so hat man aus der durch den

Lichtwechsel erkannten Umdrehung der Fixsterne, einen neuen Grund für das Dasein der Planeten bei den Fixsternen.

Verwandt mit den veränderlichen Sternen sind die sogenannten neuen Sterne, die nur auf einige Zeit, so viel bekannt, sichtbar waren, und nachher nicht wieder gesehen wurden. Mit Gewisheit sind drei solcher beobachtet worden, in den Jahren 1572, 1604 und 1670. Der erste, der zur Zeit des Tycho de Brahe erschien, ward plötzlich in einem Glanze, dem der Venus gleich, im Bilde der Cassiopeia gesehen, so das er bei Tage erkannt werden konnte. Er nahm allmählig an Licht ab und verschwand nachher. Bis jetzt ist keiner dieser Sterne wieder erschienen, und somit können wir schwerlich die Erklärung, die bei den veränderlichen Sternen viele Wahrscheinlichkeit hatte, hier anwenden; sondern mögen vielmehr vermuthen, das uns hier der glänzende Untergang eines Weltkörpers aus unermesslicher Ferne kund geworden.

Schon am Ende des 17ten Jahrhunderts entdeckte der Dänische Astronom Römer, das das Sonnenlicht, von den Planeten reflectirt, sich mit einer messbaren Geschwindigkeit durch den Weltraum fortbewegt, indem es in jeder Secunde ohngefähr 40000 Meilen durchläuft. Eine Entdeckung, die durch die Bemerkung herbeigeführt ward, das wir einen aus dem Schatten des Jupiters hervortretenden Mond früher erblicken, wenn die Erde dem Jupiter näher steht, als in größerer Entfernung. Das Phänomen der Aberration des Lichtes der Fixsterne, vom Engländer Bradley im ersten Viertel des 18ten Jahrhunderts entdeckt, lehrte die Astronomen das Verhältniß der Geschwindigkeit des Fixsternlichtes zur Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bewegung um die Sonne kennen. Es ergab sich hier, das diese Geschwindigkeit des Fixsternlichtes für die hellen von Bradley beobachteten Sterne dieselbe sey, als die des reflectirten Sonnenlichtes. Aus einer eigenen Reihe von Beobachtungen, auf der Dorpater Sternwarte angestellt, folgte, das auch von den schwächsten Sternen das Licht mit gleicher Geschwindigkeit zu uns gelange. Und so finden wir in diesem Phänomen die größte Uebereinstimmung bei allen Himmelskörpern, den Planeten und den Fixsternen aller Ordnungen.

Aber wie erscheinen uns denn die Fixsterne im Weltraume, so weit wir in ihn einzudringen im Stande sind, vertheilt? Sind alle Fixsterne als unabhängig von einander zu betrachten, oder sind auch sie unter einander durch das Band der gegenseitigen Anziehung verbunden, welches die Körper des Sonnensystems auf einander einwirken läßt und die Bewegungen derselben bedingt? Dies sind Fragen, die sich dem nachdenkenden Naturforscher von selbst aufdrängen, und zu deren Beantwortung wir in den Beobachtungen Herschels so reichhaltigen Stoff finden.

Schon dem unbewaffneten Auge zeigen sich einige Gegenden des Himmels sternreicher als andere. Wen überrascht nicht der Glanz des prachtvollen Sternbildes des Orions, während er mit Verwundern im Bilde des Luchses oder des Camelopards so wenig Sterne erkennen kann? Wem fallen nicht die sieben im Bilde der Pleiaden so nahe an einander stehenden ziemlich hellen Sterne auf? Betrachten wir aber die Pleiaden durch ein mächtig vergrößerndes Fernrohr, so wird die Verwunderung gesteigert, indem wir in dem Raume eines Kreises von einem Grade Radius einen Stern vierter Größe, 6 Sterne fünfter, 5 Sterne sechster und 32 Sterne von der siebenten Größe beisammen finden. Sollte diese Nähe nur zufällig seyn, weil es doch möglich ist, daß in irgend einer Richtung viele Sterne, wenn auch in ungleicher Entfernung, von uns erblickt werden? Möglich ist dies allerdings, aber nicht wahrscheinlich. Dies lehrt die Wahrscheinlichkeitsrechnung, indem sie aus der bekannten Zahl der sichtbaren Sterne bis zur siebenten Größe finden läßt, daß Hunderte von Octillionen gegen Eins zu wetten sei, daß nicht durch Zufall die 44 Sterne der Pleiaden in derselben Richtung erscheinen. Wir müssen also annehmen, daß hier viele Sterne zu einem Systeme verbunden sind, und haben somit einen Sternhaufen. Mehrere solche Sternhaufen fallen dem bloßen Auge auf, ohne daß dasselbe die einzelnen Sterne zu unterscheiden vermöge, z. B. im Krebse, an der Faust des Perseus. Aber ein schwaches Fernrohr löst hier den nebeligen Schimmer der vereinten Sterne schon in einzelne Sterne auf. Eine sehr große Zahl von Sternhaufen erkennt man erst durch Fernrohre, und Herschels Nachforschungen verdankt die Astronomie die Kenntniß von 88 grobzerstreuten Sternhaufen, von 67 ziemlich starkgedrängten Haufen von großen

und kleinen Sternen, von 42 sehr gedrängten und reichen Haufen. Diese letzteren lassen sich durch mittelmäßige Fernröhre nicht mehr in die einzelnen Sterne auflösen, sie bieten dann das Bild eines nebeligen Schimmers, eines Nebelflecks dar. Aber wir finden auch Nebelflecke, die selbst für die stärksten Fernröhre unauflösbar bleiben, und müssen daher diese im allgemeinen für sehr entfernte, oft sehr große und unermeßlich reichhaltige Sternhaufen halten, wie sich aus der großen Ausdehnung mancher Nebelflecke schließen läßt. Mehrere solcher Nebelflecke waren schon früher bekannt, z. B. der am Dolche des Orions, der am Gürtel der Andromeda, ersterer unstrittig eines der prachtvollsten Objecte des Himmels. Von einem Theile derselben zeigte Herschel noch die Auflösbarkeit durch seine Fernröhre, die den Werkzeugen der früheren Entdecker so weit überlegen waren. Er selbst aber fand bei einer sorgfältigen Musterung des ganzen ihm sichtbaren Himmels, in Bezug auf diesen Gegenstand: 288 glänzende Nebel, 907 lichtschwache Nebel, 978 sehr lichtschwache Nebel, 78 planetarische Nebel und Nebel von merkwürdiger Gestalt (planetarisch genannt, wegen der Aehnlichkeit mit den Planetenscheiben), und 52 sehr große Nebel, die sich zum Theil über mehrere Grade am Himmel erstrecken, im ganzen 2305 Nebelflecke. Und den blauschwarzen nebeligen Streif, der sich um den ganzen Himmel zieht, und von den grauen Alterthums Zeiten her die Milchstraße heißt, auch den zerlegte er in einzelne Sterne und fand, daß je vollkommener das Fernrohr, desto größer auch die Menge der Sterne, die sichtbar wurden, während die Anzahl nicht mehr zu bestimmen war. Und daß diese zahllosen Welten mit allen den Sternen, die das bloße Auge oder schwächere Fernröhre erkennen, mit unserer Sonne zu einer einzigen Sternschichte gehören, von länglicher Linsenform, in der sich die Sonne nicht im Centro, aber näher an ihm als am Rande befindet, das bewies er aus einer Folge von Untersuchungen über die allmähliche Abnahme der Zahl der Sterne, von der Milchstraße an, bis zu den Gegenden des Himmels, die von derselben am fernsten liegen. Welch' ein kühner Blick in den Bau des Weltgebäudes! Und jetzt eröffnete sich ihm die Aussicht, daß die entfernten, durch die stärksten Fernröhre nicht auflösbaren Nebelflecke, ähnliche Sternschichten, ferne Milchstraßen seien. — Staunend und anbetend

sinkt der Mensch in den Staub vor der Unendlichkeit der Schöpfung, die er hier zu ahnden beginnt.

Es ergibt sich aus dieser Darstellung, daß in der ganzen Fixsternwelt eine Neigung zu einer Vereinigung oder Ansammlung vorherrscht, ein Resultat der allgemeinen Anziehung, der Gravitation, die wir ja im Sonnensysteme kennen, wo sie sich in der Bewegung der Planeten und Kometen um die Sonne, so wie in der der Trabanten um die Planeten ausspricht. Aber diese Anziehung allein würde alle Körper unseres Sonnensystems in die Sonne stürzen lassen, wenn ihr nicht durch die ursprüngliche Bewegung derselben begegnet würde, und aus beiden Ursachen zusammen die Bewegung in geschlossenen krummen Linien entstanden wäre. Wir müssen daher auch bei den Fixsternen Bewegung voraussetzen, damit der Anziehung durch sie entgegen gewirkt werde. Finden wir aber solche Bewegungen bei den Fixsternen? Die Antwort fällt bejahend aus. Eine Vergleichung der Oerter der Fixsterne, die Bradley vor 70 Jahren in Greenwich beobachtete, mit den Oertern derselben Sterne von Piazzi in Palermo zu Anfang dieses Jahrhunderts bestimmt, welche von unserm großen Deutschen Astronomen Bessel mit der größten Schärfe angestellt ist, lehrt, daß von fast 3000 Sternen 425 eine merkliche eigenthümliche Bewegung am Himmel haben, wodurch sich also der Stand dieser Sterne an der Himmelskugel, in Bezug auf die übrigen Sterne verändert. Diese eigne Bewegung beträgt bei dem 61sten Sterne im Schwane 5 Secunden jährlich, und hat diesen daher in gegen 400 Jahren, um einen scheinbaren Durchmesser des Mondes am Himmel fortwandern lassen. Bei den meisten Sternen ist freilich die Größe der scheinbaren Bewegung geringer, muß aber doch im Raume jährlich weit mehr austragen, als der Abstand der Erde von der Sonne, wenn man die große Entfernung dieser Fixsterne vom Sonnensysteme in Betracht zieht.

Aber welche Kenntniß haben wir den von der Entfernung der Fixsterne? Welch einen Maafsstab können wir anlegen für die Messung solcher Weiten? — Nachdem die Größe der Erde durch die Gradmessungen bestimmt worden, und also der Halbmesser der Erde als bekannt angesehen werden darf: ist dieser die Einheit geworden, wonach in der Astronomie der Abstand des Mondes von der Erde zu $60\frac{3}{10}$, der Abstand

der Erde von der Sonne zu 24047 Erdhalbmessern gefunden ward. Diese letztere Bestimmung ist erst im vorigen Jahrhundert erreicht, so schwierig waren die zu derselben führenden Beobachtungen. Die Entfernung der Erde von der Sonne ist nun die Einheit des Maafses, nach welchem die Astronomen sich bemüht haben, die Entfernung der Fixsterne auszumitteln; und die Bewegung der Erde um die Sonne, vermittelst welcher sie in entgegengesetzten Jahreszeiten an zwei Punkten ihrer Bahn sich befindet, die um 48000 Erdhalbmesser oder über 40 Millionen Meilen von einander abstehen, giebt das Mittel an die Hand, die Entfernung der Fixsterne aufzufinden. Es ist nemlich unmöglich anders die Entfernung eines unzugänglichen Gegenstandes zu erkennen, als dadurch, dafs man selbst seinen Standpunkt wechselt, und die Veränderung der Richtung beobachtet, unter welchen von zwei verschiedenen Standpunkten aus das entfernte Object erscheint. Dieser Unterschied der Richtung nach einem Sterne von zwei entgegengesetzten Punkten der Erdbahn aus, wird bekanntlich die Parallaxe des Sterns genannt; und seit Copernicus die Bewegung der Erde gelehrt, bemühten sich die Astronomen die Parallaxe der helleren Fixsterne zu finden. Diese Bemühungen mußten in der ersten Zeit an der Unvollkommenheit der Messwerkzeuge zur Bestimmung der Richtungen scheitern. Bradley wandte zuerst vollkommnere Instrumente an, fand aber, dafs die Fixsterne, die er in dieser Rücksicht beobachtete, keine Parallaxe zeigten, die eine Secunde beträgt, woraus folgt, dafs diese Sterne weiter als 200000 Sonnenweiten von uns abstehen. Wenn gleich späterhin Piazzi in Palermo, Calandrelli in Rom und Brinkley in Dublin die Parallaxe einiger Fixsterne zu finden glaubten, so widersprachen dieser die sehr genauen Beobachtungen von Pond in Greenwich. Eine Reihe von Beobachtungen in Dorpat über die Parallaxe bei 28 der helleren Fixsterne angestellt, zeigte bei 27 , dafs dieselbe kleiner als $\frac{1}{4}$ Secunde sein muß, und vielleicht nur bei einem diese Gröfse übersteigt; woraus die Entfernung dieser Fixsterne von wenigstens 500000 bis zu einer Million Sonnenweiten folgt.

Herschel schlug eine eigenthümliche Methode vor, die Entfernung der Fixsterne zu bestimmen. Wenn zwei Sterne in sehr ungleicher Entfernung von der Erde, aber

nahezu in derselben Richtung stehen, so wird sich das Bild zweier an GröÙe verschiedener sehr nahegelegener Sterne uns darbieten, deren Zusammenstehen oder Nähe aber nur scheinbar, optisch, ist. Dem unbewaffneten Auge werden die beiden Sterne in einen verschmelzen, und nur erst durch Fernröhre werden wir den Stern als einen Doppelstern unterscheiden. Bewegt sich nun die Erde um die Sonne, so muß die Veränderung der Richtung für den näheren Stern so viel Mal größer sein, als seine Entfernung in der des andern enthalten ist. Wenn z. B. beide von der Sonne aus gesehen genau in derselben Linie liegen, und daher der nähere, wenn die Erde in der Richtung von der Sonne nach dem Sterne steht, den ferneren verdeckt: so muß, wenn nach 3 Monaten die Erde am weitesten nach Osten gerückt ist, der hellere Stern westlich vom kleineren erscheinen, östlich aber nach Verlauf von wiederum 6 Monaten, wo die Erde am entgegengesetzten Punkte ihrer Bahn sich befindet. Es giebt sich also die Parallaxe des näheren Sterns durch die Ortsveränderung gegen den ferneren zu erkennen. Herschel durchmusterte nun die Sterne bis zur sechsten GröÙe am Himmel, und entdeckte unter ihnen eine bedeutende Zahl von Doppelsternen, so wie auch unter den schwächeren Sternen. Diese Beobachtungen führten ihn allmählig zu einem neuen Blicke in die Mannigfaltigkeit der Schöpfung. Ein Doppelstern kann auch dadurch gebildet sein, daß zwei Sterne in gleicher Entfernung von uns sich befinden, und also wegen ihrer Nähe als zusammenstehend, zusammengehörig im Weltraume angesehen werden dürfen. In diesem Falle müssen sie sich gegenseitig anziehen, muß eine Bewegung um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt, des kleineren um den größeren Statt finden. Das so häufige Vorkommen der Doppelsterne schien für die Wirklichkeit dieses Falles zu sprechen. Höchst wahrscheinlich wird diese Folgerung durch die Bemerkung, daß nicht selten zwei sehr helle Sterne zu einem Doppelsterne vereint erscheinen; so zwei Sterne dritter GröÙe in Gamma in der Jungfrau, zu Herschels Zeit 5 Secunden von einander abstehend, so im Castor einer der zweiten und einer von der vierten GröÙe in demselben Abstände. Ein so nahes Zusammenstehen zweier so heller Sterne kann zufällig sein. Wenn man aber bedenkt, daß 6300 Millionen kleine Kreise, mit einem Radius von 5 Secunden be-

schrieben, an der Himmelskugel Raum finden, so übersieht man es leicht, wie unwahrscheinlich es ist, daß von den 625 Sternen bis zur vierten Größe, die sich am ganzen Himmel finden, zwei zufällig in demselben Kreise angetroffen werden, und daß dies sogar mehrere Male sich am Himmel zeigt. Somit leidet es keinen Zweifel mehr, daß diese aus zwei hellen zusammengesetzten Sterne nicht für optisch doppelt, sondern für wirklich zusammengehörige Systeme, für physisch doppelt, anzunehmen sind. Diese Annahme erhielt mit der Zeit eine doppelte Bestätigung. Die erste ergab sich aus der oben erwähnten eigenen Bewegung der Fixsterne. Unter den Sternen, die ihren Ort an der Himmelskugel ändern, sind mehrere Doppelsterne. Wäre ein solcher Doppelstern nur optisch, so müßte durch die eigene Bewegung der hellere Stern sich von seinem Nebensterne entfernen, und daß findet sich auch wirklich bei einem und dem anderen Doppelsterne. Bleibt aber der Nebensterne bei dem Hauptsterne, so ist es entschieden, daß er mit dem Hauptsterne zu einem Systeme gehört. Interessant ist es, daß der Fixstern, dessen eigene Bewegung am größten ist, Nr. 61 im Schwan, gerade ein Doppelstern ist, aus zwei Sternen fünfter und sechster Größe zusammengesetzt, und daß die Entfernung dieser Sterne noch jetzt dieselbe ist, wie vor $\frac{7}{4}$ Jahren, ohngefähr 20 Secunden, während die eigene Bewegung beide zusammen in dieser Zeit um 370 Secunden fortgeführt hat. Solcher Doppelsterne mit eigener Bewegung kennt man bis jetzt über zwanzig, bei welchen allen der Nebensterne mit dem Hauptsterne fortrückt, und bemerkenswerth ist es, daß sich unter diesen die hellsten Doppelsterne befinden, oft aus zwei fast gleichen Sternen zusammengesetzt. Die zweite Bestätigung werde ich weiter unten anführen.

Herschel theilte die Doppelsterne nach ihrem Abstände in Classen ein. Zur ersten Classe rechnet er die, wo die Distanz innerhalb 4 Secunden ist; zur zweiten die, deren Entfernung bis auf 8 Secunden geht; zur dritten die von 8 bis 16 Secunden entfernten; zur vierten solche, wo der Abstand innerhalb 32 Secunden ist. Dann folgt die fünfte und noch eine sechste Classe. Es ist leicht einzusehen, daß die Wahrscheinlichkeit, ein Stern sei physisch doppelt, desto geringer ist, je weiter die Sterne von einander stehen; und so mögen in der fünften und sechsten Classe wohl die Mehrzahl nur

optisch doppelt sein, während wir vermäthen, dafs unter den früheren Classen eine bedeutende Zahl physischer Doppelsterne sich befindet. Die Herschelschen Verzeichnisse enthalten 97 Doppelsterne der ersten Classe, 102 der zweiten, 114 der dritten und 132 der vierten Classe, im ganzen 445 Doppelsterne der vier ersten Classen, in den Jahren 1779 bis 1783 von ihm entdeckt. Hiezu gab er noch einen Nachtrag von 145 Doppelsternen kurz vor seinem Tode, von welchen ein grosfer Theil zu jenen Classen gehört. Bei mehreren dieser Sterne ist aber die Beschreibung des Ortes, wo sie sich am Himmel finden, zu unbestimmt, um sie wieder aufzufinden, und so ist es nur nach vielen Bemühungen mir gelungen, 340 Doppelsterne Herschels dieser Classen am Himmel nachzuweisen, von denen 76 zur ersten, 76 zur zweiten, 82 zur dritten und 106 zur vierten Classe gehören. In den genannten Jahren vollführte Herschel mit der Entdeckung dieser Doppelsterne zugleich eine Messung ihres Abstandes, so wie die der Richtung des Begleiters vom Hauptsterne ab, wodurch er anfangs eine Parallaxe des helleren Sternes zu entdecken hoffte. Diese Hoffnung schlug fehl, aber die Arbeit führte später zu einem anderen, vielleicht noch wichtigeren Resultate. Eine Wiederholung seiner Messungen, die Herschel in den Jahren 1800 bis 1802, nach dem Verlaufe von gut 20 Jahren, vornahm, liefs ihn nemlich eine Veränderung in der Stellung des Nebensterne gegen den Hauptstern bei mehreren entdecken, welche bei einigen sehr bedeutend war, und als deren wahrscheinliche Ursache nur ein Umlauf des Begleiters um den Hauptstern angesehen werden durfte. Zukünftige Beobachtungen mußten hier entscheiden. Erfolgte aber durch sie die Bestätigung dieser Annahme, so war die grofse Entdeckung gemacht, dafs Bewegungen der Fixsterne eines Systems um einander statt finden, dafs nicht nur Planeten um Sonnen laufen, sondern Sonnen um Sonnen kreisen. — Gewifs gehört diese Entdeckung Herschels zu einer seiner glänzendsten, die allein schon seinen Namen in der Geschichte der Wissenschaft verewigt haben würde.

Auf der Dorpater Sternwarte ward es zuerst unternommen, diese Beobachtungen der Herschelschen Doppelsterne zu wiederholen, und so gelang es mir schon im Jahre 1820, wie im zweiten Bande der Dorpater Beobachtungen dargestellt, zu beweisen, dafs die Begleiter der Sterne Xi im grosfen Bären und p im Schlangenträger, an denen

Herschel die stärksten Veränderungen der Richtung bemerkte, in einer Kreisbewegung um den Hauptstern fortgefahren, und dafs seit 1781 der erste 227 Grade, der letzte seit 1779 281 Grade seines Umlaufs vollbracht, woraus Umlaufzeiten von 60 und 50 Jahren folgen, kleinere als die des Uranus um die Sonne. Dies ist nun die zweite oben erwähnte Bestätigung des physischen Doppeltseins, die Bewegung der Sterne um einander, die nothwendig ist, damit zwei nahe Sterne, die einander anziehen, nicht zusammen fallen. Sie lehrt uns also mit Gewifsheit auch in der Fixsternwelt die aus den Sternhaufen nur vermuthete Gravitation der Fixsterne gegen einander kennen. Sehr merkwürdig ist es dabei, dafs die Sterne, deren Umlaufzeiten wir so erkannt, zu denen gehören, die eine starke eigene Bewegung haben. Diese Beobachtungen erhielten eine vollkommene Bestätigung durch die von Herschel dem jüngeren und South in England angestellten Messungen über denselben Gegenstand, welche in den Philosophical transactions für 1825 und 1826 bekannt gemacht sind. Diese Messungen umfassen alle bis dahin bekannten Doppelsterne, die auf der Dorpater Sternwarte im Jahre 1820 in einen Catalog zusammen gestellt waren, so wie mehrere neuentdeckte, und bieten eine Beobachtungsreihe dar, die zu den ausgezeichnetsten der neueren Zeit gerechnet werden mufs.

Mannigfaltige Phänomene mufs die Bewegung eines Fixsterns um den anderen hervorbringen. Herschel sah bei mehreren Sternen, die früher unbezweifelt doppelt waren, den Nebelstern späterhin nicht mehr, wahrscheinlich weil der Hauptstern den Nebelstern verdeckte; oder doch wenigstens beide so nahe aneinander gegangen, dafs die besten Fernröhre nicht mehr hinreichten, sie zu trennen. Zwei Sterne dritter Gröfse sind hier am merkwürdigsten, Zeta im Hercules und Delta im Schwan, da alle Versuche auch späterhin den Begleiter zu sehen, scheiterten. Gamma in der Jungfrau ist jetzt ein Doppelstern erster Classe, während er von Herschel zur dritten gerechnet ward. Bei anderen zeigte sich ein auseinander gehen der Sterne, und früher einfache Sterne sind späterhin als doppelt gesehen worden, so Zeta im Orion, jetzt ein leicht erkennbarer Doppelstern der ersten Classe, von Herschel aber entschieden nur einfach gesehen. Phänomene die sich aus der scheinbar länglichten Bahn des Begleiters erklären.

Auch auf den Unterschied der Farben der Doppelsterne hatte Herschel schon aufmerksam gemacht, und wenn auch mancher diesen für subjectiv hielt, so fand diese Bemerkung in den neueren Beobachtungen in England und Rußland ihre völlige Bestätigung, wonach es namentlich sehr häufig der Fall ist, daß der hellere Stern eine gelbe Farbe hat, während der Begleiter blau und violett erscheint.

Im Jahre 1824 kam Fraunhofers großer Refractor auf die Dorpater Sternwarte, ein Monument der Beförderung der Astronomie in Rußland, wo seit zwei Decennien die Sternwarten in Dorpat, Abo, Warschau und Nicolajef, alle mit vollständigem Apparate ausgerüstet, gegründet waren, und also mehr Sternwarten entstanden, als in irgend einem andern Staate Europas. Eure Durchlaucht werden einstimmen, daß eine Anwendung jenes Refractors zur weiteren Verfolgung der Erscheinungen der Doppelsterne kein unwürdiger Gebrauch dieses Meisterwerks gewesen wäre. Waren schon die neueren Messungen in England und Dorpat angestellt denen des großen Entdeckers des Uranus an Sicherheit überlegen, wegen der größeren Vollkommenheit der Mikrometer, während die angewandten achromatischen Fernröhre in optischer Rücksicht den Spiegeltelescopen des unsterblichen Astronomen bedeutend nachstanden: so mußte ein Fernrohr, welches auch in diesem Betracht eine Vergleichung nicht zu scheuen hatte, während ihm ein entschiedenes Uebergewicht in Bezug auf den Meßapparat gebührt, eine Reihe von bedeutend sichreren Daten liefern können. Diese Beobachtungen sind begonnen, und haben schon erfreuliche Bestätigungen und Erweiterungen der bisherigen Entdeckungen gegeben. Aber wichtiger schien es, mit dem Refractor eine Durchmusterung aller Sterne von gewisser Helligkeit an dem hier sichtbaren Theile des Himmels vorzunehmen, um zu sehen, welche von ihnen doppelt seien. Es ließ sich hoffen, bei einer nach einem gleichförmigen Plane durchgeführten Untersuchung des Himmels, theils die Zahl der bekannten Doppelsterne zu vermehren, theils daß sich vielleicht bestimmtere Kennzeichen zur Unterscheidung der physischen Doppelsterne von den optischen auffinden, und endlich einige allgemeinere Blicke in Bezug auf die Vertheilung dieser Sterne am Himmelsgewölbe versuchen ließen.

Nur unter dem Aequator der Erde übersieht man durch die Umdrehung derselben die ganze Himmelskugel, während unter jedem Pole nur die Hälfte erblickt werden kann. Unter Dorpats Breite übersieht man $121\frac{1}{2}$ Grad des Himmels, vom Nordpol an bis $51\frac{1}{2}$ Grad südlich vom himmlischen Aequator. Aber die südlichen Gestirne erheben sich zu geringe über den Horizont, um durch starke Fernröhre mit Erfolg durchforscht zu werden, da bei so kleiner Höhe die niederen Luftschichten ein Zittern der Bilder hervorbringen. Ich beschloß daher, meine Musterungen nur bis auf 105 Grad vom Pole oder 15 Grad südlich vom Aequator auszudehnen, wobei die niedrigsten Sterne noch in einer Höhe von $16\frac{1}{2}$ Grad über dem Horizont durch den Meridian gehen. Diesen Raum theilte ich in 12 Zonen, nach dem Abstände vom Pole des Himmels, und führte die Musterungen zonenweise aus. Alle Sterne bis zur achten Größe und die helleren der neunten, die sich im Sucher des Fernrohrs kenntlich machten, wurden nach einander ins Gesichtsfeld des Refractors gebracht und untersucht, welche von ihnen doppelt erschienen. Sobald ein Doppelstern gefunden war, ward der Ort desselben durch Ablesung der Zeiger an beiden Kreisen des Instruments und der nach Sternzeit gehenden Pendeluhr bestimmt, und eine kurze Beschreibung des Doppelsterns nach der Classe und der Größe der Sterne ins Tagebuch eingetragen. Im Fall die gewöhnlich angewandte 214fache Vergrößerung nur durch eine länglichte Form des Sterns das Doppelsein vermuthen liefs, ward eine stärkere Vergrößerung eingesetzt, bis auf 600 Mal, um über die Vermuthung zu entscheiden.

Die Zahl der so durchmusterten Sterne beläuft sich nach einer Schätzung auf über 120000. Die gefundenen Doppelsterne, auch die früher bekannten, habe ich in einen Catalog zusammen gestellt, der durch den Druck bekannt gemacht werden wird. Dieser Catalog enthält 3063 Doppelsterne der vier ersten Classen, von welchen 540 sich in Herschels Catalogen nachweisen lassen, und überhaupt 440 sich in meinem früheren Cataloge aller bis zum Jahre 1820 bekannter Doppelsterne finden. Der Zuwachs unserer Kenntnisse der Doppelsterne aller vier Classen und der einzelnen Classen, ergibt sich aus folgender Zusammenstellung:

	Classe I bis IV.	Classe I.	Classe II.	Classe III.	Classe IV.
Zahl der Sterne im neuen Catalog	3063	987	675	659	736
davon in Herschels Catalog:	340	76	76	82	106
im Cataloge von 1820:	441	96	112	111	122

Bei 6 Sternen des neuen Catalogs ist die Classe nicht angegeben. Es ist also die Zahl aller Doppelsterne des neuen Catalogs fast 7 Mal so groß, die der von der ersten Classe über 10 Mal so groß als in meinem früheren Cataloge. *)

Von den bis auf einen Abstand von 5 Grad südlich vom Aequator nun bekannten Doppelsternen, entwarf ich eine Charte, die als Zugabe mit dem Sternecatalog im Drucke erscheinen wird, um die Vertheilung der Doppelsterne an der Himmelskugel beurtheilen zu können. Aus dieser Charte geht hervor, daß die Doppelsterne sich in allen Gegenden der Himmelskugel finden. In den überhaupt sternleeren Gegenden ist aber ihre Zahl geringer; und so finden wir die wenigsten Doppelsterne im großen Bären, einem Theil des Drachen und in den Jagdhunden, welche Sternbilder am entferntesten von der Milchstraße sind. Von dieser Gegend an nimmt im allgemeinen die Zahl der Doppelsterne zu, so wie man sich der Milchstraße nähert, d. h. so wie überhaupt die Zahl der Sterne wächst. Es giebt indessen in der Milchstraße selbst Gegenden, die nicht reichlicher mit Doppelsternen besetzt sind, als die des großen Bären, nemlich der Theil derselben, der durch den Cepheus, die Friedrichs-Ehre und die

*) Bessel in Königsberg hat bei der Bestimmung der Oerter der Fixsterne bis zur neunten Größe, einer Arbeit, die in ihrer Art an Umfang und Genauigkeit einzig ist, die in der Zone von 30 Grad Ausdehnung, welche vom Aequator durchschnitten wird, ihm kenntlichen Doppelsterne in ein Verzeichniß gebracht und kürzlich bekannt gemacht. Es sind ihrer 257 der drei ersten Classen, worunter viele hellere schon früher bekannte. In derselben Zone enthält unser neuer Catalog 1069 Doppelsterne der vier Classen, und 821 der drei ersten Classen.

Cassiopeiae durchgeht; und auch südlicher, vom Rande der Milchstraße an, finden wir im Pegasus und im vorangehenden Theile der Andromeda auffallend wenige Doppelsterne. Die reichsten Gegenden sind in der Leier nördlich von der Milchstraße, so wie in der Gans, dem Fuchse und dem Pfeile in derselben. Dann finden wir nördlich von der Milchstraße im Perseus die Doppelsterne sehr häufig, während die Milchstraße selbst hier nicht so besetzt ist, als die südlich liegenden Bilder des Widlers, der Dreiecke, der Fliege und eines Theils des Stiers. Auffallend besetzt ist endlich das südlich von der Milchstraße gelegene Sternbild des Orion, diese am wundervollen so reiche Gegend des Himmels, während die nächstfolgenden Theile der Milchstraße selbst, das Einhorn, sehr leer sind. Und selbst in größerer Entfernung von der Milchstraße nach Norden, in den Zwillingen, in den an hellen Sternen überhaupt armen Bildern des Luchses und des Telescops, finden wir eben so viele Doppelsterne als in den südlich von diesen Gegenden liegenden Theilen der Milchstraße.

Merkwürdig ist schon auf den ersten Anblick der obigen Vergleichungstafel, die überwiegende Zahl der Doppelsterne der ersten Classe, woraus wir folgenden wichtigen Schluß ableiten können. Wären diese Sterne nur optisch doppelt, so müßten die scheinbar entfernteren die häufigeren sein, also weit mehr Doppelsterne der vierten Classe als der ersten Classe vorkommen. Da die Flächen der Kreise von 4, 8, 16, 32 Secunden sich wie die Quadrate der Zahlen 1, 2, 4 und 8 oder wie 1, 4, 16 und 64 verhalten: so folgt, daß die Zahl der optischen Doppelsterne der verschiedenen Classen sich nach der Wahrscheinlichkeit wie deren Unterschiede 1, 3, 12 und 48 verhalten, wonach also von 64 optischen Doppelsternen nur einer von der ersten Classe sein wird. Nähmen wir daher auch an, daß die 736 Doppelsterne der vierten Classe nur die Zahl der optischen wären, die in dieser Classe sind, so müßten wir nach den obigen Verhältnissen finden:

in der 1sten	2ten	3ten Classe,	
16	47	184 optische Doppelsterne.	Aber unser Catalog
enthält 987	675	659 Doppelsterne.	Wir folgern hieraus mit Gewißheit,

dass fast alle Doppelsterne der ersten Classe physisch doppelt sind,

ebenso fast alle der zweiten Classe, und der bei weitem grössere Theil der dritten Classe. Hier hat uns also das Verhältniß der Anzahl der gefundenen Doppelsterne in den verschiedenen Classen ein Criterium zur Erkennung der physischen Doppelsterne gegeben. Es ergibt sich hiernach von selbst, daß die Bestimmung der Parallaxe der Fixsterne, die nur bei den optisch doppelten nach Herschels Vorschlage möglich ist, nicht wie man bisher gemeint, vorzüglich an den Doppelsternen der ersten und zweiten Classe, sondern nur an den Doppelsternen der vierten und späteren Classen mit Hoffnung des Erfolges versucht werden darf.

Eine besondere Erwägung verdienen die helleren Doppelsterne, d. h. solche, wo zwei helle Sterne bis zur siebenten Größe mit einander verbunden erscheinen. Solcher enthält der Catalog 207, unter welchen nur 69 neue sind, was nicht zu verwundern, da die früheren Beobachter auf die helleren Doppelsterne vorzüglich aufmerksam waren. Unter diesen helleren ist die Zahl der Doppelsterne erster Classe noch überwiegender. Es sind nemlich 92 der ersten, 55 der zweiten, 54 der dritten und 48 der vierten Classe. Unter den 69 neuen sind 49 von der ersten Classe, was für die außerordentliche Macht unseres Fernrohrs zeugt, da Herschel einen großen Theil dieser Sterne untersucht, aber nicht als doppelt der ersten Classe erkannt hat. Man beurtheilt leicht, daß diese helleren Doppelsterne vielleicht alle, selbst die in der vierten Classe für physische zu halten sind. Eine Bestätigung dafür ward mir auf folgendem Wege. Aus den Himmelscharten von Harding, die in Bezug auf die Sterne bis zur siebenten Größe für vollständig angesehen werden können, fand sich durch eine Auszählung der Sterne der verschiedenen Größen, daß bis zu einem Abstände von 15 Grad südlich vom Aequator 10229 Sterne der ersten bis siebenten Größe am Himmel sind. Wendet man auf diese Zahl die Rechnung an, so ergibt sich das merkwürdige Resultat, daß unter denselben nach der Wahrscheinlichkeit nur ein einziges Par von Sternen, die innerhalb 32 Secunden einander nahe sind, ange-
troffen werden sollte; und wir haben hier auf einem zweiten Wege die Entscheidung erhalten, daß, wenn auch möglicher Weise ein und der andere hellere Doppelstern der dritten und vierten Classe optisch sein mag, alle Doppelsterne der beiden ersten

Classen, und auch bei weitem die Mehrzahl der letzteren, für physisch doppelt gehalten werden müssen.

Da unter über 120000 untersuchten Sternen gut 3000 doppelt sind, so ist im Durchschnitt nahezu jeder 40ste Stern ein Doppelstern. Dieses Verhältniß ändert sich aber mit der Helligkeit der Sterne. Flamsteed bestimmte vor hundert Jahren die Oerter von 2374 Sternen in dem von uns durchmusterten Theile des Himmels, größtentheils Sterne bis zur sechsten Größe. Unter diesen Flamsteedschen Sternen, die alle von Herschel untersucht worden, waren bisher 167 Doppelsterne der vier genannten Classen bekannt, wozu jetzt noch 63 hinzu gekommen, also unter 2374 Sternen 230 Doppelsterne, folglich jeder zehnte bis elfte Stern ein doppelter. Der große Piazzische Catalog enthält in unserm Himmelsraume 5762, also außer den Flamsteedschen noch 3388 größtentheils schwächere Sterne, von welchen noch 134 doppelt sind, also jeder 25ste Stern ein Doppelstern. Von den übrigen im Durchschnitt viel schwächeren Sternen bliebe ohngefähr jeder 42ste ein doppelter. Bei optischen Doppelsternen wäre zu einer solchen Verschiedenheit des Verhältnisses gar kein Grund vorhanden; und somit erkennen wir in derselben eine neue Bestätigung unserer bisherigen Behauptungen; und finden die Erklärung, warum die kleineren Sterne seltner als doppelt gesehen werden, in der Schwierigkeit, den Begleiter, der oft viel schwächer als der Hauptstern ist, in größerer Entfernung zu erkennen.

Bemerkenswerth ist es, daß unter den neuentdeckten Doppelsternen mehrere sich finden, deren eigenthümliche Bewegung schon entschieden ist. Ich erwähne hier nur den hellen Stern Gamma im Wallfisch, aus einem Stern dritter und einem siebenter Größe bestehend, Nr. 42 im Haupthaar der Berenice, aus zwei ausnehmend nahen Sternen sechster Größe, und Gamma in der Krone, wegen der Nähe des Begleiters siebenter Größe am Hauptstern vierter Größe eins der schwierigsten Objecte am Himmel. Solcher höchstschwieriger Doppelsterne, die sich zum Theil durch ihre Feinheit allen frühern Beobachtern entzogen, liefert unser Catalog eine nicht unbedeutende Zahl, und es können daher die Sterne Eta im Hercules, Gamma in der Krone, als wahre Prüfer der Vollkommenheit der Fernröhre angesehen werden, und dazu dienen die

Schärfe anderer Fernröhre mit der des *Fraunhofer'schen* Refractors zu vergleichen. Diese hat den auch hingereicht alle die Doppelsterne *Herschels*, die theils nach seiner eigenen Beobachtung wieder einfach geworden, namentlich *Zeta* im *Hercules* und *Delta* im *Schwan*, theils von den späteren Beobachtern wegen geringerer Kraft ihrer Instrumente nie als doppelt erkannt sind, wieder anzulösen, und zugleich bei den beiden genannten Sternen die Kreisbewegung des Begleiters darzuthun; wodurch also die Vermuthung, daß der Begleiter des einen Sterns vielleicht verschwunden sei, welche *Herr Arago* in *Paris* äufserte, widerlegt ist. Nur ein einziger Stern ist am Himmel, den *Sir W. Herschel* als doppelt gesehen, und den auch der Refractor nicht mehr als doppelt zeigt, nemlich *Tau* im *Schlängenträger*. Der niedrige Stand des Sterns kann hier schon die Wirkung unseres Fernrohrs geschwächt haben. Ich werde indess diesen Stern besonders aufmerksam verfolgen, da ohnfehlbar die Zeit kommt, wo der Begleiter aus dem Glanze des Hauptsterns hervorgetreten sein wird. Der selbigen Wirkung unseres Fernrohrs ist es denn auch zuzuschreiben, daß es gelang, mehrere bisher nur als doppelt gesehene Sterne als dreifach zu erkennen. So sah *Sir W. Herschel* den Stern Nr. 7 im *Stier* als einen Doppelstern vierter Classe, und so alle spätere Beobachter, wo der Hauptstern sechster, der Begleiter etwa zehnter Größe ist. Aber unser Refractor zeigt, daß der Hauptstern selbst ein sehr naher Doppelstern erster Classe ist, aus zwei gleichen Sternen der siebenten Größe bestehend. Der Stern *Psi* in der *Cassiopeia* ist nach *Herschels* Beobachtungen, so wie nach den bisherigen *Dorpat*er und denen von *Herschel dem jüngeren* und *South* ein zweifacher Stern; aber der Refractor zeigt hier, wie der Begleiter selbst aus zwei ganz nahen Sternen von der neunten Größe zusammen gesetzt ist. In der Mitte des Nebels des *Orions* steht bekanntlich ein *Trapezium* von vier Sternen verschiedener Helligkeit. Von allen Astronomen ist dieses schöne Object beobachtet, die mit ausgezeichneten Hilfsmitteln versehen waren, von beiden *Herscheln* und *Schröter*. Dennoch zeigte auch der Refractor hier einen fünften Stern, den kein früherer Beobachter gesehen, obgleich er nach meiner Mittheilung der Entdeckung desselben, auch von *Herrn Herschel dem jüngern* mit einem 20füßigen Spiegeltelescope erkannt

worden ist. Sollte dieser kleine Stern vielleicht ein veränderlicher sein, oder ist er ein kürzlich entstandener? Diese Vermuthungen drängen sich mir auf, da ich ihn nicht schon bei meinen ersten Beobachtungen des Orion - Nebels, sondern erst am $\frac{11. \text{ Nov.}}{30. \text{ Oct.}}$ 1826 gefunden, nachdem ich während zwei Jahre diesen Nebel mehrfach mit dem Refractor betrachtet hatte. Auch scheint der Stern jetzt zu hell, um, wenn er so beständig gewesen, sich dem Scharfblicke des großen Herschels und eines Schröters, so wie der Erkennung von Herrn Herschel dem jüngern, der sich speciell mit dem Orion - Nebel beschäftigt hat, entziehen zu können.

Auch unser Refractor hat bei einigen wenigen Sternen das Doppeltsein nur vermuthen lassen, zumal wenn ungünstige Luft die Anwendung stärkerer Vergrößerung während der Musterung nicht zuließ. So ist im neuen Cataloge der helle Stern Atlas der Pleiaden als keilförmig angesetzt. Eine spätere Beobachtung bei sehr günstiger Luft, unter Anwendung der stärksten Vergrößerung, ließ den in einer Entfernung von $\frac{3}{4}$ Secunden vom Hauptstern abstehenden Begleiter achter Größe deutlich erkennen. Aber gewiß ist es, daß ein noch vollkommeneres Werkzeug uns manchen Stern noch doppelt zeigen würde, bei dem selbst unser Refractor nicht hinreicht, die einzelnen Sterne zu trennen.

In unserem Cataloge kommen 52 dreifache Sterne vor, wo jeder dem nächsten innerhalb 32 Secunden nahe steht. Der Umstand, daß unter diesen mehrere sind, wo alle drei zu den helleren Sternen gehören, wie in Nr. 11 im Einhorn, Zeta im Krebs und Xi in der Waage, dreifache Sterne die schon von Herschel erkannt, macht es fast gewiß, daß wir in diesen helleren dreifachen Sternen, physisch dreifache Sterne, dreifache Systeme erblicken. So haben wir denn in diesen Systemen, so wie in den vierfachen, fünffachen Sternen, die sich in nicht kleiner Zahl am Himmel finden, wenn wir den Begriff des Zusammengehörens etwas weiter ausdehnen, den allmäligen Uebergang von den Doppelsternen zu den Sternhaufen. An dem dreifachen Sterne Zeta im Krebs ist ja die Rotations-Bewegung der beiden kleineren in Bezug auf den helleren schon aus den Beobachtungen erwiesen. Der Stern Psi der Cassiopeia giebt uns ein Beispiel, daß zwei kleine unter sich sehr nahe Sterne, bei einem

dritten helleren stehen. Ist hier eine Verbindung, also der Stern physisch dreifach, so müssen die beiden kleinen Sterne erstlich um ihren Schwerpunkt laufen, dann diesen hellen Stern umkreisen. Ein dem Psi der Cassiopeia ähnliches Phänomen finde ich noch drei Mal verzeichnet. Noch merkwürdiger ist der Fall, wo zwei Doppelsterne der ersten Classe so nahe stehen, daß man kaum umhin kann zu vermuthen, sie gehören zu einander. Dieser Fall ist von mir drei Mal bemerkt, ein vierter Fall ist ein Doppelstern erster Classe mit einem dritter innerhalb einer Minute zusammenstehend, wo alle vier Sterne gleich hell und von der achten Größe sind. Einen fünften Fall bietet das bekannte Par Nr. 4 und 5 der Leier, jeder fünfter Größe dar, in einem Abstände von $3\frac{1}{2}$ Minuten, jeder für sich ein Doppelstern erster Classe. Wer könnte daran zweifeln, daß wir hier Systeme sehen, wo jedes Par für sich seinen Schwerpunkt umläuft, und beide Paare um den gemeinschaftlichen fortrücken.

Unsere Sonne ist entschieden ein einfacher Fixstern. Bildete sie mit einem andern Stern einen Doppelstern, so müßte dieser, wegen seiner großen Nähe zur Sonne, sich von den übrigen Fixsternen durch seinen Glanz noch weit mehr unterscheiden, als selbst Sirius. Noch sicherer müßte er sich kund thun durch die Veränderung seines Orts am Himmel. Wäre seine Umlaufszeit z. B. der des Begleiters von ρ des Schlangenträgers gleich, so müßten wir eine eigene Bewegung von über 7 Graden jährlich am Himmel bemerken. Und selbst wenn die Umlaufszeit 100 Mal größer wäre, würde die eigene Bewegung dieses Sterns die größte Bewegung der Art, die wir kennen, von Nr. 61 im Schwan um das 50fache übertreffen.

Eine andere Frage, die man aufwerfen könnte, wäre die, ob nicht vielleicht unter den Sternen erster Größe ein Par zusammen gehört, und nur wegen zu großer Nähe zu uns nicht den Anblick eines gewöhnlichen Doppelsterns darbietet. Finden wir die Sterne erster Größe mitunter auffallend nahe, so ließe sich eine solche Verbindung einiger Maassen vermuthen. Wie gleichmäßig aber im allgemeinen die Sterne bis zur vierten Größe am Himmel vertheilt sind, ergibt sich daraus, daß wir deren 306 an der nördlichen Halbkugel und 317 an der südlichen zählen, nemlich:

	von der 1sten	2ten	3ten	4ten Gröfse,
nördliche Sterne: 9	26	76	195,	
südliche Sterne: 9	26	101	181;	

wo die geringere Zahl der Sterne dritter Gröfse am nördlichen Himmel, durch die gröfsere in der nächsten Classe ziemlich ersetzt wird. Eine Rechnung auf diese Zählungen begründet und mit dem Himmel verglichen, lehrt nun, dafs nirgends am Himmel zwei Sterne der ersten Gröfse so nahe stehen, dafs ihre Nähe durch den Zufall unwahrscheinlich ist. Dagegen finden wir mit Zuziehung der nächsten Gröfsen einige auffallende Erscheinungen. Wer kennt nicht die drei hellen Sterne der zweiten Gröfse im Gürtel des Orions, deren äufseren 1 Grad 26 Minuten und 1 Grad 18 Minuten vom mittlern abstehen? Die Rechnung lehrt, dafs 1400 gegen eins zu wetten ist, dafs diese Nähe nicht zufällig sei. Noch auffallender ist das Bild des Kreuzes am südlichen Himmel. Hier sind auf dem Raume von 15 Quadratgraden, der nicht den 2700sten Theil der Himmelskugel einnimmt, ein Stern der ersten, zwei der zweiten, ein Stern der dritten und ein Stern der vierten Gröfse vereinigt. Und die Wahrscheinlichkeit hiefür durch die zufällige Vertheilung der Sterne an der Himmelskugel ist nur $\frac{1}{20000}$. Wir haben also gegründete Ursache in diesen Constellationen Sterne zu vermuthen, die nicht mehr von einander unabhängig sind. Diese Vermuthungen erhalten ihre Bestätigung, wenn man die Sterne bis zur sechsten und siebenten Gröfse in Bezug auf ihre Vertheilung am Himmel betrachtet. Nach der Wahrscheinlichkeit aus der Zahl der Sterne dieser Gröfsen im ganzen Raume des Himmelsatlases von Harding, soll der Fall, dafs zwei solche Sterne zwischen 32 Secunden bis zu einer Minute abstehen, nur $1\frac{1}{2}$ Mal gefunden werden. Es sind aber 15 solcher Fälle bekannt. In einer Entfernung von 1 bis 2 Minuten sollen nur 6 bis 7 Sternpare bis zur siebenten Gröfse sich zeigen, während sich 15 nachweisen lassen. Geht man für weitere Abstände nur bis auf die Sterne der sechsten Gröfse, so sollen innerhalb 2 und 5 Minuten Distanz sich nur 7 bis 8 Pare am Himmel finden, während 18 bekannt sind. Zwischen 5 und 10 Minuten Abstand giebt die Rechnung 27 bis 28 Pare, wir kennen ihrer aber 36; selbst von 10 bis 15 Minuten Abstand finden wir noch mehr Pare am Himmel, nemlich 25,

als die Rechnung giebt, nemlich 22. Wir können also mit vieler Wahrscheinlichkeit noch unter den Sternenpaaren bis zur sechsten Größe, von 1 bis 15 Minuten Distanz, eine bedeutende Zahl für Sternensysteme halten, für physische Doppelsterne fürs bloße Auge, zumal die helleren und näher gelegenen, als z. B. Nr. 16 und 17 und die beiden ν im Drachen, Nr. 4 und 5 in der Leier, die beiden Alpha in der Wage, Zeta im Bären und der bekannte Alcor, und andere. Haben wir denn nicht eine auffallende Bestätigung dieser Annahme in dem schon von Bessel bemerkten Umstande, daß einige solche Sternenpaare eine gemeinschaftliche eigene Bewegung verrathen, wie z. B. Nr. 56 im Schlangenträger, und 50 im Scorpion und die beiden erwähnten Sterne im Schwanze des großen Bären. Und auch dieses ist wieder merkwürdig, daß sehr häufig die einzelnen Sterne dieser Paare, bald einer, bald beide Doppelsterne im engeren Sinne sind.

Aber auch drei Sterne finden wir viel häufiger nahe an einander stehend am Himmel, als durch die zufällige Vertheilung wahrscheinlich ist. Von den 1386 Sternen bis zur fünften Größe, die in Hardings Charten vorkommen, sollte der Fall, daß drei in einem Kreise von einem Grade Durchmesser stehen, nach der Rechnung nur gut $\frac{3}{4}$ Mal erzeugt sein, also sich gar nicht finden, statt daß wir ihn 7 Mal wirklich antreffen, d. i. 25 Mal so oft, als nach der Wahrscheinlichkeit durch den Zufall. Im Zusammenhange mit dem früher aufgestellten wagen wir daher jetzt die Vermuthung, daß sich in diesen Sternen, z. B. den drei Delta im Stiere, den drei Psi im Wassermann, physisch dreifache Sterne dem bloßen Auge zu erkennen geben.

Gelegentlich hat die Musterung auch zur Entdeckung mehrerer bisher unbekannter Nebelflecke Veranlassung gegeben.

Es würde mir, nach den mannigfachen Beschwerden einer solchen Arbeit in unserem rauhen Clima, eine große Aufmunterung gewähren, wenn Eure Durchlaucht bei Lesung dieses gefunden hätten, daß durch dieselbe das herrliche Instrument auf eine seiner nicht unwürdige Weise, so wie den Absichten der hohen Obern, bei der so ausgezeichneten Unterstützung der Astronomie auf dieser Universität, einiger Maassen entsprechend bisher angewandt worden wäre. Daß mein Eifer in weiterer Verfol-

gung des bisher aufgefundenen, so wie überhaupt in nützlicher Anwendung der mir zu Gebote stehenden so mannigfachen Hülfsmittel nicht erkalten wird, glaube ich versichern zu dürfen.

Ehrfurchtsvoll verharre ich

Eurer Durchlaucht

gehorsamster Diener,

W. Struve.

Geschrieben auf der Sternwarte zu Dorpat,

den $\frac{26}{14}$. Februar 1827.