

DER

FIXSTERNHIMMEL.

DER
FIXSTERNHIMMEL.

EINE
GEMEINFASSLICHE DARSTELLUNG

DER
NEUERN AUF IHN SICH BEZIEHENDEN FORSCHUNGEN.

VON
DR. J. H. MÄDLER,

kaiserlich russischer wirklicher Staatsrath, ordentlicher Professor der Astronomie und Director der Sternwarte zu Dorpat, Ritter des Wladimirordens, des St.-Annenordens zweiter Klasse und des königlich preussischen Rothen Adlerordens dritter Klasse, Mitglied der Akademien zu Wien, München, der Astronomical Society zu London und anderer gelehrten Gesellschaften.



LEIPZIG:
F. A. BROCKHAUS.

—
1858.

4 - XII A

2113

VORWORT.

Seit einer Reihe von Jahren hat der Verfasser seine astronomische Thätigkeit vorherrschend der Fixsternwelt zugewandt. Zum Theil ward dies schon veranlasst durch die nördliche Lage Dorpats, wo die zu unserm Sonnensystem gehörenden Körper seltener und weniger gut, als in Mittel- und Südeuropa, zu Gesicht kommen, und nur ausnahmsweise die Anwendung der vollen optischen Kraft der trefflichen Instrumente, mit denen diese Sternwarte ausgerüstet ist, gestatten. Vorzugsweise jedoch trat die Erwägung hinzu, dass sich in neuern Zeiten zahlreiche — wenn gleich noch immer nicht ausreichende — Kräfte der Planeten- und Kometenwelt zugewandt und in so überraschender Weise bereichert haben, während ein Gleiches bei der Fixsternastronomie nicht stattgefunden hatte, wie aner kennenswerth und fruchtbringend auch die in den letzten Decennien veröffentlichten Arbeiten auf diesem so ausgedehnten Felde immerhin sein mögen.

Die Ergebnisse seiner Forschungen hat er, wie dies ihm schon durch seine Amtspflicht geboten war, von Zeit zu Zeit in den „Beobachtungen der Stern-

warte Dorpat“ (seit 1840 sieben Bände und zwei Supplemente) der wissenschaftlichen Welt übergeben, sich aber nicht darauf allein beschränkt, vielmehr jede Gelegenheit ergriffen, seine schon im Vaterlande begonnene und mit zunehmenden Jahren immer mehr liebgewonnene, auf allgemeinere Verbreitung der Himmelskunde gerichtete Thätigkeit fortzusetzen.

Aber je eifriger er bestrebt war, in diesen Mittheilungen mit seinen astronomischen Forschungen gleichen Schritt zu halten, desto ernstlicher trat eine Erwägung ein, die länger unberücksichtigt zu lassen ihm nicht möglich war. Der Fixsternkunde insbesondere fehlte es gänzlich an einem Werke, das in übersichtlicher aber gleichwol befriedigender und nichts Wesentliches übergehender Darstellung eine allgemein zugängliche Gesamtanschauung dessen, was wir über diesen so wichtigen Theil der Himmelskunde erforscht haben, gewähren konnte. Die eigenen Forschungen des Verfassers allein konnten auf diesem unermesslichen Felde natürlich nicht alles umfassen und ebenso wenig in ihrer Isolirung und ohne Zusammenhang mit den Arbeiten anderer nach allen ihren Beziehungen vollkommen verständlich sein.

Wie schwierig auch immerhin die Aufgabe erscheinen mochte, ein solches Gesamtbild, wie es bisher noch nicht versucht worden zu entwerfen: er hat sich ihr dennoch unterziehen zu müssen geglaubt. Der Leser wird nicht allein die Resultate, die oft in wenige Worte und Zahlen zusammengefasst werden können, sondern auch eine allgemeine Andeutung des Wegs, auf dem sie erlangt worden, hier finden; nur die eigentlich wissenschaftlichen Belege, die Einzelheiten der Untersuchungen und Berechnungen, wie der Astro-

nom vom Fach sie von sich und andern fordern muss, konnten hier keinen Platz finden. Wer diese sucht, wer sie ganz zu verstehen und zu würdigen im Stande ist, wird sich zu den Quellen selbst wenden müssen. Soweit diese vom Verfasser selbst herrühren und zu dem Plane dieses Werks in näherer Beziehung stehen, mögen sie hier aufgeführt werden:

Untersuchungen über die Fixsternsysteme (zwei Theile, Mitau 1847—48).

Uebersichtstafel der Doppelsternbewegungen, im elften Bande der dorpater Beobachtungen.

Beiträge zur Fixsternkunde. Von der harlemer Societät der Wissenschaften gekrönte Preisschrift (Harlem 1856).

Die Eigenbewegungen der Fixsterne in ihrer Beziehung zum Gesamtsystem (Dorpat 1857).

Die Entfernung des Verfassers vom Druckort möge sowol die am Schlusse des Werks aufgeführten Verbesserungen, als auch insbesondere eine Weglassung auf Seite 35 entschuldigen. Die nach Zeile 12 daselbst fehlenden Sterne, worauf in Zeile 10—12 Beziehung genommen wird, finden sich am Schlusse des Werks und sind also hier einzuschalten.

Dorpat, im Juli 1858.

INHALT.

| | Seite |
|---|-------|
| Einleitung | 1 |
| Präcession, Nutation, Aberration. | 8 |
| Die Eigenbewegungen der Fixsterne | 17 |
| Die Eigenbewegung der Sonne. | 48 |
| Veränderliche Sterne | 57 |
| Die Sternfarben | 65 |
| Parallaxe der Fixsterne | 72 |
| Doppel- und mehrfache Sterne | 89 |
| Berechnete Bahnen | 117 |
| Das Fixsternsystem. | 134 |
| Anhang | 184 |

EINLEITUNG.

Es könnte manchem gewagt erscheinen, den Fixsternhimmel, der bisher in populär-astronomischen Werken meistens nur nebenbei berührt wurde, zum Haupt-, ja einzigen Gegenstande eines selbständigen Werks der bezeichneten Gattung zu machen. Die Bode, Schubert, Lalande hätten es zu ihrer Zeit nicht unternommen und nicht unternehmen können; und der Verfasser selbst hätte vor 20—25 Jahren diese Bedenken vollständig getheilt, denn es war in der That damals die Zeit noch nicht gekommen, wo ein solches Unternehmen den Autor selbst, geschweige denn seine Leser hätte befriedigen können.

Denn alles, was damals als thatsächlich gesichertes Gemeingut der Oeffentlichkeit hätte übergeben werden können, hatte auf einigen wenigen Blättern Platz, und war weit entfernt, einen deutlichen Einblick in den innern Haushalt des Universums zu gewähren. Grundlagen, wie sie schon seit drei Jahrhunderten für die Planetenwelt unserer Sonne gelegt waren, hatten für den Fixsternhimmel, gegen den das Sonnensystem doch nur ein verschwindend Kleines ist, noch nicht gewonnen werden können, und es war bloss Vermuthung, wenn man Kepler's und Newton's Relationen auch für die Fixsternwelt als gültig annahm, denn den Beweis vermochte damals noch niemand zu führen.

Auch gelang dieser Erweis weder mit Einem Schlage, noch war er ausschliesslich Eines Menschen Werk. Es liegt in der Natur neuer wissenschaftlicher Thatsachen und Ueberzeugungen, dass sie, mit seltenen Ausnahmen, nur allmählich reifen. Der Tag, wo Newton den berühmtesten aller Aepfel vom Baume seines Erkenntnisses fallen sah, hätte wol leicht im Kalender notirt werden können; nicht so leicht aber jener, wo seine längst gehegten genialen Ideen herangewachsen waren zur vollen Stärke unerschütterlicher Ueberzeugung, und am allerwenigsten der, wo alle Männer der Wissenschaft sie theilten und die letzten Zweifel verschwanden. Denn noch ein ganzes Menschenalter nach Newton's Tode gab Cassini II. sich alle ersinnliche Mühe, seinem System ein anderes gegenüberzustellen. Möstlin, in seinen Jünglingsjahren ein Zeitgenosse des Greises Copernicus, veröffentlichte bald nach dessen Tode eine Gegenschrift, in der er die Ruhe der Erde vertheidigte. Erst ein halbes Jahrhundert später trat er, schon am Rande des Grabes stehend, als sein begeisterter Anhänger auf; ja gerade Möstlin hat am meisten dazu beigetragen, es zu verbreiten und tiefer zu begründen, denn Kepler und Galiläi sind seine Schüler, und er hat die ersten Keime des Forschertriebes in ihnen gepflegt. Und zu welchen schönen Früchten sie heranreiften, bezeugt die Weltgeschichte.

Ehren wir Möstlin's Andenken, und zürnen wir auch denen nicht, die selbst heute noch die allgemeine Gültigkeit des Newton'schen Bewegungsgesetzes nicht für unwiderleglich und absolut bewiesen erachten, und aus diesem Grunde alle darauf basirten weitem Forschungen über das Fixsternsystem für verfrüht und unzeitig halten. Auch dieser Widerstand hat sein Gutes. Wenn er nicht, was nie geschehen sollte, zur persönlichen Verfeindung und Verkennung führt, sondern unter gegenseitiger Achtung und Anerkennung ruhig gehaltene wissenschaftliche Erörterungen veranlasst, so kann er wesentlich beitragen zur Läuterung und festern Begrün-

dung der erkannten Thatsachen, und welcher Forscher, dem die Wahrheit über alles geht, möchte einen solchen Beistand verschmähen, er komme von Freund oder Feind?

Die Zahl derer, welche den speciellen Forschungen des Verfassers dieser Schrift ihren Beifall noch versagen, hat sich schon sichtlich vermindert; doch hat er nicht geglaubt warten zu müssen, bis auch der allerletzte der Stimmberechtigten sich zur vollen und unbedingten Anerkennung entschliesst. Auch dürfte dies ihm schwerlich noch vergönnt sein. Er darf es sich nicht verhehlen, dass der grössere Zeitabschnitt seiner Wirksamkeit hinter ihm liege, und dass er nicht säumen dürfe zu wirken, solange es Tag ist. Und da eine wesentliche Seite seiner astronomischen Wirksamkeit von jeher darin bestanden hat, durch möglichste Vereinfachung und populäre Verdeutlichung zur Verbreitung richtiger Begriffe über Himmelskunde beizutragen; da die öffentliche Stimme von allen Seiten ihm das Zeugniß gegeben hat, dass dieses Bestreben nicht erfolglos gewesen und er die ihn hoch erfreuende Erfahrung gemacht hat, dass er auf diesem Wege bei nicht wenigen die Liebe zur Wissenschaft zu erregen und sie zu deren praktischer Ausübung zu ermuntern im Stande gewesen, so achtet er es für seine Pflicht, nicht nachzulassen in dieser Art des Wirkens, solange es Gott gefallen wird, ihm Kraft und Gesundheit zu erhalten. Er legt in diesem Werke seine eigenen und seiner Zeitgenossen Forschungen, soweit sie den Sternenhimmel betreffen, dem grössern Publikum vor, hoffend dass es ihm gelingen werde, auch die grösstentheils schwierigen Gegenstände, die den Inhalt des gegenwärtigen Werks bilden, dem allgemeinen Verständniss näher zu führen.

Wenn wir uns im Folgenden, gleich allen neuern Astronomen, unbedenklich der alten Bezeichnung Fixsterne für die selbstleuchtenden Himmelskörper bedienen, während es doch von ihnen feststeht, dass sie nicht feststehen, so hoffen wir, dass niemand daran Anstoss nehme, niemand irre geführt werden möge. Neue Thatsachen erscheinen uns wichtiger als neue Benennungen, und deshalb möge diese kurze Vorbemerkung bezüglich der letztern genügen.

Im Alterthume herrschte allerdings die Meinung, dass diese *stellae fixae* ihre gegenseitige Lage nicht änderten, und man unterschied sie dadurch von den wenigen (5) Wandelsternen, die nebst Sonne und Mond eine Fortrückung und Stellungsänderung deutlich verriethen. Erwägt man, dass eine vor zwei Jahrtausenden angefertigte und das Firmament treu darstellende Himmelskugel auch heute noch brauchbar sein würde, da die wirklich vorgekommenen Stellungsveränderungen auch während jenes langen Zeitraums viel zu gering sind, um (mit wenigen Ausnahmen) bei einer mit unbewaffnetem Auge unternommenen Ueberschau des Himmels bemerkbar zu werden, so wird es nicht wunder nehmen, dass die Alten von einer eigenen Bewegung dieser „Fixsterne“ nichts wahrnehmen konnten.

Und gleichwol waren es die Beobachtungen der Alten, welche am Schluss des 17. Jahrhunderts Edmund Halley zuerst auf den Gedanken einer Bewegung dieser Körper führten. Indem er die Beobachtungen seines Zeitgenossen Flamsteed mit den 2000 Jahre alten Hipparch's, wie sie Ptolemäus in seinem „Almagest“ aufbewahrt hat, verglich, traf er insbesondere bei dreien der hellsten Sterne auf Unterschiede, die ihm zu gross erschienen, um sie ganz auf Ungenauigkeit der alten Angaben zu schieben. Sein Schluss, dass infolge dieser Bewegungen die drei Sterne Arcturus, Sirius und Aldebaran jetzt südlicher ständen als zur Zeit der Alexandriner, hat sich durch spätere genauere Beobachtungen vollkommen bestätigt.

Indess war die Zeit noch nicht angebrochen, wo eine zuverlässige numerische Bestimmung auch selbst nur der scheinbaren Bewegung der Fixsterne gewagt werden konnte. Wir bestimmen den Ort der Gestirne, indem wir ihn mittelbar oder unmittelbar auf gewisse Kreise und Punkte der Himmelskugel (Aequator, Ekliptik, Durchschnittspunkt beider) beziehen. Allein jene Kreise und Punkte sind selbst veränderlich, theils in grössern, theils kleinern Perioden, und überdies gelangt der Lichtstrahl in unser Auge nicht genau nach der Richtung, wie er vom Sterne wirklich ausging, sondern in einer aus seiner eigenen und der Erdbewegung zusammengesetzten.

Alles dies war zu Halley's Zeiten theils nur unvollkommen, theils noch gar nicht bekannt, und erst dem Scharfsinn und der Beharrlichkeit seines Nachfolgers Bradley gelang es, eine richtige Erklärung jener blos scheinbaren Veränderungen zu geben, ihre Gesetze zu entwickeln und so den Astronomen die Mittel zu bieten, über die wahren Eigenbewegungen sicher zu entscheiden.

Mit Bradley beginnt nun die lange Reihe der Beobachter, welche uns genaue und zahlreiche Fixsternörter, mit allen Erfordernissen für strenge Berechnung versehen, überliefert haben, und lange noch werden diese Bestimmungen den hauptsächlichsten Gegenstand der Thätigkeit für diejenigen Sternwarten bilden, denen die instrumentalen Hilfsmittel für solche Arbeiten zu Gebote stehen.

Ausser dem Orte der Fixsterne können noch ihr Glanz und ihre Farbe durch unsere Beobachtungen bestimmt werden. Zu beiden hat bereits das Alterthum den Grund gelegt und den Neuern sehr bedeutend vorgearbeitet. Wir können den Glanz wie die Farbe eigentlich nur schätzen, wenigstens gehören die Versuche, auch hier wirklich zu messen, der neuesten Zeit an, und sie sind noch nicht weit gediehen. Dieser Umstand erschwert die Beantwortung der Frage, ob auch der Glanz (Lichtstärke, Grösse) und die

Farbe veränderlich sind; indess scheint es, dass der erstere nur bei einer verhältnissmässig geringen Anzahl, und die letztere noch seltener, in einem uns wahrnehmbaren Grade veränderlich sei. Auch zeigen die meisten Sterne ein reines Weiss, und bei den schwächsten im Fernrohr sichtbaren ist es unmöglich, über ihre etwaige Farbe ein Urtheil zu gewinnen.

Bei der noch in so hohem Grade stattfindenden Unvollkommenheit und dem fragmentarischen Charakter der Daten, die sich auf die beiden zuletzt erwähnten Merkmale beziehen, wird eine Entscheidung der Hauptfragen nicht von ihnen, sondern nur von den wahrgenommenen Ortsveränderungen zu erwarten sein; erst viel später werden auch jene andern Bestimmungen ihren Beitrag liefern.

Gänzlich erfolglos sind dagegen die Versuche geblieben, die Durchmesser der Fixsterne durch Beobachtung zu bestimmen. Vielmehr sind wir jetzt überzeugt, dass W. Herschel's Durchmesser der Wega, Capella und anderer Sterne nichts als die sogenannten falschen Scheiben waren, die auch im vollkommensten Fernrohr sich noch bilden und eigentlich Abspiegelungen des Objectivs sind. Sie erscheinen rund wegen der Kreisgestalt des Objectivs, gäbe man letzterm z. B. eine Dreiecksform, so würde man auch die Fixsterne als kleine Dreiecke erblicken. Es ist gewiss, dass auch der grösste Fixstern wegen seiner ungeheuern Entfernung uns nur einen Lichtpunkt und nichts weiter bieten kann, und was wir herkömmlich erste, zweite u. s. w. Grösse bei Fixsternen nennen, bezieht sich nur auf die Stärke des Lichtglanzes.

Beschreibungen und Abbildungen in der Weise, wie wir sie von mehreren Körpern unsers Sonnensystems und der Sonne selbst besitzen, werden wir deshalb von den einzelnen Fixsternen niemals geben können, und die über sie zu gebenden Notizen werden sich auf ganz andere Verhältnisse beziehen als die, welche wir bei den Planeten, Kome-

ten und Monden darzustellen im Stande sind. Nicht blos die verschiedene Natur beider Klassen von Himmelskörpern, sondern auch insbesondere der sehr verschiedene Standpunkt, den wir gegen sie einnehmen, verleiht der Stellar-astronomie ihren ganz eigenthümlichen Charakter.

Die Sternbilder, Sternnamen, Bezifferungen u. dgl. sind als solche kein besonderer Gegenstand dieser Schrift. Die Natur bietet uns keine Sternbilder, vielmehr sind diese und alles, was sich an sie knüpft, willkürliche Festsetzungen. Archäologen und Mythographen mögen ihren Ursprung ermitteln; Gegenstand der Naturforschung sind sie in keiner Weise. Unser gegenwärtiges Werk setzt deshalb ihre allgemeine, unschwer zu erlangende Kenntniss voraus.

PRÄCESSION, NUTATION, ABERRATION.

Auf unserer Erde haben wir uns gewöhnt, Entfernungen wie Richtungen als etwas Festes und Unveränderliches zu betrachten, von fixirten Punkten (Meilensteinen, Thurmspitzen u. dgl.) auszugehen und andere Punkte darauf zu beziehen. Es würde sich dies auch für den Himmel so gestalten, wenn wir an ihm Festpunkte fänden, die sich zu einer solchen für alle Zeiten gültigen Grundlage eigneten. Dies ist nun aber nicht der Fall, und weder die wirklich durch einen leuchtenden Körper bezeichneten, noch auch die idealen Punkte sind unverrückbar fest, auch sind die Veränderungen, welche sie erleiden, keineswegs so unbedeutend, dass man sie übersehen und unbeachtet lassen könnte.

Die Kenntniss dieser Veränderungen ist mithin die nothwendige Basis, ohne welche wir ausser Stande wären, von den Bewegungen der Gestirne irgendetwas Sicheres zu wissen.

Die beiden Punkte, auf welchen das ganze System der Grundeintheilung des Himmels beruht, sind der Pol und der Durchschnittspunkt des Aequators mit der Ekliptik. Von erstem abwärts zählt man die Poldistanz, statt deren man gewöhnlicher die Declination setzt,

die vom Aequator aus gegen die Polpunkte in Nord und Süd hin gezählt wird; von letzterm aus zählt man in der Richtung West nach Ost auf dem Aequator die gerade Aufsteigung (Rectascension, AR.), sowie auf der Ekliptik die Länge. Allein die erwähnten Punkte sind nicht fest, und ähnlich wie zwei Städte eine grössere Entfernung bekommen, wenn die Poststation in einer derselben nach rückwärts hin verlegt wird, so muss auch die Rectascension eines Sterns grösser werden, wenn am Himmel der Punkt, von wo aus die Zählung beginnt, zurückweicht.

Da nun aber dieses Zurückweichen eines idealen Punktes nicht unmittelbar wahrgenommen werden kann, so kann es sich nur darin zeigen, dass die Abstände der Sterne von ihm (die Rectascensionen) zunehmen, und dies nennt man die Präcession (Nachtgleichenverrückung).

Diese schon von den Alten (Hipparch) bemerkte Präcession ist nun im Laufe der Zeit, seit Wiedererweckung der Sternkunde in Europa, fortwährend genauer bestimmt worden und sicher wird man nie aufhören, mit äusserstem Fleisse diese so überaus wichtige Zahl so scharf als möglich zu ermitteln.

Da es uns hauptsächlich darauf ankommt, die Forschungen der Neuzeit anschaulich zu machen, so erwähnen wir hier zuerst der Arbeit Bessel's. Die Präcession rührt ihrem eigentlichen Grunde nach von der Anziehung des Mondes, der Sonne und der verschiedenen Planeten auf den nicht kugelförmigen (sphäroidischen) Theil der Erde her; sie würde grösser sein bei einer grössern Abplattung, und zu Null werden, wäre die Erde streng kugelförmig. Die Wirkung des Mondes und der Sonne bleiben sich in allen Jahrhunderten nahezu gleich, wogegen die der Planeten, an sich selbst sehr gering, doch stärker variirt. Es kommt also darauf an, aus den Beobachtungen den Betrag der Präcession für eine gewisse Epoche (den Anfang unsers Jahrhunderts z. B.) aus Beobachtungen zu ermitteln, und sodann

theoretisch die Veränderungen festzustellen, welchen sie vor wie nach jener Epoche ausgesetzt ist. Bessel benutzte hierzu die Oerter, welche er aus den Beobachtungen Bradley's für 1755 abgeleitet hatte, mit denen, welche Piazzini aus eigenen Beobachtungen für 1800 angab. Verbunden mit einer scharfen theoretischen Untersuchung, welche alle frühern weit hinter sich zurückliess, und in welcher namentlich der Einfluss der Venus, des der Erde nächsten und deshalb in dieser Frage wichtigsten Planeten, genau berücksichtigt wurde, bestimmte er im Mittel aus sämtlichen Sternen die allgemeine jährliche Präcession für 1800

$50'',18828$, oder für die AR. allein $46'',01135$,

welche Zunahme natürlich nicht für alle Folgezeit dieselbe bleiben kann, vielmehr nach einer Reihe von Jahrtausenden wieder in Abnahme sich verkehren muss. Für dieses und die nächsten Jahrhunderte ist die Aenderung der Zunahme unmerklich.

Später hat Bessel aus eigenen und fremden Beobachtungen, die schärfer als die Piazzini'schen und auch schon wegen des längern Zeitraums besser zur Bestimmung dieser wichtigen Zahl geeignet waren, in seinen „*Tabulae Regiomontanae*“ genannten und 1828 erschienenen Werke diese wichtige Zahl genauer bestimmt, nämlich

$50'',22351$ in AR. allein $46'',04367$ (für 1800);

mit der jährlichen Aenderung $+ 0'',0002442966$ in AR. allein $+ 0'',0003086450$;

in Declination $20'',05927$ mit d. jährl. Aend. — $0'',0000970204$, die er auch später stets angewandt hat und die überhaupt bei den Astronomen in allgemeinen Gebrauch gekommen ist.

Es war bei diesen Untersuchungen die Annahme gemacht worden, dass die dem einzelnen Stern besonders zukommenden Bewegungen im allgemeinen Mittel sich ausgleichen, da sie die verschiedensten Richtungen befolgen. Diese Annahme ist jedoch nicht streng zu beweisen, und wenn unsere Sonne, als Fixstern, selbst eine Eigenbewegung hat, so wird

man diese letztere bei der Berechnung berücksichtigen müssen.

Dies versuchte O. Struve in seiner 1842 erschienenen „Bestimmung der Constanten der Präcession“. Indess kannte man, wie wir weiter unten sehen werden, durch Argelander's Arbeiten nur die Richtung, nicht die Quantität dieser Bewegung, und Struve versuchte demnach unter Annahme verschiedener Hypothesen, dies Quantitätsverhältniss zu bestimmen. Er legte 393 von seinem Vater in Dorpat beobachtete Sterne zum Grunde und fand schliesslich für 1850 für die Präcession in AR. $= 46'',0623$; in Decl. $20'',0607$, mithin eine Vermehrung der von Bessel gefundenen Zahl.

Indess trugen die Astronomen Bedenken, diese Zahl statt der Bessel'schen zu benutzen. Einerseits war die Anzahl der angewandten Sterne, verglichen mit denen des Bradley'schen Katalogs, eine sehr geringe, und überdies hatte O. Struve sich erlaubt, 7 Sterne unter 400 auszuschliessen, was sich wissenschaftlich nicht rechtfertigen lässt. Dann aber erschienen die Hypothesen, auf welche die ermittelte Quantität der Sonnenbewegung sich gründete, zu wenig verbürgt und haltbar.

Eine neue und umfassendere Untersuchung des wichtigen Gegenstandes erschien dringend geboten, und ich habe sie in nachstehender Weise durchgeführt.

Wenn man mit der Gesamtheit der eine gegebene Region am Himmel einnehmenden Sterne die der gerade gegenüberliegenden Region combinirt, so wird angenommen werden können, dass die Einwirkung der Sonnenbewegung auf beide Regionen gerade entgegengesetzt sei und sich im Mittel aus beiden aufhebe. Werden in gleicher Weise alle Regionen miteinander paarweis combinirt, so muss in dem allgemeinen Mittel jeder Einfluss der Bewegung unserer Sonne um so sicherer verschwinden, d. h. das Resultat muss ebenso herauskommen, als stände unsere Sonne still. Die noch stattfindende Ungewissheit über die Richtung und die

noch viel grössere über die Quantität ist also für diese Aufgabe von keinem Nachtheil, vorausgesetzt, dass die Anzahl der verglichenen Sterne in jeder Region gross genug sei.

Es fand sich, dass für eine volle Hälfte des Firmaments, nämlich von $+30^\circ$ bis -30° der Declination, diese Gruppierung durchgeführt werden konnte. In diese Zone fielen 2139 Bradley'sche Sterne, und es ergab sich, dass an Bessel's Constante die höchst geringe Correction von $-0'',0003$ jährlich anzubringen war, sodass für 1850 statt $46'',0591$ erhalten wird $46'',0588$.

Der fast allgemeine Gebrauch, den man seit dem Erscheinen der „*Fundamenta*“ von Bessel's Zahl gemacht hat, ist demnach völlig gerechtfertigt, und sowenig auch für die Zukunft eine neue Untersuchung des wichtigen Gegenstandes überflüssig erscheinen mag, so wird doch gegenwärtig kein astronomischer Berechner sich veranlasst finden, die Grundlage zu verlassen, die sich in einer so umfassenden Prüfung vollständig bewährt hat. So werden namentlich die von Wolfers bis 1880 fortgeführten „*Tabulae Regiomontanae*“ die obige Constante benutzen.

Während die Präcession schon von den Alten wahrgenommen wurde und der Neuzeit nur die genauere Bestimmung vorbehalten blieb, ist eine zweite bloss scheinbare Ortsveränderung, die Nutation, bis vor einem Jahrhundert unbekannt geblieben. In der That konnten auch nur so genaue Beobachtungen, wie zuerst Bradley sie lieferte, die Existenz einer so kleinen Aenderung verrathen.

Die Nutation ist eine Schwankung der Erdachse, an der jedoch wohlverstanden das gesammte Erdsphäroid theilnimmt, sodass die Punkte der Erdoberfläche, wo die Achse ausläuft, stets dieselben bleiben, da nur ihre Richtung

gegen den Himmel sich ändert. Es wird nämlich die Erdachse um ihren mittlern Ort am Himmel innerhalb 19 Jahren in einem kleinen Kreise herumgeführt. Bewirkt wird diese Aenderung durch den in gleicher Zeitperiode vor sich gehenden Umlauf der Mondsknoten um den Himmel, worüber die genauern theoretischen Erörterungen in den betreffenden Werken zu vergleichen sind.

Da der Betrag dieser Aenderung von der Masse des Mondes abhängig ist, so kann man sowol aus der beobachteten Nutation diese Masse bestimmen, als auch umgekehrt, wenn diese Masse anderweitig bestimmt ist, aus ihr die Nutation berechnen. In der That hat man beide Wege eingeschlagen. Da nämlich auch die Ebbe und Flut ein Mittel darzubieten schien, die Masse des Mondes zu berechnen, so hatte Laplace sie benutzt und mit der so gefundenen Masse eine Nutation berechnet, welche etwas über 10 Secunden betragen müsste. Dies stimmte wenig mit den Beobachtungen, welche sie kleiner ergaben. Indess erklärte Laplace sich später gegen Lindenau dahin, dass er gegen sein Resultat selbst Misstrauen habe, und die Flutbeobachtungen nicht für ein hinreichend sicheres Mittel halte.

Lindenau's auf eine grosse Anzahl greenwicher Beobachtungen gegründetes Resultat war $8'',977$ und dies ist von Bessel in seinen „*Tabulae Regiomontanae*“ aufgenommen worden. Es hat sich indess bald gezeigt, dass diese Zahl etwas zu klein sei. Beobachtungen von Struve und Preuss in Dorpat, sowie spätere in Pulkowa ergaben nach den Berechnungen von Lundahl und Peters mit grosser Uebereinstimmung die Nutation $= 9'',223$ und diese Zahl ist gegenwärtig auch von den britischen Astronomen angenommen worden. Sie führt auf eine Masse des Mondes $= \frac{1}{81}$ der Erdmasse, wonach ihm drei Fünftel der Dichtigkeit der Erde zukäme. Dies Element scheint gegenwärtig mit grosser Schärfe bestimmt zu sein; es beruht wesentlich auf Beobachtungen des Polarsterns, die namentlich

von Peters in einer bis dahin unerreichten Vollkommenheit erhalten worden sind.

Ausser dem obigen Hauptgliede kommen bei der Nutation noch kleine Nebenglieder vor; auch gibt es eine vom Orte der Sonne abhängende, deren Periode das Jahr ist und die $0''{,}55$ beträgt; indess ist hier über sie nichts Besonderes zu bemerken.

Endlich ist die Aberration zu betrachten, die schon im 17. Jahrhundert aus der von O. Römer wahrgenommenen Lichtzeit hätte geschlossen werden können, die jedoch erst Bradley aus den Beobachtungen von γ Draconis und später anderer Sterne fand und erklärte. Die gleichzeitige Bewegung der Erde und des Lichtstrahls veranlasst nämlich eine scheinbare Ablenkung des letztern von seiner eigentlichen Richtung; wäre die Erde in Ruhe, so würde keine Aberration stattfinden.

Da dieselben Beobachtungen, welche zur Ermittlung der Nutation dienen, auch am besten geeignet sind die Aberration zu bestimmen, so sind auch die Untersuchungen über Aberration fast stets mit denen über Nutation vereinigt worden. So verfuhr z. B. Lindenau in seiner bereits erwähnten Untersuchung, in welcher er ausser der Aberration und Nutation auch noch den Ort, die Eigenbewegung und die Parallaxe (Entfernung) des Polarsterns mit aufnahm. Die strengern Berechnungsmethoden der Gegenwart gestatten und erfordern ein solches Verfahren. Denn keiner unserer Zahlenwerthe ist absolut wahr und genau; sie alle sind Annäherungen zur Wahrheit und unsere Fortschritte bestehen darin, der Wahrheit fort und fort näher zu kommen und die noch übrig bleibende Unsicherheit in immer engere Grenzen einzuschliessen. Nun lassen sich nur in seltenen Fällen die Beobachtungen so anordnen, dass nur der Einfluss der gesuchten Grösse in ihnen bestehen bleibt, der Einfluss aller übrigen damit zusammenhängenden aber sich zu Null aufhebt (eliminiert werden kann). Man verfährt

also, diese Fälle ausgenommen, am richtigsten, wenn man alle auf die Beobachtung influirenden Momente, soweit dies überhaupt möglich, gleichzeitig in die Berechnung aufnimmt, selbst wenn nur die Ermittlung eines derselben nächster Zweck wäre. Nur wo irgendeins dieser Momente entweder von sehr geringem Einflusse oder anderweitig sehr genau ermittelt ist (wie beispielsweise die Länge des Erdjahres), kann man sich gestatten, es als bekannte Grösse in die Rechnung einzuführen und dadurch die Zahl der zu suchenden unbekanntem zu vermindern.

Die schon von Bradley angewandte Methode, bei einem am Scheitelpunkt nahe vorbeigehenden Stern den kleinen Abstand vom Zenith (der sich sehr genau messen lässt) zu bestimmen, hat neuerdings W. Struve in Pulkowa auf sechs solcher Sterne angewandt und sich dazu mit glücklichem Erfolge eines nach seiner Angabe eigens construirten Instruments bedient. Er findet aus den einzelnen Sternen sehr nahe übereinstimmende Werthe, und sein allgemeines Resultat ist $20''{,}4441$.

Die britischen Astronomen nehmen nach ihren Untersuchungen fast allgemein $20''{,}36$ an, und auch andere auf verschiedenem Wege angestellte Forschungen ergeben ähnliche Werthe, sämmtlich grösser als der von Lindenau gefundene und in Bessel's „*Tabulae*“ übergegangene Werth $20''{,}25$. Sie war früher noch etwas kleiner angenommen worden und Busch, der die ältern in Kew und Wanstead angestellten Beobachtungen untersuchte, fand $20''{,}2116$.

Was wir Aberration nennen, ist nur ein anderer Ausdruck für die Lichtgeschwindigkeit; jene kann aus dieser bestimmt werden und umgekehrt. Direct auf Ermittlung der Lichtgeschwindigkeit gerichtete astronomische Beobachtungen sind aus neuerer Zeit nicht bekannt, sie ergibt sich am bequemsten aus den Verfinsterungen der Jupitermonde. Dagegen haben Fizeau und Foucault einen Vorschlag Arago's, die Lichtgeschwindigkeit auf der Erde zu mes-

sen, erfolgreich ausgeführt, und ihre Zahl, freilich minder genau als die oben gegebenen, und noch einer schärfern schliesslichen Berechnung bedürftig, stimmt in befriedigender Weise mit der astronomischen Bestimmung überein.

An sich betrachtet ist hier die Rede von drei verschiedenen Dingen. Die astronomische Aberration ist ein Ablenkungswinkel, erzeugt im Rohr des Astronomen, das sich mit der Erde bewegt, also in terrestrischer, luft erfüllter Umgebung, und sie hängt ab von der Geschwindigkeit, welche der vom Stern zu uns gelangende Lichtstrahl in dieser terrestrischen Umgebung besitzt. Die Beobachtung der Jupitermonde oder ähnlicher Objecte ergibt uns einen Zeitunterschied, er hängt ab von der Lichtgeschwindigkeit im luftleeren Planetenraume. Das Fizeau-Foucault'sche Experiment endlich gibt die Geschwindigkeit eines der Erde angehörenden Lichtes in den untern Luftschichten derselben.

Nur durch nähere Untersuchung kann festgestellt werden, ob diese drei Dinge wirklich eins und dasselbe, ob die angegebenen Wege nur verschiedene Methoden zur Erlangung des gleichen Resultats seien, oder ob die erwähnten verschiedenen Umstände Modificationen der Lichtgeschwindigkeit herbeiführen. Wir wissen z. B., dass sie eine andere im Glase, eine andere im Wasser und wieder eine andere in der Luft ist; könnte sie nicht auch im luftleeren Raume (oder im äthererfüllten) gleichfalls eine andere sein? Ferner ist es ganz gleichgültig, aus welcher Quelle das Licht stammt, welche Intensität es besitzt, ob es ein eigenes oder erborgtes sei? Es liessen sich noch viele Fragen der Art stellen und wir sind noch weit davon entfernt, sie als ganz erledigt betrachten zu können. Nur so viel lässt sich behaupten: die bisherigen Untersuchungen enthalten keine bestimmte Andeutung einer Differenz in den angegebenen Beziehungen. Die Zahlenwerthe harmoniren innerhalb der Grenzen, zwischen welchen sie verbürgt werden können,

und lassen folglich die Möglichkeit, resp. Wahrscheinlichkeit offen, dass der wahre Zahlenwerth nur einer sei. Allein völlig entschieden ist die Frage noch nicht, sie wird der Entscheidung näher geführt werden können, wenn der zweiten und dritten der obenerwähnten Methoden die Genauigkeit und Schärfe der ersten ertheilt werden kann.

Als gänzlich verfehlt muss dagegen der Versuch Doppel's bezeichnet werden, verschiedene Lichtgeschwindigkeiten für die einzelnen Farben anzunehmen oder vielmehr die Entstehung der Sternfarben aus einer durch die Bewegung der Weltkörper veränderten Lichtgeschwindigkeit abzuleiten. Diese Bewegung, wie rasch sie auch immer, verglichen mit terrestrischen Ortsveränderungen, vor sich gehen möge, ist gleichwol viel zu langsam, um die Lichtbewegung in irgend merkbarer Weise modificiren zu können.

DIE EIGENBEWEGUNGEN DER FIXSTERNE.

Ogleich der bei weitem grösste Theil der Ortsveränderungen, die man an den Fixsternen bemerkt, seinen Grund in den allgemeinen Aenderungen hat, die wir als Präcession, Nutation und Aberration kennen lernten, so bleibt dennoch nach Berücksichtigung aller dieser Umstände noch einiges durch sie nicht Erklärtes übrig, und dies bezeichnet man als ihre Eigenbewegungen (*motus proprii*). Ihre Kleinheit veranlasste, dass sie lange Zeit ganz verborgen blieben, und sie können nur aus Beobachtungen von möglichster Schärfe, die um einen hinreichend grossen Zeitraum auseinander liegen, mit Erfolg ermittelt werden. Was wir von Tycho, Hevel, Halley, Flamstead, Römer und andern Astronomen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts be-

sitzen, kann ungeachtet der frühen Epoche sehr wenig zur sichern Ermittlung dieser so feinen Bestimmungen beitragen. Vielleicht könnten Römer's Beobachtungen aus dem Anfange des 18. Jahrhunderts eine Ausnahme machen, wenn sie nicht unglücklicherweise gleichzeitig mit den Beobachtungen seines Nachfolgers Horrebow in dem grossen Brande zu Kopenhagen 1727 vernichtet worden wären. Die wenigen, nur drei Tage umfassenden Beobachtungen Römer's, die sich in einer Abschrift erhalten haben, hat Galle in seiner Abhandlung „*De triduo Roemeri*“ genau reducirt. So beginnt die Reihe genauer und zuverlässiger Daten erst mit der Mitte des 18. Jahrhunderts, und wir werden hier nach der Reihe die Sternwarten aufführen, welche in dieser Richtung vorzugsweise thätig waren.

Obenan steht Greenwich, unter dessen Directoren vorzugsweise Bradley (1750—62), Pond und Airy zu nennen sind. Die Beobachtungen des erstern hat Bessel in seinen „*Fundamentis*“ reducirt; die beiden letztern haben sie in eigener vollständiger Bearbeitung veröffentlicht.

Es folgt Göttingen, wo Tobias Mayer 1756 eine schöne Reihe von fast 1000 Sternen sorgfältig, nur wegen seiner geringen Hülfsmittel weniger genau als sein Zeitgenosse Bradley, beobachtete.

Auf der *Ecole militaire* zu Paris haben die beiden Lalande von 1790—1801 gegen 40000 Sterne, jedoch meist nur einmal, beobachtet. Sie sind in ihrer „*Histoire céleste*“ veröffentlicht und in neuester Zeit auf Veranstaltung der *British Association* reducirt worden.

Früher hatte Lacaille zu Paris eine Anzahl grösserer Sterne beobachtet, und bald darauf am Cap der guten Hoffnung gegen 10000 Sterne des südlichen Himmels, aber rasch und wenig genau. Auch diese Sterne hat die *British Association* bearbeitet.

Von 1790—1814 ist Palermo durch Piazzi hoch-

berühmt. Fast 8000 Sterne, die meisten 8, 10 und mehrermal, sind hier beobachtet und theils von Piazzi selbst, theils von N. Cacciatores reducirt worden. In neuester Zeit hat Littrow die Originalbeobachtungen Piazzi's aus seinen Tagebüchern herausgegeben und Klinkerfues in Göttingen begonnen, sie mit den Hülfsmitteln der Neuzeit schärfer zu reduciren.

Auf der Privatsternwarte Blakheath hat deren Besitzer, Stephen Groombridge, über 4000 nördliche Sterne von 1806—14 beobachtet, und Airy diese Beobachtungen reducirt herausgegeben.

In Dorpat haben (seit 1814) W. Struve und Preuss, sowie seit 1840 unter Direction des Verfassers Dölln, Clausen, Schwarz und Wagner eine beträchtliche Anzahl Fixsterne beobachtet. In den „*Observationes Dorpatenses*“ von W. Struve und Mädler, sowie in einigen andern Schriften Struve's sind diese Beobachtungen nebst ihrer Reduction erschienen.

Argelander in Abo beobachtete mit grosser Sorgfalt 530 Sterne, die nach frühern Beobachtungen eine stärkere Eigenbewegung zu verrathen schienen. Für beiläufig drei Viertheile derselben fand die Vermuthung sich bestätigt. In Bonn, seinem gegenwärtigen Wirkungskreise, hat er diese Forschungen in grösserer Ausdehnung fortgesetzt und seine Zonenbeobachtungen (von $+45^\circ$ bis $+80^\circ$ und von -15° bis -31° Declination) bieten eine überaus reiche Fundgrube.

Den zwischenliegenden Raum, von -15° bis $+45^\circ$, hatte schon früher Bessel in Königsberg durchbeobachtet; beide ebengenannten Astronomen haben weit über 100000 Sternörter geliefert.

Die Aufzählung aller übrigen, grossentheils noch nicht beendeten Arbeiten dieser Art würde uns hier zu weit führen. Dem vorangeschrittenen Europa sind Nordamerika (insbesondere Washington), Südamerika (S.-Jago), Asien

(Madras), Afrika (Cap und St.-Helena), selbst Australien (Paramatta) eifrig nachgefolgt; und ein neuer Almagest, der alles hierher Gehörnde zusammenfassen wollte, würde allein eine starke Bibliothek bilden.

Vor allem sind es Briten und Nordamerikaner, denen wir diese Veranstaltungen verdanken. Im britischen Reiche selbst stehen Greenwich, Oxford, Cambridge und Edinburgh rücksichtlich dieser Beobachtungen obenan, doch auch das Beispiel Groombridge's hat Nachahmer gefunden; Wrottesley, Pearson und andere Privaten haben Sternkataloge, auf eigene Beobachtungen gegründet, der Oeffentlichkeit übergeben.

Nach solchen Arbeiten zur Gewinnung genauer und zuverlässiger Fixsternörter findet der, welcher die Frage über Constanz oder Veränderlichkeit derselben sich zur Aufgabe setzt, ein überreiches Material, welches ganz zu bewältigen und nach allen Richtungen hin auszubeuten die vereinten Kräfte vieler erfordert. Von den obengenannten Beobachtern können nicht wenige namhaft gemacht werden, die speciell die Eigenbewegungen untersuchten, indem sie die aus ihren Beobachtungen hervorgegangenen Kataloge mit frühern verglichen. Doch das Meiste ist noch zu thun, und namentlich ist bei den in Europa nicht sichtbaren südlichen Sternen nur erst ein schwacher Anfang gemacht. Auch müssen für nicht wenige der oben aufgeführten Sternverzeichnisse zuvörderst die Reductionen mit den Hülfsmitteln der Gegenwart wiederholt werden, was beispielsweise von dem ganzen Piazzi gilt.

Eine Untersuchung der Eigenbewegungen, wie die Gegenwart sie fordert, bedingt mannichfache Vorarbeiten, die wir hier in Kürze aufzählen wollen.

1) Reduction der Originalbeobachtungen auf eine feste Epoche. In der Regel wird sie vom Beobachter selbst oder doch auf seiner Sternwarte ausgeführt. Die Beobachtungen müssen von den instrumentalen Fehlern, sowie von

der Strahlenbrechung befreit, und die Correctionen wegen der Aberration und Nutation angebracht werden; ingleichen die wegen Präcession für die Zeit zwischen dem Datum der Beobachtung und der Epoche.

2) Zusammenstellung und kritische Sichtung aller auf den gleichen Stern sich beziehenden Beobachtungen für verschiedene Epochen.

3) Untersuchung der sogenannten constanten Differenzen zwischen den Angaben verschiedener Beobachter, deren Ermittlung nur aus Vergleichung einer beträchtlichen Anzahl mehrseitig beobachteter Sterne in allen Himmelsgegenden erhalten werden kann.

4) Untersuchung des Gewichts (des Grades, der Güte und Zuverlässigkeit) der einzelnen Kataloge. Sollte sich hierbei einer oder der andere mit zu geringem Gewichte zeigen, was nicht immer Schuld der Beobachter, sondern oft der Instrumente, des Klimas und anderer ungünstiger Umstände ist, so ist es in den meisten Fällen besser, solche Beobachtungen ganz wegzulassen. Ebenso verfährt man auch bei guten Katalogen mit denjenigen Daten, die augenscheinlich durch Versehen (Verschreiben, Verzählen, Ablesungsfehler, Verwechslung u. s. w.) entstellt sind, falls die betreffende Correction nicht mit Sicherheit ermittelt werden kann.

5) Reduction aller Kataloge auf eine gleiche gemeinschaftliche Epoche durch Anbringung der Präcession.

Da in den meisten Fällen mehr als zwei zu verschiedenen Zeiten angestellte Beobachtungen vorhanden sein werden, so wird die sogenannte Methode der kleinsten Quadrate bei der weitem Berechnung ihre Anwendung finden; folglich auch das Gewicht der Beobachtungen in erforderlicher Weise berücksichtigt werden können.

Finden sich nur zwei Data vor, so kann nur eine einfache Subtraction angewandt werden, und stehen die beiden Epochen einander der Zeit nach zu nahe, so kann ein

verlässliches Resultat für die Eigenbewegung überhaupt nicht gewonnen werden. In solchen Fällen muss man sich, ebenso wie bei nur einer Beobachtung, begnügen, den Ort des Sterns für eine Epoche bestimmt zu haben.

Die erwähnte Methode war bisher nur selten und nur für einige wenige Sterne angewandt worden, so z. B. für 7 derselben von W. Struve in seiner 1842 erschienenen Abhandlung „*Sur l'aberration des étoiles fixes*“. Erst der in den letztern Jahrzehnden gewonnene Reichthum an guten Beobachtungen, die von verschiedenen Seiten und am meisten von den britischen Sternwarten dem Berechner geboten waren, konnte zu einer umfassendern Arbeit der Art aufmuntern, und eine solche war es, die mich in den Jahren 1847—56 beschäftigte.

Es galt, für den gesammten von Bradley uns hinterlassenen Beobachtungsschatz, der nach Bessel's Reduction 3222 Sternörter für den Anfang des Jahres 1755 umfasst, alle seitdem angestellten, diese Sterne betreffenden Beobachtungen zu vergleichen, um die Oerter für 1850 nebst den Eigenbewegungen zu ermitteln. Von der gesammten Anzahl konnten aus Gründen der obenbemerkten Art 19 Sterne gar nicht, 22 nur in Rectascension und 7 nur in Declination, der Eigenbewegung nach, bestimmt werden. Ferner fanden sich 38 physische Doppelsternpaare, die im Bradley unter zwei Nummern aufgeführt, jetzt aber nur als Ein Gesamtstern zu betrachten waren, und so blieben 3136 vollständig ermittelte Eigenbewegungen übrig.

Als Zeiteinheit wählte ich das Jahrhundert, wodurch bequem übersichtliche Zahlen erhalten wurden, überdies auch beiläufig ein Jahrhundert seit Bradley's Beobachtungen verflossen war.

Da es für manche Leser ein Interesse haben möchte, die Anordnung einer solchen Rechnung kennen zu lernen, so lasse ich ein Paradigma hier folgen.

γ Andromedae.

| Beobachter. | Epoche. | Rectascension für 1850. | Constante Differenz. | Declination für 1850. | Constante Differenz. | Zahl der Beob. | | Gew. einer Beob. | | Uebrigbleibende Fehler in | |
|------------------|----------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------|-------|------------------|-------|---------------------------|--------|
| | | | | | | AR. | Decl. | AR. | Decl. | AR. | Decl. |
| Bradley..... | 1755 | 28° 40' 37",1 | — 0",2 | — 41° 36' 31",5 | — 0",2 | 5 | 3 | 1/2 | 1/2 | — 1",3 | — 0",3 |
| Mayer corr..... | 1756 | | | 27,7 | | 4 | 4 | 1/4 | 1/4 | — 3,3 | — 3,3 |
| Piazzi..... | 1800 | 34,5 | — 1,2 | 28,4 | — 0,2 | 30 | 4 | 1/4 | 1/4 | 1,8 | — 0,5 |
| Groombridge..... | 1810 | 36,7 | — 1,9 | 28,6 | + 0,3 | 3 | 32 | 1/4 | 1/4 | — 0,5 | + 0,7 |
| Bessel..... | 1820 | 40,3 | | 27,0 | + 0,4 | 38 | 39 | 1/2 | 1/2 | + 1,0 | — 0,3 |
| Struve..... | 1830 | 39,2 | | 27,3 | + 0,3 | 10 | 10 | — | — | — 0,3 | + 0,4 |
| Airy..... | 1829, 34 | 39,9 | 1,1 | 28,4 | — 0,6 | 3 | 2 | — | — | — 0,7 | + 0,8 |
| Argelander..... | 1830 | 39,9 | — 0,1 | 27,6 | — 0,2 | 78 | 77 | — | — | + 0,3 | + 0,2 |
| Pond..... | 1830 | 38,7 | — 0,8 | 27,8 | — 0,7 | 9 | 10 | — | — | — 1,6 | — 0,1 |
| Taylor corr..... | 1832 | 38,7 | — 1,0 | 26,3 | + 0,5 | 5 | 5 | 1/2 | 1/2 | — 1,8 | — 0,3 |
| Rümker..... | 1836 | 42,1 | — 0,6 | 29,0 | — 0,4 | 4 | 3 | 1/2 | 1/2 | + 2,9 | + 1,7 |
| Airy..... | 1837, 38 | 39,1 | — 0,1 | 26,4 | + 0,3 | 10 | 29 | — | — | — 0,6 | — 0,2 |
| Henderson..... | 1838, 41 | 38,4 | — 0,4 | 26,5 | — 0,5 | 3 | 3 | — | — | — 1,7 | — 0,8 |
| Johnson..... | 1840, 43 | 40,1 | — 0,8 | 27,3 | — 1,5 | 8 | 5 | — | — | — 0,4 | — 0,9 |
| Plantamour..... | 1842 | 38,6 | — 0,4 | 23,3 | — 0,7 | 4 | 4 | 1/4 | 1/4 | — 1,5 | — 2,6 |
| Challis..... | 1843 | 40,0 | — 0,2 | 26,9 | — 1,1 | 2 | 40 | — | — | + 0,1 | — 0,7 |
| Airy..... | 1845 | 41,3 | — 0,1 | 26,4 | + 0,3 | 1 | 20 | — | — | + 1,4 | + 0,3 |
| Challis..... | 1844 | 41,2 | — 0,2 | 27,5 | — 1,1 | 1 | 10 | — | — | + 1,2 | — 0,1 |
| Airy..... | 1849 | | | 28,9 | + 0,3 | 1 | 1 | — | — | — 2,1 | + 2,5 |
| Airy..... | 1850 | 38,9 | — 0,1 | 25,8 | + 0,3 | 5 | 4 | — | — | — 2,1 | — 0,6 |
| Johnson..... | 1850 | 37,8 | — 0,8 | | | 1 | 1 | — | — | — 2,7 | — |
| Johnson..... | 1851 | 39,7 | — 0,8 | | | 2 | 2 | — | — | — 0,8 | — |

Resultat: AR. 1850 = 28° 40' 39",87 + 1",8 t; Decl. 1850 = — 41° 36' 26",19 — 5",1 t.
 Gesamtbewegung im Jahrhundert = 5",3; Richtung von N. durch OSW. gezählt 164°,7.
 *) Wo zwei Jahrzahlen angegeben sind, gilt die erste für Rectascension, die zweite für Declination.

Der hier gewählte Stern gehört zu denen von schwacher Bewegung, sie beträgt etwa die Hälfte derjenigen, welche sich als Mittel aus sämtlichen 3136 Sternen ergeben hat. Er ist von 2. Grösse und findet sich auf den Sternkarten am Fusse der Andromeda.

Die einzelnen Resultate sind vollständig in meinem Werke: „Die Eigenbewegungen der Fixsterne in ihrer Beziehung zum Gesamtsystem“ (Dorpat 1857, 370 S. in 4.), enthalten. Hier muss es genügen, einige der wichtigsten Resultate aufzuführen.

Da heller erscheinende Sterne die Vermuthung für sich haben, der Erde näher zu stehen, und für näherstehende eine raschere Winkelbewegung zu erwarten ist, so kam es zunächst darauf an, die Sterne nach ihrer Helligkeit zu gruppieren und für jede dieser Gruppen die mittlere Eigenbewegung zu bestimmen.

Es ergab sich

| | | |
|-----|--|----------------------|
| | für 65 Sterne der 1. u. 2. Gr. 22'', 22 secul. Eigenbew. | } Mittel = 10'', 79. |
| | „ 154 „ „ 3. „ 16,83 „ „ | |
| (A) | „ 312 „ „ 4. „ 13,72 „ „ | |
| | „ 690 „ „ 5. „ 11,09 „ „ | |
| | „ 994 „ „ 6. „ 9,05 „ „ | |
| | „ 921 „ „ 7. „ 8,65 „ „ | |

Die Sterne der beiden ersten Grössen sind hier zusammengefasst, weil die erste Grösse zu wenige enthält, als dass eine verlässliche Mittelzahl erhalten werden könnte, und weil für 8 Sterne die Schätzungen der Astronomen nicht übereinstimmen, indem einige sie zur ersten, andere zur zweiten Grösse zählen.

Wie zu erwarten war, ergibt sich eine Abnahme der Bewegung mit abnehmender Helligkeit: allein sie ist in einem auffallenden Grade schwächer als bei der letztern. Man kann nämlich sowol aus der Häufigkeit des Vorkommens, als aus den Helligkeitsmessungen auf die durchschnittliche Entfernung schliessen unter den Voraussetzungen:

1) dass die einzelnen Regionen unserer Fixsternwelt durchschnittlich gleich frequent mit einzelnen Sternen besetzt sind, und

2) dass die wirkliche Leuchtkraft dieser Sterne ebenfalls überall im Durchschnitt die gleiche sei.

Unter diesen Voraussetzungen findet sich aus der Häufigkeit des Vorkommens, nach Struve:

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| für 1. und 2. Klasse 1 | als verhältnissmässige Entfernung |
| „ 3. „ 1,89 „ | „ „ |
| „ 4. „ 2,76 „ | „ „ |
| „ 5. „ 4,00 „ | „ „ |
| „ 6. „ 5,78 „ | „ „ |
| „ 7. „ 8,32 „ | „ „ |

während die Helligkeitsmessungen Steinheil's auf folgende Distanzen führen:

| | |
|--------------------|--|
| 1. und 2. Klasse 1 | |
| 3. „ 2,08 | |
| 4. „ 3,50 | |
| 5. „ 5,89 | |
| 6. „ 9,92. | |

(Auf schwächere Sterne als Klasse 6 hat die Photometrie noch nicht angewandt werden können.)

Wenn man nun auch von der letztern Reihe völlig absehen und nur die Struve'sche gelten lassen will (da es ja möglich wäre, dass der Lichtstrahl auf seinem Wege nicht blos durch Verbreitung, sondern auch noch anderweitig eine Schwächung erlitte), so stimmt doch auch diese mit der von mir ermittelten Scala der Eigenbewegungen durchaus nicht so überein, dass man eine in allen Himmelsregionen durchschnittlich gleich starke Fortrückung der Sterne anzunehmen hätte. Nach Struve's supponirten Entfernungen müssten nämlich die Eigenbewegungen sich gerade umgekehrt wie diese verhalten, d. h. sie müssten sein

| | |
|------------------|---------|
| 1. und 2. Klasse | 22'',22 |
| 3. „ | 11,23 |
| 4. „ | 8,02 |
| 5. „ | 5,55 |
| 6. „ | 3,84 |
| 7. „ | 2,67. |

Es muss mithin die Annahme, als ob den Sternen in allen Regionen, nahen wie entfernten, durchschnittlich die gleiche Fortrückung im Raume zukomme, vollständig aufgegeben werden, und mit ihm fallen selbstverständlich eine Menge von Schlüssen, die sämmtlich auf ihm basirt waren und die in meinem obengedachten Werke S. 218 und 219 näher bezeichnet sind. Wie wenig überhaupt die Helligkeit der Sterne in irgendeiner Beziehung als Massstab gelten kann, dürfte sich aus Folgendem ergeben:

1) Verzeichniss der stärksten Bewegungen, die bei Fixsternen des Bradley'schen Katalogs vorkommen:

| | | |
|------------|-------------------------|---------|
| 1. Grösse. | Sirius | 125'',2 |
| | Procyon | 132,8 |
| | Arctur | 225,8 |
| | Athair | 66,0. |
| 2. Grösse. | Pollux | 62,4. |
| 3. Grösse. | τ Ceti | 189,8 |
| | α Eridani | 71,9 |
| | ε „ | 96,7 |
| | δ „ | 72,8 |
| | ⊕ Ursae maj. | 113,3 |
| | ⊕ Centauri | 80,5 |
| | β Virginis | 91,8 |
| | μ Herculis | 79,4 |
| | η Serpentis | 90,4. |
| 4. Grösse. | η Cassiopejae | 122,5 |
| | δ Leporis | 70,1 |
| | ξ Ursae | 73,8 |
| | β Canum | 78,9 |

| | | |
|------------|----------------------------------|---------|
| | β Comae | 117'',4 |
| | γ Serpentis | 131,6 |
| | 70 Ophiuchi | 110,5 |
| | χ Draconis | 69,0 |
| | η Cēphei | 82,8 |
| | γ Piscium | 73,8 |
| | ι „ | 60,9. |
| 5. Grösse. | 0 ² Eridani | 409,1 |
| | 61 Virginis | 144,9 |
| | 36 Ophiucti | 123,0 |
| | 107 Piscium | 73,4 |
| | 70 Virginis | 61,5 |
| | 31 Aquilae | 100,6 |
| | λ Aurigae | 84,0 |
| | 20 Leonis min. | 61,4 |
| | 72 Herculis | 104,5 |
| | 61 Cygni | 522,1 |
| | σ Draconis | 192,5. |
| 6. Grösse. | μ Cassiopejae | 383,3 |
| | δ Trianguli | 119,9 |
| | 11 Leonis min. | 76,6 |
| | ρ Corona | 76,4 |
| | Nr. 3077 Br. | 208,8 |
| | ρ ² Cancrī | 61,0 |
| | 85 Pegasi | 130,3 |
| | 20 Crateri | 118,0. |
| 7. Grösse. | 54 Piscium | 60,4 . |
| | 83 Leonis | 82,4 |
| | 39 Serpentis | 60,1 |
| | 3 Cygni | 63,9 |
| | 49 Librae | 72,0 |
| | 30 Scorpii | 123,3 |

wobei noch zu bemerken ist, dass die Sterne der vier ersten Grössen bei Bradley vollständig vorkommen, sodass bis zu — 30° Declination, der Grenze des Katalogs, alle am Himmel

vorkommenden Sterne dieser Klassen darin enthalten sind, wogegen von der 5. Klasse $\frac{1}{4}$, von der 6. $\frac{3}{4}$ und von der 7. $\frac{12}{13}$ fehlen und deshalb jetzt meistens noch nicht untersucht werden können. Gleichwol haben wir schon nicht wenige der schwächern Sterne kennen gelernt, die nicht bei Bradley vorkommen und eine sehr starke Eigenbewegung zeigen, z. B. ein Stern 7. Grösse, Nr. 1830 des *Groombridge-Catalogue*, der 701'' secularé Eigenbewegung hat, ein anderer 8. Grösse von 420 u. s. w.

Andererseits kommen ungewöhnlich schwache Bewegungen unter den hellern Sternen so gut wie unter den teleskopischen vor.

So haben wir z. B.:

| | | |
|------------|-------------------------------|-------|
| 1. Klasse. | β Orionis | 3'',5 |
| | α Orionis | 5,1 |
| 2. Klasse. | β Persei | 0,6 |
| | β Aurigae | 2,2 |
| | ϵ Pegasi | 2,9 |
| | α Cygni | 0,7 |
| | γ Orionis | 3,0 |
| 3. Klasse. | ν Eridani | 2,3 |
| | ι Aurigae | 1,6 |
| | ϵ Aurigae | 0,5 |
| | μ Leporis | 2,2 |
| | λ Orionis | 2,3 |
| | λ Tauri | 2,0 |
| | σ^2 Canis maj. | 1,8 |
| | ϵ Gemin. | 2,2 |
| | δ Gemin. | 1,6 |
| | η Leonis | 1,2 |
| | \times Draconis | 1,7 |
| | ι Draconis | 1,7 |
| | ζ Draconis | 1,1 |
| | β Draconis | 1,8 |
| | π Herculis | 1,4 |

β Lyrae 2'',0

α Aquarii 2,2

oder überhaupt Bewegungen unter 5''

bei Sternen 1. Grösse 15 Procent

.. .. 2. .. 22 ..

.. .. 3. .. 30 ..

.. .. 4. .. 33 ..

.. .. 5. .. 43 ..

.. .. 6. .. 46 ..

.. .. 7. .. 49 ..

sodass wir schliessen müssen: Sterne jeder Helligkeitsklasse kommen in allen Entfernungen, kleinen wie grossen, so häufig vor, dass sich eine irgendwie regelrechte Beziehung zwischen Helligkeiten, Entfernungen und Eigenbewegungen, auf die oben aufgeführten Annahmen begründet, in keiner Weise durchführen lässt.

In meinen Untersuchungen konnte ich die Sterne des südlichen Himmels jenseit des -30° der Declination nicht mit aufnehmen, da wir sie noch zu wenig kennen.

Von einer möglichst gründlichen und umfassenden Untersuchung der Eigenbewegungen, auch der schwächern und schwächsten Sterne, wird unsere Kenntniss des Fixsternsystems hauptsächlich abhängen. Nur in Verbindung mit ihnen können Sternzählungen und Helligkeitsmessungen eine Bedeutung gewinnen. Denn directe Messungen der Entfernung (Parallaxe) werden auch in Zukunft nur bei sehr wenigen Sternen so weit gelingen, dass sie eine sichere Basis weiterer Untersuchungen darbieten können.

Aber ungeheuer gross ist die Zahl der Fixsterne, und wenn die Berechnung für 3000 schon volle neun Jahre in Anspruch nahm, so möge man erachten, welche Anstrengungen für die Hunderttausende, ja Millionen einzelner Sonnen für die Beobachter wie für die Berechner erforderlich sein werden. Die Gegenwart kann zunächst wol kaum weiter gehen, wenn man die jetzt vorliegenden, verhält-

nismässig sichern Data nicht um unsichere vermehren will. Denn um z. B. den Piazzis'schen Katalog, der 5000 bei Bradley nicht vorkommende Sterne enthält, in ähnlicher Weise zu berechnen, muss man die Vorarbeiten und Beobachtungen von mindestens 20—25 Jahren, von jetzt ab gezählt, abwarten, und die schwächeren Sterne von der 8. Grösse ab sind meistens noch gar nicht scharf bestimmt, sodass sich selbst die Anfangsepoche jetzt nicht fixiren lässt.

Allerdings gibt es nun Fragen, deren Beantwortung noch auf lange Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende ausgesetzt werden muss und über die sich jetzt noch nicht einmal Vermuthungen wagen lassen. Aber dies kann und darf uns nicht hindern, solche Aufgaben, für welche sich die Möglichkeit einer mindestens vorläufigen Lösung darzubieten scheint, schon jetzt zu behandeln. Jedes Zeitalter hat die Verpflichtung, den nachkommenden Geschlechtern That-sachen der Beobachtung zu überliefern, von denen sie vielleicht sehr spät erst Nutzen ziehen können; andererseits aber auch das Recht, alle Fragen, deren Lösung in der Gegenwart möglich ist, auch wirklich gelöst zu sehen, selbstverständlich unter dem Vorbehalte, dass die Zukunft den Unvollkommenheiten unserer Deutung abhelfe und die Lücken ausfülle.

In diesem Sinne scheint mir die Pflicht des Naturforschers aufgefasst werden zu müssen, wenn er auf die Theilnahme seiner Zeitgenossen Anspruch machen und das Interesse für seine Wissenschaft auch ausserhalb des Kreises der Fachgenossen fortwährend rege erhalten will.

Was wir hier als Eigenbewegung der Gestirne bezeichnet haben, kann streng genommen nur bedingungsweise so heissen. Es ist nämlich dabei Unveränderlichkeit des Standpunktes vorausgesetzt, da ausserdem sich zwei Bewegungen,

die wahre eigene des Sterns und die unsers Standpunktes, zusammensetzen und erst durch Berechnung getrennt werden müssten, um von wahren Eigenbewegungen sprechen zu können. Die Bewegung unserer Erde um die Sonne liesse sich leicht und sicher trennen, da wir sie nach Quantität und Richtung genau kennen und ihre Periode ein Jahr ist, aber dieser Theil der Sternbewegungen (die eigentliche Parallaxe) ist bei den Fixsternen wegen ihrer grossen Entfernung so klein, dass sie mit sehr wenigen Ausnahmen gar nicht in Betracht kommt. Anders aber stellt sich die Sache, wenn wir erwägen, dass auch für unsere Sonne ein Stillstand nicht anzunehmen ist. In dem betreffenden Abschnitte wird sich zeigen, dass weder die Richtung noch die Quantität hinreichend genau bekannt ist und (was hier am meisten in Betracht kommt) ihre Periode sich auf Millionen Jahre erstreckt. Hauptsächlich aus diesem letztern Grunde entzieht sich die Sonnenbewegung, wenn wir sie auf Fixsterne anwenden wollen, unserer Berechnung: wir wissen, dass beide, Bewegung unserer Sonne und Bewegung des Fixsterns, in der „Eigenbewegung“ vereinigt sind, aber wir sind unvermögend beide zu trennen.

Denn da die Jahrmillionen der Sonnenlaufperiode nicht abzuwarten sind, so müssten wir die Entfernung der einzelnen Fixsterne kennen, und ausserdem Richtung und Quantität der Sonnenbewegung schärfer als gegenwärtig, um die Rechnung auszuführen. Man hat theoretisch den *motus peculiaris* (die reelle Bewegung des Fixsterns) und den *motus parallacticus* (die Abspiegelung der Sonnenbewegung am Fixsterne) unterschieden, eine praktische Unterscheidung wird vielleicht in Zukunft möglich sein. Gegenwärtig müsste man, um sie durchzuführen, sich Voraussetzungen erlauben, die ungefähr darauf hinauskämen, das, was erst durch die Untersuchung gefunden und erwiesen werden soll, in eben dieser Untersuchung bereits als richtig anzunehmen. So ermittelt O. Struve in seiner „Bestimmung

der Constante der Präcession“ die Quantität der Sonnenbewegung, gesehen von einem Sterne 6. Grösse aus. Dabei macht er die Voraussetzung:

- 1) dass die abnehmende Helligkeit der Sterne der Zunahme ihrer Entfernung von unserer Sonne proportional sei;
- 2) dass die Eigenbewegungen, von uns aus gesehen, sich umgekehrt wie diese Entfernungen, also direct wie die Helligkeiten verhalten.

Beide Sätze, und namentlich der zweite, sind unwahrscheinliche Voraussetzungen. Denn es werden zur Begründung des letztern die Bewegungen von 400 Sternen angeführt, zuvor aber alle der Hypothese unbequemen davon ausgeschlossen*), während bei der des erstern nichts als die Zahl der am Himmel vorkommenden Sterne der verschiedenen Grössenklassen zum Grunde liegt. Was man nur folgern kann nach einem willkürlichen Ausschluss der Daten, welche der Folgerung widerstreben, ist mindestens ungewiss, und im vorliegenden Falle geradezu falsch. Durch diese beiden Voraussetzungen gelangt er zu einem Werthe 3'',44 für die siebenjährige Bewegung der Sonne, von einem Sterne 5. Grösse aus gesehen.

Den Werth 3'',44 benutzt W. Struve in seinen „*Positiones mediae*“ um den Werth des *motus parallacticus* für

*) Diese Sterne ergeben nämlich:

| Bewegungen in 70 Jahren. | Einfach und ohne Ausschluss. | Mit dem von O. Struve vorgenommenen Ausschluss. | Nach der obigen Hypothese müssten sie ergeben. |
|--------------------------|------------------------------|---|--|
| | 1. Grösse 36'',1 | | 36'',1 | 43'',2 |
| 2. „ 10,9 | | 10,9 | 25,3 |
| 3. „ 11,8 | | 11,0 | 16,8 |
| 4. „ 16,4 | | 8,4 | 11,5 |
| 5. „ 11,7 | | 6,7 | 8,0 |
| 6. „ 6,0 | | 5,5 | 5,5 |
| 7. „ 5,3 | | 4,5 | 3,8 |

die einzelnen Sterne zu finden (stets unter Voraussetzung einer ihrer Helligkeit umgekehrt proportionalen Entfernung), ermittelt daraus Werthe für diesen *motus* und leitet daraus weiter die für den *motus peculiaris* ab. Diese letztern dienen nur zu weitem Schlüssen über das Verhältniss der in der Fixsternwelt vorkommenden Bewegungen — und gerade dies Verhältniss ist es, das bereits, ohne genügende Begründung, der Schlussfolgerung O. Struve's zum Fundament gedient hatte.

Es wird nicht nöthig sein, auf die Einzelheiten des dargelegten Verfahrens näher einzugehen. Dass 400 in sieben Klassen vertheilte Sterne bei so enormen Unterschieden, als die von uns aus gesehene Winkelbewegung der Fixsterne ist, und die bei Sternen von gleicher Helligkeit bis auf das tausendfache gehen, unzureichend für Ermittlung so wichtiger Grundlagen sind, bedarf keines Beweises. Dass ein Ausschluss einzelner unbequemer Sterne unstatthaft sei, wird gleichfalls nicht bestritten werden können. Und wenn Schlüsse, auf solche Grundlagen basirt, im weitem Verfolge angewandt werden, um eben diese Grundlagen zu bestätigen, so kann nur gesagt werden, dass in dieser Weise behandelt es nichts geben könne, wofür einen Beweis zu finden unmöglich fiele. *)

Nur wo wir die Parallaxe eines Sterns wirklich erforscht haben, lässt sich ein annähernder Schluss auf seine Bewegungsquantität (genau gesprochen nur auf die perspectivische Projection derselben) durchführen. Hätten wir eine beträchtliche Anzahl solcher Parallaxen, so würden die so gefundenen Bewegungsquantitäten uns Anhaltspunkte bieten, auch andere Fragen zu lösen, die jetzt noch keine Antwort gestatten.

*) Der Nachweis der Unhaltbarkeit fast aller der Schlüsse, welche in der „Bestimmung der Constanten der Präcession“, von O. Struve, und den sich darauf beziehenden „*Etudes d'astronomie stellaire*“, von W. Struve, enthalten sind, bildet den Hauptinhalt meiner von der harlemer Societät der Wissenschaften gekrönten Preisschrift: „Beiträge zur Fixsternkunde“ (Harlem 1857).

Wir dürfen hoffen, dass inskünftige nicht mehr der Versuch sich wiederholen werde, aus so wenigen Sternörter allgemene, die Gesamtheit der Fixsterne betreffende Fragen zu behandeln. Meine im Vorstehenden angeführten Resultate sind auf 3222 Sterne basirt, allein im Verhältniss zur Anzahl der wirklich vorhandenen ist diese Zahl noch immer eine sehr geringe und die Zeit von neun Jahren, welche meine Arbeit in Anspruch genommen, eine bei weitem zu kurze. Wenn nach Jahrhunderten die Hunderttausende von bestimmbarern Sternen ihrem Ort und ihrer Bewegung nach mit Sicherheit fixirt sein werden, dann werden wir zu andern Einblicken in den Plan und die Anordnung der Schöpfung gelangen, als jetzt möglich ist.

Unser gegenwärtiges Werk hat zunächst keinen polemischen Zweck und kann ihn nicht haben. Es beabsichtigt einfach den gegenwärtigen Zustand unserer Fixsternkunde darzulegen, und hat damit allerdings auch die Verpflichtung, Sätze, denen der mit Recht berühmte Name des Urhebers leicht ohne Prüfung eine beifällige Aufnahme im Publikum bereiten könnte, zwar ohne Feindseligkeit wie ohne Nebenrücksichten, aber gleichwol streng zu prüfen, und wenn sie diese Prüfung nicht bestehen, als solche öffentlich zu bezeichnen.

In neuern Zeiten haben zwei russische Astronomen, Fedorenko in Kiew und Gussew in Wilna, in ähnlicher Weise wie der Verfasser, aber auf weit weniger umfassenden Grundlagen, Reihen für die mittlern Eigenbewegungen der Sterne, nach Grössenklassen geordnet, gegeben.*)

*) Fedorenko zieht aus seiner Reihe die Folgerung, dass die Sternhäufigkeit in zunehmendem Abstände von der Sonne fortwährend wachsen müsse, d. h. dass in gleichgrossen Räumen desto mehr Sterne stehen, je grösser der Abstand von unserer Sonne sei. Denn da er z. B. die Eigenbewegung eines Sterns 8. Grösse noch halb so gross findet als die eines der vierten, so müssten, wenn der lineare Betrag der Bewegung in allen Klassen

Gegen ihre Verfahrungsweise lässt sich (wie Gussew selbst nicht in Abrede stellt) manches einwenden, namentlich gegen den Ausschluss der stärkern Bewegungen, die auch Fedorenko sich erlaubt hat. Ihre Resultate aber stimmen gleichwol im Wesentlichen mit meiner Reihe überein, nur dass bei beiden die Abnahme noch langsamer und noch weniger mit Struve's Hypothese vereinbar, auch insbesondere bei Gussew unregelmässiger sich darstellt. Fortgesetzte Bemühungen in dieser Richtung sind nichts weniger als überflüssig.

Es möge hier noch eine kleine Anzahl teleskopischer Sterne folgen, die eine starke Eigenbewegung zeigen, wie sie aus gelegentlichen partiellen Untersuchungen folgen:

durchschnittlich gleich wäre, die Sterne 8. Grösse die doppelte Entfernung eines Sterns der vierten haben, sie also eine achtmal grössere Kugel umschliessen. Es finden sich gegen 700 Sterne der vier ersten Grössenklassen, es müssten also $8 \times 700 = 5600$ Sterne bis zur 8. Grösse vorkommen, während die wirkliche Anzahl gegen 80000 ist. Aber nicht blos eine so überaus starke Zunahme der Raumerfüllung durch Sterne, sondern auch eine Lichtverlöschung in sehr starkem Verhältniss muss man annehmen: zwei sehr gezwungene Sätze, die wol wenig Aussicht auf den Beifall anderer Astronomen haben dürften. Und was nöthigt zu diesen Annahmen? Nichts als die ganz unerwiesene Voraussetzung, die wahren Eigenbewegungen seien in allen Entfernungen von unserer Sonne durchschnittlich gleich. Sind sie es nicht (und dass sie es nicht sind, ist in jedem Attractionssystem, seine specielle Constitution sei welche sie wolle, immer das Wahrscheinlichste), so braucht man nicht zu solchen Nothsätzen seine Zuflucht zu nehmen; alles erklärt sich weit natürlicher und den allgemeinen Bewegungsgesetzen angemessener, wie in dem Abschnitt über das Fixsternsystem näher erörtert wird.

Uebrigens glauben wir, dass die grosse Mühe solcher Untersuchungen sich nur dann angemessen belohnt, wenn der Zeitraum, aus dem man die Eigenbewegung ableitet, kein zu kurzer ist. Lalande's Sternörter müssten erheblich genauer sein als sie ihrer Natur nach sein können, wenn schon nach 30—40 Jahren sichere Schlüsse über Eigenbewegung aus ihnen gewonnen werden sollten. Es waren Zonenbeobachtungen, und weniger genau als die spätern von Bessel und Argelander. — Nur sorgfältige Beobachtungen an grössern Meridiankreisen, die eine solche Eile nicht gestatten, sind zu sichern Bestimmungen der Eigenbewegung brauchbar.

Die Fixsterne der drei ersten Grössenklassen.

| N a m e. | Grössenklasse. | Lichtquantität nach Herschel. | Gerade Aufsteigung für 1850. | Hundert- jährige Eigenbe- wegung. | Abweichung für 1850. | Hundert- jährige Eigenbe- wegung. | Jährliche Prä- cession in der Aufsteigung. | Jährliche Prä- cession in Ab- weichung. | Bemerkungen. |
|-------------------------|----------------|----------------------------------|------------------------------------|--|----------------------------|--|--|---|------------------------|
| α Andromedae | 2 | 114 | 0 9 37,71 | 15,9 | 28 15 43,76 | 15,0 | 46,089 | 20,055 | |
| β Cassiopeiae | 3 | 107 | 0 18 3,89 | 105,1 | 58 19 19,64 | 20,1 | 46,229 | 20,055 | Algenib. |
| γ Pegasi | 3 | 81 | 1 22 45,96 | 3,0 | 14 20 57,01 | 2,4 | 46,183 | 20,051 | |
| ι Ceti | 3 | | 2 56 47,50 | 0,3 | — 9 39 22,80 | 6,4 | 45,884 | 20,028 | |
| β Hydri | 3 | 74 | 4 26 50,7 | 1075 | — 78 6 4,4 | 26 | 38,70 | 19,99 | |
| α Phoenicis | 3 | 97 | 4 42 51,3 | 22 | — 43 7 11,7 | 30 | 44,52 | 19,99 | |
| δ Andromedae | 3 | | 7 49 47,00 | 16,4 | 30 2 21,94 | 9,4 | 47,639 | 19,868 | Schedir; veränderlich. |
| α Cassiopeiae | 2 | 111 | 8 0 23,64 | 20,0 | 55 42 55,42 | 5,7 | 50,161 | 19,889 | Deneb Kaitos. |
| β Ceti | 2 | 120 | 9 0 53,38 | 21,9 | — 18 48 35,83 | 3,8 | 44,989 | 19,807 | |
| γ Cassiopeiae | 2 | 115 | 11 55 24,64 | 8,5 | 59 54 11,68 | 2,5 | 53,207 | 19,622 | |
| β Phoenicis | 3 | | 14 50 46,5 | — | — 47 31 21,3 | 2 | 40,45 | 19,38 | |
| η Ceti | 3 | | 15 15 40,92 | 21,2 | — 10 58 44,59 | 15,6 | 45,035 | 19,348 | |
| β Andromedae | 2 | 121 | 15 20 14,03 | 27,3 | 34 49 26,98 | 9,2 | 48,749 | 19,341 | Mirach. |
| α Ursae min. | 2 | 138 | 16 15 19,53 | 135,0 | 88 30 34,89 | 2,0 | 261,944 | 19,254 | Polarstern; doppelt. |
| δ Cassiopeiae | 3 | 87 | 19 0 40,46 | 59,9 | 59 27 12,57 | 4,0 | 57,154 | 18,961 | |
| ζ Ceti | 3 | | 19 7 54,64 | 6,2 | — 8 57 32,78 | 20,7 | 44,213 | 18,79 | |
| γ Phoenicis | 3 | | 20 27 47,4 | 24 | — 44 5 14,8 | 15 | 39,27 | 18,46 | Achernar. |
| α Eridani | 1 | 449 | 23 1 46,4 | 6 | — 58 0 0,5 | 1 | 33,51 | 18,282 | |
| τ Ceti | 3 | | 24 16 32,46 | 176,4 | — 16 43 44,60 | 86,7 | 43,581 | 18,035 | |
| ε Cassiopeiae | 3 | 66 | 25 54 53,80 | 8,5 | 62 55 42,10 | 1,5 | 63,207 | 18,035 | |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-----|-------------|------|---------------|------|--------|--------|---------------------------|
| ζ Ceti | 3 | | 26 0 52,89 | 3,5 | — 11 4 44,20 | 10,9 | 44,337 | 18,022 | Baten Kaitos. |
| β Arietis | 3 | 81 | 26 35 25,82 | 10,6 | 20 4 22,79 | 9,5 | 49,339 | 17,933 | |
| α Hydri | 3 | 68 | 28 30 39,3 | 51 | — 62 18 4,7 | 0 | 27,82 | 17,62 | |
| α Piscium | 3 | | 28 34 21,67 | 7,9 | 2 2 13,64 | 0,7 | 46,400 | 17,612 | doppelt. |
| γ Andromedae | 2 | 117 | 28 40 39,69 | 1,8 | 41 36 26,70 | 5,1 | 54,606 | 17,594 | Alarhak; dreifach. |
| β Arietis | 2 | 126 | 29 40 53,93 | 21,4 | 22 45 1,63 | 14,5 | 50,223 | 17,422 | |
| β Trianguli | 3 | 71 | 30 9 30,08 | 18,0 | 34 16 30,90 | 3,4 | 52,926 | 17,338 | |
| ο Ceti | 3 | | 32 56 35,00 | 0,5 | — 3 39 40,10 | 24,1 | 45,361 | 16,880 | Mira; veränderlich. |
| γ Ceti | 3 | | 38 53 0,65 | 12,6 | — 2 36 4,06 | 14,4 | 46,631 | 15,611 | doppelt. |
| η Eridani | 3 | | 42 16 31,74 | 8,1 | — 9 29 54,36 | 24,4 | 43,802 | 14,839 | |
| γ Persei | 3 | 71 | 43 29 26,93 | 4,4 | 52 54 51,59 | 1,7 | 64,320 | 14,549 | |
| α Ceti | 2 | 120 | 43 36 37,85 | 0,5 | 3 29 50,97 | 12,7 | 46,905 | 14,520 | Menkar. |
| β Persei | 2 | 108 | 44 36 23,40 | 0,7 | 40 22 25,61 | 0,4 | 58,034 | 14,278 | Algol; veränderlich. |
| α Eridani | 2 | 163 | 46 25 32,13 | 35,1 | — 29 34 51,75 | 65,1 | 37,812 | 13,824 | Dalion. |
| α Persei | 2 | | 48 21 4,50 | 6,2 | 49 19 29,32 | 2,2 | 43,301 | 12,493 | |
| ε Eridani | 3 | | 51 27 59,88 | 98,2 | — 9 58 10,43 | 2,2 | 43,301 | 12,493 | |
| δ Eridani | 3 | | 54 0 59,15 | 9,9 | — 10 16 29,32 | 72,1 | 43,117 | 11,783 | Aleyone; Hauptst. d.Plej. |
| η Tauri | 3 | 75 | 54 38 38,62 | 1,7 | 23 38 13,38 | 4,4 | 53,217 | 11,604 | doppelt. |
| ζ Persei | 3 | 74 | 56 10 41,62 | 2,7 | 38 26 0,69 | 2,7 | 56,242 | 11,163 | doppelt. |
| ε Persei | 3 | 75 | 56 57 0,16 | 2,6 | 39 34 17,06 | 2,0 | 59,951 | 10,938 | doppelt. |
| γ Hydri | 3 | | 57 24 26,4 | 14 | — 74 41 53,0 | 7 | 15,70 | 10,80 | |
| γ Eridani | 3 | | 57 45 28,84 | 8,0 | — 13 56 19,91 | 8,6 | 41,851 | 10,699 | veränderlich. |
| λ Tauri | 3 | | 58 5 37,02 | 0,7 | 12 3 44,45 | 1,9 | 49,697 | 10,599 | |
| α Eridani | 3 | | 63 3 19,4 | 3 | — 34 10 3,6 | 2 | 33,92 | 9,09 | |
| α Retiuli | 4 | | 63 7 35,0 | 0 | — 62 51 4,2 | 3 | 11,17 | 9,07 | |
| α Tauri | 1 | 444 | 66 49 45,66 | 7,9 | 16 12 10,80 | 17,6 | 51,417 | 7,891 | Aldebaran. |
| ν Eridani | 3 | | 67 12 23,15 | 1,8 | — 3 39 48,45 | 1,5 | 44,875 | 7,771 | |
| α Doradus | 3 | | 67 41 27,1 | 12 | — 55 21 25,4 | — | 19,21 | 7,61 | |
| α Camelopardali | 4 | | 68 52 55,65 | 11,9 | 51 29 0,71 | 15,5 | 74,308 | 7,227 | |

| N a m e. | Größenklasse. | Lichtquantität nach Herschel. | Gerade Aufsteigung für 1850. | Hundert- jährige Eigenbe- wegung. | Abweichung für 1850. | Hundert- jährige Eigenbe- wegung. | Jährliche Prä- cession in Re- der Aufsteigung. | Jährliche Prä- cession in Abweichung. | Bemerkungen. |
|------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------|--|----------------------------|--|--|---|---------------------------|
| ι Aurigae | 3 | 73 | 71 48 28,70 | 1,3 | 32 55 23,65 | — | 58,395 | 6,261 | veränderlich. |
| ε Aurigae | 3 | 71 | 72 48 12,00 | — | 43 35 43,46 | 0,2 | 64,300 | 5,930 | — |
| β Eridani | 3 | 75 | 75 7 19,53 | 9,4 | 5 17 4,17 | 6,2 | 44,266 | 5,150 | — |
| α Aurigae | 1 | 500 | 76 24 13,93 | 15,1 | 45 50 20,71 | 42,5 | 66,132 | 4,714 | Capella. |
| μ Leporis | 3 | 76 | 76 32 55,62 | 0,8 | 16 23 12,85 | 2,0 | 40,324 | 4,665 | doppelt. |
| β Orionis | 1 | 700 | 76 49 57,11 | 2,0 | 8 22 46,22 | 2,9 | 43,182 | 4,568 | Rigel; doppelt. |
| β Tauri | 2 | 138 | 79 12 11,58 | 7,5 | 28 28 29,33 | 19,7 | 56,744 | 3,757 | — |
| γ Orionis | 2 | 79 | 79 14 2,68 | — | 2 32 24,38 | 3,4 | 45,185 | 3,746 | — |
| η Orionis | 2 | 150 | 79 16 18,78 | 2,3 | 6 12 32,85 | 2,0 | 48,203 | 3,734 | — |
| β Leporis | 3 | 71 | 80 27 19,37 | 3,8 | — | 10,7 | 38,514 | 3,327 | — |
| δ Orionis | 2 | 109 | 81 5 10,05 | 7,5 | — | 4,0 | 45,916 | 3,107 | — |
| α Leporis | 3 | 86 | 81 31 46,40 | 7,0 | 17 56 1,42 | 1,2 | 39,639 | 2,955 | — |
| λ Orionis | 3 | 81 | 81 43 9,60 | — | 9 49 43,62 | 1,7 | 49,497 | 2,887 | doppelt. |
| ε Orionis | 3 | 71 | 82 1 27,96 | 2,8 | 6 0 46,31 | 1,3 | 43,968 | 2,781 | doppelt. |
| ζ Tauri | 2 | 199 | 82 9 3,30 | 4,5 | 1 18 6,50 | — | 45,608 | 2,738 | — |
| ζ Orionis | 3 | 68 | 82 10 13,95 | 4,7 | 21 2 45,54 | 2,2 | 53,704 | 2,732 | — |
| α Orionis | 2 | 171 | 83 17 53,55 | 9,0 | — | 1,0 | 45,354 | 2,340 | — |
| α Columbae | 3 | 79 | 83 33 18,1 | 12 | — | 0 | 32,54 | 2,25 | doppelt. |
| x Orionis | 2 | 110 | 85 9 39,64 | 2,4 | 9 43 38,61 | 2,2 | 42,635 | 1,692 | — |
| β Columbae | 3 | 86 | 86 25 5,8 | 3 | 35 49 43,8 | 28 | 31,60 | 1,25 | — |
| α Orionis | 1 | 500 | 86 45 46,58 | 5,1 | 7 22 26,99 | 0,4 | 48,650 | 1,132 | Beteigeuze; veränderlich. |
| β Aurigae | 2 | 118 | 87 7 53,40 | — | 44 55 32,49 | 0,9 | 66,036 | 1,004 | — |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|------|--------------|------|-------------|-------|--------|--------|-----------------------------|
| η Geminorum | 3 | 67 | 91 27 16,26 | — | 22 32 42,73 | — | 54,382 | 0,510 | — |
| μ Geminorum | 3 | 68 | 93 28 21,29 | 10,8 | 22 35 8,31 | 11,4 | 54,386 | 1,281 | — |
| ζ Canis maj. | 3 | 93 | 93 38 21,63 | 3,6 | — | 1,9 | 34,502 | 1,273 | — |
| β Canis maj. | 2 | 110 | 94 1 27,33 | 4,6 | — | 5,7 | 39,603 | 1,407 | — |
| α Argus | 1 | 2041 | 95 9 21,9 | 3 | — | 0 | 19,92 | 1,80 | Canopus. |
| γ Geminorum | 2 | 110 | 97 15 39,75 | 5,0 | — | 4,9 | 51,961 | 2,534 | — |
| ν Argus | 3 | 98 | 97 35,2 | 0 | 43 3 59,5 | 9 | 27,51 | 2,89 | — |
| ε Geminorum | 3 | 68 | 98 40 31,73 | 2,4 | 25 16 28,02 | 0,0 | 55,420 | 3,025 | — |
| α Canis maj. | 1 | 4165 | 99 38 2,26 | 48,9 | 16 30 53,34 | — | 40,197 | 3,358 | Sirius. |
| β Geminorum | 3 | 100 | 93 28,43 | 1,1 | 34 8 11,33 | 3,0 | 59,418 | 3,732 | Hauptstern des Bildes. |
| α Pictoris | 4 | 101 | 99 45,0 | 30 | 61 46 53,6 | 26 | 9,46 | 4,05 | — |
| ε Canis maj. | 2 | 195 | 103 11 0,52 | 6,6 | — | 1,0 | 35,338 | 4,514 | — |
| ο ² Canis maj. | 3 | 104 | 11 26,74 | 1,7 | 23 37 3,30 | 0,8 | 37,558 | 4,976 | — |
| δ Canis maj. | 2 | 134 | 105 34 25,26 | 3,6 | — | 3,0 | 36,571 | 5,382 | — |
| δ Geminorum | 3 | 68 | 107 47 24,92 | 1,4 | 22 15 13,24 | 0,9 | 53,873 | 6,127 | doppelt. |
| π Argus | 3 | 87 | 107 57 45,7 | 34 | — | 2 | 31,77 | 6,18 | — |
| η Canis maj. | 3 | 93 | 109 32 27,16 | — | — | 1,7 | 35,577 | 6,706 | — |
| β Canis min. | 3 | 69 | 109 45 12,59 | 2,0 | 8 35 13,54 | 5,2 | 48,909 | 6,778 | — |
| α Geminorum | 2 | 182 | 111 15 13,24 | 19,3 | 32 12 42,96 | 7,9 | 57,835 | 7,271 | Castor; doppelt. |
| α Canis min. | 1 | 500 | 112 51 42,49 | 69,0 | 5 36 16,32 | 104,8 | 47,873 | 7,793 | Procyon. |
| β Geminorum | 2 | 246 | 114 1 56,00 | — | 71,3 | 6,0 | 55,956 | 8,169 | Pollux. |
| ζ Argus | 3 | 101 | 119 34 44,7 | 7 | — | 6 | 31,63 | 9,90 | — |
| γ Argus | 2 | 161 | 121 13 37,5 | — | — | 6 | 27,73 | 10,40 | — |
| ο Ursae maj. | 3 | 124 | 16 23,09 | — | — | 14,3 | 76,162 | 11,342 | — |
| ε Argus | 2 | 150 | 124 51 28,4 | — | — | 11 | 18,64 | 11,46 | — |
| δ Argus | 2 | 124 | 130 8 24,9 | — | — | 13 | 24,84 | 12,93 | — |
| ι Ursae maj. | 3 | 67 | 132 13 47,68 | — | — | 27,1 | 62,920 | 13,478 | — |
| α Cancri | 4 | 132 | 34 10,48 | — | — | 1,9 | 49,316 | 13,567 | Hauptst. d. Bild., doppelt. |
| x Ursae maj. | 3 | 67 | 133 20 23,84 | — | — | 10,0 | 62,114 | 13,764 | — |

| N a m e. | Größenklasse. | Lichtquantität nach Herschel. | (Gerade Aufsteigung für 1850. | Hundert-jährige Eigenbewegung. | Abweichung für 1 8 5 0. | Hundert-jährige Eigenbewegung. | Jährliche Präcession in der Aufsteigung. | Jährliche Präcession in Abweichung. | Bemerkungen. |
|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| λ Argus | 2 | 120 | 135 37 15,7 | — | — | — | 33,06 | — | 14,33 |
| β Argus | 2 | 168 | 137 53 2,7 | — | 49 | — | 10,84 | — | 14,88 |
| α Lynxis | 3 | 70 | 137 58 30,51 | — | 30,0 | — | 55,468 | — | 14,897 |
| ι Argus | 3 | 96 | 138 16 9,4 | — | 12 | — | 24,15 | — | 14,97 |
| κ Argus | 3 | 89 | 139 22 5,8 | — | 7 | — | 27,84 | — | 15,22 |
| h Ursae maj. | 3 | 139 | 54 41,49 | — | 27,4 | — | 72,204 | — | 15,344 |
| α Hydrae | 2 | 136 | 140 3 12,15 | — | 1,9 | — | 44,247 | — | 15,375 |
| ζ Ursae maj. | 3 | 67 | 140 41 54,45 | — | 159,0 | — | 62,528 | — | 15,518 |
| ε Leonis | 3 | 144 | 19 55,95 | — | 5,0 | — | 51,379 | — | 16,293 |
| ν Argus | 3 | 145 | 50 17,7 | — | 4 | — | 22,57 | — | 16,59 |
| μ Leonis | 3 | 146 | 3 20,76 | — | 27,5 | — | 51,694 | — | 16,637 |
| φ Argus | 3 | 147 | 54 3,4 | — | 9 | — | 31,47 | — | 16,99 |
| η Leonis | 3 | 149 | 47 15,32 | — | 1,1 | — | 49,239 | — | 17,331 |
| α Leonis | 2 | 150 | 5 39,65 | — | 25,4 | — | 48,312 | — | 17,366 |
| λ Ursae maj. | 3 | 152 | 0 28,36 | — | 24,9 | — | 55,042 | — | 17,708 |
| ζ Leonis | 3 | 152 | 5 5,56 | — | 1,8 | — | 50,271 | — | 17,721 |
| ω Argus | 3 | 152 | 32 31,6 | — | 21 | — | 21,60 | — | 17,80 |
| γ Leonis | 2 | 132 | 152 55 25,84 | — | 30,4 | — | 49,488 | — | 17,856 |
| μ Ursae maj. | 3 | 71 | 153 20 36,74 | — | 10,5 | — | 54,232 | — | 17,922 |
| ρ Argus | 3 | 72 | 156 40 31,9 | — | 12 | — | 31,78 | — | 18,42 |
| σ Argus | 3 | 75 | 159 24 17,8 | — | 7 | — | 31,84 | — | 18,77 |
| η Argus | 1 | 3500 | 159 48 51,6 | — | 1 | — | 34,59 | — | 18,82 |

doppelt.
Alphard; veränderlich.

Regulus.

doppelt.

veränderlich.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-----|--------------|---|------|---|-------------|---|--------|
| μ Argus | 3 | 82 | 160 4 57,0 | — | 9 | — | 48 37 41,2 | — | 18,86 |
| β Ursae maj. | 3 | 98 | 163 11 21,23 | — | 15,5 | — | 57 11 5,99 | — | 19,198 |
| α Ursae maj. | 2 | 178 | 163 36 22,97 | — | 24,2 | — | 62 33 33,63 | — | 19,239 |
| φ Ursae maj. | 3 | 71 | 165 18 8,25 | — | 12,0 | — | 45 18 39,97 | — | 19,398 |
| δ Leonis | 3 | 89 | 166 31 50,58 | — | 19,3 | — | 21 20 42,66 | — | 19,503 |
| ζ Leonis | 3 | 166 | 35 28,32 | — | 3,5 | — | 16 14 55,72 | — | 19,507 |
| ε Crateris | 3 | 167 | 57 41,47 | — | 10,6 | — | 13 58 3,37 | — | 19,614 |
| δ Crateris | 3 | 169 | 15 35,00 | — | 0,9 | — | 10 2 14,55 | — | 19,704 |
| γ Crateris | 3 | 169 | 21 56,84 | — | 23,3 | — | 16 51 37,71 | — | 19,709 |
| λ Draconis | 3 | 170 | 36 35,77 | — | 14,7 | — | 70 9 29,92 | — | 19,787 |
| β Leonis | 3 | 107 | 175 21 3,30 | — | 52,3 | — | 15 24 37,36 | — | 19,988 |
| β Virginis | 3 | 175 | 43 12,77 | — | 75,1 | — | 2 36 33,99 | — | 19,999 |
| γ Ursae maj. | 3 | 102 | 176 28 28,82 | — | 19,0 | — | 54 31 43,82 | — | 20,017 |
| δ Centauri | 3 | 87 | 180 9 8,1 | — | 7 | — | 49 53 14,1 | — | 20,054 |
| ε Corvi | 3 | 74 | 180 36 17,86 | — | 2,4 | — | 21 47 6,59 | — | 20,056 |
| δ Crucis | 3 | 181 | 48 10,2 | — | 15 | — | 57 54 49,3 | — | 20,05 |
| δ Ursae maj. | 3 | 181 | 59 39,33 | — | 28,0 | — | 57 51 58,65 | — | 20,043 |
| γ Corvi | 3 | 182 | 1 30,37 | — | 14,0 | — | 16 42 31,75 | — | 20,043 |
| η Virginis | 3 | 183 | 3 30,04 | — | 4,9 | — | 0 10 1,92 | — | 20,027 |
| α Crucis | 1 | 394 | 184 34 30,0 | — | 33 | — | 62 15 59,7 | — | 19,99 |
| δ Corvi | 3 | 76 | 185 31 40,01 | — | 13,7 | — | 15 40 48,13 | — | 19,962 |
| γ Crucis | 2 | 220 | 185 43 12,6 | — | 7 | — | 56 16 17,7 | — | 19,96 |
| β Corvi | 1 | 88 | 186 37 46,39 | — | 0,2 | — | 22 33 59,36 | — | 19,921 |
| χ Draconis | 3 | 186 | 45 47,62 | — | 21,0 | — | 70 36 55,96 | — | 19,916 |
| γ Centauri | 3 | 103 | 188 19 4,6 | — | 30 | — | 48 8 6,9 | — | 19,84 |
| γ Virginis | 3 | 82 | 188 30 58,85 | — | 53,6 | — | 0 37 33,48 | — | 19,830 |
| β Crucis | 1 | 252 | 189 44 59,1 | — | 3 | — | 58 52 0,4 | — | 19,77 |
| ε Ursae maj. | 2 | 180 | 191 51 12,31 | — | 24,4 | — | 56 46 29,41 | — | 19,628 |
| δ Virginis | 3 | 192 | 0 44,30 | — | 46,1 | — | 4 12 49,11 | — | 19,616 |

Dubhe, veränderlich.

Denebola.

doppelt.

Algorab.

doppelt.

Alloth; veränderlich.

| N a m e. | Größenklasse. | Lichtquantität nach Herschel. | Gerade Aufsteigung für 1850. | Hundert-jährige Eigenbewegung. | Abweichung für 1 8 5 0. | Hundert-jährige Eigenbewegung. | Jährliche Präcession in Geraden. | Jährliche Präcession in Abweichung. | Bemerkungen. |
|---------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| α Canum | 3 | 76 | 192 15 5,75 | — | 30,4 | — | 42,597 | — | 19,598 |
| ε Virginis | 3 | 79 | 193 40 39,90 | — | 26,0 | — | 45,071 | — | 19,486 |
| α Comae | 4 | 195 | 40 20,65 | — | 44,6 | — | 44,265 | — | 19,309 |
| γ Hydrae | 3 | 197 | 41 41,37 | — | 11,3 | — | 48,569 | — | 19,106 |
| ι Centauri | 3 | 77 | 198 2 46,3 | — | 34 | — | 50,06 | — | 19,07 |
| α Virginis | 1 | 312 | 199 19 27,00 | — | 3,8 | — | 47,201 | — | 19,060 |
| ζ Ursae maj. | 2 | 123 | 199 28 9,18 | — | 28,8 | — | 36,257 | — | 18,908 |
| ξ Virginis | 3 | 201 | 45 48,49 | — | 27,3 | — | 46,037 | — | 18,625 |
| ε Centauri | 3 | 95 | 202 36 17,7 | — | 15 | — | 56,17 | — | 18,51 |
| η Ursae maj. | 2 | 150 | 205 18 23,77 | — | 16,4 | — | 35,782 | — | 18,115 |
| θ Centauri | 1 | 408 | 208 19 21,1 | — | 13 | — | 62,31 | — | 17,65 |
| σ Centauri | 2 | 114 | 209 28 7,3 | — | 55,3 | — | 53,13 | — | 17,46 |
| α Draconis | 3 | 210 | 4 58,41 | — | 8,1 | — | 24,408 | — | 17,354 |
| α Bootis | 1 | 718 | 212 12 18,35 | — | 117,9 | — | 56,61 | — | 16,12 |
| η Centauri | 3 | 91 | 216 30 3,6 | — | 6 | — | 36,408 | — | 16,119 |
| γ Bootis | 3 | 68 | 216 30 34,75 | — | 5,8 | — | 67,32 | — | 15,94 |
| α Centauri | 1 | 1000 | 217 22 0,0 | — | 705 | — | 59,17 | — | 15,80 |
| α Lupi | 3 | 95 | 217 59 44,4 | — | 6 | — | 42,860 | — | 15,696 |
| ζ Bootis | 3 | 218 | 29 49,09 | — | 7,4 | — | 39,344 | — | 15,451 |
| ε Bootis | 3 | 96 | 219 36 33,17 | — | 3,8 | — | 49,661 | — | 15,216 |
| α ² Librae | 3 | 80 | 220 38 50,03 | — | 7,0 | — | 58,41 | — | 14,86 |
| β Lupi | 5 | 79 | 222 10 58,6 | — | 4 | — | — | — | — |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|-----|--------------|---|------|---|--------|---|--------|
| β Ursae min. | 2 | 110 | 222 47 59,30 | — | 10,0 | — | 3,994 | — | 14,715 |
| β Bootis | 3 | 86 | 224 4 26,54 | — | 2,9 | — | 33,939 | — | 14,408 |
| γ Triang. austr. | 3 | 226 | 14 52,1 | — | 28 | — | 82,12 | — | 13,87 |
| β Librae | 3 | 227 | 14 7,53 | — | 8,0 | — | 48,345 | — | 13,617 |
| δ Bootis | 3 | 221 | 21 50,43 | — | 15,7 | — | 36,153 | — | 13,583 |
| γ Ursae min. | 3 | 73 | 230 15 5,86 | — | 17,2 | — | 2,455 | — | 12,824 |
| ι Draconis | 3 | 230 | 24 0 28 | — | 4,9 | — | 19,819 | — | 12,784 |
| γ Lupi | 3 | 71 | 231 17 27,3 | — | 6 | — | 59,00 | — | 12,541 |
| δ Serpentis | 3 | 231 | 54 36,81 | — | 3,7 | — | 42,978 | — | 12,371 |
| α Coronae | 3 | 103 | 232 5 36,01 | — | 14,5 | — | 37,920 | — | 12,322 |
| α Serpentis | 3 | 90 | 234 13 14,90 | — | 16,8 | — | 43,807 | — | 11,963 |
| β Serpentis | 3 | 234 | 49 0 16 | — | 10,2 | — | 40,494 | — | 11,360 |
| μ Serpentis | 3 | 235 | 26 57,52 | — | 6,0 | — | 46,915 | — | 11,374 |
| β Triang. austr. | 3 | 67 | 235 29 46,5 | — | 36 | — | 78,44 | — | 11,26 |
| ε Serpentis | 3 | 235 | 50 8 26 | — | 16,8 | — | 44,627 | — | 11,262 |
| γ Serpentis | 3 | 237 | 22 55,66 | — | 34,4 | — | 41,166 | — | 10,810 |
| π Scorpii | 3 | 71 | 237 26 50,33 | — | 2,3 | — | 54,186 | — | 10,792 |
| δ Scorpii | 3 | 93 | 237 52 6,63 | — | 0,9 | — | 52,983 | — | 10,666 |
| β Scorpii | 3 | 88 | 239 10 51,28 | — | 0,7 | — | 52,120 | — | 10,275 |
| δ Draconis | 3 | 239 | 46 22,64 | — | 61,2 | — | 17,191 | — | 10,096 |
| δ Ophiuchi | 3 | 86 | 241 37 20,16 | — | 1,3 | — | 47,078 | — | 9,951 |
| ε Ophiuchi | 3 | 242 | 35 50,17 | — | 9,1 | — | 47,405 | — | 9,230 |
| τ Herculis | 3 | 243 | 48 30,41 | — | 2,0 | — | 26,981 | — | 8,852 |
| γ Herculis | 3 | 243 | 49 34,16 | — | 4,2 | — | 39,662 | — | 8,647 |
| α Scorpii | 1 | 394 | 245 3 16,62 | — | 1,9 | — | 54,965 | — | 8,459 |
| η Draconis | 3 | 85 | 245 29 32,64 | — | 7,5 | — | 11,948 | — | 8,320 |
| β Herculis | 3 | 78 | 246 56 36,63 | — | 8,8 | — | 38,727 | — | 8,176 |
| τ Scorpii | 3 | 68 | 246 38 19,21 | — | 2,3 | — | 55,806 | — | 7,964 |
| ζ Ophiuchi | 3 | 88 | 247 13 32,82 | — | 2,3 | — | 49,406 | — | 7,765 |

Zubehelgemubi.

Gemina.

doppelt.

Antares; doppelt.

Rutilicus.

| N a m e. | Größenklasse. | Lichtquantität nach Herschel. | Gerade Aufsteigung für 1850. | Hundert-jährige Eigenbewegung. | Abweichung für 1 8 5 0. | Hundert-jährige Eigenbewegung. | Jährliche Parallaxe in der Aufsteigung. | Jährliche Parallaxe in der Weichung. | Bemerkungen. |
|------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|
| α Triang. austr. | 2 | 143 | 248 12 31,9 | — | — | — | 93,93 | 7,45 | |
| ζ Herculis | 3 | 74 | 248 54 30,88 | 47,3 | 68 44 34,6 | — | 34,422 | 7,217 | doppelt. |
| η Herculis | 3 | 76 | 249 26 20,91 | 8,5 | 39 12 37,43 | — | 30,739 | 7,046 | |
| ε Scorpil | 3 | 102 | 250 6 52,71 | 72,2 | — 34 0 57,23 | — | 58,787 | 6,822 | |
| μ ¹ Scorpil | 3 | 71 | 250 25 47,2 | 0 | — 37 47 4,1 | — | 60,71 | 6,72 | |
| μ ² Scorpil | 3 | 251 | 0 35,0 | 24 | — 42 5 56,3 | — | 63,19 | 6,53 | |
| ζ Arae | 3 | 251 33 23,4 | — | 12 | — 55 44 45,2 | — | 74,00 | 6,35 | |
| α Ophiuchi | 3 | 252 38 33,40 | — | 31,6 | 9 36 44,51 | — | 42,817 | 5,983 | |
| η Herculis | 3 | 253 38 17,65 | — | 2,6 | 31 9 2,09 | — | 34,428 | 5,648 | |
| η Scorpil | 3 | 255 21 9,3 | — | 10 | — 43 2 4,8 | — | 64,17 | 5,07 | |
| η Ophiuchi | 3 | 255 26 43,04 | — | 4,7 | — 15 32 2,97 | — | 51,454 | 5,040 | |
| ζ Draconis | 3 | 256 57 8,45 | — | 0,7 | 14 33 53,79 | — | 40,983 | 4,528 | Ras Algethi; doppelt, |
| ζ Herculis | 3 | 69 | 257 5 26,88 | 0,6 | 65 53 58,05 | — | 2,361 | 4,480 | veränderlich. |
| δ Herculis | 3 | 68 | 257 13 4,11 | 3,4 | 25 1 11,05 | — | 36,931 | 4,436 | doppelt. |
| π Arae | 3 | 69 | 257 27 23,48 | 0,1 | 36 58 52,65 | — | 31,317 | 4,356 | |
| γ Arae | 3 | 258 11 29,7 | — | 1 | — 56 13 43,8 | — | 75,42 | 4,10 | |
| γ Ophiuchi | 3 | 258 12 3,44 | — | 1,7 | 24 50 39,26 | — | 55,148 | 4,098 | |
| β Arae | 3 | 258 12 38,7 | — | 0 | — 55 22 50,8 | — | 74,50 | 4,09 | |
| α Arae | 3 | 69 | 260 3 51,3 | — | — 49 45 0,5 | — | 69,39 | 3,46 | |
| λ Scorpil | 2 | 194 | 260 51 27,16 | 3,8 | — 36 59 18,23 | — | 60,974 | 3,186 | Lesath. |
| γ Scorpil | 3 | 261 | 38 12,0 | 1 | — 42 53 45,6 | — | 64,50 | 2,92 | |
| β Draconis | 3 | 83 | 261 45 40,40 | — | 52 24 52,09 | — | 20,275 | — | |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|--------------|--------------|------|---------------|---|---------|--------|------------------------|
| α Ophiuchi | 3 | 107 | 261 59 33,85 | 9,5 | 12 40 23,73 | — | 41,593 | 2,793 | Ras Alhaque. |
| α Scorpil | 3 | 263 | 1 46,0 | 4 | — 38 56 47,4 | — | 62,14 | 2,43 | |
| β Herculis | 3 | 263 48 27,62 | — | 17,8 | 46 5 18,49 | — | 25,240 | 2,162 | |
| β Ophiuchi | 3 | 264 0 57,18 | — | 3,3 | 4 38 3,77 | — | 44,442 | 2,091 | |
| τ Scorpil | 3 | 264 16 30,7 | — | 16 | — 40 3 47,3 | — | 62,84 | 2,00 | |
| μ Draconis | 3 | 265 8 50,87 | — | 35,7 | 27 48 43,23 | — | 35,518 | 1,696 | |
| ζ Draconis | 3 | 267 44 4,21 | — | 23,4 | 56 53 51,67 | — | 15,323 | 0,793 | |
| ζ Serpentis | 3 | 268 8 18,09 | — | 8,2 | — 3 40 32,67 | — | 47,346 | 0,651 | |
| γ Draconis | 2 | 268 16 51,37 | — | 3,8 | 51 30 29,39 | — | 20,850 | 0,601 | Etanin. |
| γ Sagittarii | 3 | 269 2 38,61 | — | 3,3 | — 30 25 12,19 | — | 57,833 | 0,335 | |
| β Ophiuchi | 3 | 270 3 35,13 | — | 4,6 | 9 32 48,35 | — | 42,686 | 0,021 | |
| δ Sagittarii | 3 | 272 50 53,62 | — | 4,8 | — 29 53 8,52 | — | 2,2 | 57,571 | 0,997 |
| η Serpentis | 2 | 273 23 14,34 | — | 58,7 | — 2 56 0,31 | — | 68,8 | 47,091 | 1,185 |
| ε Sagittarii | 3 | 273 33 15,88 | — | 2,4 | — 34 26 59,79 | — | 59,790 | 1,244 | |
| α Sagittarii | 3 | 274 40 43,02 | — | 4,2 | — 25 29 56,94 | — | 55,593 | 1,636 | Zweiter Polarstern. |
| δ Ursae min. | 4 | 275 10 52,38 | — | 45,0 | 86 35 48,93 | — | 289,849 | 1,811 | Wega. |
| α Lyrae | 1 | 277 57 53,77 | — | 27,0 | 38 38 47,93 | — | 30,178 | 2,776 | |
| β Lyrae | 3 | 281 8 8,11 | — | 2,2 | 33 11 30,22 | — | 33,187 | 3,874 | |
| σ Sagittarii | 2 | 281 29 28,19 | — | 3,6 | — 26 28 37,88 | — | 55,848 | 3,995 | |
| γ Sagittarii | 3 | 283 16 3,30 | — | 10,2 | — 30 5 19,15 | — | 57,369 | 4,602 | |
| γ Lyrae | 3 | 283 20 1,16 | — | 4,6 | 32 29 13,29 | — | 33,633 | 4,625 | |
| λ Aquilae | 3 | 284 34 19,74 | — | 0,2 | — 5 6 11,07 | — | 47,792 | 5,045 | |
| α Aquilae | 3 | 284 37 44,36 | — | 3,8 | 13 38 40,13 | — | 41,348 | 5,065 | Hauptstern des Bildes. |
| α Coron. austr. | 4 | 284 48 58,6 | — | 19 | — 38 7 54,4 | — | 61,27 | 5,13 | |
| π Sagittarii | 3 | 285 12 38,01 | — | 0,1 | — 21 15 24,77 | — | 53,587 | 5,261 | |
| β ¹ Sagittarii | 3 | 287 57 37,9 | — | 4 | — 44 44 8,0 | — | 64,96 | 6,18 | |
| δ Draconis | 3 | 288 7 36,94 | — | 30,5 | 67 23 52,10 | — | 0,276 | 6,240 | |
| δ Aquilae | 3 | 289 28 58,74 | — | 25,5 | 2 49 10,76 | — | 45,128 | 6,690 | |
| α Vulpeculae | 4 | 290 36 57,92 | — | 14,5 | 24 21 53,35 | — | 37,558 | 7,060 | Hauptstern des Bildes. |

| N a m e. | Größenklasse. | Lichtquantität nach Herschel. | Gerade Aufsteigung für 1850. | Hundert-jährige Eigenbewegung. | Abweichung für 1 8 5 0. | Hundert-jährige Eigenbewegung. | Jährliche Precession in der Aufsteigung. | Jährliche Precession in der Weichung. | Bemerkungen. |
|-------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| β Cygni..... | 3 | 71 | 291 10 6,02 | 2,3 | 27 38 53,15 | 1,4 | 36,262 | 7,242 | Alhreo. |
| α Sagittae..... | 4 | 293 | 20 52,47 | 2,9 | 17 40 21,82 | 2,0 | 40,192 | 7,950 | Hauptstern des Bildes. |
| γ Aquilae..... | 3 | 87 | 294 46 56,12 | 5,6 | 10 15 4,25 | 0,2 | 42,766 | 8,407 | doppelt. |
| δ Cygni..... | 3 | 75 | 295 4 16,77 | 7,0 | 44 46 1,38 | 2,1 | 28,041 | 8,498 | Athair. |
| α Aquilae..... | 1 | 347 | 295 51 57,72 | 55,1 | 8 28 32,47 | 37,0 | 43,370 | 8,750 | Hauptstern des Bildes. |
| β Capricorni..... | 3 | 66 | 300 53 27,90 | 4,0 | 15 45,78 | 12,1 | 46,438 | 10,297 | |
| α Capricorni..... | 4 | 302 | 25 56,14 | 6,3 | 13 0 23,37 | 1,7 | 49,967 | 10,755 | |
| β Pavonis..... | 2 | 133 | 303 26 15,4 | 3,7 | 15 5 3,83 | 0,9 | 50,637 | 10,966 | |
| α Pavonis..... | 3 | 303 | 304 12 41,96 | 7 | 57 12 35,3 | 3 | 72,03 | 11,05 | |
| γ Cygni..... | 3 | 107 | 304 44 59,1 | 3,9 | 39 46 44,82 | 1,7 | 32,252 | 11,275 | |
| α Indi..... | 3 | 306 | 44 59,1 | 18 | 47 48 34,0 | 6 | 63,78 | 12,00 | |
| β Delphini..... | 3 | 307 | 37 42,86 | 10,1 | 14 4 35,95 | 3,9 | 42,076 | 12,243 | doppelt. |
| β Pavonis..... | 3 | 307 | 50 40,2 | 3 | 66 44 9,6 | 1 | 82,89 | 12,30 | |
| α Cygni..... | 2 | 189 | 309 4 46,88 | 0,8 | 44 44 46,37 | 0,3 | 30,628 | 12,643 | |
| γ Delphini..... | 3 | 309 | 55 29,62 | 7,7 | 15 35 13,27 | 18,3 | 41,769 | 12,872 | doppelt. |
| ε Cygni..... | 3 | 92 | 310 2 9,34 | 46,2 | 33 24 39,90 | 32,7 | 35,930 | 12,900 | |
| ζ Cygni..... | 3 | 316 | 38 18,68 | 3,3 | 29 36 51,75 | 3,8 | 38,232 | 14,579 | |
| γ Pavonis..... | 3 | 318 | 29 41,1 | 24 | 66 2 27,5 | 71 | 75,97 | 15,02 | |
| α Cephei..... | 3 | 318 | 44 56,75 | 34,7 | 61 57 2,44 | 0,4 | 21,240 | 15,077 | Alderamin. |
| β Aquarii..... | 3 | 93 | 320 54 53,57 | 3,3 | 6 13 41,33 | 2,1 | 47,439 | 15,566 | |
| β Cephei..... | 3 | 68 | 321 40 34,32 | 3,2 | 69 54 8,30 | 4,2 | 12,072 | 15,732 | doppelt. |
| ε Pegasi..... | 2 | 108 | 324 12 16,53 | 2,7 | 9 11 23,21 | 1,1 | 44,162 | 16,267 | Enif. |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|---|-----|--------------|------|-------------|------|--------|--------|------------------------|
| δ Capricorni..... | 3 | 77 | 324 41 21,76 | 26,0 | 16 48 19,36 | 22,9 | 49,561 | 16,365 | |
| γ Gruis..... | 3 | 326 | 12 29,8 | 28 | 38 4 3,9 | 12 | 54,80 | 16,67 | |
| α Aquarii..... | 3 | 88 | 329 31 9,92 | 0,6 | 1 2 48,59 | 2,1 | 46,249 | 17,282 | |
| α Gruis..... | 2 | 224 | 329 41 16,3 | 18 | 47 41 3,2 | 18 | 57,18 | 17,31 | |
| β Pegasi..... | 3 | 330 | 39 29,97 | 30,0 | 5 27 42,90 | 3,1 | 45,119 | 17,42 | |
| α Tucanae..... | 3 | 72 | 332 2 42,4 | 12 | 61 0 14,5 | 0 | 63,03 | 17,492 | |
| γ Aquarii..... | 3 | 333 | 28 36,49 | 13,3 | 2 8 29,06 | 1,5 | 46,394 | 17,943 | Deneb Algehi. |
| ζ Aquarii..... | 3 | 335 | 16 36,17 | 8,0 | 0 47 9,72 | 2,8 | 46,174 | 18,217 | doppelt. |
| β Piscis austr..... | 3 | 335 | 44 31,36 | 8,5 | 33 6 49,45 | 4,5 | 51,432 | 18,284 | |
| α Lacertae..... | 4 | 336 | 16 46,79 | 20,6 | 49 30 44,59 | 1,2 | 36,611 | 18,360 | Hauptstern des Bildes. |
| β Pegasi..... | 2 | 130 | 338 25 18,3 | 24 | 47 40 1,8 | 5 | 54,15 | 18,65 | |
| η Pegasi..... | 3 | 338 | 29 42,87 | 5,6 | 10 2 59,72 | 1,2 | 44,756 | 18,659 | |
| δ Aquarii..... | 3 | 341 | 40 17,33 | 4,5 | 29 26 18,04 | 2,2 | 42,002 | 18,722 | |
| α Piscis austr..... | 1 | 258 | 342 5 18,73 | 37,3 | 16 37 2,45 | 2,4 | 47,941 | 19,037 | Tamalhut. |
| β Pegasi..... | 3 | 105 | 344 7 37,66 | 22,0 | 30 25 2,92 | 23,4 | 49,632 | 19,109 | Scheat. |
| α Pegasi..... | 3 | 106 | 344 19 22,69 | 19,5 | 14 23 57,33 | 2,2 | 44,667 | 19,309 | Markab. |
| γ Cephei..... | 3 | 67 | 353 18 31,85 | 31,3 | 76 47 41,73 | 14,4 | 36,100 | 19,918 | |

Anmerkungen zu vorstehendem Verzeichnisse.

Es sind sämtliche am Himmel vorkommende Sterne der drei ersten Größen aufgenommen. Die „Lichtquantitäten“ sind nach den Angaben in J. Herschel's „*Outlines of Astronomy*“ berechnet, soweit diese Sterne dort vorkommen. Für die bei Bradley vorkommenden Sterne sind alle Daten aus meinem ausführlichen Werke: „Die Eigenbewegungen der Fixsterne“ entnommen; die nicht bei Bradley vorkommenden sind im mittlern Europa grösstentheils nicht sichtbaren südlichen Sterne aus dem *British Association Catalogue*. Die letztern unterscheiden sich darin, dass in den einzelnen Daten eine Decimalestelle weniger angesetzt ist, wie es auch der im ganzen geringeren Genauigkeit entspricht.

Die Angaben der Columne: „Hundertjährige Eigenbewegung (für gerade Aufsteigung)“ sind so angesetzt, wie sie bei Reductionen gebraucht werden, gelten also nicht für den grössten Kreis, sondern für den betreffenden Parallel. Will man sie der Quantität nach vergleichen, so muss man sie mit dem Cosinus der Declination multipliciren. So ist beispielsweise für β Hydri zu setzen $1075 \times \cos. 78^{\circ} 6' 4'' = 221,7$.

Einige wenige Sterne der 4. Grösse sind mit aufgenommen ihres Glanzes massgebend für die Aufnahme in diesem Verzeichnisse, und auf dieses beziehen sich auch die Rubriken „Grössenklasse“ und „Lichtquantität“.

Bei veränderlichen Sternen war das Maximum ihres Glanzes massgebend für die Aufnahme in diesem Verzeichnisse, und auf dieses beziehen sich auch die Rubriken „Grössenklasse“ und „Lichtquantität“.

Die Einheit für die „Lichtquantität“ ist der Glanz eines Sterns, der tausendmal schwächer als α Centauri leuchtet, also etwa der 9. Grösseklasse angehört. Nur die negativen Zeichen sind angesetzt, um Verwechselungen desto sicherer zu vermeiden. Wo keine Zeichen steht, ist also überall das positive (+) zu verstehen.

DIE EIGENBEWEGUNG DER SONNE.

Wir betrachten im Folgenden nicht die bloß scheinbare und vielmehr unserer Erde zuzuschreibende tägliche und jährliche Bewegung der Sonne, und ebenso wenig die in der That reelle sehr geringe Bewegung, die sie um den Schwerpunkt ihres Systems macht, sondern vielmehr nur diejenige, welche ihr als Fixstern, gleich andern Fixsternen, im Weltraume zukommt, und an welcher alle zu ihrem System gehörenden Körper, unbeschadet ihrer sonstigen Eigenbewegung, gleichmässig theilnehmen.

Von dieser Bewegung ahnte das Alterthum nichts und ebenso wenig die Koryphäen des 16. und 17. Jahrhunderts von Kopernicus bis Newton. Erst nachdem die Bewegung der Fixsterne und die Sonne selbst als einer derselben erkannt war, konnte diese Idee platzgreifen, und Herschel I. ist in der That der erste, der sie auffasste und nicht ohne Erfolg den Punkt an der Himmelskugel zu bestimmen suchte, wohin sie gegenwärtig ihre Bewegung richtet.

Bevor wir jedoch über die von ihm und seinen Nachfolgern ermittelten Resultate berichten, wird es nöthig sein, in möglichst verständlicher Weise die Aufgabe, um die es sich hier handelt, wie die Art ihrer Lösung darzustellen.

Eine Bewegung ist leicht wahrnehmbar, wenn der Beobachter sich selbst auf einem ruhenden Punkte befindet, oder doch andere ruhende Punkte gefunden werden können, mit denen man den bewegten vergleicht. Keins von beiden findet hier statt; die Erde macht ausser ihrer eigenen Bewegung auch noch die in Rede stehende der Sonne selbst mit, und ebenso wenig vermögen wir andere in absoluter Ruhe befindliche Körper am Himmel zu finden, vielmehr ist alles in unaufhörlicher Bewegung.

Hiernach müssen wir uns sagen, dass jede am Firmament von uns wahrgenommene Bewegung eines Fixsterns aus zweien zusammengesetzt sei, der wahren, dem Fixstern selbst eigenen, und der, welche die Eigenbewegung unserer Sonne auf ihn als scheinbare überträgt. Direct ist die Aufgabe also gar nicht zu lösen, denn wenn wir z. B. die (zusammengesetzte) Bewegung für 100 Sterne beobachtet haben, so gehören sie in ihrer Gesamtheit diesen hundert und einem Sterne mehr, nämlich unserer Sonne an. Aus 100 Daten sollen also 101 unbekannte Grössen, oder allgemein aus n Daten $n + 1$ unbekannt berechnet werden, was, wie jeder weiss, unmöglich ist.

Man muss sich also, will man zum Ziele gelangen, irgendeine Annahme gestatten, und zwar eine solche, für welche die grösste Wahrscheinlichkeit spricht. Um möglichst deutlich zu werden, sei hier ein ähnlicher Fall gesetzt. Wir befinden uns auf einem Fahrzeuge in einem Gewässer, dessen Ufer man nirgends erblickt, aber umgeben von einer grossen Zahl anderer, von den verschiedensten Seiten kommender und nach allen möglichen Richtungen segelnder Schiffe. Stehen wir selbst still, so werden wir in einem solchen Falle keine Richtung vorherrschen sehen. Bewegen wir uns aber selbst, so wird jedem der übrigen Schiffe zu seiner wahren Bewegungsrichtung noch eine gemeinsame scheinbare mitgetheilt, die der unserigen entgegengesetzt ist. Es werden also die meisten sich nach einer Richtung zu bewegen scheinen, die mit dieser letztern entweder zusammenfällt oder doch nicht erheblich von ihr abweicht. Die Schiffe werden da, wo wir uns hinbewegen, auseinander zu rücken und auf der entgegengesetzten Seite näher aneinander zu kommen scheinen, und ist die Anzahl dieser Schiffe gross genug, so werden sie uns durch ihre aus Wahrem und Scheinbarem zusammengesetzte Bewegung über die Richtung belehren können, welche wir selbst innehalten.

Setzen wir statt unsers Fahrzeugs unsere Sonne, statt der übrigen die Fixsterne, statt des uferlosen Gewässers den unermesslichen Raum, und das Gleichniß wird so weit zutreffen, als zum Verständniß nöthig ist.

In einem Falle würde jedoch diese Schlussfolgerung irre führen. Gehörten z. B. alle oder doch die meisten jener fremden Schiffe einer Flotte an, der die gleiche oder nahezu gleiche Richtung vorgeschrieben ist, so würden wir, zumal wenn die Bewegung unsers eigenen Schiffs die langsamere wäre, für letztere eine Richtung herausbringen, die der, welche die Flotte einschlägt, entgegengesetzt ist, obgleich sie in der Wirklichkeit davon sehr verschieden sein könnte.

Wir würden uns in diesem Falle befinden, wenn etwa die Fixsterne, ähnlich den Planeten des Sonnensystems, sich in Beziehung auf eine feste Ebene sämmtlich in gleichem Sinne (direct) bewegten und nicht erheblich von dieser Ebene abwichen. Natürlich läßt sich darüber nichts im voraus entscheiden; die Beobachtungen selbst müssen uns lehren, ob ein Verhältniß der Art stattfindet oder nicht, und dass man nur durch sehr zahlreiche Sternbewegungen hierüber Gewissheit erlangen kann, leuchtet ein.

Zu Herschel's Zeit erstreckte sich die Zahl der Sterne, an denen Bewegung bemerkt worden war, nur auf 20—30, und die einzelnen Daten selbst boten nur geringe Sicherheit. Es war allerdings viel gewagt, auf eine so schwache Grundlage einen der wichtigsten Schlüsse zu bauen, und ein glücklicher Zufall hat vielleicht ebenso viel Antheil am Erfolge, als Herschel's bekannter Scharfsinn und seine Combinationgabe. Er bezeichnete den Stern λ im Hercules, später Nr. 34 desselben Sternbildes, als den Punkt des Himmels, wohin die Bewegung der Sonne gerichtet sei: die neuern, auf ungleich festerer Grundlage ausgeführten Rechnungen zeigen, dass W. Herschel sich wenigstens in Rücksicht des Sternbildes nicht geirrt hatte.

Indess kann man Maskelyne und der Mehrzahl seiner

Zeitgenossen es nicht verargen, dass sie ihre Zweifel an der Möglichkeit, jetzt schon zu entscheiden, nicht zurückhielten. Gingen doch einige damals noch so weit, alle und jede Bewegung der Fixsterne in Zweifel zu ziehen und alles den Beobachtungsfehlern zuzuschreiben. Auch als später Klügel, Prevost und Gauss die Aufgabe wiederholten, verstummten die Bedenken eines Biot, Lindenau und Bessel noch nicht, und wir müssen uns gestehen, dass sie berechtigt waren.

Denn wie verschwindend klein ist nicht die Zahl der Sterne, welche z. B. Gauss anwenden konnte (73), gegen das grosse Heer der übrigen schon dem blossen Auge sichtbaren, von den teleskopischen noch ganz zu geschweigen? Ob allen oder doch den meisten Sternen etwas Gemeinsames in der Bewegungsrichtung zukomme oder nicht, war noch keineswegs sicher zu entscheiden. Wir wissen jetzt, dass nicht wenigen der damals discutirten Sterne eine Bewegung zukommt, die sich erheblich von der unterscheidet, welche in jenen Berechnungen angewandt worden.

Das grosse Verdienst; zuerst Licht in das Dunkel gebracht und die Thatsache ausser Zweifel gesetzt zu haben, gebührt Argelander, und seine Bearbeitung verdient deshalb eine etwas ausführlichere Darstellung.

Im Jahre 1817 waren Bessel's „*Fundamenta*“ nach zwölfjähriger Arbeit erschienen. Durch sie erhielten wir die genauern, scharf reducirten Oerter der 3222 von Bradley beobachteten Sterne, für das Jahr 1755. Nahe gleichzeitig war der noch umfassendere, obwol an Genauigkeit dem erstern nicht ganz gleichstehende Piazzis'sche Katalog (für 1800 berechnet) erschienen. Der fünfundvierzigjährige Zeitraum zwischen beiden Epochen erschien bedeutend genug, um eine Auswahl derjenigen Sterne zu treffen, bei welchen die Andeutung einer im allgemeinen zu verbergenden Bewegung vorlag. Es fanden sich gegen 500, und Argelander fügte noch einige hinzu, die er durch

Vergleichung mit andern Katalogen (Hevel, Mayer, Flamsteed) aufgefunden hatte. Diese beobachtete er in Åbo acht Jahre lang mit grosser Sorgfalt und möglichst oftmaliger Wiederholung, und nachdem er alles aufs sorgfältigste reducirt hatte, veröffentlichte er seine Beobachtungen, in einem besondern Katalog geordnet, für 1830 berechnet. Es fanden sich 390 Sterne, deren Bewegung in 75 Jahren (1755—1830) 15 Secunden überstieg. Die übrigen 150 zeigten eine geringere, sodass Argelander sie nicht für sicher genug zur Bestimmung der Bewegungsrichtung erachtete. Jene 390 aber zeigten zur Genüge, dass eine Uebereinstimmung, die auf eine allgemeine Gleichförmigkeit der Bewegungsrichtungen hätte schliessen lassen, nicht vorlag, was auch die spätern Arbeiten bestätigen, da wol einzelne Gruppen, deren Zahl übrigens sehr gering ist, keineswegs aber das Ganze eine der Planetenbewegung ähnliche Tendenz verräth.

Da übrigens die Quantität der Bewegung bei jenen 390 Sternen sehr verschieden gefunden wurde, so theilte Argelander sie in drei Klassen, nämlich

- I. 21 Sterne von jährlich 1 Secunde und darüber,
- II. 50 „ „ „ $\frac{1}{2}$ bis 1 Secunde,
- III. 319 „ „ „ $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{2}$ Secunde.

Er erhielt durch strenge Berechnung aus jeder dieser drei Klassen denjenigen Punkt des Himmels, in Beziehung auf welchen die geringsten Abweichungen jedes einzelnen Sterns stattfanden, und zwar

- aus I. den Punkt $256^{\circ} 25',1$ AR. und $+ 38^{\circ} 37',2$ Decl.
- „ II. „ „ $255 \ 9,7$ „ „ $+ 38 \ 34,3$ „
- „ III. „ „ $261 \ 10,7$ „ „ $+ 30 \ 58,1$ „

mithin nahezu denselben Punkt, denn Abweichungen von einigem Grade können bei einem so schwer zu erlangenden Resultat nicht auffallen.

Dieser Punkt fällt etwa in die Mitte des Sternbildes Hercules und sein Abstand von Herschel's Punkt ist nicht

sehr beträchtlich. Aber das Hauptverdienst der Arbeit Argelander's besteht nicht sowol in dieser an Herschel's Resultat angebrachten Correction, sondern in der entscheidenden Sicherheit der Thatsache, die sowol der weit grössern Zahl der Sternbewegungen, als auch der schärfern Berechnungsmethode, wozu noch die grössere Genauigkeit der Beobachtungen und der längere Zwischenraum hinzukamen, zugeschrieben werden muss. Fortan konnte an der Sache selbst kein wissenschaftlicher Zweifel mehr platzgreifen, und die Folgezeit konnte nur den Ort noch genauer bestimmen und seine Ungewissheit in immer engere Grenzen einschliessen.

Lundahl hat später noch 147 Sterne von geringerer Eigenbewegung hinzugefügt; Otto Struve aus 400 in Dorpat beobachteten Sternen (aber zum grossen Theile dieselben, welche Argelander benutzte) eine neue Bestimmung versucht, bei welcher er die Sterne nach Grössenklassen abtheilte. Ungeachtet dieses von Argelander wie von allen andern frühern und spätern Berechnern abweichenden Eintheilungsprincips erhielt er gleichwol

$$261^{\circ} 21',8 \text{ und } + 37^{\circ} 36',0.$$

also nahe zustimmend.

Wichtig ist Galloway's Resultat, der die südlichern, in Nordeuropa nicht mehr sichtbaren Sterne, die sich bei Lacaille (1750) und Johnson (1830) finden, zum Grunde legte. Es waren dies nicht blos andere Sterne, sondern auch eine andere Himmelsregion, und dennoch ward erhalten

$$260^{\circ} 1' \text{ und } + 34^{\circ} 23'.$$

So viel Uebereinstimmung bei einem namentlich im Anfange höchst gewagten Resultat musste im hohen Grade befriedigen, gleichwol blieb noch ein Bedenken übrig.

Das Instrument, welches Bradley zu seinen Beobachtungen gedient hatte, war ein sogenannter Mauerquadrant, nach Construction und Aufstellung nicht unwesentlich ver-

schieden von denjenigen Werkzeugen, mit denen die heutigen Astronomen arbeiten. Bei aller Umsicht und Sorgfalt Bradley's, der alle Beobachter seines Jahrhunderts darin übertraf, blieb es dennoch fraglich, ob sich nicht in seinen Declinationen ein weniggleich sehr kleiner, doch aber constanter Fehler finde, und existirte ein solcher, so musste, wenn etwa der Fehler Bradley's Sterne zu weit südlich setzte, der gesuchte Punkt zu weit nach Norden fallen und umgekehrt. Einem solchen Fehler aber, sodass Bradley's Sterne zu nördlich angesetzt wären, glaubte W. Struve auf die Spur gekommen zu sein, und nach einer ihm annehmbar erscheinenden hypothetischen Correction setzte er, ohne eine neue Berechnung durchzuführen, jenen Punkt auf

$$259^{\circ} 9' \text{ und } + 12^{\circ} 51'.$$

Wie wenig wahrscheinlich auch die Correction selbst sein mochte, so erschien doch eine neue Untersuchung nicht überflüssig. Ich unternahm eine solche, und legte ihr 2163 Sternbewegungen zum Grunde, nämlich alle Bradley'schen Sterne, welche in einem Jahrhundert um $4''$ und darüber am Himmel fortgerückt waren, so wie diese Bewegungen aus meiner im vorigen Abschnitt angeführten Berechnung folgten. Auch ich theilte sie in drei Klassen je nach der Stärke der Bewegung, nämlich

- I. 227 Sterne von $25''$ und darüber an secularer Bewegung,
- II. 663 „ „ $10''$ bis $25''$,
- III. 1273 „ „ $4''$ bis $10''$.

Für die mittlere Bewegung in jeder dieser drei Klassen fand sich

- I. $55'',40$ im Jahrhundert,
- II. $15,25$ „ „
- III. $7,79$ „ „

Da die zuerst erhaltenen Werthe sich von den Näherungswerthen zu erheblich entfernten, so wiederholte ich die ganze Rechnung mit neuen Näherungswerthen und erhielt

| | | | | |
|------------|----------------------------|------------------------|--------------------|-------|
| aus Klasse | I. $262^{\circ} 8',8$ | AR. + | $39^{\circ} 25',2$ | Decl. |
| | II. $261 14,4$ | „ | $37 53,6$ | „ |
| | III. $261 32,2$ | „ | $42 21,9$ | „ |
| | Mittel $261^{\circ} 38',8$ | + $39^{\circ} 53',9$. | | |

Der Punkt findet sich am Himmel zwischen ρ und ι des Hercules, dem erstern Sterne etwas näher stehend.

Die angegebene Richtung, wohin unsere Sonne sich bewegt, gilt zunächst für das Jahr 1800. Für spätere Jahre wird infolge der Präcessionsveränderung eine andere Rectascension und Declination auszudrücken sein, aber ausser dieser blosscheinbaren Aenderung wird der Punkt auch im Laufe der Jahrtausende eine wirkliche erfahren, denn es ist nicht anzunehmen, dass die Bewegung unserer Sonne eine geradlinige sei. Ist sie aber eine Curve, so wird auch jeder Punkt derselben eine andere Richtung als der nächstvorgehende oder nächstfolgende haben, nur wird freilich bei einer Umlaufperiode von so ungeheurer Länge als hier anzunehmen ist eine sehr beträchtliche Zeit verfließen müssen, bevor die Aenderung sich wahrnehmbar machen kann.

Eine vollständige Bestimmung der Bewegung würde nur gegeben sein, wenn auch noch die Quantität derselben, in einem bekannten lineären Masse ausgedrückt, für eine bestimmte Zeiteinheit ermittelt werden könnte. Allein wiewol auch dieses auf verschiedenem Wege versucht worden ist, so sind doch die Resultate noch zu unsicher. Nur so viel scheint hervorzugehen, dass unserer Sonne, verglichen mit den übrigen Fixsternen, weder eine besonders langsame noch rasche Bewegung, sondern etwa eine mittlere zukomme. Am Schlusse des letzten Abschnitts wird sich hierüber noch einiges beibringen lassen.

Mit dem, was die Gegenwart erreicht hat — eine Kenntniss der gegenwärtigen Richtung der Sonnenbewegung —, ist nur ein schwacher Anfang gegeben. Denn auch wenn eine Ermittlung der Quantität gelänge, so wären wir doch noch von einer Bestimmung der Bahnelemente weit ent-

fernt. Die Richtung nach Rectascension und Declination gibt zwei, die Geschwindigkeit ein Datum, und sechs werden mindestens erfordert, um ein Elementensystem zu entwickeln. Wir werden bei den meisten hier zur Besprechung kommenden Gegenständen uns gestehen müssen, dass die Summe dessen, was wir gefunden haben, sehr gering ist gegen das, was noch zu bestimmen übrig bleibt.

Dennoch ist der Gewinn, der aus den angeführten Arbeiten für uns hervorgeht, nicht gering anzuschlagen. Denn allen weitern, der Zukunft anheimzustellenden Bestimmungen über Form und Lage der Sonnenbahn müsste die Gewissheit vorangehen, dass überhaupt eine Bewegung derselben nach einer bestimmten Richtung stattfindet. Da übrigens diese Bewegung von allen zum Sonnensystem gehörenden Körpern gleichmässig getheilt wird, so ist nach wie vor die Sonne, relativ zu diesen Körpern, in Ruhe, und es liegt in der Behauptung, dass die Sonne sich bewege, kein Widerspruch gegen Kopernicus' Lehre. Denn in dieser ist nur die Rede von Bewegungen innerhalb des Systems, nicht aber von einer solchen, die dem ganzen System als einer geschlossenen Einheit zukommt. Die hier in Rede stehende Ortsveränderung hat nichts gemein mit der, welche das Ptolemäische System forderte, noch auch mit der von Tycho postulirten. In jenen Systemen waren Bewegungen der Sonne um die Erde zu verstehen; hier ist es eine Bewegung um einen höhern Mittelpunkt, der nicht allein ausserhalb der Erde, sondern weit ausserhalb des ganzen Sonnensystems in den entlegenen Fixsternräumen zu suchen ist. Nur wenn man, wie allerdings noch Kepler that, das „Sonnensystem“ so auffassen will, als stehe die Sonne unbewegt im Centrum des gesammten Universums, tritt man mit Argelander's Theorien in Widerspruch. Von einer solchen Behauptung aber findet sich bei Kopernicus keine Spur; er liess überhaupt die Frage über die Fixsterne ganz unberührt, wie er es zu seiner Zeit auch

gar nicht anders konnte. Sieht man aber davon ab, stellt man die Sonne blos den Planeten und Kometen gegenüber, so wird man auch heute noch sagen müssen, dass sie sich in Ruhe befinde, ähnlich wie jeder andere Fixstern, um den sich Körper bewegen, beziehentlich zu diesen Körpern in Ruhe ist. Die (auch heute noch nicht ganz verstummten) Tadler und Bestreiter des Kopernicanischen Systems würden vergeblich versuchen, aus dieser „Eigenbewegung der Sonne“ ein Argument gegen die ihnen so widerwärtige Lehre zu entnehmen. In unsern Tagen genügt ein einziges Wort zur Abwehr solcher Gegner; statt aller Deduction, auf die sie sich doch nicht einlassen, richten wir an sie den Zuruf: „Rechnet!“

VERÄNDERLICHE STERNE.

Seit mehr als zwei Jahrhunderten weiss man, dass auch unter den Fixsternen Beispiele einer Veränderung des Glanzes gefunden werden; doch erst in neuester Zeit ist das Verzeichniss derselben rascher angewachsen. Bis zum Schlusse des 17. Jahrhunderts kannte man nur drei Fixsterne als variabel, nämlich

Mira oder α Ceti, entdeckt von Holwarda 1639,

Algol oder β Persei, entdeckt von Montanari 1669,

χ Cygni, entdeckt von Kirch 1687.

Bis zum Schlusse des 18. Jahrhunderts hatte sich diese Zahl auf 11 vermehrt, deren Entdeckung wir Koch, Maraldi, W. Herschel, Goodrike (2) und Pigott (3) verdanken.

Am Schlusse des letzten Halbjahrhunderts kannte man schon 39, und jetzt (1858) ist die Anzahl auf 65 gewachsen, ungerechnet diejenigen, deren Veränderlichkeit noch nicht ganz gewiss ist. An diesen Entdeckungen des 19. Jahr-

hundreds haben 14 Astronomen theil: obenan steht Russel Hind mit 18, Pogson mit 7, Harding und Schmidt mit je 5, Schönfeld mit 4 zuerst als veränderlich erkannten Sternen. Insbesondere ist es in neuester Zeit die bonner Sternwarte, wo unter Argelander's Leitung Schönfeld und Winckerle, früher auch Schmidt (jetzt in Olmütz), sowol der Entdeckung neuer als der Untersuchung bereits bekannter variabler Sterne sich mit grossem Eifer widmen.

Es ist nämlich im allgemeinen zu bestimmen

- 1) die Grösse der Veränderlichkeit, also der Abstand des Maximums vom Minimum des Glanzes,
- 2) die Epoche des Maximums und Minimums,
- 3) die Periode.

Indess hat die Erfahrung gezeigt, dass sich alles dieses nicht immer so einfach und regelmässig gestaltet. Bei einem und demselben Stern ist die Periode bald kürzer, bald länger, die Sterne zeigen im Maximum nicht stets denselben Glanz, und der Gang der Veränderlichkeit vom Maximum zum Minimum und umgekehrt ist nicht gleichartig, theilweise selbst durch einzelne Rückgänge unterbrochen. Einige Sterne, die früher veränderlich waren, sind es jetzt nicht mehr; andere setzen ihre Veränderlichkeit eine längere Zeit hindurch aus. Doch gibt es auch Sterne, deren Periode stets dieselbe bleibt und deren Lichtwechsel in den einzelnen Perioden stets denselben Gang befolgt; namentlich gehören hierher die von kurzer Periode.

Man kann verschiedene Ursachen dieser Veränderlichkeit denken. Entweder leuchtet der Stern nur mit einer Seite, vielleicht nur mit einem Punkte sehr stark und die beobachtete Zwischenzeit ist dann seine Rotationsperiode; oder es läuft um ihn ein grosser dunkler Körper, der ihn in seiner untern Conjunction grösstentheils oder ganz für uns verdecken kann; oder endlich, es gehen auf der Oberfläche und in der Photosphäre des Sterns Veränderungen vor, die an keine ganz feste Periode (mindestens keine einfache)

geknüpft sind, etwa wie die Sonnenflecken auf unserer Sonne, wenn man diese sich viel grösser und frequenter dächte.

Nach Argelander's Ansicht reicht, etwa mit Ausnahme weniger Fälle, eine derartige Erklärung nicht aus, und wir müssen ein Zusammenwirken mehrerer Ursachen annehmen, um den Beobachtungen zu genügen. Ein sicheres Erkennen der einzelnen Agentien wird dadurch bedeutend erschwert, und wenn es je gelingen sollte, so wird dies nur durch eine noch lange und eifrig fortgesetzte Beobachtung, unter Beobachtung aller Nebenumstände, gelingen können.

Die meisten veränderlichen Sterne (doch nicht alle) haben eine auffallend schwache Bewegung: eine Bemerkung, die ich Herrn Haase in Hannover verdanke, der die von mir berechneten Eigenbewegungen mit einem handschriftlichen Verzeichniss der veränderlichen Sterne verglichen hat. So finden sich z. B.:

| | |
|---|---|
| β Persei (2^m) mit . . . $0'',6$ | S. Herculis ($6\frac{1}{2}^m$) mit $1'',8$ |
| λ Tauri (4^m) mit . . . $2,0$ | β Lyrae (3^m) mit . . . $2,0$ |
| ϵ Aurigae ($3\frac{1}{2}^m$) mit . $0,5$ | δ Cephei ($3\frac{1}{2}^m$) mit. $2,6$ |
| ζ Geminorum ($3\frac{1}{2}^m$) mit $1,4$ | R Geminorum (7^m) mit $2,1$. |

So geringe Secularbewegungen sind eigentlich noch gar nicht zu verbürgen; sie könnten ebenso gut gleich Null gesetzt werden. Die angeführten Sterne sind aus 20, d. h. sämmtlichen in Bradley's Katalog aufzufindenden, gewählt. Doch kommen auch stärkere Bewegungen vor; so χ Cygni mit $43'',3$, σ Ceti mit $24'',1$, β Pegasi mit $24'',6$. Die ganze Anzahl der bisjetzt vergleichbaren ist wol noch zu gering, um etwas Sicheres in dieser Beziehung abzuleiten.

Nicht wenige der veränderlichen Sterne zeigen Farbe, namentlich Roth. So insbesondere R Canis minoris, T Cancri, R Leonis (hochroth), B Cassiopejae u. a. Farbenwechsel dagegen haben Pogson und Hind nur an S Virginis be-

merkt und auch damit stehen die bonner Beobachtungen in Widerspruch, die keinen Farbenwechsel finden.

Die Perioden, soweit sie sich bisjetzt haben bestimmen lassen, sind sehr mannichfaltig. Die kürzeste und sehr genau bestimmte kommt bei Algol vor: 2 T. 20 St. 48' 59". Sodann folgt λ Tauri (3 T. 23 St.); δ Cephei (5 T. 8 St. 47'); η Aquilae (7 T. 4 St. 14'); hierauf einige von 10—12 Tagen; R Lyrae mit 48, R Scuti mit 71; α Herculis mit 88; T Piscium mit 143 Tagen. Eine grosse Anzahl (mindestens 25) variiren zwischen 9 und 13 Monat; nur wenige überschreiten diese Grenze: so R Cassiopejae 437 Tage, ψ Cephei 620 Tage. Unregelmässig veränderlich sind α Cassiopejae, ϵ Aurigae, T Cancri, α Hydrae, η Argus und einige andere; für 7—8 ist die Entdeckung der Veränderlichkeit zu neu, als dass schon eine bestimmte Periode abgeleitet werden konnte.

Es mögen hier zwei der interessantesten veränderlichen Sterne und die gleichzeitig die stärksten Gegensätze bilden, als Beispiele näher hervorgehoben werden.

η Argus, in Europa unsichtbar (erst in Oberägypten kann er mit Erfolg beobachtet werden). Ob er in der That periodisch sei, oder welche andere Annahme versucht werden müsse, erhellt noch nicht. Es fanden ihn

- 1677 Halley von 4. Grösse,
- 1751 Lacaille von 2. Grösse,
- 1811—15 Burchell von 4. Grösse,
- 1822 Fallows von 2. Grösse,
- 1827 Febr. 1. Burchell von 1. Grösse und gleich α Crucis.
- 1829—33 Johnson und Taylor von 2. Grösse,
- 1834—37 J. Herschel von $1\frac{1}{2}$ Grösse,
- 1838 Jan. 2. Herschel von 1. Grösse und gleich α Crucis.
- 1842 März 19. Maclear von $1\frac{1}{4}$ Grösse und etwas schwächer als α Crucis,
- 1843 April. Maclear gleich dem Sirius oder ihm doch sehr nahe kommend,
- 1843 April 11—14. Mackay gleich dem Canopus.

Sirius und Canopus sind bekanntlich die beiden hellsten Sterne des ganzen Himmels.

Die Eigenbewegung von η Argus ist $5''$,0 im Jahrhundert, und er steht im Innern eines der ausgedehntesten Nebelflecken des Himmels, an dem eine Veränderlichkeit nicht bemerkt worden ist.

Es lässt sich die durch 166 Jahre beobachtete Veränderlichkeit als eine Lichtzunahme mit partiellen Rückschritten bezeichnen, und findet eine Periodicität statt, so muss sie jedenfalls nach Jahrhunderten bemessen werden.

Algol (β Persei), seit 189 Jahren als veränderlich bekannt, hat dagegen die kürzeste Periode, die übrigens in geringem Grade veränderlich ist. Nach Argelander's genauen Rechnungen war sie im Jahre 1784 = 2 T. 20 St. 48' 59'',48, und im Jahre 1842 = 2 T. 20 St. 48' 55'',18. Dies gäbe in 58 Jahren eine Abnahme der Periode von $4''$,30, oder jährlich $0''$,074. Allein die Abnahme scheint wieder in Zunahme übergegangen zu sein, den Ricque de Monchy findet von 1853—57 die Periode = 2 T. 20 St. 49' 0'',4.

Dass eine Periode nicht ins Unendliche hinein abnehmen könne, ist selbstverständlich, eine Umkehr war also zu erwarten. Fortgesetzte Beobachtungen werden zeigen, ob und wie diese Veränderlichkeit der Periode selbst periodisch ist. Aber wir haben nicht blos diese Dauer zu beachten: die Art der Ab- und Wiederzunahme ist eine solche, dass weder eine einfache Rotation, noch die Verdunkelung durch eine planetenartige Kugel zur Erklärung ausreicht.

Algol behält etwa 62 Stunden hindurch seinen vollen Glanz (2. Grösse), nimmt dann $3\frac{1}{2}$ Stunden hindurch bis beinahe zur 4. Grösse ab und geht in etwa ebenso viel Zeit wieder zum vollen Glanze über. Diese Ab- und Wiederzunahme ist aber nicht gleichförmig, ja sie ist sogar mehrfach unterbrochen.

Durch sorgfältige Vergleichen mit ρ , α und δ Persei hat Ricque de Monchy folgenden Gang beobachtet:

| Algol 1852, 16. August | | Algol 1857, 25. Januar. | |
|------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|
| 11 ^h 35' | Helligkeit 2 ^m | 9 ^h 35' | Minimum 3,9 |
| 11 45 | " 2,3 | 9 45 | " 3,5 |
| 11 55 | " 2,3 | 10 5 | " 3,1 |
| 0 10 | " 2,4 | 10 25 | " 3,1 |
| 0 25 | " 2,4 | 10 35 | " 3,2 |
| 0 35 | " 2,5 | 10 45 | " 3,4 |
| 0 50 | " 2,5 | 10 50 | " 3,3 |
| 1 0 | " 2,7 | 11 0 | " 3,1 |
| 1 15 | " 2,7 | 11 15 | " 3,0 |
| 1 25 | " 2,8 | 11 25 | " 2,9 |
| 1 35 | " 3,0 | 11 35 | " 2,9 |
| 1 45 | " 3,1 | 11 45 | " 2,8 |
| 1 55 | " 3,4 | 11 55 | " 2,8 |
| 2 5 | " 3,5 | 0 10 | " 2,7 |
| 2 15 | " 3,7 | 0 20 | " 2,5 |
| 2 25 | " 3,0 | 0 35 | " 2,3 |
| 2 35 | " 3,4 | 0 45 | " 2,2 |
| 2 50 | " 3,5 | 1 0 | " 2,1 |
| 3 5 | Minimum 3,9 | 1 5 | voller Glanz 2,0. |

Abgesehen von andern Unregelmässigkeiten gewahren wir im Verlauf der Abnahme eine Wiederzunahme von 2^h 15' bis 2^h 25' um 0,7 der Scala, und in der zweiten Reihe von 10^h 25' bis 10^h 45, eine Abnahme von 0,3, welche die Zunahme unterbricht. Monchy bemerkt, dass ein Körper von der Configuration Saturns durch seinen Vortritt diesen Gang allenfalls erklären könne, nicht aber eine einfache Kugel oder Sphäroid. Es ist aber zu bemerken, dass wengleich bei Algol diese Erklärung einige Wahrscheinlichkeit für sich haben mag, sie doch in Beziehung auf die andern veränderlichen Sterne nicht wol passend ist. Es zeigen nämlich die meisten allerdings äh-

liche Unregelmässigkeiten, zugleich aber ist die Zeit des vollen Glanzes gewöhnlich eine verhältnissmässig kurze, und Ab- und Zunahme nehmen den bei weitem grössten Theil der Periode ein. Die Dauer des geringsten Glanzes, ja der völligen Unsichtbarkeit selbst in lichtstarken Fernröhren ist oft sehr beträchtlich; die Zunahme rascher oder auch langsamer als die Abnahme. \circ Ceti erreicht in einigen Maximis die 2., ja 1 $\frac{1}{2}$., in andern nur die 3. Grösse, und er sinkt bis zur 10. herab.

Auf die veränderlichen Sterne lassen wir die neuerschienenen folgen, die möglicherweise auch nur veränderlich, aber in überaus grossen Perioden, sein mögen. In Humboldt's „Kosmos“ (Band 3) sind folgende aufgeführt:

| Jahr. | Sternbild. | Autorität. | Bemerkungen. |
|-------------|--------------------------------|------------------------|---|
| 134 v. Chr. | Skorpion. | Matuon-lin. | Sehr hell. |
| 123 n. Chr. | Ophiuchus. | " " | |
| 173 " | Centaur. | " " | 8 Monate lang. |
| 369 " | " ? | " " | März bis August. |
| 386 " | Schütze. | " " | April bis Juni. |
| 389 " | Adler. | Cuspinianus. | Wie Venus. Nur 3 Woch. |
| 393 " | Skorpion. | Matuon-lin. | |
| 827? " | Skorpion. | Albumazar. | 4 Monate. Gleich dem Mondviertel? |
| 945 " | Zwischen Cepheus u. Casiopeja. | Leovitius. Hepidamnus. | Mai bis August. Glanz sehr veränderlich. |
| 1012 " | Widder. | Chines. Beob. | Weissbläulich. |
| 1203 " | Skorpion. | Matuon-lin. | |
| 1264 " | Zwischen Cepheus u. Casiopeja. | Leovitius. | |
| 1572 " | Cassiopeja. | Tycho. * | Plötzlich erscheinend; 1 $\frac{1}{2}$ J. sichtbar. |
| 1578 " | " ? | Chines. Beob. | Sehr glänzend. |
| 1584 " | Skorpion. | " " | |
| 1600 " | Schwan. | Janson. * | 3. Grösse, auch 1655 noch ebenso hell. |

| Jahr. | Sternbild. | Autorität. | Bemerkungen. |
|--------------|------------|----------------|----------------------------------|
| 1604 n. Chr. | Ophiuchus. | Brunowski. * | Heller als Jupiter. |
| 1609 „ „ | „ | Matuon-lin. | „ |
| 1670 „ „ | Fuchs. | Anthelm. * | 20. Juni 1670 bis 29. März 1672. |
| 1848 „ „ | Ophiuchus. | Russel Hind. * | Röthlichgelb, 5. Grösse. |
| 1850 „ „ | Orion. | Schmidt. * | Glänzendroth, 6. Grösse. |

Mit * sind die Entdecker bezeichnet.

Mit Ausnahme des Sterns von 1600, der noch jetzt als 34 Cygni und 6. Grösse am Himmel steht, sind alle übrigen wieder verschwunden. Doch hat Rünker an der Stelle des Sterns von 1572 einen von 10. Grösse gefunden.

Wenn die Erscheinungen von 945 und 1260 sicher wären (was sie leider nicht sind, da die von Leovitius angeführte Handschrift nicht aufzufinden ist), so wäre 945, 1260 und 1572 als Ein Stern mit einer Periode von etwa 314 Jahren zu betrachten. Er war anfangs heller als Venus, und Tycho konnte ihn am Tage mit blossem Auge sehen. Sein Verschwinden erfolgte allmählich.

Ob ausser diesen neuen und wiederverschwundenen auch noch andere, nicht in diese Klasse gehörende Fixsterne wirklich und dauernd verschwunden sind? Mit Gewissheit ist kein Fall bekannt. Einige von Flamsteed beobachtete, wie 42 Virginis, stehen nicht am Himmel, aber da in seinem Katalog mehrere Verwechselungen nachweisbar sind, so könnte auch hier eine solche zum Grunde liegen. Ein solches Verschwinden wäre übrigens nicht nothwendig ein Vernichten, sondern zunächst nur ein Verlöschen des Glanzes. Damit hängt es auch wol zusammen, dass ein „Nichtwiederfinden“ hauptsächlich bei teleskopischen Sternen vorkommt. Unter den 4300 Sternen, welche Groombridge von 1806—14 beobachtete, hat Johnson in Oxford bei einer Durchbeobachtung derselben (von 1840—52) einige zwanzig vermisst. Von den zahlreichen Sternen des aus neuester Zeit datirenden *Markree Catalogue* fehlen jetzt schon 77. Einige von ihnen können kleine Planeten ge-

wesen sein, andere sind nur durch fehlerhafte Ortspositionen in den Katalog gekommen; die Mehrzahl dieser „Vermissen“ aber ist blos nicht mehr hell genug, um von uns aufgefunden zu werden, und wird, wenn die Veränderlichkeit periodisch ist, künftig wieder zum Vorschein kommen. Dass eine zunehmende Entfernung die Unsichtbarkeit herbeigeführt habe, kann nach dem, was wir über Fixsternbewegungen wissen, nicht als wahrscheinlich betrachtet werden.

Eine Vergleichung der Sterngrössen des „Almagest“ mit denen, welche sie in unsern Tagen zeigen, liefert übrigens den Beweis, dass eine merkliche Veränderlichkeit immer nur als Ausnahme erscheint und bei weitem die meisten Sterne seit 2000 Jahren denselben Glanz behalten haben.

Vergleicht man die oben angegebenen Sternbilder, so findet man, dass mit einziger Ausnahme des Sterns von 1012, alle übrigen entweder in oder doch nahe bei der Milchstrasse aufgelodert sind; auch die beiden der Neuzeit angehörenden, deren Ort genau bestimmt ist: ein Umstand, der gewiss nicht als blos zufällig betrachtet werden kann.

DIE STERNFARBEN.

Jeder hat wol schon den rothen Arctur der gelblichen Capella und der weissen Wega gegenüber wahrgenommen und die im „Almagest“ uns aufbewahrten Beobachtungen zeigen, dass man schon vor 2000 Jahren auf die Sternfarben geachtet hat. Nur wird freilich das blosse Auge sehr wenig von der reichen Mannichfaltigkeit gewahren, die die Farben des Fixsternhimmels darbieten. Namentlich sind nördliche Klimate auch in dieser Beziehung wie in so mancher andern im Nachtheil: um Sternfarben deutlich und mit Sicherheit wahrzunehmen, insbesondere sie von zufälligen (nahe am

Horizont, bei Nebelflor u. s. w.) zu unterscheiden, ist eine Durchsichtigkeit der Luft erforderlich, die nur in mässigen Abständen vom Aequator häufig genug vorkommt.

Im Drange der nothwendigern Arbeiten hat es den frühern Astronomen an Zeit gefehlt, sich anhaltend mit diesem Gegenstände zu beschäftigen; sowie nicht minder an Mitteln, kleinere und insbesondere teleskopische Sterne mit Erfolg auf Farben zu prüfen.

Es waren gleichwol nordische Astronomen, die zuerst in umfassender Weise die Farben des Sternenhimmels untersuchten und ihrem „nebeligen Pol und eisernen Himmel“ — um mit Schiller zu sprechen — Resultate abgewannen, die uns ganz neue Gesichtspunkte eröffneten. Viel später erst ist der Süden mit in die Schranken getreten.

Auch sind derartige Beobachtungen weit entfernt, von jedem Astronomen unternommen werden zu können. Nicht jedem, wenn auch sonst wol scharfen Auge ist die hier erforderliche Empfänglichkeit für Farben verliehen. So versichert Knorre in Nikolajew, dass ihm, sowol mit freiem Auge als im Fernrohr, alle Sterne weiss erscheinen, und nach neuern Untersuchungen sind die Beispiele von Personen, die z. B. grün und roth nicht unterscheiden können, gar nicht so selten. Beim weiblichen Geschlecht findet sich allgemein ein weit feinerer Farbensinn als beim männlichen, was schon die alten italienischen Maler sehr wohl wussten und deshalb in schwierigen Fällen stets Frauen zu Rathe zogen. Wir zweifeln keineswegs, dass unsere Kenntniss der Sternfarben wesentlich gewinnen wird, wenn nach dem Vorgange von Charlotte Lepaute, Karoline Herschel, Wilhelmine Witte und Maria Mitchell das schöne Geschlecht fortfährt, an der Förderung der Himmelskunde sich thätig zu betheiligen.

Am augenfälligsten ist unter den Sternfarben das Roth, es kommen aber ausser ihm vor gelb, goldgelb, blau, grün, violett, Purpurfarbe, Aschfarbe. und zwar in sehr verschie-

denen Nuancen. Das reine Weiss ist jedoch häufiger als alle andern Farben.

Es ist rathsam, zur Bestimmung der Sternfarben nur Refractoren von möglichst vollkommener Achromasie, nicht aber Teleskope anzuwenden, deren Spiegel wol selten ganz farbenfrei sind. Die alten nicht-achromatischen Fernröhre sind ganz untauglich dafür.

William Herschel war der erste, der uns eine grössere Zahl von Sternen, namentlich Doppelsternen, der Farbe nach kennen lehrte und Struve ist diesem Beispiel gefolgt. Es mögen hier einige der augenfälligsten nach den Beobachtungen Struve's folgen.

36 Andromedae. Beide Sterne goldgelb.

Castor. Mattgrüne Sterne.

η Lyrae. Hauptstern blau, Begleiter aschfarbig.

γ Leonis. Goldgelb, purpurfarbig.

ζ Orionis. }

ε Bootis. } Goldgelb, blau.

ε Hydrae. }

Dreifacher γ Andromedae. Goldgelb, blau, grünlich.

p Ophiuchi. }

η Cassiopejae. } Gelb, purpurfarben.

ξ Bootis. Hochgelb, purpurfarbig.

γ Delphini. Goldgelb, blaugrün.

Unter 596 von Struve untersuchten Sternenpaaren zeigten 295 keine Farbe, d. h. beide Sterne weiss. Unter den übrigen 301 kommt gelb am häufigsten vor; blau und grün gehören vorzugsweise den Begleitern an. Purpurfarbige Begleiter kommen 13 vor.

Vergleicht man Struve's und Herschel's Farben, so ergibt sich, dass der letztere das Roth und Gelb häufiger, das reine Weiss seltener als Struve notirt hat. Es mag dies daher rühren, dass Herschel's Teleskop eine schwach röthliche Färbung hatte.

Wenn unter mehr als 3000 Doppelsternenpaaren nur 596

(und bei Herschel noch weniger) in Bezug auf Farbe untersucht sind, so ist der Grund darin zu suchen, dass Sterne von zu geringer Lichtintensität eine solche Bestimmung nicht mehr gestatten. Bei der 8. Grösse ist die Beurtheilung schon schwierig, bei der 9. kaum mehr möglich in einem Fernrohr von der Lichtstärke des dorpater. In bessern Klimaten und mit grössern Fernröhren kann man weiter gehen.

Die neueste und umfassendste Untersuchung verdanken wir den römischen Astronomen de Vico und Secchi; sie haben insbesondere die Sterne des Baily'schen Katalogs untersucht.

Im allgemeinen jedoch ist nicht zu verkennen, dass die Kenntniss der Sternfarben in unserer Zeit noch sehr wenig vorgeschritten sei, und dass es viel zu früh ist, über die Ursachen dieser Farben schon etwas bestimmen zu wollen. Und dennoch ist ein solcher Versuch von dem kürzlich verstorbenen Doppler gemacht worden. Nach seiner Ansicht bewirkt die Bewegung der Gestirne und die unserer eigenen Erde eine relativ verschiedene Lichtgeschwindigkeit, und da den einzelnen Farben verschiedene Wellenlängen entsprechen, so entstünden in dieser Weise die Farben.

Gegen diese Ansicht sprechen die gewichtigsten Gründe. Die Wellenlängen zweier Farben wie roth und violett verhalten sich beiläufig wie 4 : 7, und die Geschwindigkeit des Lichts ist 41700 Meilen in der Secunde. Sollen also die Geschwindigkeiten zweier Farben sich wie 4 : 7 verhalten, so müssten sie um wenigstens 25000 Meilen pro Secunde verschieden sein. Aber selbst die einander im Spectrum zunächst stehenden Farben wie roth und orange oder grün und gelb würden nach Doppler's Theorem noch Differenzen der Geschwindigkeit von 3000 Meilen mindestens erfordern. Die Bewegungen der Sterne müssten mehr als hundertfach grösser sein, als die uns bekanntern (und zum Theil sehr prägnant gefärbten) es uns zeigen.

Ferner: Soll die Geschwindigkeit des Lichtstrahls verschieden sein, so wird auch die Aberrationsconstante verschieden herauskommen müssen. Der goldgelbe γ Leonis und sein purpurfarbiger Begleiter würden infolge dieser ihrer verschiedenen Aberration auch verschiedene von der Jahresperiode abhängende gegenseitige Stellungen zeigen. Bei der Genauigkeit, mit der sich die Positionswinkel dieses Sterns messen lassen, würde eine Verschiedenheit von $\frac{1}{30}$ Secunde sich schon bemerklich machen müssen. Denn $\frac{1}{30}$ Secunde entspricht hier $\frac{2}{3}$ Graden des Positionswinkels und in den halbjährlichen Mitteln der Messungen kommen gegenwärtig solche Abweichungen bei ihm nicht vor. Die Aberrationsconstante kann also für diese beiden Sterne noch nicht um $\frac{1}{600}$ verschieden sein, und doch würden die Farben goldgelb und purpur eine Verschiedenheit von mindestens $\frac{1}{3}$ verlangen, wenn sie ihre Entstehung in einer solchen haben sollten.

Endlich hat Arago ein Argument gegen Doppler geltend gemacht, das in noch evidenterer Weise die Unhaltbarkeit dieser Theorie zeigt. Wir haben veränderliche Sterne, die im Minimum ihres Glanzes ganz verschwinden. Wenn sie wieder hinreichende Helligkeit erlangen, so müsste der erste uns wieder wahrnehmbare Strahl stets die Farbe zeigen, deren Strahl die grösste Geschwindigkeit hat. Dieser Farbe würde sich nach einiger Zeit eine andere zugesellen, und erst wenn auch die langsamste des Spectrums zu uns gelangte, ein weisser Stern gesehen werden. Bei einer Lichtzeit von nur 10 Jahren (und die meisten Sterne haben gewiss eine ungleich grössere) würden die Intervalle der Farbenänderung jedesmal einige Monate umfassen. Nun ist bei keinem in diese Kategorie gehörenden Stern so etwas bemerkt worden, folglich kann auch den einzelnen Farbenstrahlen des Lichts keine verschiedene Geschwindigkeit zukommen.

Die ganze Annahme beruht auf einer offenbaren Ver-

wechselung. Die Wellenlängen der einzelnen Farben sind verschieden, aber die Zahl der in einer Zeiteinheit (Secunde) aufeinander folgenden Wellen ist in demselben Verhältniss grösser, als die Wellenlängen selbst kleiner sind und umgekehrt. So entsteht eine gleichmässige Geschwindigkeit des Lichts sämmtlicher Farben, mögen sie sich zu einem weissen Strahle vereinigen oder isolirte Farben unserm Blicke darstellen. So geben der rothe Arctur, die gelbe Capella, die weisse Wega und die grüne Alcyone dieselbe Aberrationsconstante, denn diese hängt nicht ab von der Wellenlänge, welche für die verschiedenen Farben verschieden ist, sondern von der Fortpflanzung der Bewegung, welche für alle Farben gleich ist.

Mögen die innern Ursachen der Farbenverschiedenheit sein welche sie wollen, so ist es wol gewiss, dass sie in den Gestirnen selbst und nicht in ihrer Bewegung zu suchen sind. Bei Erklärungsversuchen kosmischer Phänomene ist eine Forderung unerlässlich, die nämlich, nie von einem einzelnen Factum aus sofort eine Theorie zu construiren, sondern stets alle darauf bezüglichen Umstände sorgfältig zu vergleichen und die Hypothese an ihnen zu prüfen, bevor man es unternimmt, sie als ein Theorem hinzustellen.

Ob die Farben der Sterne sich verändern? Ein einziger Fall dieser Art scheint sicher zu sein: Sirius wurde von den Alten als roth bezeichnet. Wären es nur die Dichter, die von einer *rubra canicula* sprechen, so möchte der Beweis nicht stringent sein; allein auch der sorgfältige Astronom Ptolemäus bezeichnet in seinem „Almagest“ ihn und noch zwei andere Sterne, Arctur und α Orionis als ὑποκυρτός, also sogar hochroth; die beiden andern sind es auch heute noch, Sirius ist aber entschieden weiss und war dies auch zu Tycho's Zeit, also vor drei Jahrhunderten. Zu bedauern ist, dass wir über die lange Zwischenzeit von $1\frac{1}{2}$ Jahrtausenden nichts über ihn wissen, wenn nicht etwa noch

bei arabischen oder chinesischen Astronomen sich eine Notiz über ihn finden sollte.

Gewöhnlich werden auch noch γ Leonis und γ Delphini, die William Herschel um 1780 als weiss bezeichnet und die jetzt, wie oben bemerkt, sehr schöne Farben zeigen, als Belege einer Veränderlichkeit aufgeführt. Allerdings ist es auffallend, dass Herschel, dessen Teleskopspiegel allen Sternen ein leichtes Roth mittheilte, gerade diese so auffallend rothgelben Sterne mit ihren bläulichen Begleitern weiss gesehen haben sollte. Allein eine einmalige einfache Tagebuchsnotiz kann doch wol nicht definitiv entscheiden. Herschel beobachtete unter sehr verschiedenen Umständen, oft bei leicht bewölktem Himmel und mit häufigem Wechsel des Ocularapparats, wobei er die Vergrösserungen bis über 6000 trieb.

Nach Schmidt's Beobachtungen scheint die Röthe des Arctur gegenwärtig in Abnahme begriffen. Auch mir will es so scheinen; doch sind meine Erinnerungen aus frühern Jahren nicht bestimmt und entscheidend genug und überdies fragt es sich, ob sich nicht mit der Zeit die Empfänglichkeit für Farbeneindrücke bei demselben Individuum vermindere. Es wird nöthig sein, einen Apparat in Anwendung zu bringen, wodurch man den Grad (Intensität) der Farben nach einer bestimmten Scala anzugeben im Stande ist, und für diese Beobachtungen ein Klima zu wählen, das bei hinreichend dunkeln Sommernächten eine wenig unterbrochene Heiterkeit und möglichst gleichmässige Durchsichtigkeit der Luft zeigt. Wo im Sommer drei bis vier Monate hindurch gar keine Nacht eintritt und drei Viertel der Nächte in der übrigen Zeit des Jahres ganz oder grösstentheils für die Beobachtung verloren gehen, werden auch die vollkommensten Apparate wie die grösste Beharrlichkeit der Beobachter uns über Sternfarben stets nur fragmentarische und Notizen von oft zweifelhafter Sicherheit zu liefern im Stande sein.

PARALLAXE DER FIXSTERNE.

Jahrtausende hindurch war der Abstand der Fixsterne von uns ein Gegenstand, über den man nicht das Geringste wusste und gleichwol sehr lebhaft verhandelte. Dass sie viel weiter als selbst die entferntesten Planeten von uns stehen mussten, war allerdings schon früh erkannt; aber wie weit, darüber hatte niemand eine Antwort. So fanden die wunderlichsten Phantasien freien Spielraum; selbst die Meinung, welche die Fixsterne für unendlich entfernt im eigentlichen Sinne setzte, ist ausgesprochen worden. *)

Archimedes bediente sich des Ausdrucks: der Abstand unserer Erde von der Sonne stehe zu dem der Fixsterne, wie der Mittelpunkt eines Kreises zur Peripherie. Der Ausspruch enthält freilich eine Absurdität: ein Punkt hat gar kein Verhältniss zu einer Linie, ebenso wenig wie diese zu einer Fläche. Aber es sollte auch damit nur gesagt sein, jene Entfernung sei unmessbar gross, selbst wenn die Entfernung der Sonne den Massstab hergebe. Der Ungeheimtheit ungeachtet ist dennoch eine Wahrheit hiermit ausgesprochen.

Solange unsere Erde für stillstehend galt, hatte die Unverrückbarkeit der Fixsterne nichts Auffallendes. Man durfte sie ja nur als bewegungslos annehmen, um den (ver-

*) Nichts von dem, was wir erblicken, kann unendlich entfernt sein. Denn, anderer Gründe zu geschweigen, der Lichtstrahl durchläuft in einer endlichen Zeit auch nur einen endlichen Raum, folglich würden wir unendlich Entferntes weder jetzt noch jemals sehen. Wol aber kann eine Entfernung unsere Vorstellungskraft übersteigen, also relativ unendlich sein. Möge die Zahl, welche den Abstand ausdrückt, auch noch so viele Ziffern enthalten, stets wird der Abstand ein endlicher sein müssen.

meintlich) ganz festen Stand erklärlich zu finden auch bei einer nicht übergrossen Entfernung. Als jedoch Kopernicus der Erde eine Bewegung um die Sonne vindicirt hatte, stellte die Sache sich anders. Die Erde stehe jetzt im Punkte A ihrer Bahn und nach sechs Monaten in A', so sind die Punkte A und A' doppelt so weit voneinander entfernt als die Erde von der Sonne. Und diese Verschiedenheit im Orte unserer Erde sollte gar keinen Einfluss auf den Ort der Fixsterne, wie er uns erscheint, haben? Kopernicus erkannte darin mit Recht die grösste Schwierigkeit seines Systems und hatte keine andere Antwort darauf als die: die Fixsterne müssten wirklich in einer so ungeheuern Entfernung stehen, dass die Distanz A A' dagegen verschwinde.

Man konnte also zu Kopernicus' Zeit keine von der Ortsveränderung unserer Erde herrührende der Fixsterne finden, oder astronomisch ausgedrückt, man konnte keine Parallaxe entdecken. Irgendeine, wenn auch noch so kleine Parallaxe mussten die Fixsterne aber nothwendig haben, wenn anders Kopernicus' System das richtige war.

Dies letztere konnte wol anfangs bei den Gelehrten fraglich erscheinen, aber Kepler's Gesetze und in noch höhern Grade Newton's Gravitationstheorien mussten auch den letzten wissenschaftlichen Zweifeln auf immer ein Ende machen. Somit waren die Beobachter darauf angewiesen, die Parallaxe der Fixsterne zu erforschen. Lange widerstand sie allen Bemühungen. In Peters' Abhandlung über die Parallaxen kann man die detaillirte Geschichte dieser Bemühungen vergleichen. Uns genüge hier die Bemerkung, dass alles, was von Flamsteed und Hook an bis zu Piazzi und Calandrelli zum Theil mit dem beharrlichsten Fleisse in dieser Absicht unternommen wurde, zu keinem Erfolge führte, wengleich einige, wie Brinkley in Dublin, für mehrere Sterne Parallaxen gefunden zu haben glaubten. Seit Bradley war man überzeugt, dass,

keiner der untersuchten Sterne eine Parallaxe von nur einer Secunde haben könne, folglich sie sämmtlich weiter als 206265 Erdweiten von der Sonne stehen müssten.

Da nämlich unter Parallaxe eines Fixsterns der Winkel verstanden wird, unter welchem von dem betreffenden Sterne aus der Halbmesser der Erdbahn in directer Ansicht erscheint, so muss auch, für den Anblick von der Erde, der Stern um seinen mittlern (von der Sonne aus gesehenen) Ort einen Kreis (oder Ellipse) zu beschreiben scheinen, dessen Halbmesser dieselbe Winkelgrösse hat. Da nun ein Winkel von einer Secunde einem Bogenstück entspricht, welches 206265 mal im Radius enthalten ist, so wird ein Stern, dessen Parallaxe eine Secunde gefunden wird, auch 206265 Erdweiten (à 20,668000 geographische Meilen) oder $4\frac{1}{4}$ Billionen Meilen von uns abstehen. Und wenn gesagt wird, dass die Parallaxe keines einzigen Sterns eine Secunde erreiche, so ist darunter zu verstehen, dass jeder, auch selbst der nächste Fixstern, in einer Entfernung stehe, die grösser als 206265 Erdweiten ist, und dass der Lichtstrahl, um diesen Weg zurückzulegen, eine längere Zeit als 3 Jahre 94 Tage gebrauche. Gedenken kann man nun jeden noch so kleinen Werth der Parallaxe; setzt man sie z. B. $\frac{1}{1000}$ Secunde, so wäre die Entfernung 206,264800 Erdweiten und die Zeit des Lichts $3257\frac{3}{5}$ Jahr, und es ist gar nicht unwahrscheinlich, im Gegentheil fast gewiss, dass an unserm Firmament Objecte erschienen, deren Parallaxe nur den millionsten Theil einer Secunde beträgt. Nur zu Null selbst kann sie nicht herabsinken, denn dazu gehörte eine unendliche Entfernung und — auch diese selbst als möglich gedacht — absolute Unsichtbarkeit.

Zu einiger Uebersicht möge die nachfolgende Tabelle dienen, in welcher zu vorausgesetzten Parallaxen die ihnen entsprechenden Entfernungen sowie die Lichtzeit angesetzt ist.

| Wenn die Parallaxe beträgt | so ist die Entfernung in Erdweiten | und die Lichtzeit. |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------|
| 1'',0 | 206265 | 3 Jahre 94 Tage. |
| 0,9 | 229183 | 3 „ 227 „ |
| 0,8 | 257831 | 4 „ 26 „ |
| 0,7 | 294664 | 4 „ 237 „ |
| 0,6 | 343775 | 5 „ 157 „ |
| 0,5 | 412530 | 6 „ 188 „ |
| 0,4 | 515662 | 8 „ 52 „ |
| 0,3 | 687550 | 10 „ 313 „ |
| 0,2 | 1,031324 | 16 „ 105 „ |
| 0,1 | 2,062648 | 32 „ 210 „ |
| 0,075 | 2,700200 | 43 „ 158 „ |
| 0,050 | 4,125296 | 65 „ 55 „ |
| 0,025 | 8,250592 | 130 „ 111 „ |
| 0,01 | 20,626480 | 325 „ 277 „ |
| 0,001 | 206,264800 | 3257 „ 221 „ |

In der Regel gibt man Fixsternparallaxen in Tausendtheilen der Secunde an. Will man zu einer in dieser Tafel nicht unmittelbar aufgeführten Parallaxe die entsprechende Entfernung und Lichtzeit finden, so wird man beides am leichtesten erhalten, wenn man die für 0'',001 angesetzten Werthe mit der Anzahl dieser Tausendtheile dividirt. So gibt beispielsweise die Parallaxe 0'',029 eine Entfernung von 7,112579 Erdweiten und 112 Jahre 121 Tage Lichtzeit.

Da eine Erdweite, verglichen mit solchen Zahlen, als eine verschwindende Grösse zu betrachten ist, so wird in Beziehung auf Fixsternweiten Entfernung von der Sonne und Entfernung von der Erde als gleichbedeutend betrachtet. Ganz folgerichtig müsste man sagen: Entfernung vom Sonnensystem.

Sind gleich die Versuche, deren im Vorstehenden gedacht worden, in Beziehung auf einzelne Parallaxen misslungene geblieben, so waren sie doch in allgemein wissen-

schaftlicher nichts weniger als vergebliche. Denn abgesehen von anderweitigen höchst wichtigen Entdeckungen, die aus diesen Bemühungen unerwartet hervorgingen, gewann man durch sie die Ueberzeugung, dass mit den bisher versuchten Methoden nichts auszurichten sei, dass namentlich die Vergleichung absoluter Oerter, die das Meridianfernrohr gewährt, nicht die hier erforderliche Genauigkeit und Schärfe besitze, wahrscheinlich auch nie besitzen werde. Damit jedoch war die Hoffnung, auf andern Wegen zum Ziele zu gelangen, nicht abgeschnitten. Schon in W. Herschel's Händen hatte das damals noch sehr unvollkommene Fadennikrometer Ortsdifferenzen von einer Genauigkeit geliefert, wie man sie durch Zusammenstellung absoluter Oerter nicht erreicht hätte. Ihm selbst war es zwar auch nicht gelungen, wirkliche Parallaxen zu finden, allein er hatte zuerst gezeigt, wie diese Differenzen bei noch grösserer Schärfe dazu führen konnten.

Man nenne die absoluten Oerter zweier einander am Himmel sehr nahe stehenden Sterne A und B, und die Unsicherheit ihrer Bestimmung jedes derselben eine Secunde (was schon nicht durch einzelne, sondern nur durch wiederholte Beobachtungen erlangt werden kann). Man bestimme nun aber den Unterschied beider Oerter durch Mikrometermessungen, durch welche (A—B) mit einer Unsicherheit von nur einer Viertelsecunde erhalten werden kann, so ist die Zuverlässigkeit des letztern erheblich grösser, und Parallaxen, die zu klein sind, um in den absoluten Oertern erkannt zu werden, sind vielleicht in jenen Unterschieden noch erkennbar.

Aber, wird man fragen, was soll die Kenntniss dieser Unterschiede, die uns doch im besten Falle nur sagen können, dass die Entfernung beider Sterne von unserer Sonne verschieden sei, nicht aber welche Entfernung einem oder dem andern zukomme? Beide Sterne haben doch gewiss Parallaxen. sehr kleine vielleicht; aber wenn

sie einander optisch nahe stehen, so werden ihre Oerter auch in derselben Richtung verändert, und der Unterschied ihrer Oerter kann uns also auch nur den Unterschied ihrer Parallaxen finden lassen, nicht diese selbst. Zugegeben; aber einmal wird man da, wo eine vollkommene Kenntniss eines Gegenstandes nicht erlangt werden kann, mit einer weniger vollkommenen fürlieb nehmen; und dann ist mit Wahrscheinlichkeit vorauszusetzen, dass sehr schwache Sterne auch entfernter stehen werden, so entfernt, dass ihre Parallaxe der Null äusserst nahe kommt. Bestimmt man, um möglichst sicher zu gehen, den Unterschied A—B auch noch für andere in der Nähe stehende Sterne, so wird man vielleicht entdecken, ob einer oder der andere der verglichenen kleinern Sterne noch eine der Null nicht gleich zu achtende Parallaxe besitzt und diesen dann für die Berechnung ausschliessen. Nach aller Wahrscheinlichkeit sind die Parallaxen sehr schwacher Sterne weit kleiner als die Fehler, welche auch in den besten Beobachtungen bei so kleinen Grössen noch übrig bleiben.

Nahe gleichzeitig haben zwei Astronomen ersten Ranges, Bessel und Struve, diese Methode der Differenzen mit Erfolg angewandt. Bessel zog in Erwägung, dass die hellsten Sterne, an denen bereits so viele vergebliche Versuche, auch zum Theil von ihm selbst, angestellt waren, vielleicht gar nicht die nächsten seien und dass die Stärke der Eigenbewegung vielleicht ein sichererer Führer sei. Er wählte den Stern 61 Cygni, der die stärkste damals bekannte Eigenbewegung zeigte, und zwei nach verschiedenen Richtungen hin stehende schwache Sterne in der Nähe. Der Erfolg entsprach der Erwartung. Aus mehr als 400 Vergleichen mit beiden schwächern Sternen erhielt Bessel mit sehr grosser Uebereinstimmung die Parallaxe $0''{,}348$, was auf 598540 Erdweiten und $9\frac{1}{2}$ Jahr Lichtzeit führt. Ein ganz gleiches Resultat erhält Peters aus sehr genauen Beobachtungen am Vertikalkreise, wobei nur die absoluten

Oerter in Betracht kommen. Der Umstand, dass Bessel's Parallaxenunterschied und die Peters'sche absolute Parallaxe ganz gleich herauskommen, dürfte in der That ein Beweis dafür sein, dass die beiden mit 61 Cygni verglichenen Sterne eine ganz unmerkliche Parallaxe haben. Peters hat später Bessel's Beobachtungen so berechnet, dass der sogenannte Wärme-Coefficient (die Ausdehnung der Theile des Instruments durch erhöhte Temperatur) in genauere Untersuchung gezogen wurde; er findet auf diese Weise $0'',364$, also sehr wenig verschieden.

In neuester Zeit haben zwei Astronomen, Johnson in Oxford und O. Struve in Pulkowa, diesen Stern abermals untersucht. Beide, namentlich der letztere, finden die Parallaxe etwas grösser, wonach also der Stern uns in demselben Verhältniss näher stehen würde. Doch müssen wir wol bei beiden die Fortsetzung ihrer Arbeiten abwarten.*)

Ziemlich gleichzeitig hatte W. Struve den Stern α Lyrae untersucht. Nur $43''$ von ihm steht ein schwacher Stern, von dem man weiss, dass er mit ihm nicht als physischer Doppelstern verbunden ist.

Die ersten, vom 3. November 1835 bis zum 31. December 1836 reichenden Beobachtungen ergaben für den Parallaxenunterschied von α Lyrae und jenes schwachen Sterns $0'',125$. Da jedoch die Rechnung zeigte, dass die Unsicherheit des Resultats noch ziemlich auf die Hälfte des Betrages stieg,

*) Da die Sterne, unsere Sonne mit inbegriffen, ihren Ort im Weltraume verändern, so muss allerdings eine Zeit kommen, in der 61 Cygni wirklich eine erheblich verschiedene Entfernung, folglich auch eine andere Parallaxe als gegenwärtig hat. Aber nach allen vorliegenden Daten müssen wir die Zeiträume, nach deren Ablauf so etwas merklich werden könnte, auf Zehntausende und Hunderttausende von Jahren setzen. Die genannten Astronomen aber sind Zeitgenossen, für welche dieser wie jeder andere Fixstern eine unveränderliche Parallaxe zeigen muss.

so setzte Struve seine Beobachtungen fort und fand nun, alles vereinigt, $0'',262$. Peters' Beobachtungen am Verticalkreise gaben ihm $0'',108$. Die (freilich nur verhältnissmässig) grosse Abweichung dieser Werthe voneinander veranlasste O. Struve, durch eine neue Messungsreihe die Data zu vermehren und dann alles durch eine neue Berechnung in ein Gesamtergebniss zu vereinigen; er fand nun $0'',156$. Wir mögen hieraus entnehmen, dass α Lyrae allerdings eine für uns noch wahrnehmbare Parallaxe hat, beiläufig von $\frac{1}{6}$ Secunde, also etwa halb so gross wie die des vorhin erwähnten Sterns, dass jedoch fortgesetzte Untersuchungen hier noch dringender nöthig sind, als in dem vorigen Falle.

α Lyrae (Wega) ist einer der glänzendsten Sterne 1. Grösse; 61 Cygni dem blossen Auge noch eben sichtbar, und gleichwol steht ersterer mindestens doppelt so weit von uns als letzterer.

Dieselben Jahre (1834 — 37) sollten noch an einem dritten Orte ein Gelingen herbeiführen. Am Cap der guten Hoffnung hatten Henderson und Maclear schon früher den Stern α Centauri sorgfältig beobachtet; Maclear setzte diese Beobachtungen, nach Henderson's Versetzung an die Sternwarte Edinburgh, mit grosser Sorgfalt fort. Schon die ersten Beobachtungen hatten gezeigt, dass die Parallaxe fast eine ganze Secunde betragen müsse; es konnte also hier von Beobachtungen des absoluten Ortes, wenn sie zahlreich genug waren, ein Erfolg erwartet werden. Das erste genauere Resultat war $0'',913$; später haben die fortgesetzten Beobachtungen und Rechnungen statt des obigen Werthes $0'',919$ gegeben.*) Die Unsicher-

*) Maclear's Zahlen sind $0'',9128$ und $0'',9187$. Ich habe es in diesem Werke für angemessener gehalten, alle Parallaxen in drei Decimalen, also auf Tausendtheile der Secunde, aufzuführen.

heit ist jetzt kaum noch $\frac{1}{20}$ dieses Werthes und unter allen bisjetzt bekannten Fixsternentfernungen ist also dies die kleinste. Sie beträgt 225969 Sonnenweiten ($4\frac{2}{3}$ Billionen Meilen) und die Lichtzeit 3 Jahre 199 Tage. Möglich ist es nun allerdings, dass unter den noch nicht untersuchten Sternen einer oder der andere noch näher stehe; von den Sternen 1. Grösse jedoch keiner, denn diese sind sämmtlich durchforscht.

Die beiden Sterne 61 Cygni und α Centauri sind physische Doppelsterne, wir können also mittelst der bekannten Parallaxe die scheinbaren Bahnhalbmesser der Begleiter in wirkliche verwandeln und aus diesen und den Umlaufzeiten die Masse des Sternenpaares ableiten nach der Formel

$$M = \frac{a^3}{T^2}$$

wenn a , der Bahnhalbmesser, in Erdweiten, und T , die Umlaufzeit, in Erdjahren ausgedrückt ist. Die Einheit für M bildet die Sonnenmasse.

So findet sich für α Centauri $M = 0,81$; für 61 Cygni ist die Umlaufzeit noch nicht genau bekannt; aus der Bewegung ergibt sich annähernd $M = 0,35$. In beiden Fällen also eine kleinere Masse als die unserer Sonne, wozu noch kommt, dass diese M sich auf beide Glieder des Sternenpaares vertheilen.

Es findet sich am Himmel ein teleskopischer Stern (Nr. 1810 des Groombridge'schen Verzeichnisses), der eine zuerst von Argelander entdeckte jährliche Eigenbewegung von $7''$ hat, also die Bewegung von 61 Cygni noch um ein Drittel übertrifft, und es entstand natürlich die Vermuthung, er müsse der Erde verhältnissmässig nahe stehen, also eine merkliche Parallaxe zeigen. Unglücklicherweise steht nun aber in seiner Nähe gar kein Stern am Himmel und erst in $\frac{1}{2}$ Grad Entfernung zeigen sich sparsam einige sehr schwache. Dies erschwert die mikrometrischen

Messungen und vermindert beträchtlich ihre Sicherheit. So zeigt es sich auch in den erlangten Resultaten. So finden

| | |
|----------------------------------|-----------------|
| Peters (durch den Verticalkreis) | 0'',224 |
| Wichmann (Heliometer) | 0,181 |
| O. Struve (Fadenmikrometer) | 0,034 |

abgesehen von einigen andern noch viel stärker abweichenden Angaben. Wir können also nur sagen, dass die Bemühungen bei diesem Sterne noch nicht zum Ziele geführt haben und dass ungeachtet der starken Bewegung seine Parallaxe kleiner sei als die der beiden obenerwähnten Doppelsternpaare. Er hat viele zum Theil sehr unerfreuliche Controversen veranlasst, die aber zu keinerlei positiven Resultaten führen konnten. Seine wirkliche Bewegung muss aussergewöhnlich stark sein.

Für den Polarstern, der wegen seiner langsamen Bewegung eine schärfere Ortsbestimmung gestattet, gibt Peters die Parallaxe $0'',076$, was auf 2,670000 Erdweiten und 43 Jahre Lichtzeit führt. Da er gleichfalls ein Doppelstern ist, so kann man aus der Bewegung des Begleiters annähernd seine Masse finden; sie ergibt sich 0,52 der Sonnenmasse.

Für Sirius geben die Capbeobachter $0'',230$ und für β Centauri $0'',496$ an; beides nur mit geringer Zuverlässigkeit.

Für η Cassiopejae findet Clausen aus dorpater Beobachtungen $0'',371$; doch sind die Beobachtungen noch nicht zahlreich genug.

Noch finden sich Angaben für Castor, ι Ursae, Arctur, μ Cassiopejae und einige andere Sterne, aber die Resultate befriedigen noch zu wenig und die weitere Untersuchung ist abzuwarten.

Wenn man sich erlauben will, die Masse eines Fixsterns der Sonnenmasse gleichzusetzen, so kann man bei denjenigen Doppelsternen, die eine Bahnberechnung zulassen,

auch die Parallaxe finden. Unter der obigen Voraussetzung erhält man für

| | |
|----------------------|---------|
| ξ Ursae maj. | 0'',148 |
| Castor | 0,088 |
| σ Coronae | 0,064 |
| η Coronae | 0,074 |
| ζ Cancri | 0,059 |
| τ Ophiuchi | 0,042 |
| ζ Herculis | 0,124 |
| p Ophiuchi | 0,231 |
| γ Virginis | 0,115; |

Zahlen, die sich wahrscheinlich von der Wahrheit nicht allzu sehr entfernen. Denn wollte man sie z. B. auf den doppelten Werth bringen, so müsste die Masse des Doppelsterns nur $\frac{1}{8}$ der Sonnenmasse sein, und bei einer Herabsetzung der obigen Werthe auf die Hälfte müsste die Masse achtmal grösser sein. Ueberhaupt genommen wird aus den obigen Zahlen die Parallaxe erhalten, wenn man sie mit der Kubikwurzel aus der Masse des Doppelsterns dividirt.

Wir wollen sie deshalb als hypothetische Parallaxen bezeichnen, da sie immerhin dienen können, sich eine im allgemeinen richtige Vorstellung von den Entfernungen jener Sternsysteme zu bilden.

Es möge noch bemerkt werden, dass die hier aufgeführten Doppelsterne solche sind, deren Bahnen berechnet werden konnten, da ihre Winkelbewegung eine vergleichungsweise raschere ist. Für die, welchen grössere Umlaufzeiten zukommen, oder deren Bahnhalbmesser von uns aus gesehen sehr klein erscheint, müssen durchschnittlich auch kleinere Parallaxen erwartet werden, was sich einigermaßen schon beurtheilen lässt, wenn man nach dem Kepler'schen Gesetz der den Zeiten proportionalen Flächenräume die Distanzen mit der jährlichen Veränderung des Positionswinkels zusammenstellt. Es mögen hier beispielsweise einige

dieser hypothetischen, auf Grundlage jener Relation berechneten Parallaxen folgen:

| | |
|-------------------------|---------|
| 55 Piscium | 0'',027 |
| 36 Andromedae | 0,025 |
| ψ' Piscium | 0,075 |
| Polaris | 0,055 |
| ζ Piscium | 0,076 |
| α Piscium | 0,018 |
| γ Andromedae | 0,021 |
| γ Ceti | 0,020 |
| ε Arietis | 0,008 |
| ρ Orionis | 0,046 |
| β Orionis | 0,024 |
| ζ Orionis | 0,013 |
| 4 Lyncis | 0,006 |
| 12 Lyncis | 0,021 |
| 38 Geminorum | 0,036 |
| λ Geminorum | 0,043 |
| δ Geminorum | 0,042 |
| ζ Cancri | 0,059 |
| ε Hydrae | 0,046 |
| γ Leonis | 0,022 |
| ι Leonis | 0,034 |
| 90 Leonis | 0,010 |
| ζ Ursae maj. | 0,038 |
| ζ Bootis | 0,002 |
| π Bootis | 0,022 |
| ε Bootis | 0,020 |
| ξ Bootis | 0,121 |
| δ Serpentis | 0,016 |
| Draconis 99 | 0,009 |
| μ Draconis | 0,089 |
| ρ Herculis | 0,023 |
| ε Lyrae | 0,020. |

Für drei Doppelsterne können wir beide Werthe zusammenstellen, nämlich

| | | | | | | |
|-------------------|--------|---------------|--------|-------|---------|-------|
| 61 Cygni | 0",247 | hypothetisch, | 0",348 | durch | directe | Beob. |
| α Centauri | 0,857 | " | 0,919 | " | " | " |
| Polaris . . | 0,055 | " | 0,076 | " | " | " |

Nun aber haben neun Zehnthelle aller Doppelsterne bisjetzt noch gar keine erkennbare Winkelbewegung; sie ist also wol noch langsamer als in den obigen Beispielen und ihre Parallaxen noch geringer. Und doch finden sich unter ihnen Sterne von bedeutender Helligkeit, wie α Herculis von zweiter und γ Arietis von dritter Grösse, deren hypothetische Parallaxen sicher noch unter 0",005 stehen und die, wenn man sie bis in die Nähe von α Centauri rücken wollte, eine kleinere Masse als der Planet Mercur haben müssten. Auch ζ Bootis ist ein Stern dritter Grösse und seine hypothetische Parallaxe nur $\frac{1}{500}$ Secunde, was auf 100 Millionen Sonnenweiten und eine Lichtzeit von 1630 Jahren führt. Wie ungeheuer gross muss die Leuchtkraft dieses Sterns sein (oder mindestens doch zur Zeit des Septimius Severus gewesen sein), wenn er uns aus solcher Entfernung noch einen so hellen Glanz zeigen kann. Denn wollte man auch die Parallaxe beliebig grösser annehmen, so würde eine dieser Vergrösserung umgekehrt proportionale Verkleinerung des Durchmessers nothwendig sein, die Leuchtkraft also um nichts geringer sich ergeben.

Da wir hier zu Entfernungen gelangt sind, zu denen die sinnliche Vorstellung, sie möge es anfangen wie sie wolle, sich niemals erheben wird, und gleichwol nichts gewisser ist, als dass diese Distanzen noch weit entfernt davon sind, die grössten im Universum vorkommenden darzustellen, so wird hier der schicklichste Ort sein, die Frage nach der Endlichkeit oder Unendlichkeit der Welt zu besprechen, obwol sie streng genommen keine astronomische Frage ist. Denn nur was unser Auge, resp. Fernrohr, oder mindestens doch unser Calcul erreicht, ist Gegenstand der

Astronomie; das Unendliche aber lässt sich weder anschauen noch errechnen. Was man also auch in dieser Beziehung discutiren möge, es wird stets mehr einen metaphysischen als naturhistorischen Charakter haben.

Zuvörderst sei bemerkt, dass das Unendlichgrosse nicht etwa nur ein sehr grosses, ungeheuer grosses, unermesslich grosses sei. Eine Zahl, deren Zifferreihe, um sie niederzuschreiben, einen rings um die Erdkugel reichenden Papierstreifen erforderte, wäre gewiss alles dieses, aber sie wäre nicht unendlich. Eine directe Vorstellung vom Unendlichen haben wir überhaupt nicht, denn überall sind es nur Negationen, die uns darauf führen oder zu führen scheinen. Man kann z. B. nicht sagen, dass die Entfernung in der Parallellinien zusammentreffen, unendlich sei, sondern es fällt vielmehr der Begriff des Zusammentreffens für Parallellinien gänzlich hinweg. Wenn wir die Tangente von 90° unendlich setzen, so mag dies als analytischer Hilfsausdruck, ähnlich wie die imaginären Formeln, statthaft sein; sachlich genommen muss man vielmehr sagen, dass es für den Winkel 90° nichts geben könne, was dem Begriff einer Tangente entspreche, insofern man die geometrische Construction und nicht bloß das analytische Zeichen ins Auge fasst. Um sich einen unendlichen Körper vorzustellen, müsste man seine Grenze hinwegdenken, nicht etwa sie bloß unbestimmt setzen; allein was ist ein Körper ohne Grenze?

Um des Sternenhimmels speciell zu gedenken, so ist gleichfalls nicht zu verkennen, dass die Einführung des Begriffs unendlich uns in schlimmen Widerspruch verwickelt. Unleugbar gibt es doch Sterne von endlicher Entfernung; soll es nun andere von unendlicher geben, wo ist die Grenze zwischen beiden? Da es offenbar keine solche geben kann, so folgt, dass wir einen derartigen Unterschied nicht setzen dürfen. Mit andern Worten, da es

einige Sterne von entschieden endlicher Entfernung gibt, so sind alle Sterne endlich entfernt.

Nun ist freilich nicht zu verkennen, dass die Vorstellung einer zwar beliebig grossen, doch aber endlichen, also begrenzten Welt gleichfalls bedenklich ist. Wo wir Grenzen sehen, sind es die zwischen Körpern verschiedener Art; hier aber soll eine absolute räumliche Grenze zwischen Sein und Nichtsein gesetzt werden. Man stelle sich in Gedanken auf die jenseitige Oberfläche des letzten der Weltkörper und sehe zu, ob man mit einer solchen Grenze ins Reine kommt.

Man hat die Endlichkeit der Welt auf folgende Art zu erweisen versucht. Wenn es nach allen Seiten hin in endloser Fortsetzung Sterne gäbe, so müsste jede beliebige Richtung, genugsam verlängert, schliesslich auf einen Stern führen. Der dunkle Himmelsgrund wäre mithin unmöglich, und das ganze Firmament müsste lichthell glänzen. Dem widerspricht die Erfahrung: die Welt muss mithin endlich begrenzt sein.

Hier sind stillschweigend Voraussetzungen gemacht, für welche der Nachweis vermisst wird. Könnte der Visionsradius nicht auch auf dunkle Körper treffen, und könnte nicht das, was wir schwarzen Himmelsgrund nennen, aus solchen dunkeln Körpern bestehen? Was dann hinter ihnen noch sein oder nicht sein möge, darüber kann kein Lichtstrahl uns Auskunft geben.

Andere haben angenommen, dass der Lichtstrahl auf seinem Wege nicht blos durch Dispersion, die unter allen Umständen stattfinden muss, sondern auch durch Exstinction (Auslöschung, resp. Schwächung) vermindert werde und dass solchergestalt eine Grenze der sichtbaren Welt sich bilde, die aber nicht die Grenze der wirklich existirenden zu sein braucht. Struve hat eine solche Exstinction durch Rechnung zu bestimmen versucht, allein er selbst findet, dass die numerischen Resultate nicht allein unter sich wenig

stimmen, sondern auch mit der Zahl der wirklich gesehenen Sterne im Widerspruch stehen. Indess würde es auf die genaue Ziffer hierbei zunächst gar nicht ankommen, denn wenn die Möglichkeit einer Exstinction zugegeben werden muss, so lässt sich auf dem obigen, zuerst von Olbers eingeschlagenen Wege kein Erweis für die Endlichkeit der Welt führen.

Man hat eine Erwägung hierbei ganz übersehen, die nämlich, die wir schon in einer Anmerkung zu Eingange dieses Abschnitts angedeutet haben. Die Welt ist erschaffen, also nicht von Ewigkeit her. Keine Bewegung im Universum kann folglich eine unendliche Zeit gedauert haben, auch die des Lichtstrahls nicht. In der endlichen Zeit, die ihm zu laufen vergönnt war, bis er unser Auge erreicht hatte, konnte er also auch, seine Geschwindigkeit sei so gross als sie wolle, nur einen endlichen Raum durchlaufen, dessen Grenze wir angeben könnten, wenn wir den Zeitpunkt der Welterschöpfung zu bestimmen im Stande wären.

Nun könnte freilich jener wittenberger Theolog, nach dessen Berechnung die Welt am 26. September Anno 1 von Gott erschaffen wurde, uns zu Hülfe kommen. Allein wir besorgen, dass die Zahl derer, welche an diesem oder einem ähnlichen Datum festhalten, angesichts der Thatsachen, welche Paläontologie und Geologie, ja die Astronomie selbst ans Licht gefördert haben, jetzt fast zu Null herabgesunken sei. Nicht wann sondern ob sie erschaffen ist, kommt hier in Betracht.

Man sieht leicht, eine Entscheidung kann auf diesem praktischen Wege nicht gewonnen werden und die Schwierigkeit einer Alternative ist um nichts geringer geworden. Somit wird es wol gestattet sein, eine Ansicht, für welche zwar der Natur der Sache nach das, was man Beweis im eigentlichen Sinne nennt, nicht geführt werden kann, hier mitzutheilen.

Was man im biblischen Sinne herkömmlich als Welterschöpfung bezeichnet, bezieht sich augenscheinlich auf unsere Erde, die ja früher als identisch mit „der Welt“ betrachtet und auch oft so bezeichnet wird. Der Astronom kann diese Identificirung nicht anerkennen: ihm ist die Erde ein Theil, und zwar ein sehr kleiner Theil der Welt. In einer Genesis der Erdbildung kann er kein Document der Welterschöpfung finden; mögen die sechs „Tage“ der erstern so oder anders gedeutet werden: sein Gegenstand wird dadurch nicht berührt.

Man kann eine Ansicht fassen, wonach diese Schöpfung in einem Augenblick vollendet und mit diesem gleichzeitig und für immer abgeschlossen war. Man kann aber auch ein fortdauerndes Schaffen annehmen, welches nicht aufgehört hat und nicht aufhören wird. So kann in jedem bestimmten Zeitmoment das Universum eine endliche Grösse haben, allein schon im nächsten Moment ist es grösser und dieses beständige Grösserwerden hat kein Ende, sowenig die Zeit selbst ein solches hat. Die Grenze wird ohne Aufhören weiter hinausgerückt, und dieses endlose Wachsen ist es, was man als Unendlichkeit bezeichnen mag, die aber so verstanden kein unfassbarer Begriff mehr ist und wenn sie gleich unsern Massstäben sich entzieht, doch in unsere Vorstellung eingeht ohne unlösliche Widersprüche zu veranlassen.

Diese Aeusserung soll nichts mehr und nichts weniger sein als eine individuelle Ansicht, kein Theorem. Sie möge bezweifelt, sie möge widerlegt werden; Gewissheit ist in diesem Punkte nicht zu erlangen. Nur wünschen wir, dass wenn ihr eine andere Ansicht gegenüberstehen soll, dies eine klar gedachte und für den einfachen Verstand denkbare sei.

DOPPEL- UND MEHRFACHE STERNE.

Wenn wir die Art der Massenausheilung sowol im Planetensystem als in der Fixsternwelt näher ins Auge fassen, so treffen wir neben mancher wesentlichen Verschiedenheit gleichwol auf Aehnlichkeiten, von denen es wol gewiss ist, dass der blosser Zufall nicht zu ihrer Erklärung hinreiche. In der Planetenwelt sind fast alle grössern Massen paarweise gruppirt: Venus und Erde, Jupiter und Saturn, Uranus und Neptun sind solche miteinander in näherer Verbindung stehende Paare. Bildete keine Sonne das Centrum, wären die Planeten wie die Fixsterne nur an einen allgemeinen Schwerpunkt ohne Centralmasse geknüpft, so würden die genannten Paare als wahre Doppelplaneten umeinander gravitiren und Umläufe (Venus und Erde z. B. in 60 Jahren) beschreiben.

In der Fixsternwelt ist dies nun bei den Doppelsternen wirklich der Fall. Sie sind die Analoga jener Planetenpaare, nur dass sie, der bei weitem grössern Anzahl isolirter Sterne gegenüber, als Ausnahme dastehen, während bei Planeten umgekehrt die Isolirung das Seltenerere ist, da nur Mars und Mercur in diese Kategorie fallen. Der Planetoidengruppe stehen als Analoga die Sternhaufen gegenüber.

Wenngleich einige der heute als Doppelsterne bezeichneten Bildungen schon Cassini, Hevel und Flamsteed bekannt waren, so begegnen wir doch noch nicht diesem Namen, da man augenscheinlich keine Wichtigkeit auf dieses für rein zufällig erachtete Nahestehen legte.

Die zehn oder zwölf Paare, die wir bei den obengenannten Astronomen antreffen, wuchsen schon durch W. Herschel zu vielen Hunderten, durch Struve zu Tausenden an;

jetzt wo J. Herschel's Capbeobachtungen, Mitchell's und Gillis' in Amerika gemachte Entdeckungen und noch mancher andere Beitrag geringern Umfangs hinzutreten, stehen wir der Zehntausend nahe, und es dürfte jetzt schon vergebliche Mühe sein, sie überhaupt nur zählen zu wollen.

Doch wir haben dem Folgenden vorausgegriffen: es ziemt sich bedächtiger vorzuschreiten. Von Anfang an ist den Forschungen und Entdeckungen auf diesem Gebiete der Widerspruch auf dem Fusse gefolgt — darf er unbeachtet bleiben? Sicherlich dann nicht, wenn er von Männern der Wissenschaft ausgeht, die Gründe und Gegengründe zu würdigen im Stande sind.

Der Haupteinwand war von Anfang an und ist noch heute der folgende. Bei der grossen Anzahl in allen Himmelsregionen neben- und hintereinander zerstreuter Sterne kann es nicht ausbleiben, dass nicht manche derselben für unsern Anblick nahe zu stehen scheinen, die eigentlich nur in nahezu gleicher Richtung hintereinander stehen und untereinander jede beliebige Entfernung haben können. Aehnlich wie wir von einem gewissen Standpunkte aus zwei oder selbst noch mehrere Thurmspitzen dicht nebeneinander oder wol gar einander deckend erblicken können, ohne dass wir schliessen dürften, sie gehörten demselben Gebäude an, da sie ebenso gut in ganz verschiedenen Stadttheilen, ja selbst verschiedenen Städten stehen könnten.

Nun ist geltend gemacht worden, ein so nahes Zusammenfallen der Richtungen, dass der Winkel zwischen ihnen nur wenige Bogensekunden betrage, sei allerdings möglich, werde jedoch nicht so oft vorkommen, als man in der That wahrnimmt, und Struve hat die Theoreme der Probabilitätsrechnung angewandt, um zu zeigen, dass wenn man sich auf scheinbare Abstände von höchstens 32'' beschränkt, dieser Calcul eine ohne allen Vergleich geringere Anzahl bloß optisch verbundener Sternpaare ergebe, als Doppelsterne wirklich beobachtet sind. Allein auch dieser Schluss ist

neuerdings von Forbes in Zweifel gezogen und gelegnet worden, dass die Anwendung des Probabilitätscalculs hier eine berechnete sei.

Wir wollen nun kein Hehl daraus machen, dass dieser letztere Einwurf uns zu weit zu gehen scheint. Der Zufall wird allerdings sein Recht üben; allein wo es sich um eine so bedeutende Zahl handelt, wo 5—6000 Sternpaare sich aus einer Anzahl von Hunderttausenden einzelner Sterne so charakteristisch hervorheben, ist das Recht des Zufalls nimmer ein so ausgedehntes. Und so erscheint uns der Calcul Struve's (S. XCIV fg. der Introductio seiner „*Mensurae micrometricae stellarum duplicium*“) noch immer wohl-berechtigt. Er folgert, dass unter den 653 hellern Doppelsternen seines Katalogs nur 48 (und von denen unter 2'' Distanz kein einziger) nach Gründen der Wahrscheinlichkeit als bloß optische, die übrigen 605 dagegen als physische, d. h. in Wirklichkeit einander nahe stehende, zu betrachten sind.

Es folgt aber allerdings aus diesen allgemeinen Schlüssen nichts Sicheres für ein beliebiges einzelnes Sternpaar, und so wird immer das specielle Verhalten, bestimmter die wahrgenommene Bewegung, entscheiden müssen, ob eine wirkliche oder nur scheinbare Zusammengehörigkeit stattfindet.

Aus diesem Grunde ist die genaue Untersuchung der bereits in so grosser Anzahl bekannten Doppelsterne jetzt wichtiger und dringlicher als die Auffindung neuer; eine Bemerkung, die auch noch in mancher andern astronomischen und nichtastronomischen Beziehung gelten dürfte. Mit Recht haben daher neuere Beobachter in immer verstärkter Anzahl ihre Aufmerksamkeit den bereits entdeckten Doppelsternen zugewandt und neue Entdeckungen mehr nur gelegentlich gemacht.

Wenn man die sehr geringe Anzahl nicht sehr genauer Bestimmungen, die wir von Bradley, Pound, Cassini und Chr. Mayer besitzen, ausnimmt, so ist W. Herschel

als der erste zu nennen, der schon von 1776 an zu Slough in England seine langjährige bewundernswürdige Thätigkeit den Doppelsternmessungen widmete. Nach fast zwanzigjähriger Pause folgte ihm W. Struve, der unter allen wol die grösste Zahl derartiger Beobachtungen angestellt hat; John Herschel, South, Dawes, Bessel, Encke, Galle, Richardson, Johnson, Mitchell, Kaiser, Miller, Fletcher, Jacob, Dembowsky, der Verfasser und manche andere; überhaupt sind England und Russland als die Länder zu bezeichnen, welche das reichste Beobachtungsmaterial aufzuweisen haben. Wir wollen in Kürze darzustellen suchen, um was es sich eigentlich bei diesen Beobachtungen handelt.

1) Man misst den Abstand beider Sterne an der Himmelskugel: eine stets so kleine Grösse, dass das Mikrometer in bequeme und sichere Anwendung kommen kann. So kann sich die Genauigkeit der Bestimmungen in günstigen Fällen auf eine Zehntelsekunde und des Mittels aus mehreren sogar auf noch kleinere Bruchtheile erstrecken.

2) Man bestimmt die Richtung ihrer gegenseitigen Stellung, am besten unmittelbar vor oder nach einer Distanzmessung, sodass beide als gleichzeitig zu betrachten sind. Dabei dient in der Regel die Richtung Nord als Ausgangspunkt der Zählung, sodass man bei Ost 90 Grad, bei Süd 180 u. s. w. setzt. Sie wird gewöhnlich in Graden und Minuten gegeben.

3) Man bestimmt nach möglichst genauer Schätzung die Grösse (Lichtglanz) der einzelnen Sterne, insbesondere den Unterschied derselben, was in den meisten Fällen, selbst bei sehr geringer Differenz, keine Schwierigkeit macht. Auch die Farbe der beiden Sterne, wenn sie nicht zu schwach sind, sucht man zu bestimmen.

4) Man beobachtet an einem andern dazu geeigneten Instrument (Meridiankreis) den absoluten Ort des hellern Sterns an der Himmelskugel. Diese Beobachtung braucht

nicht gerade gleichzeitig mit den drei ersten zu sein, wiewol es seine Vortheile hat, wenn die Zwischenzeit keine zu beträchtliche ist.

Alles dieses muss nun eine längere Zeit hindurch so oft als thunlich wiederholt werden, um die Veränderungen kennen zu lernen, welche im Verlauf der Jahre sich ereignet haben.

Wenn durch Vergleichung der absoluten Oerter für verschiedene, der Zeit nach hinreichend entfernte Epochen eine Eigenbewegung des Hauptsterns ausser Zweifel ist, die Distanz und Richtung des zweiten Sterns gegen den ersten aber dieselbe oder doch sehr nahe dieselbe geblieben ist, so ist das Gestirn ein physisch verbundener Doppelstern. Denn nur in einem kaum noch denkbaren, bisjetzt auch noch nicht vorgekommenen Falle werden zwei weit hintereinander stehende Sterne, zwischen denen eine nähere Relation nicht besteht, für unsern Standpunkt genau dieselbe Bewegung nach Quantität und Richtung zeigen.

Wenn dagegen Richtung und Abstand des kleinern Sterns gegen den grössern, oder doch eins von beiden, sich merklich verändert hat, so muss unterschieden werden, ob diese Veränderung nur Folge einer verschiedenen Eigenbewegung des einen Sterns um den andern sei, und dies hat seine Schwierigkeit. Man wird sich für die bloß optische Verbindung entscheiden, wenn die Untersuchung ergibt, dass der eine Stern und namentlich der schwächere gar keine oder eine sehr schwache, der Hauptstern dagegen eine entschieden stärkere Veränderung des absoluten Orts zeigt; für die physische dagegen, wenn unter Annahme der gleichen Eigenbewegung beider Sterne nur die geringen Unterschiede übrig bleiben, welche am einfachsten durch eine Umlaufsbewegung des einen um den andern Stern sich erklären.

Völlig entschieden ist die Frage dann, wenn die relative Aenderung des einen Sterns gegen den als ruhend betrach-

teten ändern nicht mehr durch eine grade Linie dargestellt werden kann, sondern deutlich eine gegen den Hauptstern gerichtete concave Krümmung der beschriebenen Curve wahrgenommen wird. Begreiflicher Weise reichen zwei Epochen dazu nicht aus; mindestens drei gut bestimmte, durch hinreichend grosse Zwischenzeiten getrennte Oerter sind dazu erforderlich.

Ist endlich die von dem Begleitstern beschriebene Curve gross genug, um sie mit Hülfe des Calculs schliessen zu können, so darf der Versuch einer Bahnbestimmung gemacht werden.

In den bisherigen Untersuchungen haben sich etwa zehn Doppelsterne des Struve'schen (unter allen des reichhaltigsten) Katalogs als optisch, dagegen mehrere Hunderte als physisch documentirt, und die höchste Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass auch in Zukunft das gegenseitige Verhältniss sich ähnlich gestalten werde.

Bald werden wir auf diesem Wege dahin gelangen, den allgemeinen Wahrscheinlichkeitsbeweis, dessen Anwendung auf Doppelsterne Forbes nicht anerkennen will, ganz entbehren zu können. Wir werden dann auch im Stande sein, durch die schon von Herschel angedeutete und bisher schon nicht ganz erfolglos angewandte Methode an den als optisch erkannten Sternenpaaren, die Differenz ihrer Parallaxen zu untersuchen: entschieden die schwierigste von allen Aufgaben, die dem praktischen Astronomen gestellt werden kann.

Neben den Doppelsternen zeigen sich auch, wiewol viel seltener, dreifache und selbst vielfache Sterne, deren physische Zusammengehörigkeit theils entschieden gewiss, theils wahrscheinlich ist. Immer aber wird, auch angenommen, dass künftige Entdeckungen die Zahl der jetzt bekannten binären Verbindungen noch erheblich vermehren sollten, die grosse Mehrzahl aller Sterne des Firmaments zu den iso-

lirten, die keine partielle Verbindung eingegangen sind, gezählt werden müssen.

Sind die Beobachtungen in genügender Fülle und über einen hinreichend grossen Zeitraum vertheilt, durch die Beharrlichkeit der Beobachter erlangt worden, so beginnt die Aufgabe des Berechners. W. Herschel's grossartige Ideen konnten zu seiner Zeit noch keine praktische Anwendung finden; erst 1825 trat Savary (in der *Conn. du temps*) mit einer scharfsinnig entwickelten Berechnungsmethode auf, von der er eine glückliche Anwendung auf den Stern ξ im Grossen Bären machte. Er fand, dass der Begleiter um seinen Hauptstern in einer stark vom Kreise abweichenden Ellipse innerhalb 60 Jahren herumlaufe. Nach einigen Jahren folgte ihm Encke mit einer Berechnungsmethode, die auf strengern Principien beruhend, den Berechner sicherer leitete und von der er selbst eine Anwendung auf den Stern ρ des Ophiuchus machte. Das Resultat (74 Jahre) hat sich, wie dies Encke selbst vorhergesehen, nicht so gut bewährt als das Savary'sche. Die Schuld trug die Dürftigkeit des vorliegenden Beobachtungsmaterials und nicht ein theoretischer Mangel.

John Herschel's blos graphische Methode konnte nur zu ganz rohen Annäherungen führen, obwol sie als Vorbereitung zu einer strengern Rechnung ihren unbestrittenen Werth hat. Andere Methoden sind später von Villarceau und Klinkerfues gegeben worden; ein Verfahren, näherungsweise bekannte Bahnelemente durch Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate zu verbessern, rührt von dem Verfasser her.

Da die Fälle, wo eine vollständige Bahnberechnung mit einigem Erfolge unternommen werden kann, bisjetzt noch wenig zahlreich sind (etwa 10—12), so muss man sich bei den meisten Doppelsternen, sofern nur überhaupt eine Bewegung erkannt ist, damit begnügen, für die Quantität und Richtung dieser Bewegung vorläufig eine Formel zu bestimmen

und dadurch dem künftigen Bahnberechner vorzuarbeiten. Solche Formeln haben zuerst Struve und J. Herschel gegeben; in grösserer Anzahl und mit möglichster Genauigkeit der Verfasser. Man kann aus ihnen den jährlichen Betrag der Winkelbewegung, wie sie gegenwärtig stattfindet, ableiten und folglich bestimmen, der wievielste Theil des gesammten Umkreises diese jährliche Bewegung sei. Wäre nun die Bahn ein um den Hauptstern als Mittelpunkt beschriebener Kreis, so hätte man auf sehr einfache Weise die Umlaufzeit, da jedoch dies nur in seltenen Fällen zu erwarten ist und im voraus gar nichts darüber entschieden werden kann, so haben die so geschlossenen einzelnen Umlaufzeiten als solche keinen Werth, und nur aus der Gesammtheit vieler derartiger Resultate mag man sich eine annähernd richtige Vorstellung von der Dauer solcher Perioden im allgemeinen bilden.

Allen diesen Untersuchungen liegt die Annahme zum Grunde, das Newton'sche Attractionsgesetz und seine nothwendigen Consequenzen, die Kepler'schen Gesetze, seien auch für diese ausserhalb unsers Sonnensystems wahrgenommenen Bewegungen gültig. Nur die Erfahrung konnte darüber entscheiden, denn solange ein innerer allgemeiner Zusammenhang aller Fixsterne nicht nachgewiesen war, konnte man gar wol eine Ansicht fassen, nach welcher jedem Sternsystem ein eigenes eigenthümliches Bewegungsgesetz zukam. Indess blieb den ersten Berechnern keine andere Wahl, als den Versuch zu machen, durch eine Kepler'sche Ellipse den Beobachtungen genugzuthun. Aber auch wenn dies gelang, so war damit allein der vollständige Beweis noch nicht gegeben; es war zwar die Möglichkeit des fraglichen Gesetzes, nicht aber seine Nothwendigkeit dargethan. Eine Vergleichung wird dies deutlich machen. Bekanntlich lässt sich durch jede drei nicht in gerader Linie liegenden Punkte ein Kreis ziehen. Daraus aber folgt nicht, dass jede Figur, von der drei

Punkte sichtbar, die übrigen unbekannt sind, nothwendig ein Kreis sei. Kommen dagegen ein vierter oder besser noch mehrere Punkte hinzu, und lässt sich durch alle diese ein Kreis ziehen, so ist der Beweis strenger.

Solange die Beobachtungen nur gerade ebenso viel Data lieferten als zur Construction einer Kepler'schen Ellipse nothwendig sind, war man in demselben Falle wie in unsern Beispiele mit den drei Punkten. Durch sehr verschiedenartige Formen der Bahn, durch ganz differente Bewegungsgesetze hätte man diesen wenigen Daten ebenfalls genügen können, und es lag also keine Nothwendigkeit vor, sich für das im Sonnensystem waltende Gesetz zu entscheiden. Es mussten mehr Beobachtungen hinzukommen, ja beträchtlich mehr, denn da wir keine absolut genauen Data besitzen noch je besitzen werden, so musste man sich der angenommenen Bahnform in einem solchen Grade versichert halten können, dass die Abweichungen (Beobachtungsfehler) nicht mehr im Stande wären sie zweifelhaft zu machen. Mit allgemeinen Speculationen ist es hier nicht gethan; die Wahrscheinlichkeit musste durch strenge und genaue Discussion der Beobachtungen zur Gewissheit erhoben werden: einen andern Weg zu ihr besitzen wir nicht.

Unter den Sternen, welche ich zum Zwecke einer Bahnbestimmung untersuchte, sind es namentlich zwei, ξ Ursae majoris und γ Virginis, bei denen die Beobachtungen uns die volle Ueberzeugung von der Gültigkeit des Newton'schen Attractionsgesetzes für sie gewähren. Bei einigen andern ist dies annähernd der Fall, und es wird noch einer weitem Fortsetzung der Beobachtungen bedürfen, bevor sie den gleichen Grad der Gewissheit wie jene erlangen können. Bei keinem der bisjetzt untersuchten sind die Versuche in der Art fehlgeschlagen, dass man das Newton'sche Gesetz für sie ausschliessen müsste.

Wir können nicht umhin, auf den geschichtlichen Gang aufmerksam zu machen, den das Attractionsgesetz, das

Kopernicus und Kepler wol prophetisch ahnten aber noch nicht kannten, in seinen verschiedenen Stadien genommen hat.

Bei Galiläi war es noch ein blosses Fallgesetz, und die Hypothesen eines Descartes waren nicht dazu angethan, seine Entwicklung zu fördern. Newton that den grossen Schritt, es von der Erde auf den Himmel zu übertragen. Nachdem er zuerst erkannt, dass der Mond sich ihm unterwerfe, ging er zu den Planeten und Kometen über, zeigte, dass auch deren Bewegung infolge des Gravitationsgesetzes vor sich gehe und erhob es so zum allgemeinen Regulator des Sonnensystems. Den letzten Jahrzehnden war es vorbehalten, auch die Doppelsterne ihm zu unterwerfen und so dem neuesten Fortschritt, von dem im folgenden Abschnitt die Rede sein wird, die Bahn zu ebnen.

Unter dem gesammten Heere der Doppelsterne kennt man bisjetzt nur acht, deren Umlaufszeit weniger als ein Jahrhundert beträgt, und deren Bahnen deshalb mit mehr oder minderer Schärfe berechnet werden konnten. Die kürzeste hat ζ Herculis (30 Jahre); es folgen ζ Cancri von 58, ξ Ursae von 61, η Coronae von 66 Jahren und einige andere. Auch Umlaufzeiten unter 300 Jahren scheinen nicht häufig vorzukommen. Bei der Mehrzahl derer, wo man überhaupt Bewegung wahrgenommen hat, müssen sich die Umlaufzeiten auf Jahrtausende erstrecken und in einigen Fällen erreicht die jährliche Bewegung nur $\frac{1}{15000}$ bis $\frac{1}{20000}$ des Umkreises. Wenn nun aber etwa neun Zehnthelle aller Doppelsterne noch gar keine Stellungsveränderung gezeigt haben, obgleich die Daten für einige schon gegen 80 Jahre umfassen, so bleibt nichts anderes übrig, als für sie noch grössere Perioden anzunehmen, wobei denn freilich alles einer sehr fernen Zukunft anheimgestellt bleibt.

Beklagen wir es nicht, dass wir noch so wenig über diese Umläufe bestimmen können. Reicht doch die Erinnerung der jetzigen Generation in Zeiten zurück, wo man

noch gar nicht die Idee eines Doppelsterns mit einiger Bestimmtheit gefasst hatte. Nikolaus Fuss und Maximilian Hell hatten in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts sie total geleugnet, ja ins Lächerliche und Absurde zu ziehen versucht, und noch heute werden bald von dieser, bald von jener Seite Stimmen in ähnlichem Sinne vernommen. Bleibt das Jahrhundert sich selbst treu — und warum sollten wir daran zweifeln —, so werden wir schon am Schlusse desselben erheblich mehr über Doppelsterne und deren Bahnen wissen als jetzt.

Die Form der Bahnen ist die elliptische mit meistens ziemlich starken Excentricitäten, sodass der grösste Abstand vom Hauptstern bis auf das Zwanzigfache des kleinsten steigt (wie bei α Centauri).

Eine Grundebene der Bewegungen wie bei den Planetenbahnen findet sich nicht heraus. Der Neigungswinkel ist freilich eine der am schwierigsten zu bestimmenden Grössen, aber was wir über sie wissen, ist einer solchen Beziehung zu einer Grundebene entschieden ungünstig. Selbst in einigen der Fälle, wo zwei Begleiter einem Hauptstern zugeheilt sind, stehen sich deren Bewegungen wie direct und retrograd gegenüber.

Aber wir haben hier überall nur ein sehr zweifelhaftes Recht, von Hauptsternen zu sprechen. Wir schliessen aus dem stärkern Lichtglanz auf die grössere Masse, und schon dies kann mitunter ein Fehlschluss sein. Wie nun aber gar, wenn keiner der beiden Sterne ein Uebergewicht der Helligkeit zeigt? Und der Fall ist gar nicht selten: γ Virginis und γ Arietis sind sehr augenfällige Beispiele bei hellern Sternen; bei schwächern ist er noch viel häufiger. Ihnen nahe stehen die Fälle, wo der Unterschied zwar noch erkennbar, aber sehr gering ist: 61 Cygni, 36 Andromedae u. a. m. In allen diesen Fällen ist es sehr unwahrscheinlich, dass der Schwerpunkt des Systems in den Körper eines der Sterne falle, viel wahrscheinlicher da-

gegen, dass er näher der Mitte zwischen beiden Körpern liege, sodass an der Umlaufbewegung der eine Stern nahezu ebenso viel Antheil hat als der andere. Theoretisch betrachtet müsste sich dies entscheiden lassen durch Verbindung der mikrometrisch erhaltenen relativen Oerter mit den am Meridianfernrohr erhaltenen absoluten; praktisch betrachtet, ist die Hoffnung einer solchen Entscheidung an die Bedingung geknüpft, dass das Meridianfernrohr mit der Genauigkeit des Mikrometers gleichen Schritt halte, wohin wir noch bei weitem nicht gelangt sind.

Es hängt dies offenbar damit zusammen, dass wir bei Doppelsternen mit Körpern gleicher Art und Ordnung zu thun haben, nicht aber mit einem Gegensatze wie der von Sonne und Planet. Hier sind beide Glieder des Doppelgestirns selbstleuchtend, also zwei Sonnen, zwischen denen wol ein quantitativer, doch nicht ein eigentlich qualitativer Unterschied stattfindet. Zwei Sonnen gravitiren gegeneinander und umkreisen einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. Ob sie selbst von Planeten umkreist sind oder nicht, ist für ihr gegenseitiges Verhältniss im allgemeinen gleichgültig.

Die ältere Vorstellung kannte blos leuchtende Centrakörper und dunkle (erleuchtete) umlaufende, sodass nur der um die Erde laufende Mond ein Ausnahmeverhältniss bildete. Nachdem die Trabanten der grössern Planeten aufgefunden worden, musste man es als Regel gelten lassen, dass auch um nichtleuchtende Körper sich andere bewegten. Die Doppelsterne zeigen uns selbstleuchtende Körper als Begleiter anderer Sonnen, und so fehlte nur noch die vierte Combination: leuchtende Körper die sich um dunkle bewegen. Und auch für diese hat die neueste Zeit Beispiele aufgestellt.

Gewiss ist allen unsern Lesern die denkwürdige Errechnung Neptuns durch Leverrier (und Adams) gegenwärtig, die Galle so glücklich war am Himmel zu realisiren.

Aber auch wenn selbst heute Neptun noch nicht aufgefunden worden wäre, so würde jeder, der Leverrier's Deductionen mit Aufmerksamkeit verfolgt, sich eingestehen müssen, dass es der thatsächlichen Entdeckung nicht bedurfte, um seine Folgerung ausser Zweifel zu stellen. Denn wo eine Wirkung nachgewiesen ist, da ist auch der Schluss auf ein Wirkendes unbedingt richtig, und aus der besondern Art der Wirkung wird auch auf die Beschaffenheit, resp. Stellung des Wirkenden geschlossen werden können. Nachdem Leverrier sich durch gründliche Forschung überzeugt hatte, dass von den bekannten Körpern diese Wirkungen nicht ausgegangen seien und nicht ausgehen konnten, musste der Schluss auf einen noch unbekanntem ein vollkommen bündiger sein.

Ganz ebenso verhält es sich mit Bessel's grosser Entdeckung, der letzten, die er auf Erden gemacht hat. Er gewahrte in den thatsächlich ermittelten Bewegungen des Sirius und Procyon Abweichungen von der Gleichmässigkeit, die unerwartet sein mussten. Hätten sie sich nur in den ältern Beobachtungen gezeigt, so wäre ihre Unvollkommenheit als hinreichender Erklärungsgrund erschienen. Aber sie zeigten sich in seinen eigenen und andern neuern genauern Beobachtungen sogar noch bestimmter und zuverlässiger; ihre Realität war daher keinem Zweifel unterworfen. Einem Bessel aber war es unmöglich, bei einer neuen Thatsache stehen zu bleiben und sie unerklärt zu lassen, wenn sich ihm eine wissenschaftlich zu rechtfertigende Erklärung darbot, mochte eine solche auch noch so unerwartet, überraschend und den hergebrachten Vorstellungen widersprechend sein.

So stellte Bessel die Thesis auf: dass in unmittelbarer Nähe (verglichen mit Fixsternweiten) des Sirius und Procyon Massen stehen müssten, durch deren Attraction jene Anomalien der Bewegung hervorgebracht würden. Jene uns einfach erscheinenden Sterne seien mithin Doppelsterne,

aber das eine Glied entweder gar nicht selbstleuchtend, oder nur von so schwachem Lichte, dass unser Rohr uns keine Spur davon zeige. Beide Glieder hätten im Fixstern-complex dieselbe gemeinschaftliche Bewegung, ausserdem aber noch eine besondere um den zwischen ihnen sich bildenden Schwerpunkt. Auf gewöhnliche Weise (durch Mikrometer) konnten die Bewegungen eines solchen Doppelsterns nicht ermittelt werden, da hierzu zwei sichtbare Glieder erforderlich sind. Aber in genauen Meridianbeobachtungen, für welche dergleichen Bewegungen in den meisten Fällen zu fein sind, wurden sie in diesen beiden Sternepaaren durch Bessel's gründliche kritische Untersuchung entdeckt und folgerichtig gedeutet.

Dass eine sofortige Anerkennung seitens der andern Astronomen allgemein erfolgen werde, war nicht zu erwarten: keiner grossen Entdeckung von ähnlichem Charakter ist je eine solche, zur Zeit wo sie zuerst ans Licht der Welt trat, zu Theil geworden. Dies bezeugt die ganze Geschichte der Astronomie von den allerältesten bis auf die allerneuesten Zeiten. Nur kämpfend, nur unter Widersprüchen der mannichfachsten Art soll die neue Wahrheit sich Bahn brechen.

Aber Bessel theilte das Los des Kopernicus; er schied vom Schauplatze des Lebens, fast unmittelbar nachdem er seine Thesis der Oeffentlichkeit übergeben hatte. Ihn konnten die Widersprüche und Zweifel Struve's und Airy's ebenso wenig mehr treffen, als jenen Koryphäen die Verfolgungen der römischen Inquisition. Und ebenso wenig konnte er von dem Baume, den er gepflanzt, die ganze und volle Frucht brechen. Die Bahnen selbst, welche Sirius und Procyon um jene unsichtbaren Massen beschreiben, konnten aus dem Material, was bis 1845 vorlag, noch nicht bestimmt werden. Dies war spätern Bemühungen anderer vorbehalten.

Es ist bezeichnend, dass der wichtigste Fortschritt auf

der von Bessel neueröffneten Bahn ausging von einem Manne, der anfangs selbst als Zweifler dagegen aufgetreten war. Die Argumente, mit denen ein Jahr nach Bessel's Tode Struve die zum Grunde liegenden Thatsachen zu negiren oder anders zu deuten versuchte, waren ursprünglich von Peters (wie dieser selbst nachher öffentlich erklärte) angegeben worden. Im Verlauf weiterer Forschungen aber gewann Peters mehr und mehr die Ueberzeugung von der Richtigkeit, ja Nothwendigkeit der Bessel'schen Erklärung wie von der Unhaltbarkeit seiner anfänglichen Zweifel, und es gelang ihm, die erste Bahnbestimmung eines derartigen Doppelsterns (Sirius) aufzustellen und durch Vergleichung mit den Beobachtungen überzeugend nachzuweisen:

Diese denkwürdigen Bahnelemente, welche Peters im Jahre 1851 veröffentlichte, sind die folgenden:

| | |
|---------------------------------------|-------------------|
| Zeit des Durchgangs des Sirius durch | |
| seine untere Apside | 1791, Juni 6. *) |
| Mittlere jährliche Bewegung | 7°, 1865. |
| Umlaufszeit | 50 Jahre 35 Tage. |
| Excentricität | 0,7994. |
| Mittlerer Abstand vom Schwerpunkt, | |
| geocentrisch | 2'', 56 |
| und hieraus kleinster | 0'', 51 |
| grösster | 4'', 61. |

*) Peters' frühere Resultate waren folgende:

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Durchgang | 1792, Nov. 24. |
| Bewegung | 7°, 3104. |
| Umlaufszeit | 49 Jahre 90 Tage, |
| Excentricität | 0,5624, |
| Mittlerer Abstand | 2'', 55. |

Alein infolge einer ihm von mir gemachten Mittheilung, dass ich einen der Sterne, die er zur Vergleichung benutzt, selbst als von veränderlicher Eigenbewegung erkannt habe, wiederholte er seine Rechnung mit Weglassung dieses Sterns, und erhielt so die obenstehenden Resultate, die übrigens, wie man leicht sieht, nur in der Excentricität erheblich, sonst aber unbedeutend von den früher erhaltenen abweichen.

Die den gleichen Stern betreffenden Untersuchungen Schubert's (in Amerika) geben ein ähnliches Resultat, doch verdient die Arbeit von Peters in jedem Betracht den Vorzug. Der ebengenannte amerikanische Astronom hat auch Spica in gleicher Absicht untersucht, da auch hier sich ähnliche Unterschiede gezeigt hatten. Hier ergaben sich 40 Jahre Umlaufzeit bei einem Abstände = 0'',90.

Für Procyon, wo bereits Bessel die Veränderlichkeit in Declination nachgewiesen hatte, fand ich eine ähnliche in Rectascension. Nur sind die Data noch nicht zahlreich genug, um einer Bahnrechnung Erfolg zu versprechen.

Aehnlich wie wir hier von zwei vorhandenen Gliedern nur eins erblicken, so sind auch Fälle denkbar, wo von drei Gliedern nur zwei uns zu Gesicht kommen. Ein solches Gebilde werden wir als Doppelstern zu berechnen versuchen und im Verlaufe der Zeit auf Abweichungen stossen, die durch Regelmässigkeit ihres Ganges uns auf die Spur des dritten Sterns leiten können. Ein solcher Fall scheint in dem Doppelsterne 1037 des Struve'schen Katalogs gegeben zu sein.

Unser dahingeshiedener Heros hat sich nicht begnügt, die Kenntniss dessen, was wir am Himmel erblicken, in staunenerregender Weise zu erweitern: er hat uns auch noch mit einer Astronomie des Unsichtbaren beschenkt und in den innern Haushalt der Natur einen Blick eröffnet, der nur dem Auge des Geistes zu thun vergönnt ist. Und wie durch alle Jahrtausende hin Sirius als hellster der Fixsterne am Firmamente strahlt, so wird Bessel's Name und Wirken auf Erden als glänzendstes Vorbild im Tempel der Wissenschaft allen vorleuchten, die in seinen Bahnen fortzuwandeln Kraft und Muth in sich fühlen.

Aus dem grossen Heere der Doppelsterne mögen hier einige ausgewählt werden, die schon in Fernröhren mittlerer Kraft, wie sie jetzt schon häufig in den Händen von Liebhabern der Sternkunde sich befinden, ohne Schwierigkeit aufgefunden werden können.

| Nr. (Struve's Kat.) | N a m e. | AR. 1850. | Decl. 1850. | Grössen. | Distanz. | Veränd. in Tausendth. | Position. | Veränd. | Epocbe. |
|---------------------|--------------|------------------------|-------------|----------|----------|-----------------------|-----------|---------|---------|
| 22 | 38 Piscium | 0 ^h 7' 49'' | 8 2 | 7 8 | 4'',498 | — | 237° 28,4 | 6',254 | 1836,57 |
| 36 | 51 Piscium | 0 24 40 | 6 8 | 5 9 | 27,728 | — | 81 59,2 | 4,001 | 1840,77 |
| 46 | 55 Piscium | 0 32 2 | 20 37 | 5 8,2 | 6,580 | + | 3 58,4 | 4,986 | 1845,10 |
| 60 | η Cassiopejæ | 0 40 3 | 57 1 | 4 7,6 | 9,482 | — | 91 46,6 | 49,359 | 1836,02 |
| 61 | 65 Piscium | 0 41 50 | 26 54 | 6 6 | 4,480 | — | 8 2,5 | 2,131 | 1835,82 |
| 73 | 36 Andromedæ | 0 46 57 | 22 49 | 6,2 6,8 | 1,164 | + | 326 40,7 | 61,504 | 1843,68 |
| 80 | | 0 51 43 | 0 2 | 7,0 8,2 | 18,252 | — | 301 13,3 | 18,627 | 1837,59 |
| 84 | 26 Ceti | 0 56 5 | 0 34 | 6,6 9 | 16,216 | — | 252 35,8 | 2,584 | 1835,49 |
| 88 | ψ Piscium | 0 57 39 | 20 40 | 5 9 | 29,932 | — | 160 15,0 | 1,834 | 1839,25 |
| 77 | 77 Piscium | 0 58 4 | 4 6 | 5,9 6,8 | 32,537 | — | 82 46,2 | 2,727 | 1830,00 |
| 90 | Ceti 160 | 0 59 31 | 2 32 | 6,7 7,5 | 3,730 | — | 324 42,4 | 14,370 | 1842,29 |
| 93 | Polarstern | 1 5 1 | 88 31 | 2 9 | 18,406 | — | 209 48,5 | 3,559 | 1834,19 |
| 99 | φ Piscium | 1 5 37 | 23 47 | 4,7 10 | 7,739 | — | 226 7,3 | 7,086 | 1843,84 |
| 100 | ζ Piscium | 1 5 54 | 6 47 | 4,2 5,3 | 23,236 | — | 64 10,4 | 4,053 | 1829,45 |
| 113 | 42 Ceti | 1 12 8 | 18 | 6,2 7,2 | 1,235 | — | 337 10,4 | 30,547 | 1839,92 |
| 117 | ψ Cassiopejæ | 1 15 24 | 67 21 | 4,4 9 | 30,915 | — | 103 17,4 | 3,950 | 1832,00 |
| 136 | 100 Piscium | 1 26 54 | 11 47 | 6,9 8 | 15,677 | — | 78 45,9 | 3,611 | 1837,61 |
| 138 | | 1 28 12 | 6 53 | 7,3 7,3 | 1,499 | — | 22 16,5 | 19,829 | 1841,45 |
| 155 | | 1 36 19 | 8 44 | 7,5 7,9 | 4,571 | — | 331 3,2 | 10,267 | 1840,27 |
| 162 | | 1 38 7 | 32 25 | 7 7,5 | 1,863 | — | 224 10,9 | 9,033 | 1830,94 |
| 202 | α Piscium | 1 54 17 | 2 2 | 2,8 3,9 | 3,544 | — | 332 21,0 | 4,995 | 1839,69 |
| 205 | γ Andromedæ | 1 54 43 | 41 36 | 3 5 | 10,158 | — | 62 40,0 | 2,213 | 1838,37 |
| 208 | 10 Arietis | 1 55 9 | 25 12 | 6,2 8,4 | 1,833 | — | 27 32,7 | 27,001 | 1838,37 |
| 227 | ι Trianguli | 2 3 41 | 29 36 | 5 6,4 | 3,577 | — | 79 12,3 | 5,702 | 1831,22 |

| Nr. (Struve's Kat.) | N a m e. | A.R. 1850. | Decl. 1850. | Größen. | Distanz. | Veränd. in Tau- sentth. | Position. | Veränd. | Epoche. |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|---------|----------|-------------------------------|-----------|----------|---------|
| 228 | Andromedae 259 | 2 ^h 4' 29" | + 45 47 | 6,7 7,6 | 1'' 062 | — | 269° 30,1 | + 51,691 | 1839,58 |
| 231 | 66 Ceti | 2 5 8 | + 3 6 | 6 7,8 | 15,441 | 34 | 228 58,6 | + 5,607 | 1838,56 |
| 257 | | 2 14 48 | + 60 52 | 7,2 7,7 | 0,557 | — | 174 23,4 | + 57,082 | 1840,99 |
| 262 | ι Cassiopejae (dreifach) | 2 16 46 | + 66 43 | 4,2 7,1 | 1,884 | — | 274 13,1 | + 28,916 | 1836,18 |
| 289 | 33 Arietis | 2 31 56 | + 26 25 | 5,8 8,7 | 7,472 | + | 107 29,2 | + 7,754 | 1831,86 |
| 299 | γ Ceti | 2 35 32 | + 2 36 | 3 6,8 | 28,945 | — | 359 19,7 | + 2,684 | 1829,90 |
| 311 | π Arietis | 2 40 56 | + 16 50 | 4,9 8,4 | 2,725 | — | 288 22,2 | + 13,273 | 1838,89 |
| 314 | Persei 85 | 2 42 15 | + 52 23 | 6,9 7,1 | 3,204 | — | 120 51,4 | + 15,057 | 1833,02 |
| 333 | ε Arietis | 2 50 39 | + 20 44 | 5,7 6 | 1,417 | — | 293 45,5 | + 15,144 | 1829,16 |
| 400 | | 3 20 48 | + 59 32 | 7 8 | 0,766 | + | 195 42,8 | + 22,318 | 1843,22 |
| 412 | 7 Tauri | 3 25 34 | + 23 57 | 6,6 6,7 | 1,348 | — | 262 28,6 | + 19,899 | 1836,14 |
| 422 | | 3 29 6 | + 0 6 | 6,0 8,2 | 0,555 | — | 233 12,5 | + 40,322 | 1844,07 |
| 425 | | 3 29 28 | + 33 38 | 7,3 7,3 | 2,973 | — | 103 15,0 | + 20,920 | 1838,67 |
| 460 | Cephei 49 H. | 3 45 12 | + 80 16 | 5,2 6,1 | 0,874 | — | 356 47,0 | + 6,243 | 1842,81 |
| 470 | 32 Eridani. | 3 46 46 | + 3 24 | 4 6 | 6,853 | — | 346 52,8 | + 46,329 | 1836,76 |
| 471 | ε Persei | 3 47 48 | + 39 34 | 3,1 8,3 | 8,749 | — | 8 46,9 | + 3,968 | 1832,46 |
| 479 | | 3 52 3 | + 22 47 | 7 7,9 | 7,255 | — | 107 48,6 | + 3,711 | 1840,03 |
| 554 | 80 Tauri | 4 21 36 | + 15 18 | 6,5 9 | 1,569 | — | 17 32,4 | + 3,950 | 1842,01 |
| 566 | 2 Camelopard. | 4 28 6 | + 53 10 | 5,1 7,4 | 1,533 | — | 308 2,3 | + 12,055 | 1842,19 |
| 570 | | 4 28 6 | + 10 3 | 7 8 | 12,670 | — | 258 10,3 | + 5,142 | 1839,99 |
| 577 | | 4 32 9 | + 37 13 | 7,7 7,7 | 1,643 | — | 277 19,1 | + 33,190 | 1827,34 |
| 634 | Camelopard. 19 | 4 57 55 | + 79 3 | 4,5 7,9 | 33,527 | — | 348 53,1 | + 12,435 | 1840,49 |
| 644 | | 5 0 10 | + 37 7 | 6,7 7 | 1,596 | — | 221 33,4 | + 10,669 | 1835,63 |
| | | | | | | | | | 1839,50 |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------------------|---------|---------|---------|--------|---|----------|----------|---------|
| 649 | 14 Aurigae | 5 1 10 | + 8 52 | 7 8,7 | 21,470 | — | 80 1,6 | — 8,769 | 1837,23 |
| 653 | ζ Orionis | 5 5 38 | + 32 31 | 5 7,2 | 14,679 | — | 225 6,6 | + 2,228 | 1841,07 |
| 654 | ζ Orionis | 5 5 27 | + 2 41 | 4,7 8,5 | 6,942 | — | 61 59,5 | + 6,956 | 1841,46 |
| 668 | β Orionis | 5 7 20 | + 8 23 | 1 8 | 9,413 | + | 199 27,9 | — | 1844,19 |
| 686 | | 5 11 45 | + 23 53 | 7,9 8,1 | 9,196 | — | 220 56,8 | + 6,181 | 1839,95 |
| 696 | 23 Orionis | 5 14 57 | + 3 24 | 5 7 | 31,773 | — | 28 21,2 | + 1,702 | 1835,99 |
| 700 | | 5 15 26 | + 0 59 | 8 8,2 | 4,656 | — | 5 54,5 | + 3,161 | 1840,88 |
| 712 | | 5 18 39 | + 2 48 | 7 9 | 3,033 | — | 50 42,3 | + 24,798 | 1843,27 |
| 716 | 118 Tauri | 5 20 2 | + 25 1 | 5,8 6,5 | 5,065 | — | 196 21,9 | + 4,405 | 1832,00 |
| 728 | 32 Orionis | 5 22 46 | + 5 50 | 5,2 6,7 | 0,964 | — | 205 6,0 | + 14,335 | 1835,51 |
| 742 | Tauri 880 | 5 27 26 | + 21 54 | 7,2 7,8 | 3,342 | — | 248 7,8 | + 15,549 | 1833,92 |
| 753 | 26 Aurigae | 5 29 0 | + 30 24 | 5,8 8 | 12,095 | — | 267 58,9 | + 5,436 | 1836,38 |
| 774 | ζ Orionis | 5 33 12 | + 2 2 | 2 5,7 | 2,473 | — | 149 55,6 | + 8,690 | 1838,21 |
| 785 | | 5 36 37 | + 25 51 | 6,7 7,7 | 13,931 | — | 337 57,0 | + 3,344 | 1843,10 |
| 796 | | 5 40 33 | + 31 44 | 6,9 8 | 3,742 | — | 62 18,4 | + 8,285 | 1838,92 |
| 853 | | 6 0 42 | + 11 41 | 7,8 8,3 | 24,796 | — | 341 21,9 | + 11,535 | 1837,16 |
| 861 | | 6 1 39 | + 30 43 | 7,8 8,2 | 1,563 | — | 320 38,2 | + 12,930 | 1840,43 |
| 867 | | 6 2 55 | + 17 24 | 7 8,5 | 2,538 | — | 152 51,7 | + 16,942 | 1842,34 |
| 881 | 4 Lynx | 6 8 45 | + 59 26 | 6,4 7,9 | 0,813 | — | 91 12,4 | + 17,463 | 1839,79 |
| 918 | Aurigae 224 | 6 21 57 | + 52 34 | 6,7 7,7 | 4,525 | — | 323 52,4 | + 4,640 | 1842,81 |
| 919 | 11 Monoc. (dreifach) | 6 21 33 | + 6 56 | 5 5,5 | 7,391 | — | 103 0,5 | + 5,502 | 1842,16 |
| 924 | 20 Geminorum | 6 23 32 | + 17 52 | 6 6,9 | 9,747 | — | 124 16,0 | + 6,269 | 1841,66 |
| 945 | | 6 29 49 | + 41 10 | 7,1 8 | 19,868 | — | 209 51,2 | + 2,492 | 1839,71 |
| 946 | | 6 31 34 | + 59 35 | 7,2 9 | 3,960 | — | 253 2,7 | + 31,138 | 1836,37 |
| 948 | 12 Lynx (dreifach) | 6 32 57 | + 59 35 | 5,2 6,1 | 1,606 | — | 132 9,0 | + 8,927 | 1843,81 |
| | | | | 7,4 | 8,561 | — | 148 37,8 | + 33,257 | 1842,00 |
| 950 | 15 Monoc. | 6 32 43 | + 10 2 | 6 8,8 | 2,811 | — | 305 35,0 | + 2,563 | 1841,96 |
| 963 | 14 Lynx | 6 39 50 | + 59 37 | 5,9 7,1 | 0,847 | — | 209 40,5 | + 13,741 | 1836,95 |
| | | | | | | | 53 49,2 | + 13,488 | 1840,38 |

| Nr. (Struve's Kst.) | N a m e. | A.R. 1850. | Decl. 1850. | Größen. | Distanz. | Veränd. in Tau- sendth. | Position. | Veränd. | Epoche. |
|---------------------------|---------------------------|------------------------|----------------|----------------|----------|-------------------------------|-------------|---------|---------|
| 982 | 38 Geminorum | 6 ^h 46' 11" | + 13 22 | 5,4 7,7 | 6",154 | + 19 | 171° 15,2 | — | 1837,88 |
| 1009 | | 6 53 44 | + 52 59 | 6,7 6,8 | 3,101 | + 18 | 159 50,3 | — | 1830,27 |
| 1037 | | 7 3 29 | + 27 28 | 7,1 7,1 | 1,333 | — | 331 7,2 | — | 1841,70 |
| 1051 | | 7 8 26 | + 73 22 | 5,6 8,6 | 1,200 | — | 269 49,2 | + | 1836,69 |
| 1061 | λ Geminorum | 7 9 28 | + 16 48 | 3,2 10,3 | 9,592 | — | 32 11,6 | + | 1842,28 |
| 1065 | 20 Lyncis | 7 10 46 | + 50 25 | 6,6 6,8 | 15,102 | — | 253 24,5 | + | 1837,06 |
| 1066 | δ Geminorum | 7 11 10 | + 22 15 | 3,2 8,2 | 7,314 | — | 198 46,3 | + | 1841,03 |
| 1074 | | 7 12 48 | + 0 41 | 7,8 8,2 | 0,486 | — | 120 0,2 | + | 1834,78 |
| 1081 | | 7 15 13 | + 21 45 | 7,8 8,5 | 1,341 | — | 221 20,0 | + | 1843,40 |
| 1104 | | 7 22 20 | + 14 44 | 6,7 8,3 | 2,436 | — | 298 47,9 | + | 1837,21 |
| 1110 | Castor | 7 25 1 | + 32 13 | 2,7 3,7 | | | | | |
| 1126 | | 7 32 9 | + 5 34 | 7,2 7,5 | | | | | |
| 1146 | 5 Navis | 7 40 55 | + 11 50 | 5,3 7,4 | 3,394 | | | + | 1836,23 |
| 1177 | Cancri 17 | 7 56 25 | + 27 57 | 6,5 7,4 | 3,621 | | 353 28,8 | — | 1833,46 |
| 1187 | Lyncis 85 | 8 0 0 | + 32 39 | 7,1 8,0 | 1,719 | | 66 17,9 | + | 1842,25 |
| 1196 | ζ Cancri (dreifach) | 8 3 36 | + 18 6 | 5,0 5,7 5,5 | | | | | |
| 1206 | | 8 13 44 | + 1 8 | 7,5 8,2 | | | 144 37,1 | + | 1845,00 |
| 1224 | v' Cancri | 8 17 44 | + 25 1 | 6,0 7,1 | 5,980 | | 48 48,3 | + | 1838,89 |
| 1263 | | 8 35 16 | + 42 14 | 7,6 8,2 | | | | | |
| 1273 | ε Hydrae | 8 38 50 | + 6 58 | 3,8 7,8 | 3,265 | | 201 15,2 | + | 1840,25 |
| 1283 | | 8 41 35 | + 15 23 | 7 8 | 16,315 | | 122 32,2 | + | 1823,60 |
| 1298 | σ ¹ Cancri | 8 52 11 | + 32 50 | 6,1 8,2 | 4,456 | | 136 48,0 | + | 1838,59 |
| 1306 | σ ² Ursae maj. | 8 57 7 | + 67 44 | 5 8,2 | 4,711 | — | 59 262 28,0 | — | 1837,85 |

siehe die berechnete Bahn.
siehe die berechnete Bahn.
optischer Doppelstern.

| | | | | | | | | | |
|------|----------------------------|----------|---------|---------|--------|---|----------|---|---------|
| 1321 | | 9 4 9 | + 53 20 | 7,4 7,4 | 19,919 | | 49 26,7 | + | 1838,15 |
| 1322 | | 9 4 18 | + 18 8 | 7,7 8,2 | 1,743 | | 54 52,8 | + | 1843,18 |
| 1333 | | 9 9 10 | + 35 59 | 6,6 6,9 | 1,462 | | 41 53,2 | + | 1841,96 |
| 1334 | | 9 9 30 | + 37 26 | 4 6,7 | 3,827 | | 241 22,6 | + | 1834,91 |
| 1338 | 38 Lyncis | 9 11 34 | + 38 49 | 7 7,2 | 1,719 | | 129 42,2 | + | 1842,00 |
| 1346 | 21 Ursae maj. | 9 14 58 | + 54 39 | 7 8 | 5,739 | | 310 7,7 | + | 1833,42 |
| 1348 | Hydrae 116 | 9 16 35 | + 7 0 | 7,5 7,6 | 1,304 | — | 330 40,1 | — | 1841,84 |
| 1351 | 23 ^h Ursae maj. | 9 19 39 | + 9 42 | 6,2 7 | 22,700 | | 272 10,1 | — | 1832,22 |
| 1356 | ω Leonis | 9 20 25 | + 9 42 | 6,2 7 | | | | | |
| 1362 | | 9 23 29 | + 73 46 | 7 7 | 5,037 | | 135 37,7 | — | 1840,20 |
| 1365 | Hydrae 134 | 9 23 46 | + 2 7 | 7 8 | 3,385 | + | 162 9,3 | + | 1839,06 |
| 1424 | γ Leonis | 10 11 42 | + 20 36 | 2 3,5 | 2,722 | + | 105 23,9 | + | 1840,00 |
| 1450 | 49 Leonis | 10 27 10 | + 9 25 | 6 8,7 | 2,575 | — | 159 17,2 | — | 1840,07 |
| 1457 | | 10 30 55 | + 6 31 | 7,6 8,5 | 0,733 | + | 304 28,7 | + | 1842,00 |
| 1460 | Ursae maj. 172 | 10 31 48 | + 42 56 | 8,1 8,1 | 3,594 | + | 167 19,8 | + | 1838,34 |
| 1474 | | 10 40 16 | + 14 27 | 7,7 8 | 6,449 | — | 197 0,8 | + | 1836,91 |
| 1487 | 54 Leonis | 10 47 29 | + 25 33 | 5 7 | 6,132 | + | 103 5,4 | + | 1834,84 |
| 1504 | | 10 56 15 | + 4 27 | 7,5 7,6 | 1,018 | | 278 24,7 | + | 1838,72 |
| 1516 | | 11 5 24 | + 74 17 | 7 7,5 | | | | | |
| 1523 | ξ Ursae maj. | 11 10 10 | + 32 22 | 4 4,9 | 2,325 | + | 84 31,1 | — | 1843,71 |
| 1536 | ι Leonis | 11 16 10 | + 11 21 | 3,9 7,1 | 29,760 | + | 149 53,2 | + | 1836,12 |
| 1540 | 83 Leonis | 11 19 10 | + 3 50 | 6,3 7,3 | | | 9 49,1 | — | 1833,48 |
| 1543 | 57 Ursae | 11 20 59 | + 40 10 | 5,2 8,2 | 5,410 | | 320 31,7 | + | 1834,36 |
| 1547 | 88 Leonis | 11 24 0 | + 15 12 | 6,4 8,4 | 15,470 | | 211 10,8 | + | 1837,55 |
| 1552 | 90 Leonis | 11 26 54 | + 17 38 | 6 7,3 | 3,126 | | 209 41,1 | + | 1839,09 |
| 1575 | | 11 44 15 | + 9 40 | 7 8 | 30,569 | | 239 33,2 | + | 1839,51 |
| 1596 | 2 Comae Ber. | 11 56 35 | + 22 18 | 6 7,5 | 3,706 | | 351 17,7 | + | 1837,50 |
| 1607 | | 12 3 56 | + 36 55 | 7,8 8,3 | 33,010 | | 260 15,3 | + | 1835,89 |
| 1622 | 2 Canum Ven. | 12 8 36 | + 41 30 | 5,7 8 | 11,415 | | | | |

siehe die berechnete Bahn.
optischer Doppelstern.
siehe die berechnete Bahn.

| Nr. (Struve's & Kat.) | N a m e. | AR. 1850. | Decl. 1850. | Größen. | Distanz. | Veränd. in Tausendth. | Position. | Veränd. | Epoche. |
|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------|---------|----------------------------|-----------------------|-----------|----------|---------|
| 1625 | | 12 ^h 9' 38" | + 80 58 | 6.5 7 | 14'' 314 | — | 218° 59.3 | + 4.899 | 1838.69 |
| 1633 | Comae Ber. 55 | 12 13 7 | + 38 44 | 7.1 7.2 | 8.683 | — | 244 28.7 | + 4.726 | 1833.83 |
| 1636 | 17 Virginis | 12 14 54 | - 6 8 | 6.2 9 | 19.604 | — | 335 36.5 | + 6.905 | 1834.16 |
| 1645 | | 12 20 49 | + 45 37 | 7 7.5 | 10.372 | — | 160 58.8 | + 5.474 | 1841.53 |
| 1647 | Virginis 191 | 12 22 57 | + 10 33 | 7.3 7.8 | 1.210 | — | 205 39.2 | + 30.010 | 1837.73 |
| 1657 | 24 Comae Ber. | 12 27 36 | + 19 12 | 4.7 6.2 | 20.188 | — | 271 47.9 | — | 1841.62 |
| 1664 | | 12 30 34 | + 10 41 | 7.7 8.8 | 17.093 | — | 266 21.1 | + 28.699 | 1840.73 |
| 1669 | Corvi 58 | 12 33 29 | - 12 11 | 6.5 6.5 | 5.745 | — | 301 55.4 | + 14.814 | 1839.91 |
| 1670 | γ Virginis | 12 34 4 | - 0 38 | 3 3 | siehe die berechnete Bahn. | — | | | |
| 1678 | | 12 37 57 | + 15 12 | 6.3 7 | 32.449 | — | 209 54.8 | — | 1839.60 |
| 1687 | 35 Comae (dreifach) | 12 45 54 | + 22 4 | 5 7.8 | 1.369 | — | 34 54.1 | + 52.416 | 1840.78 |
| 1689 | | 12 47 59 | + 12 19 | 6.7 9 | 28.962 | — | 124 55.0 | + 2.037 | 1830.66 |
| 1692 | 12 Canum Ven. | 12 49 0 | + 39 8 | 3.2 5.7 | 28.833 | — | 200 14.6 | + 7.642 | 1842.52 |
| 1695 | Ursae maj. 417 | 12 49 42 | + 54 55 | 6.3 8.2 | 3.293 | — | 227 3.3 | — | 1840.06 |
| 1724 | 5 Virginis | 13 2 11 | - 4 44 | 4 9 | 7.063 | — | 287 56.0 | + 9.801 | 1839.09 |
| 1744 | 5 Ursae maj. | 13 17 53 | + 55 43 | 2.1 4.2 | 14.367 | — | 343 5.6 | + 5.263 | 1823.70 |
| 1757 | | 13 26 38 | + 0 27 | 7.8 8.9 | 1.663 | + | 147 44.6 | + 2.907 | 1837.83 |
| 1763 | 81 Virginis | 13 29 44 | - 7 6 | 7.5 7.5 | 2.718 | — | 41 4.4 | + 86.612 | 1837.87 |
| 1768 | Canum Ven. 181 | 13 30 47 | + 37 3 | 5.7 7.6 | 1.069 | — | 71 26.4 | + 16.829 | 1838.27 |
| 1771 | | 13 32 36 | + 70 32 | 7.8 8.5 | 1.739 | — | 72 36.5 | + 42.619 | 1839.25 |
| 1777 | 84 Virginis | 13 35 31 | + 4 18 | 5.8 8.2 | 3.420 | — | 234 47.4 | + 16.924 | 1838.32 |
| 1785 | | 13 42 14 | + 27 44 | 7.2 7.5 | 3.474 | — | 173 26.4 | + 6.690 | 1840.67 |
| 1788 | | 13 47 6 | - 7 19 | 6.7 7.9 | 2.337 | — | 56 31.7 | + 41.082 | 1843.03 |
| | | | | | | | | + 24.973 | 1836.62 |

| | | | | | | | | | |
|------|---------------------|----------|---------|---------|----------------------------|---|----------|----------|---------|
| 1807 | | 14 3 33 | - 2 37 | 7.8 8 | 7.252 | + | 26 11.5 | + 3.596 | 1837.15 |
| 1813 | | 14 5 54 | + 6 6 | 8 8.1 | 4.984 | — | 191 12.2 | + 14.783 | 1834.51 |
| 1819 | | 14 7 47 | + 3 50 | 7.9 8 | 1.172 | — | 72 34.2 | + 94.020 | 1837.91 |
| 1821 | α Bootis | 14 8 6 | + 52 30 | 5.1 7.2 | 12.713 | — | 237 49.8 | + 5.197 | 1831.88 |
| 1863 | | 14 33 1 | + 52 14 | 7.1 7.4 | 0.608 | — | 104 5.8 | + 36.922 | 1838.94 |
| 1864 | π Bootis | 14 33 40 | + 17 4 | 4.9 6 | 5.881 | — | 99 43.6 | + 5.051 | 1837.26 |
| 1865 | ξ Bootis | 14 33 59 | + 14 22 | 3.5 3.9 | 1.191 | — | 309 4.3 | + 4.147 | 1839.26 |
| 1877 | ζ Bootis | 14 38 26 | + 27 43 | 3 6.3 | 2.722 | — | 321 54.0 | + 9.005 | 1836.00 |
| 1879 | | 14 38 57 | + 10 18 | 7.8 8.8 | 1.046 | — | 59 58.7 | + 62.590 | 1838.92 |
| 1883 | | 14 41 27 | + 6 35 | 7 7 | 1.071 | — | 269 40.1 | + 16.369 | 1838.59 |
| 1884 | Bootis 286 | 14 41 44 | + 25 0 | 6.2 7.8 | 1.208 | — | 54 40.6 | + 8.574 | 1842.1 |
| 1888 | ξ Bootis | 14 44 28 | + 19 44 | 4.7 6.6 | siehe die berechnete Bahn. | — | | | |
| 1909 | 44 Bootis | 14 58 51 | + 48 14 | 5.2 6.1 | optischer Doppelstern. | — | | | |
| 1910 | | 15 0 18 | + 9 48 | 7 7 | 4.004 | — | 210 55.9 | + 7.857 | 1841.81 |
| 1919 | | 15 6 1 | + 19 50 | 6 7 | 24.871 | — | 9 35.9 | + 2.989 | 1841.77 |
| 1932 | Coronae I | 15 11 52 | + 27 23 | 5.6 6.1 | 1.515 | + | 297 43.0 | + 28.466 | 1842.61 |
| 1937 | η Coronae | 15 17 0 | + 30 50 | 5.2 5.7 | siehe die Bahnberechnung. | — | | | |
| 1938 | | 15 18 1 | + 37 53 | 6.7 7.3 | 1.320 | — | 181 52.4 | + 121.0 | 1807.21 |
| 1944 | | 15 20 19 | + 6 38 | 7.5 8.1 | 1.350 | — | 338 57.7 | + 17.037 | 1841.05 |
| 1954 | δ Serpentis | 15 27 39 | + 11 3 | 3 4 | 3.014 | + | 196 55.0 | + 7.411 | 1839.07 |
| 1965 | γ Coronae | 15 33 44 | + 37 8 | 4 5 | 6.153 | + | 201 8.0 | + 6.098 | 1833.59 |
| 1967 | ζ Coronae | 15 36 27 | + 26 46 | 4 7 | 0.554 | — | 295 44.0 | + 20.0 | 1846.72 |
| 1972 | π Ursae min. | 15 38 8 | + 80 56 | 6 7 | 30.207 | — | 83 11.1 | + 2.777 | 1830.27 |
| 1984 | | 15 47 14 | + 53 21 | 6.2 8.5 | 6.444 | — | 274 36.3 | + 5.720 | 1840.32 |
| 1985 | | 15 48 8 | + 1 43 | 7 8.1 | 5.726 | + | 326 45.7 | + 8.611 | 1835.20 |
| 1998 | ξ Librae (dreifach) | 15 56 8 | - 10 57 | 4.9 5.2 | siehe Bahnberechnung. | — | | | |
| 1999 | | 15 56 12 | + 11 2 | 7.4 8.1 | 10.465 | — | 102 18.0 | + 3.357 | 1834.14 |
| 2021 | 49 Serpentis | 16 6 19 | + 13 56 | 6.7 6.9 | 3.419 | — | 316 44.9 | + 21.010 | 1830.60 |

| Nr. (Stru- ve's Kat.) | N a m e | AR. 1850. | Decl. 1850. | Größen. | Distanz. | Veränd. in Tar- seuth. | Position. | Veränd. | Epoche. |
|--------------------------------|--------------|-----------------------|----------------|---------|------------------|------------------------------|--------------------|---------|---------|
| 2032 | σ Coronae | 16 ^h 9' 4" | 34 14 | 5 6 | siehe 1'' 429 | — | siehe 117° 11,4 | — | 1836,25 |
| 2034 | Draconis 99 | 16 7 6 | 84 2 | 7,5 8 | 0,992 | + | 13 5 21,7 | + | 1838,31 |
| 2054 | λ Ophiuchi | 16 21 48 | 62 2 | 5,7 6,9 | — | — | — | — | — |
| 2055 | λ Ophiuchi | 16 23 21 | 2 19 | 4 6,1 | — | — | — | — | — |
| 2079 | ζ Herculis | 16 33 14 | 23 18 | 7 7,9 | — | — | — | — | — |
| 2084 | ζ Herculis | 16 35 38 | 31 53 | 3 6,5 | — | — | — | — | — |
| 2091 | ζ Herculis | 16 37 12 | 41 30 | 7,5 8 | 1,203 | — | 303 43,5 | — | 1839,97 |
| 2107 | Herculis 167 | 16 45 53 | 28 55 | 6,5 8 | 1,033 | — | 37 161 42,4 | — | 1840,99 |
| 2114 | Herculis 210 | 16 54 47 | 8 40 | 6,2 7,4 | 1,232 | — | 141 27,4 | — | 1842,00 |
| 2130 | μ Draconis | 16 58 36 | 28 18 | 6,5 9,1 | 2,734 | — | 64 345 27,4 | — | 1840,39 |
| 2161 | ρ Herculis | 17 2 14 | 54 40 | 5 5,1 | 3,150 | — | 11 201 0,2 | — | 1842,39 |
| 2165 | ρ Herculis | 17 18 31 | 37 17 | 4 5,1 | 3,701 | — | 308 56,1 | — | 1837,96 |
| 2171 | ρ Herculis | 17 20 24 | 29 25 | 7 8,5 | 6,803 | — | 47 19,0 | — | 1838,76 |
| 2171 | ρ Herculis | 17 21 1 | 9 52 | 7,5 7,6 | 1,549 | — | 72 5,0 | — | 1844,39 |
| 2173 | ρ Herculis | 17 22 39 | 0 56 | 5,8 6,1 | 0,771 | + | 79 166 6,2 | — | 1837,35 |
| 2194 | ρ Herculis | 17 34 56 | 24 35 | 6,2 8,5 | 16,122 | — | 8 6,4 | — | 1843,65 |
| 2199 | ρ Herculis | 17 35 52 | 50 51 | 7,2 7,8 | 1,564 | — | 113 17,2 | — | 1842,17 |
| 2202 | 61 Ophiuchi | 17 37 2 | 2 39 | 5,5 5,8 | 20,320 | — | 94 10,2 | — | 1838,99 |
| 2220 | μ Herculis | 17 40 35 | 27 49 | 3,8 9,5 | 30,174 | — | 40 241 51,2 | — | 1837,69 |
| 2241 | ψ Draconis | 17 44 37 | 72 13 | 4 5,2 | 3,987 | + | 22 14 44,3 | — | 1840,36 |
| 2252 | τ Ophiuchi | 17 51 27 | 2 3 | 8 8,3 | 4,053 | + | 20 25 3,8 | — | 1839,07 |
| 2262 | 95 Herculis | 17 54 55 | 8 10 | 5 5,7 | siehe 6,062 | — | 261 2,6 | + | 1842,60 |
| 2264 | 95 Herculis | 17 55 8 | 21 36 | 5 5 | 1,463 | + | 236 52,3 | + | 1837,69 |
| 2267 | 95 Herculis | 17 56 49 | 40 11 | 8 8 | — | — | — | + | 1841,67 |

| | | | | | | | | | |
|------|---------------|----------|-------|---------|---------------------------|---|-------------|---|---------|
| 2272 | p Ophiuchi | 17 57 52 | 2 32 | 4 6 | siehe 6,678 | — | 257 25,9 | — | 1838,15 |
| 2276 | 100 Herculis | 17 58 45 | 12 0 | 6 7 | 14,026 | — | 182 57,5 | — | 1837,47 |
| 2280 | 73 Ophiuchi | 18 1 46 | 26 5 | 6 6 | 1,351 | — | 257 0,0 | — | 1841,78 |
| 2281 | Herculis 117 | 18 2 7 | 3 58 | 5,7 7,2 | 1,027 | — | 239 58,8 | — | 1841,50 |
| 2303 | Scuti 15 | 18 3 27 | 16 27 | 6 7,1 | 3,345 | — | 320 33,6 | — | 1840,72 |
| 2308 | 40 Draconis | 18 11 56 | 8 2 | 6,7 9,2 | 20,577 | — | 235 29,1 | — | 1831,37 |
| 2315 | Herculis 452 | 18 19 0 | 79 58 | 5,4 6,1 | 0,481 | — | 13 275 49,9 | — | 1840,76 |
| 2323 | 39 Draconis | 18 21 43 | 58 43 | 4,7 7,7 | 3,182 | — | 5 34,5 | — | 1834,64 |
| 2342 | Tauri Pon. 55 | 18 28 12 | 4 49 | 5,7 8,5 | 27,864 | — | 75 11 0,6 | — | 1842,97 |
| 2360 | Tauri Pon. 75 | 18 32 53 | 20 48 | 7,5 8,7 | 2,656 | + | 14 3 22,6 | — | 1841,50 |
| 2375 | ε Lyrae | 18 38 6 | 5 21 | 6,2 6,6 | 2,282 | — | 110 25,2 | — | 1840,06 |
| 2382 | 5 Lyrae | 18 39 22 | 39 31 | 4,6 6,3 | 3,171 | — | 24 46,4 | — | 1834,15 |
| 2383 | 5 Lyrae | 18 39 25 | 30 28 | 4,9 5,2 | 2,727 | — | 155 11,2 | — | 1834,19 |
| 2403 | Draconis 203 | 18 42 32 | 60 53 | 6,2 9 | 1,639 | — | 33 257 43,0 | — | 1839,43 |
| 2420 | o Draconis | 18 48 59 | 59 12 | 4,6 7,6 | optischer Doppelstern. | — | — | — | — |
| 2425 | o Draconis | 18 52 25 | 8 19 | 6,9 7,7 | 32,134 | — | 182 43,0 | — | 1839,28 |
| 2426 | o Draconis | 18 53 0 | 12 43 | 6,8 8,2 | 16,547 | — | 27 258 57,9 | — | 1842,65 |
| 2436 | o Draconis | 18 55 6 | 8 33 | 7,4 8,1 | 34,248 | — | 35 309 36,8 | — | 1838,74 |
| 2437 | o Draconis | 18 55 20 | 21 57 | 7,8 8 | 0,987 | — | 43 133 41,1 | — | 1841,70 |
| 2455 | o Draconis | 19 0 28 | 18 57 | 7,2 8,3 | 4,311 | — | 75 27,0 | — | 1843,17 |
| 2456 | o Draconis | 19 0 36 | 38 17 | 8,2 8,2 | 27,973 | — | 81 12 12,8 | — | 1843,05 |
| 2486 | Cygni 6 | 19 8 12 | 49 34 | 6 6,5 | 10,411 | — | 11 223 57,2 | — | 1841,36 |
| 2534 | Cygni 6 | 19 22 17 | 36 14 | 7,8 8 | 6,697 | — | 63 33,1 | — | 1837,12 |
| 2548 | Cygni 6 | 19 30 10 | 24 40 | 8 9 | 8,692 | — | 45 100 51,8 | — | 1843,62 |
| 2573 | δ Cygni | 19 37 51 | 60 9 | 6,2 8,5 | 18,051 | — | 29 10,3 | — | 1837,21 |
| 2576 | δ Cygni | 19 39 51 | 33 13 | 7,8 7,8 | 3,506 | — | 7 315 38,9 | — | 1842,42 |
| 2579 | χ Cygni | 19 40 17 | 44 46 | 3 7,9 | 1,615 | — | 32 31 27,9 | — | 1837,27 |
| 2580 | χ Cygni | 19 40 44 | 33 23 | 5,1 8,1 | 25,646 | — | 33 72 58,4 | — | 1840,11 |

| Nr. (Stru- ve's Kat.) | N a m e. | A.R. 1850. | Decl. 1850. | Grössen. | Distanz. | Veränd. in Tau- sendth. | Position. | Veränd. | Epoche. |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------|----------|------------------------|-------------------------------|-----------|----------|---------|
| 2603 | ε Draconis | 19 ^h 48' 39'' | + 69 53 | 4 | 2,775 | | 353° 49,7 | + 25,232 | 1830,15 |
| 2626 | | 19 58 15 | + 30 5 | 8 | 1,144 | | 124 16,2 | + 13,093 | 1841,48 |
| 2644 | | 20 4 57 | + 0 25 | 7,1 | 3,386 | | 209 54,4 | + 17,144 | 1838,75 |
| 2645 | | 20 5 21 | + 51 14 | 8,0 | 1,553 | | 139 38,9 | + 26,721 | 1837,90 |
| 2666 | Cygni 172 | 20 12 48 | + 40 16 | 6,5 | 2,777 | | 244 32,0 | + 24,403 | 1837,78 |
| 2690 | | 20 24 1 | + 10 45 | 7 | 14,254 | | 255 40,6 | + 4,268 | 1837,94 |
| 2696 | | 20 26 6 | + 4 56 | 8 | 1,027 | | 304 8,5 | + 21,455 | 1843,09 |
| 2704 | β Delphini | 20 30 31 | + 14 5 | 3 | optischer Doppelstern. | | | | |
| 2716 | 49 Cygni | 20 34 58 | + 31 47 | 6 | 2,739 | | 50 30,7 | + 6,735 | 1835,59 |
| 2736 | | 20 49 35 | + 12 25 | 7,5 | 5,164 | | 219 39,9 | + 14,645 | 1836,39 |
| 2737 | ε Equulei (dreifach) | 20 51 35 | + 3 43 | 5,7 | 12,371 | — 117 | 292 22,0 | + 10,880 | 1840,70 |
| 2741 | | 20 53 42 | + 49 53 | 6 | 2,060 | | 35 16,6 | + 9,593 | 1834,27 |
| 2742 | 2 Equulei | 20 54 49 | + 6 36 | 7,1 | 2,599 | | 226 33,1 | + 12,083 | 1841,85 |
| 2745 | 12 Aquarii | 20 56 9 | + 6 25 | 5,6 | 2,946 | | 190 45,1 | + 9,371 | 1838,55 |
| 2758 | 61 Cygni | 21 0 10 | + 38 1 | 5,3 | 15,841 | | 93 2,7 | + 41,953 | 1834,37 |
| 2760 | | 21 0 33 | + 33 32 | 7,3 | 12,371 | | 233 30,7 | + 1,598 | 1840,70 |
| 2767 | | 21 1 39 | + 19 21 | 7,8 | 2,583 | | 32 42,2 | + 9,659 | 1833,66 |
| 2769 | | 21 3 47 | + 21 51 | 6,5 | 17,811 | | 300 22,5 | + 3,127 | 1837,83 |
| 2797 | | 21 19 48 | + 13 4 | 6,7 | 3,223 | | 214 37,7 | + 9,897 | 1836,65 |
| 2799 | Pegasi 20 | 21 21 34 | + 10 26 | 6,6 | 1,453 | | 331 0,0 | + 31,256 | 1839,22 |
| 2804 | Pegasi 29 | 21 26 3 | + 20 3 | 7,3 | 8,281 | | 318 25,8 | + 16,120 | 1839,71 |
| 2816 | | 21 34 19 | + 56 49 | 6,3 | 11,897 | | 121 12,3 | + 5,141 | 1839,44 |
| 2822 | μ Cygni | 21 37 26 | + 28 4 | 4 | 5,078 | | 114 59,8 | + 5,469 | 1841,04 |
| 2825 | | 21 39 14 | + 0 10 | 8 | 0,989 | | 106 56,5 | + 36,219 | 1838,25 |

| | | | | | | | | | |
|------|--------------------|----------|---------|-----|-----------------------|--|----------|----------|---------|
| 2840 | Cephei 147 | 21 47 6 | + 55 6 | 6 | 19,906 | | 194 29,2 | + 2,837 | 1836,77 |
| 2847 | | 21 50 20 | + 4 12 | 7,6 | 1,189 | | 298 47,5 | + 56,190 | 1836,36 |
| 2863 | ξ Cephei | 21 59 27 | + 63 54 | 4,7 | 5,712 | | 288 15,3 | + 4,591 | 1838,01 |
| 2878 | Pegasi 148 | 22 7 0 | + 7 14 | 6,5 | 1,343 | | 132 37,1 | + 21,885 | 1839,73 |
| 2893 | | 22 10 9 | + 72 34 | 5,5 | 28,877 | | 348 24,1 | + 1,263 | 1842,27 |
| 2909 | ζ Aquarii | 22 21 6 | + 0 47 | 4,1 | 3,613 | | 355 14,9 | + 27,095 | 1831,93 |
| 2912 | 37 Pegasi | 22 22 23 | + 3 40 | 5,8 | 0,927 | | 118 55,1 | + 36,218 | 1840,81 |
| 2924 | | 22 28 42 | + 69 5 | 6,8 | 0,785 | | 260 12,5 | + 21,642 | 1839,59 |
| 2944 | | 22 40 6 | + 5 0 | 7 | 4,110 | | 246 40,3 | + 5,748 | 1830,58 |
| 2946 | | 22 42 48 | + 39 43 | 8 | 5,168 | | 254 23,8 | + 8,151 | 1841,33 |
| 2946 | | 23 8 36 | + 2 25 | 7,7 | 4,778 | | 28 33,4 | + 16,216 | 1837,40 |
| 2995 | | 23 11 13 | + 14 16 | 5,2 | 13,682 | | 345 36,0 | + 7,931 | 1836,51 |
| 2998 | 94 Aquarii | 23 12 29 | + 67 17 | 5,2 | 2,340 | | 179 19,7 | + 30,828 | 1841,62 |
| 3001 | ο Cephei | 23 15 59 | + 9 17 | 7 | 7,188 | | 271 16,1 | + 18,887 | 1837,54 |
| 3008 | | 23 51 26 | + 54 55 | 5,4 | 3,015 | | 325 28,0 | + 4,782 | 1836,56 |
| 3049 | σ Cassiopejæ | 23 51 51 | + 32 53 | 6 | 3,822 | | 192 49,9 | + 14,501 | 1840,77 |
| 3050 | Andromedæ 37 | 23 58 25 | + 57 36 | 7 | siehe Bahnberechnung. | | | | |
| 3062 | | 23 58 25 | + 57 36 | 7 | | | | | |
| 3127 | δ Herculis | 17 8 52 | + 25 1 | 3 | 25,783 | | 174 10,7 | + 9,249 | 1838,78 |
| | β Scorpit. | 15 56 43 | + 19 23 | 2 | 13,614 | | 25 58,6 | + 1,292 | 1833,25 |

Aus dem grossen Heere der übrigen, bei denen noch keine Stellungsveränderung wahrgenommen ist, lassen wir einige der augenfälligsten und am leichtesten zu beobachtenden folgen:

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------------|---------|---------|-----|--------|--|----------|--|--|
| 12 | 35 Piscium | 0 7 15 | + 7 59 | 6,5 | 11,655 | | 149° 21' | | |
| 180 | γ Arietis | 1 45 18 | + 18 33 | 4,2 | 8,631 | | 359 59 | | |
| 201 | ε Trianguli | 1 54 13 | + 32 34 | 5,3 | 3,720 | | 119 38 | | |
| 281 | ν Ceti | 2 28 0 | + 4 56 | 5 | 7,725 | | 83 18 | | |
| 452 | 30 Tauri | 3 40 3 | + 10 41 | 4,5 | 8,897 | | 57 54 | | |
| 471 | ζ Persei | 3 44 43 | + 38 26 | 2,7 | 12,477 | | 207 38 | | |
| 655 | ι Leporis | 5 5 18 | + 12 3 | 4,2 | 12,807 | | 337 39 | | |
| 661 | x Leporis | 5 6 18 | + 13 7 | 5 | 3,053 | | 358 41 | | |
| 738 | λ Orionis | 5 26 53 | + 9 50 | 4 | 4,236 | | 40 19 | | |

∞ *

| Nr. (Struve's Kat.) | N a m e. | A.R. 1850. | Decl. 1850. | Größen. | Distanz. | Position. |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------|----------------------------------|----------|-----------|
| 748 | ♄ Orionis (vielfach) . . . | 5 ^h 27' 55" | — 5 30 | Vier helle u. mehrere kleine St. | | |
| 752 | ι Orionis | 5 28 6 | — 6 1 | 3,2 7,3 | 11,320 | 142° 10' |
| 900 | 8 Monocerotis | 6 15 49 | — 4 40 | 4,0 6,7 | 13,865 | 25 52 |
| 997 | μ Canis maj. | 6 49 14 | — 13 51 | 4,7 8,0 | 3,223 | 343 32 |
| 1135 | π Geminorum | 7 37 50 | — 33 47 | 4,9 11 | 22,605 | 211 43 |
| 1190 | 29 Monocerotis | 8 1 3 | — 2 33 | 6 11,7 | 31,580 | 104 10 |
| 1268 | ι Cancri | 8 37 37 | — 29 18 | 4,4 6,5 | 30,462 | 307 6 |
| 1291 | ι ² Cancri | 8 45 5 | — 31 9 | 5,9 6,4 | 1,510 | 333 18 |
| 1340 | β ² Lyncis | 9 12 17 | — 50 11 | 6,5 8,3 | 6,060 | 319 24 |
| 1524 | γ Ursae maj. | 11 10 22 | — 33 55 | 3,7 10 | 7,096 | 146 34 |
| 1694 | Camelop. β ² | 12 48 6 | — 84 14 | 4,9 5,4 | 21,755 | 327 14 |
| 1890 | β ² Bootis | 14 44 35 | — 49 20 | 5,7 6,2 | 3,757 | 44 12 |
| 1930 | δ Serpentis | 15 11 39 | — 2 20 | 5 10,2 | 10,330 | 40 39 |
| 2082 | 42 Herculis | 16 34 41 | — 49 13 | 4 10,7 | 22,390 | 92 21 |
| 2140 | α Herculis | 17 7 49 | — 14 34 | 3 6,1 | 4,648 | 118 29 |
| 2316 | 59 Serpentis | 18 19 32 | — 0 7 | 6 7,5 | 3,830 | 315 0 |
| 2417 | γ Serpentis | 18 48 46 | — 4 1 | 4 4,2 | 21,647 | 103 50 |
| 2461 | 17 Lyrae | 19 1 45 | — 32 16 | 5,7 9,8 | 3,723 | 330 38 |
| 2487 | η Lyrae | 19 8 39 | — 38 53 | 4 8,1 | 27,896 | 84 58 |
| 2585 | ζ Sagittae | 19 42 19 | — 18 46 | 5,7 8,8 | 8,492 | 312 50 |
| 2594 | 57 Aquilae | 19 46 30 | — 8 3 | 5,2 6,2 | 35,556 | 171 28 |
| 2637 | 5 Sagittae | 20 3 19 | — 20 28 | 6 8,3 | 11,405 | 326 43 |
| 2675 | α Cephei | 20 13 51 | — 77 15 | 4 8 | 7,373 | 124 6 |
| 2873 | Cephei 180 | 22 3 27 | — 82 9 | 6,2 7 | 13,792 | 77 19 |
| 2950 | Cephei 241 | 22 45 32 | — 60 54 | 5,7 7 | 2,040 | 319 6 |
| 3053 | Anonyma | 23 54 57 | — 65 16 | 6 7,3 | 15,153 | 69 58 |
| 2727 | γ Delphini | 20 39 42 | — 15 35 | 4 5 | 11,904 | 273 46 |

Mehrere dieser Begleiter sind sehr lichtschwach, einige auch veränderlich, sie können indess dienen, die Kraft eines Fernrohrs zu prüfen.

Schliesslich lasse ich hier noch die bisjetzt berechneten Bahnen folgen, da ihre Zahl sehr mässig ist. Die Aufeinanderfolge ist beiläufig der Grad der Gewissheit, sodass ξ Ursae majoris, die zuverlässigste von allen, den Anfang macht. Die Ebene, worauf Knoten und Neigung bezogen sind, ist die der scheinbaren Himmelskugel, also die, auf welche unser Visionsradius senkrecht steht. Beim Knoten bleibt es ungewiss, ob es der auf- oder der niedersteigende sei.

BERECHNETE BAHNEN.

Wir haben oben gesehen, dass ungeachtet der grossen Anzahl der Doppelsterne und trotz der zahlreichen Beobachtungen, die von ihnen vorliegen, doch nur erst wenige den Versuch gelohnt haben, ihre Bahn zu bestimmen. Es wird deshalb angemessen sein, sie einzeln aufzuführen.

ξ Ursae majoris.

Ort für 1850. AR. = $167^{\circ} 32' 33'',48$

Decl. = $+ 32^{\circ} 22' 20,48$

Secularbewegung in AR. = $- 53'',0$

in Decl. = $- 58'',6$

im grössten Kreise = $- 73'',8$.

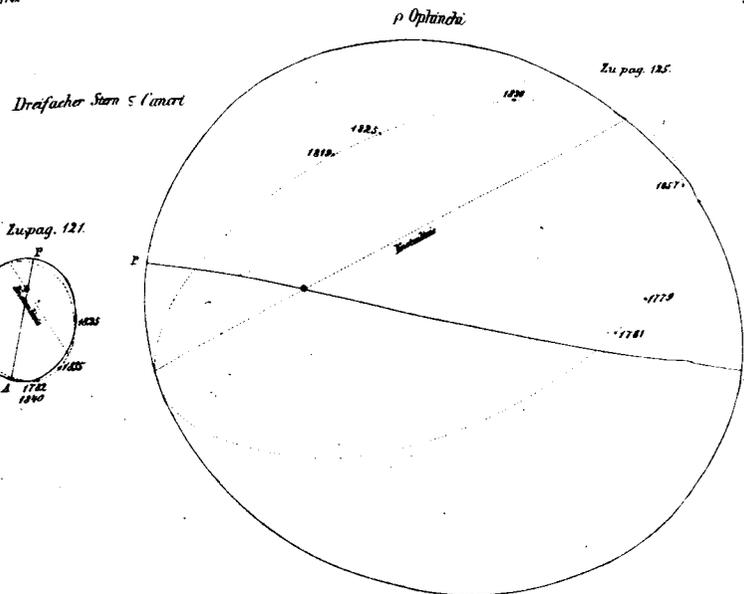
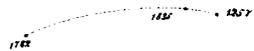
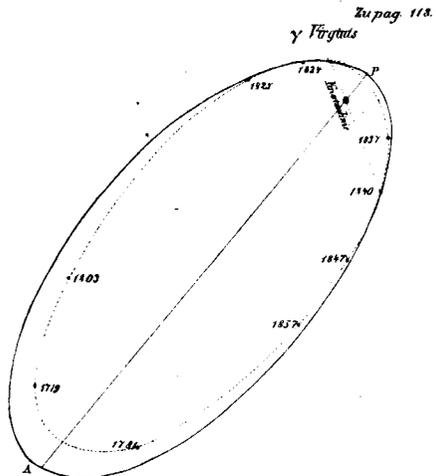
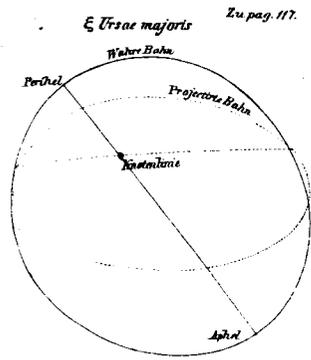
Grösse: 4,0 und 4,9. Beide Sterne weiss.

Elemente der Bahn.

Umlaufszeit = 61 Jahre 109 Tage.

Mittlerer Abstand = $2'',295$

Knoten = $96^{\circ} 21,9$ (Aeq. 1845)



Perihel vom Knoten = $132^{\circ} 28',7$

Excentricität = $\sin 23^{\circ} 48,7 = 0,4037$

Neigung = $50^{\circ} 55,4$.

Zeit des Perihels 1817, Februar 6. — Bewegung rückläufig.

Ob der aufsteigende oder der niedersteigende Knoten zu verstehen sei, lässt sich hier (wie bei Doppelsternen überhaupt) nicht entscheiden. Die Neigung ist auf die Ebene des Himmelsgewölbes, senkrecht auf unsern Visionsradius, zu beziehen. Das Perihel ist das wirkliche, nicht das (für uns) erscheinende.

Nach diesen Elementen wird der Stern, der jetzt schon bei sechzig- bis achtzigmaliger Vergrößerung doppelt erscheint*, noch etwa 12 Jahre lang eine Verminderung des scheinbaren Abstandes seiner Glieder erfahren. Zur Zeit der kleinsten Distanz wird es einer mindestens vierhundertmaligen Vergrößerung bedürfen, ihn doppelt zu sehen.

Setzt man die Masse des Sternenpaares der unserer Sonne gleich, so beträgt sein Abstand von uns $1\frac{2}{5}$ Millionen Sonnenweiten oder 29 Billionen Meilen.

γ Virginis.

AR. für 1850 = $188^{\circ} 30' 58'',85$

Decl. = $- 0 37 33,48$

Secularbewegung in AR. = $- 53'',6$

in Decl. = $+ 1,4$

im grössten Kreise = $53,6$.

Grösse: 3,0 und 3,0. Beide Sterne gelblich.

*) Diese und alle ähnlichen Angaben setzen voraus, dass das Fernrohr scharf begrenzte Bilder darstelle und der Luftzustand ein deutliches Pointiren auf einen bestimmten Punkt gestatte.

Elemente der Bahn.

Umlaufszeit = 169 Jahre 178 Tage.

Mittlerer Abstand = $3'',863$.

Knoten = $62^{\circ} 8',7$

Perihel vom Knoten = $79 4,3$

Neigung = $25 25,4$

Excentricität = $\sin 61^{\circ} 43',3 = 0,8806$

Zeit des Perihels 1836, April 11. — Bewegung rückläufig.

In den Jahren 1835 und 1836 standen die beiden Sterne so nahe, dass kein Fernrohr mehr im Stande war, sie getrennt darzustellen und die kräftigsten nur einen Stern von länglicher Figur darstellten. Gegenwärtig beträgt der scheinbare Abstand schon über $3''$ und er wird noch etwa ein halbes Jahrhundert im Zunehmen bleiben, bis er gegen das Jahr 1915 die Distanz $7''$ erreicht.

Unter denselben Voraussetzungen wie bei dem vorigen Sterne beträgt seine hypothetische Entfernung von uns $1\frac{5}{8}$ Millionen Sonnenweiten = 34 Billionen Meilen.

Castor.

AR. 1850 = $111^{\circ} 15' 13'',24$

Decl. = $32 12 42,96$

Secularbewegung in AR. = $- 19'',3$

in Decl. = $- 7,9$

im grössten Kreise = $18,2$.

Grösse: 2,7 und 3,7. Beide Sterne grünlich.

Elemente der Bahn.

Umlaufszeit = 519 Jahre 281 Tage.

Mittlerer Abstand = $5'',692$

Knoten = $10^{\circ} 45',6$

Perihel vom Knoten = $16 1,7$

Neigung = $41 46,7$

Excentricität = $\sin 12^{\circ} 40',4 = 0,21938$.

Zeit des Perihels 1688, April 12. — Bewegung rückläufig.

Diesen Elementen zufolge wird bis gegen 1880 hin eine Zunahme der Distanz, doch nur von $\frac{1}{6}$ Secunde im Jahrzehnd, fort dauern, worauf sie langsamer wird und zu Anfang des künftigen Jahrhunderts ein Maximum erreicht.

Hypothetische Entfernung $2\frac{1}{3}$ Millionen Sonnenweiten = 48 Billionen Meilen.

3210 des Bradley-Katalogs, in der Cassiopeja.

AR. 1850 = $359^{\circ} 36' 38'',88$

Decl. = + $57 36 0,28$

Secularbewegung in AR. = + $51'',1$

in Decl. = + $4,7$

im grössten Kreise = $27,8$.

Grösse: 6,9 und 8,0. Beide Sterne gelb.

Elemente der Bahn.

Umlaufszeit = 146 Jahre 303 Tage.

Mittlerer Abstand = $0'',9982$

Knoten = $77^{\circ} 21',2$

Perihel vom Knoten = $42 10,3$

Neigung = $38 35,9$

Excentricität = $\sin 35^{\circ} 7',5 = 0,57536$.

Zeit des Perihels 1834, Januar 4. — Bewegung rechtläufig.

Um das Perihel herum waren die Beobachtungen sehr schwierig; auch jetzt ist er nur in starken Fernröhren gut zu beobachten. Dem blossen Auge ist er auch als einfacher Stern nicht sichtbar. Die Distanz ist in sehr langsamer Zunahme begriffen und wird dies bis gegen Ende des Jahrhunderts stattfinden.

Hypothetische Entfernung nahezu 6 Millionen Sonnenweiten = 124 Billionen Meilen.

σ Coronae.

AR. 1850 = $242^{\circ} 15' 55'',41$

Decl. = + $34 14 29,44$

Secularbewegung in AR. = - $34'',0$

in Decl. = - $6,5$

im grössten Kreise = $28,8$.

Grösse: 5,0 und 6,1. Farben: gelblich und blassblau.

Elemente der Bahn.

Umlaufszeit = 478 Jahre 15 Tage.

Mittlerer Abstand = $3'',900$

Knoten = $0^{\circ} 29',2$

Perihel vom Knoten = $96 44,2$

Neigung = $38 55,8$

Excentricität = $\sin 39^{\circ} 56',8 = 0,64207$.

Zeit des Perihels 1829, Juni 26. — Bewegung rechtläufig.

Die Elemente haben nur geringe Sicherheit. Die bisherigen Beobachtungen fallen sämmtlich nahe um das Perihel und können noch wenig entscheiden. Die langsame Zunahme der Distanz wird noch über ein Jahrhundert von jetzt ab fort dauern.

Hypothetischer Abstand von der Erde $3\frac{2}{9}$ Millionen Sonnenweiten = 67 Billionen Meilen.

ζ Cancri, dreifacher Stern.

AR. 1850 = $120^{\circ} 54' 2'',47$

Decl. = + $18 5 46,20$

Secularbewegung in AR. = + $10,6$

in Decl. = - $11,1$

im grössten Kreise = $14,9$.

Grössen: 5,0; 5,7; 5,5. Farben: röthlichgelb bei allen drei Sternen.

Die hier folgenden Bahnelemente gelten für die beiden einander zunächst stehenden Sterne 5,0 und 5,7.

Umlaufszeit = 58 Jahre 99 Tage.

Mittlerer Abstand = 0'',892

Knoten = 33° 34',3

Perihel vom Knoten = 133 0,7

Neigung = 24 0,4

Excentricität = $\sin 26^\circ 21',0 = 0,44385$.

Zeit des Perihels 1816, September 7. — Bewegung rechtläufig.

Seit Herschel's erster Beobachtung (28. December 1781) hat der Stern bereits eine Umlaufperiode absolvirt. Dennoch sind, die Umlaufszeit ausgenommen, die hier aufgeführten Elemente wenig zuverlässig, denn auf die erste Beobachtung folgt eine Lücke von 44 Jahren. Wir wissen nur, dass er in dieser Zwischenzeit eine sehr kleine Distanz haben musste, denn Herschel II. und South, die doch um seine Duplicität wussten, fanden ihn „*perfectly round*“. Der scheinbare Abstand ist gegenwärtig fast genau eine Secunde.

Hypothetischer Abstand von der Erde $3\frac{1}{2}$ Millionen Sonnenweiten = 72 Billionen Meilen.

Der entferntere Begleiter in diesem Dreigestirn ist in der obigen Tafel mit aufgeführt. Seine Bahn kann man noch nicht bestimmen; die jährliche Winkelbewegung ist jetzt — 34',6 und die Umlaufszeit würde hiernach zwischen sechs und sieben Jahrhunderte fallen. Der Helligkeit nach ist er der zweite Stern; der röthliche Schimmer ist bei ihm dagegen am schwächsten.

ω Leonis.

AR. 1850 = 140° 6' 17',56

Decl. = + 9 42 24,01

Secularbewegung in AR. = + 4'',3

in Decl. = — 3,5

im grössten Kreise = 5,4.

Grösse: 6,2 und 7,0. Beide röthlich, der schwächere Stern in stärkerm Grade.

Die Elemente der Bahn

sind noch sehr wenig gewiss, was in der schwierigen Beobachtung des Sterns seinen Grund hat. Auch in den stärksten Fernröhren sieht man ihn bloß länglich; nur 1825 konnte Struve ihn bei sehr günstiger Luft doppelt erblicken. Die Umlaufszeit ist etwa 120 Jahre und der mittlere Abstand noch unter einer Secunde.

Sowol Excentricität als Neigung müssen bedeutend sein. Bewegung direct.

Hypothetischer Abstand von der Erde 6 Millionen Sonnenweiten = 124 Billionen Meilen.

Klinkerfues' Bahnelemente für ω Leonis.

$\alpha = 140^\circ 6' 17'',56$; $\delta = + 9^\circ 42' 24'',01$. Grössen:

6,2 und 7,0. Beide Sterne gelb.

Periheldurchgang = 1841, Mai 28.

Perihel vom Knoten = 84° 9',5

Knoten = 169 12,5 (Aeq. 1850)

Neigung = 60 13,3

Excentricität = 0,72248

Umlaufszeit = 227,77 Jahre

Halbe grosse Axe = 1'',307.

τ Ophiuchi.

AR. 1850 = 268° 43' 44'',48

Decl. = 8 10 29,99

Secularbewegung in AR. = + 6'',8

in Decl. = — 0,6

im grössten Kreise = 6,7.

Grösse: 5,0 und 5,7. Beide gelblich.

Elemente der Bahn.

Umlaufszeit = 87 Jahre 13 Tage.

Mittlerer Abstand = $0'',8178$ Knoten = $55^\circ 5'$

Perihel vom Knoten = 145 40

Neigung = 51 47

Excentricität = $\sin 2^\circ 8',8 = 0,0''3746$.

Zeit des Perihels 1840, Januar 25. — Bewegung rechtläufig.

Eine nahezu kreisförmige Bahn. Uebrigens sind die Elemente etwas unsicher; und ihre Verbesserung wird vorzugsweise von Beobachtungen auf südlicher gelegenen Sternwarten gehofft werden müssen.

Hypothetischer Abstand von der Erde 5 Millionen Sonnenweiten = 103 Billionen Meilen.

ξ Librae, dreifacher Stern.

AR. 1850 = $239^\circ 1' 52'',86$ Decl. = $- 10 57 18,99$ Secularbewegung in AR. = $- 6'',9$ in Decl. = $- 3,9$

im grössten Kreise 7,9.

Grössen: 4,9; 5,2; 7,2. Farben: die beiden hellern schwachgelb, der schwächere (entferntere) bläulich.

Da die Beobachtungen der beiden einander nähern Sterne zwar eine sehr starke scheinbare Ellipticität ergaben, jedoch keine bestimmte Andeutung einer wahren zeigten, so berechnete ich sie in der Kreishypothese, ohne jedoch behaupten zu wollen, dass die Bahn ein wirklicher Kreis sei.

Elemente der Kreisbahn.

Umlaufszeit = 105 Jahre 191 Tage.

Knoten = $4^\circ 45',2$

Epoche des Knotens = 1832; August 11.

Neigung = $70^\circ 13',3$ Mittlerer Abstand = $1'',289$. — Bewegung direct.

Die Distanz wird noch einige Zeit hindurch abnehmen. Der entferntere Begleiter gestattet noch keine Bahnbestimmung; seine retrograde Bewegung ist jetzt jährlich $14',704$, was auf eine Umlaufszeit von $1\frac{1}{2}$ Jahrtausenden führen würde. — Ganz nahe bei diesem Dreigestirn und nur $4'$ von ihm abstehend, steht noch ein schwächerer Doppelstern.

Hypothetische Entfernung von der Erde $3\frac{5}{9}$ Millionen Sonnenweiten = 73 Billionen Meilen.

p Ophiuchi.

AR. 1850 = $269^\circ 28' 6'',55$ Decl. = $+ 2 32 22,29$ Secularbewegung in AR. = $+ 19'',7$ in Decl. = $- 109,0$

im grössten Kreise = 110,8.

Grössen: 4,1 und 6,1. Farben: roth (der stärkere); purpur (der schwächere Stern).

Dieser Doppelstern ist der einzige, bei dem es noch nicht gelungen ist, die Beobachtungen durch eine Kepler'sche Ellipse so darzustellen, dass für alle eine befriedigende Uebereinstimmung erzielt wird. Verschiedene mehrmals wiederholte Versuche von Encke, Herschel II. und mir führten sämmtlich auf ein solches negatives Resultat. — Der Widerspruch liegt hauptsächlich in den Beobachtungen von 1819—22; liesse man diese weg, so würde eine ziemlich gut harmonirende Bahn gewonnen.

Leicht möglich, dass das System ein ternäres, und der dritte Stern zwar von nicht unbedeutender Masse, uns jedoch unsichtbar ist. Ich gebe deshalb die folgende, 1846 erhaltene Bahn, da ich eine neue Untersuchung erst nach

einigen Jahren wieder vornehmen will, wenn der Begleiter seiner ersten Position von 1779 wieder nahe genug gekommen ist, um die Curve, ohne eine Hypothese zu Hülfe zu nehmen, schliessen zu können. Ebendeshalb setze ich sie auch nur beiläufig an.

$$\begin{aligned} \text{Umlaufszeit} &= 92 \text{ Jahre.} \\ \text{Mittlerer Abstand} &= 4'',5 \\ \text{Knoten} &= 128^\circ \\ \text{Perihel vom Knoten} &= 150^\circ \\ \text{Neigung} &= 57 \text{ } 12 \\ \text{Excentricität} &= \sin 28^\circ 43' = 0,4805 \\ \text{Zeit des Perihels} &1810, \text{ April.} \end{aligned}$$

Er ist auch schon in mässigen Fernröhren bequem sichtbar.

Hypothetischer Abstand von der Erde 940000 Sonnenweiten = 19 Billionen Meilen.

ξ Bootis.

$$\begin{aligned} \text{AR. 1850} &= 221^\circ 7' 5'',02 \\ \text{Decl.} &= + 19 \text{ } 43 \text{ } 31,25 \\ \text{Secularbewegung in AR.} &= + 17'',1 \\ &\text{in Decl.} = - 12,4 \\ \text{im grössten Kreise} &= 20,3. \\ \text{Grössen: 4,7 und 6,6. Farben: hochgelb und purpur.} \end{aligned}$$

Elemente der Bahn.

$$\begin{aligned} \text{Umlaufszeit} &= 160 \text{ Jahre } 254 \text{ Tage.} \\ \text{Mittlere Distanz} &= 5'',591 \\ \text{Knoten} &= 172^\circ 39',4 \text{ (Aeq. 1850)} \\ \text{Perihel vom Knoten} &= 315 \text{ } 9,7 \\ \text{Neigung} &= 52^\circ 39,3 \\ \text{Excentricität} &= \sin 26^\circ 59',9 = 0,4540. \\ \text{Zeit des Perihels} &1761, \text{ September } 16. \end{aligned}$$

Ein wahrscheinlich durch einen Schreibfehler entstellter Positionswinkel hatte bei diesem Doppelstern lange Zeit die Berechner irre geführt. Die gänzliche Unvereinbarkeit der Beobachtung von 1793 mit irgendwelcher Bahn führte mich zu dem Versuche, die Herschel'sche Bemerkung „north preceding“ in „north following“ zu verändern.

Nun kam alles ungezwungen in Uebereinstimmung, und die nach Berechnung dieser Bahn (1853) fortgesetzten Beobachtungen harmoniren gleichfalls. Der Stern ist leicht aufzufinden und zu beobachten und die Farben ausgezeichnet schön.

Hypothetische Entfernung von der Erde $1\frac{1}{10}$ Millionen Sonnenweiten = 23 Billionen Meilen.

Den vorstehenden, sämmtlich vom Verfasser berechneten Bahnelementen füge ich noch einige andere von verschiedenen Astronomen herrührende hier bei.

Piazzis XV. 74. nahe bei μ Bootis.

$$\begin{aligned} \mu \text{ Bootis AR.} &= 229^\circ 18' 48'',61 \\ \text{Decl.} &= + 37 \text{ } 54 \text{ } 20,50 \\ \text{Gemeinschaftliche Secularbewegung in AR.} &= + 14'',8 \\ &\text{in Decl.} = + 9,0 \\ \text{im grössten Kreise} &= 14,8. \\ \text{Farben: 6,7 und 7,3. Beide Sterne blassgrün.} \end{aligned}$$

Russel Hind's Bahnelemente.

$$\begin{aligned} \text{Umlaufszeit} &= 458 \text{ Jahre } 238 \text{ Tage.} \\ \text{Mittlerer Abstand} &= 3'',08 \\ \text{Knoten} &= 104^\circ 50' \\ \text{Perihel vom Knoten} &= 103 \text{ } 22 \\ \text{Neigung} &= 58 \text{ } 2 \\ \text{Excentricität} &= \sin 61^\circ 20',5 = 0,9775. \\ \text{Zeit des Perihels} &1851, \text{ October } 1. \text{ — Bewegung rückläufig.} \end{aligned}$$

Der Doppelstern steht 108' vom μ Bootis entfernt und seine Eigenbewegung theilt er mit diesem, sodass er höchst wahrscheinlich mit ihm zu einem gemeinschaftlichen ternären System verbunden ist. So leicht er auch (in starken Fernröhren selbst am Tage) durch Hülfe von μ Bootis aufgefunden werden kann, so schwierig ist gegenwärtig das Erkennen seiner Duplicität. Mir gelingt sie jetzt in keiner geringern Vergrößerung als einer sechshundertmaligen.

Hypothetische Entfernung 4 Millionen Sonnenweiten = 82 Billionen Meilen.

λ Ophiuchi.

$$\text{AR. 1850} = 245^\circ 50' 18'',55$$

$$\text{Decl.} = + 2 18 59,63$$

$$\text{Secularbewegung in AR.} = + 4'',4$$

$$\text{in Decl.} = - 6,0$$

$$\text{im grössten Kreise} = 7,5.$$

Grössen: 4,0 und 6,1; gelb und bläulich.

Russel Hind's Bahnelemente.

$$\text{Umlaufszeit} = 95 \text{ Jahre } 321 \text{ Tage.}$$

$$\text{Mittlerer Abstand} = 0'',847$$

$$\text{Knoten} = 30^\circ 23'$$

$$\text{Perihel vom Knoten} = 135 24$$

$$\text{Neigung} = 49 40$$

$$\text{Excentricität} = \sin 28^\circ 30',2 = 0,4772$$

$$\text{Zeit des Perihels } 1791, \text{ März } 19.$$

Der Stern ist jetzt ziemlich gut sichtbar, obwol nur in starken Vergrößerungen. Die Distanz wird sich aber in den nächsten Decennien so sehr vermindern, dass er um 1880 zu den schwierigsten Doppelsternen zu zählen sein wird.

Hypothetischer Abstand von der Erde $5\frac{1}{10}$ Millionen Sonnenweiten = 105 Billionen Meilen.

η Coronae.

$$\text{AR. 1850} = 229^\circ 15' 8'',08$$

$$\text{Decl.} = + 30 49 56,80$$

$$\text{Secularbewegung in AR.} = + 17,1$$

$$\text{in Decl.} = - 17,6$$

$$\text{im grössten Kreise} = 22,9.$$

Grössen: 5,2 und 5,7. Farben goldgelb; im schwächeren Stern die Farbe intensiver.

Villarceau's Bahnelemente.

$$\text{Umlaufszeit} = 67 \text{ Jahre } 113 \text{ Tage.}$$

$$\text{Mittlerer Abstand} = 1'',2015$$

$$\text{Knoten} = 8^\circ 52'',3$$

$$\text{Perihel vom Knoten} = 184 59,6$$

$$\text{Neigung} = 59 18,6$$

$$\text{Excentricität} = \sin 23^\circ 51' = 0,40433$$

$$\text{Zeit des Perihels } 1846, \text{ August } 24.$$

Der Stern gehört jetzt zu den allerschwierigsten. Messungen gelingen mir jetzt nur am Tage bei sehr reiner Luft. Da über die beiden ersten Messungen W. Herschel's einige Ungewissheit herrscht, so wird eine genauere Bestimmung wol erst dann gelingen, wenn die neuern Beobachtungen allein ausreichen.

Hypothetischer Abstand von der Erde $2\frac{5}{6}$ Millionen Sonnenweiten = 59 Billionen Meilen.

α Centauri.

$$\text{AR. 1850} = 517^\circ 22' 0'',00$$

$$\text{Decl.} = - 60 12 37,40$$

$$\text{Secularbewegung in AR.} = - 705'',0$$

$$\text{in Decl.} = + 83,1$$

$$\text{im grössten Kreise} = 359,9.$$

$$\text{Grössen: } 1,0 \text{ und } 4,0.$$

Jacob's Bahnelemente.

| | | |
|--------------------|---|--------------------|
| Umlaufszeit | = | 77 Jahre. |
| Mittlerer Abstand | = | 15'',5 |
| Perihel vom Knoten | = | 291° 22' |
| Knoten | = | 86 7 |
| Neigung | = | 47 56 |
| Excentricität | = | sin 71 48 = 0,950. |
| Zeit des Perihels | = | 1851,50. |

Statt der beiden ersten Elemente hat Jacob neuerdings 79 Jahre und 14'',85 angegeben.

Dieser schönste aller Doppelsterne des Firmaments ist nirgends in Europa sichtbar. Am Cap, in Madras und in Poonah sind die Beobachtungen erhalten, worauf obige Bahn sich gründet. Uebrigens befinden wir uns hier in demselben Falle wie bei ρ Ophiuchi; Jacob hält es für unerlässlich, einen dritten uns unsichtbaren Stern anzunehmen, der störend auf die Bahn einwirkt. Da wir die Parallaxe des Sterns kennen, so haben wir hier

wirkliche Entfernung von der Erde 224520 Sonnenweiten = $4\frac{2}{3}$ Billionen Meilen.

Zur Vergleichung folge hier

hypothetische Entfernung von der Erde 255730 Sonnenweiten.

Der Unterschied beider zeigt, dass die Masse von α Centauri der Sonnenmasse nicht gleich, sondern kleiner sei; sie findet sich = 0,677 der Sonnenmasse. Mit Jacob's frühern oben aufgeführten Elementen würde eine Masse 0,810 erhalten werden.

 δ Cygni.

| | | |
|------|----|---------|
| 295° | 4' | 16'',77 |
| + 44 | 46 | 1,38 |

Secularbewegung in AR. = + 7'',0

in Decl. = + 2,1

im grössten Kreise = + 5,4.

Grössen: 3,0 und 7,9. Farben: der hellere grünlich, der schwächere aschgrau.

Russel Hind's Bahnelemente.

| | | |
|--------------------|---|------------------------|
| Umlaufszeit | = | 178 Jahre 256 Tage. |
| Mittlerer Abstand | = | 1'',811 |
| Knoten | = | 24° 54' |
| Perihel vom Knoten | = | 243 24 |
| Neigung | = | 46 23 |
| Excentricität | = | sin 37 20,9 = 0,60667. |
| Zeit des Perihels | = | 1862, November 14. |

Einer der schwierigsten Doppelsterne wegen des grossen Unterschieds ihres Glanzes. Am Tage sieht man nur den hellern Stern; in der Nacht versteckt sich der schwächere in den Strahlen des hellern. Nur eine kurze Zeit während der Dämmerung, wenn gleichzeitig die Luft ausgezeichnet rein und ruhig ist, gelingen die Messungen.

Hypothetische Entfernung von der Erde $3\frac{5}{8}$ Millionen Sonnenweiten = 75 Billionen Meilen.

 ζ Herculis.

| | | |
|------------------------|----------------------------|------------------|
| AR. 1850 | = | 248° 54' 30'',88 |
| Decl. | = | + 31 52 39,61 |
| Secularbewegung in AR. | = | - 47'',3 |
| in Decl. | = | + 41,3 |
| im grössten Kreise | = | 57,7. |
| Grössen: 3,0 und 6,5. | Farben: gelb und röthlich. | |

Villarceau's Bahnelemente.

| | | |
|-------------------|---|--------------------|
| Umlaufszeit | = | 36 Jahre 130 Tage. |
| Mittlerer Abstand | = | 1'',254 |

Aufsteigender Knoten = $214^{\circ} 20'',7$
 Perihel vom Knoten = $284 54,6$
 Neigung = $43 43,4$
 Excentricitätswinkel = $\sin 26^{\circ} 37',7 = 0,44821$.

Bewegung rückläufig.

Dieser rascheste unter den bekannten Umläufen gehört einem Stern an, der gegenwärtig nicht besonders schwierig zu beobachten ist, zur Zeit der kleinsten Distanz (1828—33) aber alle Bemühungen Struve's, den Begleiter zu sehen, veritelt. Nach 1864 wird dies wieder der Fall sein, wenn man nicht alsdann noch kräftigere Hülfsmittel anwendet.

Hypothetische Entfernung von der Erde $1\frac{4}{5}$ Millionen Sonnenweiten = 37 Billionen Meilen.

Ausserdem sind in neuester Zeit einige schon im Vorigen aufgeführte Bahnen von andern Astronomen neu berechnet worden, ich stelle sie der Vergleichung halber hier zusammen:

| | Winnecke's Bahn für ζ Caneri. | Klinkerfues' für ω Leonis. | Klinkerfues' für σ Coronae. | Hind's für α Gemi- norum (Castor). | Hind's für τ Ophi- uchi. |
|---------------------|---|---|--|--|--|
| Umlaufzeit. | { 58 Jahre 343 Tage | 133 Jahre 128 Tage | 420 Jahre 88 Tage. | 632 Jahre 99 Tage | 104 J. |
| Mittlere Entfern. | $1'',030$ | $0'',954$ | $3'',813$ | $6'',300$ | — |
| Knoten | $18^{\circ} 23'$ | $111^{\circ} 51',3$ | $20^{\circ} 43',9$ | $11^{\circ} 24'$ | 130° |
| Perihel v. Knoten | $141 54$ | $217 21,7$ | $65 54,1$ | $356 22$ | 336 |
| Neigung | $48 36$ | $57 14,0$ | $40 52,2$ | $43 14$ | $48^{\circ} 30'$ |
| Excentricität. | $0,2560$ | $0,36047$ | $0,58990$ | $0,2405$ | $0,575$ |
| Zeit des Perihels | { 1815 Juli 12. | 1876 Juni 9. | 1825 April 25. | 1699 April 5. | 1824 Octbr. |

Da im Vorstehenden sowol die Eigenbewegung des Sternepaars, als auch die Bahnbewegung des Begleiters, beide aus gleicher Entfernung gesehen, als Winkelgrössen

gegeben sind, so können wir sie nach ihrer Quantität unmittelbar vergleichen. Wir finden die jährlichen Quantitäten wie folgt:

| | Jährliche Eigen- bewegung = E. | Jährliche Bahn- bewegung = B. | Log. $\frac{B}{E}$. |
|--------------------------|---|--|----------------------|
| ξ Ursae maj. | $0'',738$ | $0'',2352$ | 9,50344 |
| γ Virginis | 0,536 | 0,1432 | 9,42685 |
| Castor | 0,182 | 0,0688 | 9,57756 |
| 3210 Bradley | 0,278 | 0,0427 | 9,18650 |
| σ Coronae | 0,288 | 0,0512 | 9,25039 |
| ζ Cancri | 0,149 | 0,0962 | 9,80991 |
| ω Leonis | 0,054 | 0,0449 | 9,92031 |
| τ Ophiuchi | 0,067 | 0,0590 | 9,94506 |
| ξ Librae | 0,079 | 0,0767 | 9,98749 |
| ρ Ophiuchi | 1,108 | 0,3073 | 9,44307 |
| ξ Bootis | 0,203 | 0,2186 | 0,03228 |
| Comes μ Bootis | 0,148 | 0,0422 | 9,45499 |
| λ Ophiuchi | 0,075 | 0,0555 | 9,86927 |
| η Coronae | 0,289 | 0,1123 | 9,68998 |
| α Centauri | 3,599 | 1,1811 | 9,51610 |
| δ Cygni | 0,054 | 0,0637 | 0,07153 |
| ζ Herculis | 0,577 | 0,2166 | 9,57457 |

Mittel $9,66131 = \log 0,4585$.

Die angeführten Eigenbewegungen sind

- α) etwas zu gross, da hier streng genommen das, was wir oben *motus peculiaris* nannten, zur Vergleichung kommen muss, der zwar auch grösser sein kann, durchschnittlich aber kleiner sein muss als der *motus proprius*;
- β) andererseits etwa im gleichen Verhältniss zu klein, da wir nur die Projectionen der Eigenbewegung, nicht diese selbst anführen können, indem das Verhältniss der perspectivischen Verkürzung uns unbekannt ist.

Durchschnittlich also sind die angegebenen Werthe denen nahezu gleich, welche die wahren *motus peculiares* ergeben würden, und wir schliessen also:

dass die Bahnbewegungen bei den obigen 17 Doppelsternen durchschnittlich noch nicht die Hälfte (0,4585) der eigenen Bewegung der Gesamtsysteme betragen. Im Folgenden wird diese Untersuchung noch auf einige andere Sterne ausgedehnt werden.

Die hypothetischen Entfernungen würden den wahren gleich sein, wenn die Masse des betreffenden Doppelsterns gleich der Sonnenmasse wäre. In dem einen Falle, wo eine Vergleichung möglich war, erhielten wir das Verhältniss der hypothetischen zur wahren Entfernung wie 17 : 15.

Man mag hieraus abnehmen, wie wenig Aussicht auch die Zukunft für directe Erforschung der Entfernungen (Parallaxen) der Gesamtheit der Fixsterne darbietet. Ausser der wirklich ermittelten von α Centauri kommen unter den 16 übrigen berechneten Sternenpaaren nur zwei Entfernungen vor (ρ Ophiuchi und ξ Bootis), wo eine Parallaxe von etwa $0'',2$, und drei andere, wo sie zwischen $0'',1$ und $0'',2$ fallend, zu erwarten ist; für alle übrigen bleibt sie unter $0'',1$.

DAS FIXSTERNSYSTEM.

Die früheste Zeit kannte die Fixsterne nur als feststehende (*fixae*) und ertheilte nur der ganzen Sphära, mit der man sie aufs innigste verband, eine allgemeine vierundzwanzigstündige Bewegung um die Erde. Was bei ihnen im astronomischen Sinne System genannt werden kann, bezeichnete nur die Beziehung von Sonne, Mond und Planeten zur Erde.

Das Gleiche gilt vom Kopernicanischen wie vom Tychoischen System. In beiden handelte es sich um Er-

klärung der wahrgenommenen Bewegungen; kein Wunder, dass nichts zu erklären war, wo noch keine Beobachtung eine Bewegung bemerkt hatte.

Kepler, der alles auf bestimmte Proportionen zu reduciren gedachte, erblickte in der Entfernung der Fixsterne (die er als beiläufig gleichweit von der Erde annahm) das dritte Proportionalglied zum Sonnenhalbmesser und der Entfernung des letzten Planeten (Saturn). Letzterer ist beiläufig 2000 Halbmesser der Sonne von ihrem Mittelpunkt entfernt, und so ergaben sich vier Millionen Sonnenhalbmesser für die *Sphaera fixarum*. Diese, von verhältnissmässig geringer Dicke, bildete die äusserste Grenze des Universums, als dessen Mittelpunkt er die Sonne betrachtete.

Lambert's Ideen vom Universum waren viel umfassender. Er betrachtete das Planetensystem der Sonne als ein Modell im Kleinen, nach welchem die höhern Systeme bis zur höchsten Ordnung hinauf geformt wären. Einzelne Fixsterncomplexe bildeten die nächst höhere Ordnung; die Gesamtheit der Fixsterne, welche sämtliche Partialcomplexe als einzelne Glieder umfasste, stand wiederum über diesen, war aber selbst wieder nur ein einzelnes Glied in Beziehung auf die Milchstrasse, welche nach ihm in sechs grosse Gruppen zerfiel. Doch auch sie war abermals nur ein Einzelglied in der Ordnung der Nebelflecke, deren jeder eine Stern- und Milchstrassenwelt gleich der unserigen ist, und deren Gesamtheit das letzte und höchste der Systeme bildet, zu welchem unser Auge zu dringen vermag.

Den Mittelpunkt unserer Fixsternwelt glaubte Lambert im Nebelfleck des Orion zu erblicken. Seine jedenfalls ungeheurere Ausdehnung schien ihm eine solche Annahme zu rechtfertigen. War sein Durchmesser millionenfach grösser als der unserer Sonne (und ein solches Volumen ist bei diesem Nebelfleck allerdings nicht unwahrscheinlich), so konnte er selbst bei einer sehr geringen Dichtigkeit genug

Masse haben, um die Stelle einer Centralsonne einzunehmen. Die Entfernung der Milchstrasse schätzte er auf 100000 Jahre Lichtzeit.

William Herschel hat zwar über die Figur des Fixsterncomplexes und über die Vertheilung der Massen innerhalb desselben manche, von grossem Scharfsinn zeugende Ideen veröffentlicht, die Frage über den Centralpunkt jedoch ganz mit Stillschweigen übergangen. Aber seine denkwürdige Untersuchung über die Bewegung unserer Sonne war ein ungemein wichtiger Schritt, durch den er seinen Nachfolgern beträchtlich vorarbeitete, wie wenig auch seine Zeitgenossen dies erkannten.

Kann gleich Immanuel Kant nicht zu den Astronomen *ex professo* zählen, so verdienen doch seine Conjecturen über die Centralsonne hier eine Stelle. Er erblickte sie im Sirius, und machte für ihn nicht allein die grössere Helligkeit, sondern auch seine Lage in Beziehung auf die andern hellern Sterne und besonders auf die Milchstrasse geltend. Dabei liess er jedoch die Fixsterne sich in geraden Linien bewegen (in seiner Abhandlung über den Bau der Himmel).

Die Unhaltbarkeit der Annahme, welche im Sirius das Attractionscentrum der Fixsternwelt erblickt, hat Argelander nachgewiesen. Sie musste fallen, sobald man die erkannte Bewegung jenes hellsten Sterns mit der, welche unsere Sonne im Weltenraume beschreibt, in Beziehung ihrer Richtung verglich. Argelander selbst glaubte den Centalkörper in das Sternbild des Perseus versetzen zu müssen, gesteht aber offen, dass es ihm nicht gelungen sei, etwas Sicheres darüber festzustellen, und Struve (in seinem Bericht über Argelander's Ermittlung der Sonnenbewegung) findet diese Lage auch deshalb unwahrscheinlich, weil im Perseus kein Stern von entsprechender Helligkeit angetroffen werde. Er spricht sich dahin aus, dass ihm eine allgemeine Zusammengehörigkeit, eine Unterordnung

unter Ein gemeinschaftliches Centrum überhaupt nicht wahrscheinlich sei, da im Fixsterncomplex nur Partialanziehungen, wie beispielsweise die der Doppelsterne, realisirt zu sein schienen. Denn keiner der hellern Sterne liege so, dass diese wichtige Function ihm zugetheilt werden könne, und „die Annahme eines dunkeln Centalkörpers habe etwas dem Gefühl Widersprechendes“.

Es verdient schliesslich noch bemerkt zu werden, dass Boguslawsky die Centralsonne im Fomahand (α des südlichen Fisches) zu sehen glaubte. Ueber seine Argumente hat er sich nicht näher ausgesprochen; es scheint, dass die der Sonnenbewegung fast gerade entgegengesetzte scheinbare Eigenbewegung Fomahands, die allerdings möglicherweise eine blosser Abspiegelung der Sonnenbewegung sein könnte, dieser Idee zum Grunde liegt. Eine anderweitige Beziehung zu entdecken ist mir nicht möglich gewesen.

Man wird in allen diesen Versuchen, wie verschieden auch immer die Methode der Forschung, wie abweichend auch die erlangten Resultate untereinander sein mögen, dennoch den gleichen Grundgedanken antreffen: man suchte einen Centalkörper, der den Fixsternen gegenüber eine ähnliche Präponderanz, wie die Sonne über die Planeten, behauptet. Wir müssen die Anzahl der in unsern grossen Teleskopen sichtbaren Sterne jedenfalls auf Millionen schätzen; W. Herschel nimmt für die Milchstrasse allein 18, für das Ganze also doch mindestens 20 Millionen an. Geben wir durchschnittlich jedem eine Masse, die der unserer Sonne gleich ist, und erwägen wir, dass diese ihr gesamtes System 770 mal übertrifft, so erhalten wir 15 Milliarden für die Masse des supponirten Centalkörpers, die unserer Sonne 1 gesetzt; und einen 2450 mal so grossen Durchmesser, wenn die Dichtigkeit beider gleichgesetzt wird. Um nun erklärlich zu finden, dass ein solcher Koloss uns nicht als zweite Sonne am Firmament glänzt, müsste er

eine überaus geringe Leuchtkraft haben, oder eine ganz ungeheuere Entfernung, die selbst mit Fixsternweiten gemessen, enorm erschiene.

Man könnte nun entgegnen, die Fixsterne bedürften keiner Erleuchtung und könnten eines solchen allgemeinen Strahlencentrums, wie es für unser Planetensystem nothwendig gewesen, gar wohl entbehren. Dies ist zugegeben; dann aber liegt die Frage nahe, ob denn die Fixsterne überhaupt einer solchen centralen Attractionsmasse bedürfen? Müssen wir mit Lambert alle Systeme, auch die der höhern und höchsten Ordnungen, im wesentlichen als gleichförmig annehmen, und bedarf es im dynamischen Mittelpunkt eines jeden derselben — auch angenommen, dass Newton's Gesetz seine volle Geltung über unser Sonnensystem hinaus behaupte — einer präponderirenden Centralmasse?

Hätte Lambert unsere heutige Doppelsternkunde zu Gebote gestanden, so würde er sich diese Fragen verneint haben. Denn in diesen Partialsystemen der Sternenwelt müssen wir, wie oben gezeigt worden, auf jene Analogie verzichten und dynamische Schwerpunkte annehmen, die mit keiner Masse auch selbst nur genähert verbunden sind, sondern die, ähnlich dem Schwerpunkt eines Ringes, in die leere Mitte fallen. Wir haben jedoch nicht nöthig, uns mit dem gegenseitigen Abwägen von Wahrscheinlichkeiten zu begnügen. Es findet sich ein völlig bestimmtes Kriterium, welches die Existenzfrage einer solchen Attractionsmasse zur endlichen Entscheidung bringt.

In einem nach Analogie unsers Sonnensystems gestalteten Ganzen zeigen sich die raschesten Bewegungen in grösster Nähe des Centrums. So bewegt sich Mercur in einer Secunde $6\frac{1}{2}$ Meile, Neptun nur $\frac{2}{3}$ Meilen, und der grosse Komet von 1811 in seiner Sonnenferne $\frac{1}{4}$ Meile. Dagegen hatten die Kometen von 1680 und 1843, die der Oberfläche der Sonne sich bis auf wenige tausend Meilen

näherten, in dieser Nähe eine Secundengeschwindigkeit von respective 53 und 60 Meilen. Es würden sich also in der Nähe jener angenommenen Centralsonne vielfach raschere Bewegungen zeigen müssen als in andern entlegenern Himmelsregionen.

Wir finden keine solche Gegend am ganzen Firmament, in der sich die raschern Bewegungen um einen Punkt herum gruppiren. Dies liesse noch den möglichen Einwand zu, die Bewegungen könnten in Wirklichkeit sehr rasch sein, allein die ungeheuere Entfernung lasse sie uns nicht als solche erscheinen. Dies kann zugegeben werden, aber es gibt noch ein von der Entfernung unabhängiges Kennzeichen des Masses der verhältnissmässigen Geschwindigkeit. Es sind nämlich stets zwei Bewegungen hier vereinigt: die unserer Sonne, welche sich in denen der Sterne abspiegelt und ihre wirklich eigene. Die erstere aber muss für sehr grosse Entfernungen immer weniger wirksam sein und die andere, der Annahme zufolge vielfach raschere, wenig oder gar nicht modificiren können. Sie werden uns also nahezu dieselbe Richtung zu verfolgen scheinen, die sie wirklich haben, und da sie den Centralstern umkreisen, so werden wir an den Sternen dieser Gegend insgesamt alle möglichen Richtungen gleich häufig wahrnehmen. Die Bewegung unserer Sonne würde sich also an diesen Sternen nicht oder doch erheblich weniger verrathen als in andern Himmelsgegenden.

Zu solchen Vergleichen reichen nun freilich einige hundert über den ganzen Himmel zerstreute Sterne nicht aus, und man muss die Bewegungsrichtung einer viel grössern Anzahl mit hinreichender Sicherheit kennen, um zur Gewissheit zu gelangen. Allein durch meine langjährigen Berechnungen, von denen im zweiten Abschnitt die Rede gewesen, bin ich zur Kenntniss der Bewegungen von mehr als 3000 Sternen gelangt, es können also die Richtungen derselben überall verglichen werden, und das Resultat lautet:

In keiner einzigen Gegend des Sternenhimmels zeigt sich der Einfluss der Sonnenbewegung als ein so unbedeutender und unmerklicher, wie er angenommen werden müsste, wenn eine solche Masse dort stände. Also:

„Wir haben keine solche einzeln überwiegende Centralmasse der Fixsternwelt zu suchen, denn es ist keine vorhanden.“*)

Der weitem Untersuchung ist damit ein ganz anderer Gang vorgeschrieben. Weder Sirius noch Fomalhaut, noch irgendein sichtbarer oder unsichtbarer Stern entspricht dem, was man bisher im Auge hatte. Weder Perseus noch Orion, noch eine der übrigen Constellationen birgt den Koloss, der im Stande wäre, durch sein alleiniges Uebergewicht die Fixsternwelt zu regieren.

Am nächsten böte sich nun die Vorstellung von einem Zerfallen der Gesamtheit in Partialsysteme, gruppiert um einzelne Centra. Allein coordinirte Partialsysteme erfordern sehr grosse Zwischenräume, nicht etwa blos wegen der Analogie mit den Partialsystemen unserer Planetenwelt, sondern als nothwendige Bedingung der Selbständigkeit, ohne welche es kein Einzelsystem geben kann. Andernfalls würde die Attraction des einen Systems in die ihm benachbarten so stark hinüberwirken, dass es mit jeder regelten, auf das specielle Centrum bezogenen Bahn unverträglich erschiene. Bildete z. B. Orion ein solches System, so müsste sich um ihn ein leerer Raum befinden, mindestens zwanzig- bis dreissigmal grösser im Durchmesser als das Sternbild selbst. Durch solche Räume müsste die Gruppierung am

*) So steht es wörtlich S. 5 in meiner ersten diesen Gegenstand betreffenden kleinen Schrift: „Die Centralsonne“ (Dorpat 1846), in beiden Auflagen derselben. Ich trage also nicht die Schuld der Misverständnisse und Verdrehungen, durch die man meine Behauptung nicht sowol zu widerlegen, als ins Lächerliche zu ziehen bemüht war. *Habent sua fata libelli!*

ganzen Himmel unzweideutig hervortreten, gleichviel von welchem Standpunkte wir ihn betrachten. Und ebenso müssten sich die raschern Bewegungen in der Nähe dieser partiellen Centra ebenso verrathen, wie im oben angenommenen Falle einer allgemeinen Centralmasse.

Wo auch immer am Himmel sich eine grössere Sternenfülle einzelner Regionen zeigt, ist diese doch nirgends so stark markirt, als eine Annahme wie die obige es erfordern würde, und die einzige Ausnahme, wo ein solches Herausheben mit unzweifelhafter Evidenz stattfindet, bildet die Gruppe der Plejaden, von der weiter unten die Rede sein wird.

Geben wir also auch diese Vorstellung auf, so bleibt uns noch übrig auf die schon oben erwähnte Vermuthung Struve's zu recurriren. In bestimmter Fassung würde der zu prüfende Satz etwa so lauten:

„Der Fixsterncomplex als Ganzes ist gar kein System, sondern ein Aggregat ohne eine solche allgemeine Beziehung. Die Doppelsterne und etwa noch eine oder die andere vielfache Gruppe sind alles, was wir als Systeme bezeichnen dürfen, und die Bewegungen rühren nur von Partialanziehungen einander zufällig nahestehender Sterne her.“

Es wird jetzt nicht schwierig sein, die Unhaltbarkeit dieser Annahme nachzuweisen. Unsere Kenntniss der Eigenbewegungen hat ihr erstes Kindheitsstadium überschritten. Wir kennen die partiellen Bewegungen der Doppelsternbegleiter bei etwa 600 Paaren, und bei einer grossen Anzahl derselben auch die Bewegung, welche dem Sternpaare gemeinschaftlich ist. Wenn die letztern nichts weiter wären als die Einwirkungen der zufällig nächststehenden Sterne, so müssten sie vielfach schwächer sein als die erstern, da die Distanz, aus der ein isolirter Stern auf einen andern wirkt, eine tausend- und zehntausendmal grössere ist als die zwischen den Gliedern eines Doppelsterns. Unsere Beobachtungen zeigen nun aber das gerade Gegentheil. Wir lassen hier einige Beispiele folgen:

| Gemeinschaftliche Eigen- bewegung des Binärsystems. | Bahn- bewegung des Be- gleiters um den Hauptstern. |
|---|---|
| Beides in Tausendtheilen der Bogensekunde und für die Zeit eines Jahres. | |
| 55 Piscium | 55 |
| η Cassiopejæ | 1187 |
| 36 Andromedæ | 123 |
| 77 Piscium | 114 |
| Andromedæ 194 | 37 |
| 10 Arietis | 157 |
| ι Trianguli | 123 |
| 66 Ceti | 375 |
| 13 Trianguli | 102 |
| 33 Arietis | 109 |
| ε Arietis | 25 |
| 20 Persei | 110 |
| 32 Eridani | 69 |
| 39 Eridani | 212 |
| 80 Tauri | 84 |
| 41 Aurigæ | 116 |
| λ Geminorum | 38 |
| 19 Lyncis | 86 |
| ε Hydrae | 162 |
| 83 Leonis | 793 |
| 88 Leonis | 341 |
| γ Leonis | 328 |
| 12 Canum Ven. | 233 |
| 84 Virginis | 300 |
| χ Bootis | 106 |
| 44 Bootis | 407 |
| β Serpentis | 128 |
| μ Draconis | 119 |
| ψ Draconis | 261 |
| 73 Ophiuchi | 67 |
| 61 Cygni | 5221 |
| μ Cygni | 331 |
| 94 Aquarii | 310 |
| ο Cephei | 115 |
| β Scorpii | 26 |

Durchschnittlich aus allen (etwa 250) bis jetzt in dieser Beziehung mit Sicherheit vergleichbaren ergibt sich die Eigenbewegung des Sternenpaares fünfmal stärker als die Bahnbewegung des Begleiters.

In diesen Fällen macht keine verschiedene Entfernung von unserer Erde die Vergleichung unsicher, und das Resultat ist demzufolge entscheidend. Doch mögen hier noch zwei Zusammenstellungen folgen.

Die Entfernung des Sterns 61 Cygni von unserer Sonne ist nach Bessel und Peters fast genau übereinstimmend 600000 Erdabstände und seine Masse = $\frac{1}{3}$ Sonnenmasse.

Daraus ergibt sich der Antheil, den die vereinigte Wirkung der Sonne und 61 Cygni auf ihre relative Bewegung haben, jährlich zu 0'',003, die Bewegung ist aber = 5'',221; folglich jener Antheil nur $\frac{1}{1740}$ der wirklichen.

Die Entfernung von α Centauri ist 224520 Erdabstände, die Masse ist 0,677 der Sonnenmasse.

Daraus folgt in derselben Art wie oben: Antheil beider Sterne an ihrer Bewegung 0'',014; wirkliche Bewegung = 3'',674; folglich jener Antheil = $\frac{1}{263}$.

Es hiesse die Geduld des Lesers ermüden, wenn ich solchen Beweisen noch weitere hinzufügen wollte. Die Bewegung von 61 Cygni könnte nur durch eine Masse, drei Millionen mal stärker als die unserer Sonne und aus ihrer Entfernung wirkend, hervorgebracht werden, und rückt man sie in grössere Ferne, so muss sie noch um vieles grösser angenommen werden.

Wir haben nacheinander drei Hypothesen geprüft und keine derselben hat die Probe bestanden. Wir haben nachgewiesen, dass in unserer Fixsternwelt

- 1) keine präponderirende Centralmasse;
- 2) kein allgemeines Zerfallen in Partialsysteme
- 3) kein blosses Aggregat ohne innern Zusammenhang gesucht werden dürfe; und es entsteht die Frage, was denn nun an Stelle jener unhaltbaren Sätze zu postuliren und

durch welche Erklärung den wahrgenommenen Thatsachen Genüge zu leisten sei.

Man erinnere sich des Umstandes, dass bei Doppel- und mehrfachen Sternen nicht selten gar kein bestimmter Hauptstern, sondern zwei oder mehrere gleich potente Glieder gefunden werden. Was sich hier als statthaft zeigt, könnte auch wol in erweitertem Massstabe realisirt sein. Ein Attractionssystem nach Newton'schem Princip erfordert zunächst nichts als einen allgemeinen Schwerpunkt: nur die besondere Art und Weise der Bewegungen wird davon abhängen, ob dieser Schwerpunkt an eine einzelne Masse geknüpft ist oder nicht. Ist letzteres der Fall, oder ist die Masse, in die er fällt, eine gegen das Ganze zu unbedeutende, so wird statt eines eigentlichen Centralsystems ein globuläres sich bilden, in der der Schwerpunkt nur virtuell, nicht aber materiell das Centrum der Anziehung bildet. In Wirklichkeit übt die gesammte Masse die Attraction und zwar so, dass sie für einen Punkt ausserhalb mit ihrer Gesamtkraft einwirkt, für einen Punkt innerhalb aber nur mit demjenigen Theile, der von einer mit dem Radius CS beschriebenen Kugel eingenommen wird, in welcher C das Centrum der Attraction und S der angezogene Punkt ist. Die Erdkugel gibt uns das zunächstliegende Beispiel. Für einen Gegenstand ausserhalb, z. B. den Mond oder einen herabfallenden Stein, wirkt sie mit ihrer Gesamtmasse, die im Mittelpunkt vereinigt gedacht wird; die Anziehungskraft wird also bei Annäherung zur Oberfläche zunehmen im umgekehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernung. Setze man die Masse der Erde = M, die Entfernungen zweier Körper K und k vom Mittelpunkt der Erde = S und s mit der Bedingung, dass sowol S als s grösser als der Erdradius genommen werden, so verhalten sich die Anziehungen, welche K und k erfahren, wie

$$(1) \frac{M}{S^2} : \frac{M}{s^2}.$$

Befinden sich dagegen die beiden Körper innerhalb der Erdkugel, sind mithin S und s kleiner als der Erdradius, so wirkt auf sie nicht mehr die gesammte Erdkugel, sondern nur eine um den Erdmittelpunkt mit den Radien S und s beschriebene Kugel; das Uebrige neutralisirt sich gegenseitig durch die entgegengesetzten Richtungen, nach denen die ausserhalb der Kugeln CS und Cs liegenden Theile des Erdkörpers ihre Attraction ausüben. Seien die Massen dieser Kugeln m und m', so erfahren K und k Anziehungen, welche sich verhalten wie

$$(2) \frac{m}{S^2} = \frac{m'}{s^2}.$$

Die Volumina zweier Kugeln verhalten sich nun bekanntlich wie die Kuben ihrer Radien; setzen wir diese Volumina v und v', so wird erhalten

$$v : v' = S^3 : s^3,$$

und gestattet man sich die Annahme, dass beiden Kugeln die gleiche Dichtigkeit zukommt, so verhalten sich

$$v : v' = m : m',$$

folglich auch

$$(3) m : m' = S^3 : s^3.$$

Setzt man (2) und (3) zusammen, so erhält man

$$\text{Anziehung auf K} : \text{Anziehung auf k} = \frac{S^3}{S^2} : \frac{s^3}{s^2}$$

die Brüche gehoben

$$(4) \text{Anziehung K} : \text{Anziehung k} = S : s;$$

sodass, die gleichbleibende Dichtigkeit vorausgesetzt, im Innern einer solchen Kugel die Anziehungen sich direct wie die Entfernungen selbst verhalten, also z. B. auf halbem Wege zwischen Oberfläche und Mittelpunkt beträgt die Anziehung nur halb so viel als an der Oberfläche.

Nach den Principien des Newton'schen Attractionsgesetzes ist also die Anziehung an der Oberfläche einer

solchen Kugel am stärksten, sie nimmt ab sowol nach aussen (bei grösserer) als nach innen (bei geringerer Entfernung vom Mittelpunkte).

Sind die Bewegungen von K und k kreisförmige, so wird die Geschwindigkeit der Bewegung der Anziehung, und also im Innern der Kugel ihren Entfernungen vom Mittelpunkt proportional sein: K und k folglich in gleicher Zeit ihren Kreislauf vollenden. In der Erdkugel findet dies der Cohäsion ihrer festen Massen wegen mit Nothwendigkeit statt; in einem Complex, dessen einzelne Glieder nicht cohärent sind und ihre gegenseitige Stellung ändern können, findet dies der Strenge nach nur dann statt, wenn durch das Ganze hin eine gleiche Massenvertheilung und kreisförmige Bewegungen gegeben sind, ausserdem nur annäherungsweise.

Ein derartiger Complex ist nun der Typus, dem unsere Fixsternwelt jedenfalls nahe steht. Unser Sonnensystem ist nach einem ganz verschiedenen Princip gebildet und zeigt deswegen auch ein völlig anderes, ja gewissermassen entgegengesetztes Verhalten der Bewegungen.

Wir haben demnach in der Nähe des Centralpunktes unserer Fixsternwelt nicht die raschesten, sondern gerade umgekehrt die langsamsten Bewegungen zu suchen, und im Centralpunkte selbst wäre die Bewegung Null, sowie an den äussersten Grenzen die Geschwindigkeit im Maximum; die Winkelgeschwindigkeit, vom Centrum aus gesehen, dagegen überall dieselbe und von der Entfernung unabhängig, folglich auch unabhängig von den Differenzen der Helligkeit, die mit zunehmender Entfernung im allgemeinen abnehmen muss, soweit nicht die verschiedenen Volumina oder die ungleiche Leuchtkraft die Helligkeiten modificiren.

Wählt man dagegen einen Standpunkt ausserhalb des Gravitationscentrums, so können diese ganz gleichen Winkelbewegungen nicht mehr stattfinden, sie werden vielmehr von

der Entfernung, oder soweit diese letztere durch die Helligkeit repräsentirt ist, von der Helligkeit einigermassen abhängig. Diese Abhängigkeit wird sich jedoch nur im Verhältniss des Abstandes unsers angenommenen Standpunktes vom Centralpunkte merklich machen; und so wird überall im Innern des Gesamtcomplexes der durchschnittliche Unterschied der nach Grössenklassen geordneten Eigenbewegungen geringer sein, als nach den Differenzen der Helligkeit erwartet werden müsste.

Hier nun findet die Reihe (A) in dem Abschnitt über Eigenbewegungen ihre Erklärung. Wir fanden, dass die Unterschiede für die verschiedenen Grössenklassen sich weit geringer herausstellten, als die Abnahme der Helligkeit wie die wachsende Frequenz dieser Grössenklassen erwarten liess. Das Vorstehende aber macht dies alles deutlich. Unser Standpunkt im Sternsystem ist zwar nicht der Centralpunkt, denn hier würden sich gar keine Unterschiede der Winkelgeschwindigkeit ergeben, aber er ist ebenso wenig an den äussersten Grenzen der Fixsternwelt zu suchen und liegt dem Centralpunkte wahrscheinlich beträchtlich näher als der Peripherie; und so hält die Reihe (A) sich in der Mitte zwischen völliger Gleichförmigkeit und einem Gange, wie er zu erwarten wäre, wenn in allen Regionen der Fixsternwelt durchschnittlich gleich schnelle Bewegungen herrschten.

Wir ziehen aus dieser Thatsache den Schluss:

Die Form des Fixsternsystems ist die globulare, sein Schwerpunkt ist an keine dominirende Masse geknüpft, sondern er ist einfach der Punkt im Raume, um den herum alles im Gleichgewicht steht und in welchem virtuell die Gesamtanziehung aller Massen vereinigt ist.

Keineswegs wird damit behauptet, dass das Ganze wirklich eine Kugelform bilde. Aehnlich wie für das Erdsphäroid in der Hauptsache alles sich so gestaltet, wie es

für die Erdkugel bewiesen wird, so werden auch dem Fixsternsystem, obgleich seine „Abplattung“ wahrscheinlich eine viel stärkere als die der Erdkugel ist, alle wesentlichen Bedingungen zukommen, die wir für das Globularsystem, als Kugel gedacht, entwickelt haben. Wir können aus der verhältnissmässigen Seltenheit der Sterne in den Gegenden, welche die Pole der Milchstrasse bilden, und ihrer gegen diese Zone hin wachsenden Frequenz den Schluss ziehen, dass nach der Seite des Walfisches und der ihr gegenüberliegenden der Jungfrau die Sternsicht eine viel geringere Tiefe habe als auf dem grössten Kreise dieser Pole, und schon längst hat man die Linsenform als diejenige bezeichnet, welcher der Fixsternhaufen am nächsten kommt.

Nachdem so die äussere Form wie die innere Constitution des Fixsternsystems in ihren allgemeinsten Grundzügen festgestellt sind, wird die Frage entstehen, wo wir am Firmament den Centralpunkt zu suchen haben. Wir wollen diese schwierige Frage gewissermassen stufenweis lösen; wir wollen zuerst die Himmelsgegend im allgemeinen zu bestimmen suchen und wenn dies gelungen, zu den speciellen Untersuchungen übergehen.

Die Milchstrasse umgibt, nach dem Urtheil ihres gründlichsten Erforschers, John Herschel, den innern Fixsternhaufen als ein grosser Ring, der jedoch nicht einfach ist, sondern sich für unsern Anblick längs eines grossen Theils seines Zugs in zwei nebeneinander oder wahrscheinlicher hintereinander liegende Ringe spaltet. Selbstverständlich wird dieser Ring mit dem innern Fixsternhaufen ein und dasselbe Attractionssystem bilden, sein Schwerpunkt sich also vom Schwerpunkte der Gesamtheit nicht unterscheiden. In der Ebene dieses Ringes liegt er also jedenfalls und nach aller Wahrscheinlichkeit auch in seiner geometrischen Mitte. Von jedem Punkte in dieser Ebene aus muss die Milchstrasse als grösster Kreis erscheinen,

und den Himmel in zwei gleiche Hälften theilen; vom Centralpunkte selbst noch ausserdem rings herum ein gleicher Glanz und beiläufig gleiche Breite des grossen Gürtels wahrgenommen werden. Das letztere wird auch stattfinden auf der Normale, die man im Centralpunkte auf der Ebene der Milchstrasse errichtet.

Für unsern Standpunkt nun ist die Milchstrasse kein grösster Kreis und ebenso wenig ist ihr Glanz wie ihre Breitenausdehnung ringsherum die gleiche. Unsere Sonne steht also nicht in der Ebene der Milchstrasse und ebenso wenig in der auf den Centralpunkt gefällten Normale.

Indess entfernt sich die Milchstrasse doch nicht so stark von einem grössten Kreise, dass sehr ungleiche Himmelseiten durch sie gebildet würden. Diese Seiten verhalten sich wie 8 zu 9, und es lässt sich ein grösster Kreis ziehen, der durchschnittlich nicht über $3\frac{1}{2}$ Grad vom allgemeinen Zuge der Milchstrasse entfernt ist. Wir schliessen daraus, dass unsere Sonne in einer nicht sehr erheblichen Entfernung von der Ebene der Milchstrasse stehe.

Der Glanz der Milchstrasse ist dagegen sehr ungleich. Im Stier und Orion hält es schwer, ihren Zug wahrzunehmen, so gering ist ihr Glanz, so unbedeutend ihre Breite. Gegenüber, im Adler, Schützen, Skorpion und weiter gegen Süd, sowie nördlich im Schwan zieht die Milchstrasse sehr breit, ja doppelt und selbst dreifach, gleichzeitig auch in sehr lebhaftem Glanze.

Wir schliessen daraus, dass unsere Sonne den bezeichneten glänzenden Theilen der Milchstrasse beträchtlich näher stehe als den entgegengesetzten.

Die excentrische Lage unserer Sonne lässt sich also nun schon näher dahin definiren:

Die Sonne steht, vom Centralpunkte aus gesehen, nach der Seite, wo die grössere Himmelshälfte (beziehentlich zur Milchstrasse) gelegen ist, d. h. der

Herbstnachtgleiche, und gleichzeitig nach dem Skorpion und dem Schützen zu, also nach Süden.

Die Richtung von unserer Sonne zum Centralpunkte, als die entgegengesetzte der vorigen, geht folglich gegen die kleinere Himmelshälfte (die der Frühlingsnachtgleiche) und gegen Norden hin.

Die Milchstrasse zeigt sich auf zwei Fünftel ihres Zugs, vom Sternbilde des Schwans bis in die Umgegend des Südpols, doppelt. Nicht unwahrscheinlich sind es hintereinander liegende Ringe, und da unsere Sonne seitwärts von der Ebene steht, so können wir auf dieser uns nähern Seite noch zwischen beiden Ringen hindurchblicken, während an dem entferntern Theile dies nicht mehr möglich ist und die Ringe einander perspectivisch decken. Doch soll damit nicht behauptet werden, dass alle Ungleichheiten und Unregelmässigkeiten des Milchstrassenzugs nur in der excentrischen Lage unserer Sonne ihren Grund hätten. Die beträchtlich stärker als das Uebrige glänzenden Streifen und Ballen, die auslaufenden Aeste, die Querverbindungen zwischen den einzelnen Zügen, die offenen Lücken, in denen der Himmelsgrund sogar eine abnorme Schwärze zu haben scheint (die Kohlsäcke des südlichen Himmels), beweisen zur Genüge, dass das Ganze nur eine Annäherung zur Ringform, keineswegs einen mathematisch genauen Ausdruck derselben bilde.

Saturn mit seinem Ringsystem kann, was die Form im Ganzen betrifft, als ein Modell des Fixsternhaufens mit der umgebenden Milchstrasse betrachtet werden. Nur muss man sich die innere, der Saturnkugel analoge Sternschicht noch beträchtlich mehr abgeplattet und die Ringe stärker verworfen als die des Saturn denken. *) Ob übrigens der

*) Eine von der hier gegebenen Darstellung abweichende Ansicht, die in frühern Zeiten fast von allen Astronomen getheilt ward, erblickt in der Milchstrasse nicht einen von den innern

Raum zwischen dem innern Haufen und den Ringen als absolut leer anzunehmen sei oder ob er nur sparsamer als das Uebrige mit Sternen besetzt ist, dürfte nicht leicht zu entscheiden sein.

Wir haben aus dem Bisherigen für die Region, in welcher der Centralpunkt zu suchen ist, die folgenden Merkmale gewonnen:

- 1) Lage auf der Seite der Frühlingsnachtgleiche.
- 2) Lage im nördlichen Theile dieser Seite (zwischen Aequator und Milchstrasse).
- 3) Näher der Milchstrasse als ihren Polen.
- 4) Am nächsten fallend dem Punkte der Milchstrasse, der die Mitte des unscheinbaren Theils derselben bildet.

Diese Merkmale führen uns auf die Sternbilder Widder und Stier und etwa noch die benachbarten Regionen der Zwillinge und Orions.

Noch bleibt uns eine Vergleichung übrig: wir haben die Richtung der Bewegung unserer Sonne zu betrachten als die Tangente desjenigen Punktes ihrer Bahn, in dem sie sich gegenwärtig befindet. Da unsere Sonne gewiss kein Doppelstern ist, so gehört sie als einfacher Stern nur dem allgemeinen Verbande der Gesammtheit an und ihre Bahn ist folglich eine um den Centralpunkt beschriebene.

Schichten getrennten Ring, sondern nur die perspectivisch verdichteten äussersten Grenzen (die Kante der grossen Linse). Unter den Neuern hält Struve diese Ansicht noch fest („*Etudes d'astronomie stellaire*“, S. 62). Aber dann wäre zu erwarten, dass die seitlichen Grenzen der Milchstrasse eine viel grössere Unbestimmtheit zeigten und sich überhaupt nicht so entschieden charakteristisch vor den übrigen Regionen des Himmels heraushöben. John Herschel, dem wir im wesentlichen gefolgt sind, spricht sich („*Outlines of Astronomy*“) dahin aus, dass man namentlich den südlichen Himmel nicht erblicken könne „*without a conviction, that the Milky Way is not a mere stratum, but an annulus*“.

Könnten wir nun versichert sein, dass ihre Bahn ein Kreis ist, so wüssten wir auch gewiss, dass der Centralpunkt von dem Punkte, wohin unsere Sonne sich bewegt, genau um einen rechten Winkel abstehen müsste. In dem Abschnitt über die Eigenbewegung unserer Sonne ist gezeigt worden, dass und wie dieser Punkt O ermittelt worden. Zieht man von ihm als Polpunkt betrachtet auf der Himmelskugel einen grössten Kreis, so zieht dieser durch den Perseus und weiter zwischen Widder und Stier hindurch, den Aequator im Sternbilde des Pegasus, 8° westlich vom Punkte der Frühlingsnachtgleiche, durchschneidend, und auf diesem Kreise hätten wir den Centralpunkt zu suchen.

Allein wir können über die Form der Sonnenbahn im voraus nichts bestimmen; die Richtung der Tangente für nur einen Punkt derselben (und mehr kann die Gegenwart nicht bieten) reicht dazu bei weitem nicht aus. Wir können also höchstens eine Hindeutung auf die Gegend des Centralpunktes in der vorstehenden Betrachtung finden; wir gewinnen durch sie nicht ein Mehreres, was wir nicht schon auf andern Wege gefunden haben, und müssen zur genauern Ermittlung erst die weitem Vergleichen der Eigenbewegung der Sterne durchführen.

Wir werden hier nicht die 3136 berechneten Sterne einzeln nach den darüber ermittelten Daten anführen; sie sind beispielsweise für einen Stern (γ Andromedae) in dem betreffenden Abschnitte gegeben. Wer sie speciell kennen lernen und vergleichen will, findet alles dahin Gehörige im vierzehnten Bande der „Beobachtungen der dorpater Sternwarte“. *)

*) Auch unter dem Titel: „Die Eigenbewegungen der Fixsterne in ihrer Beziehung zum Gesamtsystem“ (Dorpat 1857). Es bildet zugleich die Fortsetzung meiner 1848 erschienenen „Untersuchungen über die Fixsternsysteme“ (2 Thle., Mitau).

Indem wir uns in Betreff der Einzelheiten auf die genannten ausführlichen Werke beziehen, wollen wir hier zunächst die Bedingungen feststellen, welchen der Centralpunkt, um sich als solcher zu bewähren, entsprechen muss.

Da im Centralpunkte selbst die Bewegung gleich Null und folglich in seiner unmittelbaren Nähe so gering ist, dass sie für uns als unmerklich zu achten, so kann die Bewegung, die wir an einem diesen Ort einnehmenden Stern wahrnehmen, nur die Abspiegelung unserer Sonnenbewegung sein. Die Richtung dieser bloss parallaktischen Bewegung lässt sich aber aus der bekannten Richtung der Sonnenbewegung durch Rechnung für jeden Stern ermitteln; sie ist die eines grössten Kreises, der von jenem Punkte O nach dem betreffenden Sterne gezogen und über ihn hinaus verlängert wird. Nennen wir diese Richtung φ , so folgt:

I. Ein im Centralpunkt oder in seiner unmittelbaren Nähe stehender Stern kann nur eine nach der Richtung φ gehende Eigenbewegung haben, die sodann als Abspiegelung der Sonnenbewegung anzusehen ist.

Da nach den Verhältnissen eines Globularsystems in grösserer Entfernung vom Centralpunkte die Anziehung und (ganz aussergewöhnliche Fälle abgerechnet) auch die Geschwindigkeit der Bewegung zunimmt, so muss, wenn man um C herum concentrische Kugeln beschreibt, in jeder folgenden von C aus gezählten Kugelschicht die Bewegung der Sterne grösser gefunden werden. Dabei treten jedoch für unsern Standpunkt folgende wohl zu beachtende Umstände ein.

α) Wir können nicht den wirklichen, sondern nur den optischen Abstand (Winkelabstand) der einzelnen Sterne voneinander und folglich auch von C beobachten; der erstere kann möglicherweise sehr beträchtlich sein, während letzterer sehr klein ist. Da jedoch der wirkliche Abstand in keinem Falle kleiner als der optische, indem letzterer die

perspectivische Projection des erstern ist, so werden durchschnittlich mit zunehmender optischer Distanz auch die physischen Abstände zunehmen.

Beschreibt man also um C herum an der Himmelskugel concentrische Kreise, so wird eine Zunahme der Bewegung im Durchschnitt aus allen darin befindlichen Sternen zwar nicht in demselben Verhältniss wie in den concentrischen Kugelschichten, aber doch continuirlich stattfinden müssen.

β) Wir gewahren nicht die reine Eigenbewegung des Sterns, sondern stets eine aus dieser wirklich eigenen und der abgspiegelten Sonnenbewegung zusammengesetzte. Diese Abspiegelung (parallaktische Bewegung) wird sich nicht nach der Entfernung von C, sondern vielmehr nach der Entfernung von der Sonne und dem perspectivischen Winkel (der durch den Abstand von O gegeben ist) richten.

Es sei e die eigene Bewegung des Sterns, e' ihre Projection, s die auf den Stern übertragene unserer Sonne und s' ihre Projection, endlich v der Winkel, den beide Projectionen miteinander einschliessen, so wird die von uns am Sterne wahrgenommene Bewegung $r = \sqrt{e'^2 + s'^2 - 2e's' \cos v}$. Mit dem Wachsen jeder dieser drei Veränderlichen wächst auch der Werth des ganzen Ausdrucks. Nun ist der Winkel v unabhängig von der Lage an der Himmelskugel, wird sich also in unsern concentrischen Kreisen durchschnittlich gleich verhalten, wenigstens ist kein Grund eines regelmässigen Wachsens und Abnehmens vorhanden. s wird gleichfalls nicht abhängig sein von dem optischen Abstände von C, sondern dem physischen von unserer Sonne und dem Projectionswinkel, der durch den Abstand von O bestimmt wird. Sind folglich v und s Werthe, für welche in Beziehung auf den Abstand von C keine gesetzliche Zu- oder Abnahme stattfindet, so wird e' allein als diejenige Grösse zu bezeichnen sein, die in den mittlern Durchschnitten einen regelmässigen Fortschritt zeigen muss,

und mit ihr muss auch r zunehmen, wiewol in geringerm Grade als e oder e'.

γ) Wenn der Radius unserer concentrischen Kreise 60° erreicht hat, so wird es schon nur noch wenige Sterne geben, deren wirklicher Abstand von C geringer als der unserer Sonne ist, und bei 90° Abstand gar keine mehr. Es wird aber von da ab auch e durchschnittlich sehr wenig mehr wachsen, da die durchschnittlichen physischen Abstände nur bis etwa 60° schnell, von da ab immer langsamer und endlich gar nicht mehr zunehmen. Daraus folgt:

II. Die von uns gesehenen Eigenbewegungen r müssen mit dem Abstände von C bis mindestens 60° Abstand hin im Durchschnitt regelmässig zunehmen. Jenseit des Abstandes 90° kann eine solche Zunahme sich nicht mehr merklich machen.

Die Eigenbewegung, wie wir sie erblicken, wird eine Richtung nehmen, die sich aus der Richtung ihrer wirklichen Eigenbewegung und der der in ihnen abgspiegelten Sonnenbewegung zusammensetzt und stets zwischen diese beiden Richtungen fällt. Ist e' grösser als s', so wird diese Richtung von letzterer mehr, von ersterer weniger abweichen; tritt der umgekehrte Fall ein, so ist die Abweichung von s' kleiner, die von e' grösser. Nun kennen wir direct nur die Richtung, welche s' nimmt und die wir im Vorigen durch φ bezeichnet haben. Bei kleinen e' müssen also durchschnittlich geringere, bei grössern stärkere Abweichungen von der Richtung φ wahrgenommen werden. Bezeichnen wir die beobachtete Richtung der Bewegung durch ψ, so wird (φ - ψ) der Richtungsunterschied sein, der mit wachsendem e' wächst und hieraus folgt:

III. Mit zunehmendem Abstände von C muss auch der Abweichungswinkel (φ - ψ) durchschnittlich zunehmen, soweit überhaupt die Zunahme von e' sich merklich machen kann.

Solange e' nicht grösser als s' ist, kann der Abweichungswinkel ($\varphi - \psi$) nur ein spitzer Winkel sein; rechte und stumpfe Winkel werden erst dann möglich, wenn e' grösser wird. Da nun in den innersten Regionen um C herum nur wenige Sterne vorkommen können, für welche e' grösser als s' ist (nämlich nur etwa solche, die in sehr grosser Entfernung von uns weit hinter C liegen), so sind in diesen Regionen andere als spitze Winkel gar nicht oder selten, weiterhin immer häufiger zu erwarten. Also

IV. Die verhältnissmässige Anzahl der Abweichungswinkel über 90° muss von C ab stetig zunehmen; in unmittelbarer optischer Nähe von C ist ihr Vorkommen überhaupt unwahrscheinlich.

Es sind dies vier Kennzeichen, und sie müssen sich, wenn der gewählte Centralpunkt der richtige sein soll, sämmtlich aus den Beobachtungen mit Bestimmtheit nachweisen lassen. Es wird sich nun zunächst fragen: besitzen wir in allen Himmelsregionen eine hinreichende Anzahl gut bestimmter Bewegungen, um solche Vergleichen mit Aussicht auf Erfolg zu unternehmen, ohne besorgen zu müssen, dass ein blosser Zufall uns Reihen finden lasse, die nur Scheinbeweise gewähren und die sich dann später bei vollständigerer Kenntniss der thatsächlichen Verhältnisse als unhaltbar herausstellen?

Es waren hauptsächlich diese Erwägungen, welche mich veranlassten, nicht bei den Resultaten stehen zu bleiben, die mir vor einem Jahrzehnd zu Gebote standen. Die damals mir von verschiedenen Seiten entgegengestellte Bemerkung, zur sichern Begründung eines so wichtigen Satzes seien die von mir zu Grunde gelegten Data nicht völlig genügend, konnte ich nicht als ganz unberechtigt ansehen. Dass eine geraume Zeit erforderlich sein werde, dass ich zur Gewinnung der erforderlichen Data der Mitwirkung anderer Astronomen im hohen Grade bedürfe, insbesondere solcher, die auf südlichen Punkten beobachten, wenn ich

sicher sein wollte, einem derartigen Zweifel nicht aufs neue zu begegnen: dies konnte ich mir nicht verhehlen. Wie ich die gerügten Mängel beseitigt, die Lücken ausgefüllt und die unvollkommenen Data durch gründlicher untersuchte ersetzt habe, ist in dem Abschnitt über die Eigenbewegungen der Fixsterne dargelegt. Bradley's für 1755 geltender Katalog war nicht nur an und für sich wegen seiner Reichhaltigkeit, seiner Zuverlässigkeit und der weit rückwärts liegenden Epoche desselben unter allen der geeignetste, sondern er konnte auch meinem speciellen Zweck am förderlichsten sein. Da es nämlich darauf ankam, die thatsächlichen Verhältnisse der Bewegungen nicht für einen oder den andern einzelnen Stern, sondern für ihre Gesamtheit zu ermitteln, eine derartige Untersuchung aller am Himmel vorkommenden Sterne aber, wenn überhaupt jemals, doch gewiss erst nach langen Jahrhunderten möglich werden wird, so muss die Auswahl der zu untersuchenden so getroffen werden, dass keine Absichtlichkeit dabei als möglich gedacht werden konnte. Bradley konnte von den Eigenbewegungen, zwei oder drei Sterne ausgenommen, noch keine Kunde haben, folglich auch die von ihm zu beobachtenden Sterne nicht mit Rücksicht auf sie auswählen. Gerade dadurch aber war sein Katalog für mein Vorhaben der passendste. Ich suchte die der Natur entsprechenden Mittelwerthe; hätte ich ein Sternverzeichnis gewählt, das wie das Argelander'sche zum Zweck hatte, vor allem die stärkern Bewegungen zu untersuchen, so würde ich diese nicht erhalten haben und wäre nicht berechtigt gewesen, die erhaltenen Data als Mittelwerthe zu betrachten und meine Schlüsse auf sie zu bauen.

Nur ein Uebelstand trat ein: der Bradley'sche, aus greenwicher Beobachtungen erhaltene Katalog geht im allgemeinen nur bis zu 30° südlicher Breite. Ein volles Viertel des Himmels blieb von ihm undurchsucht und musste es bleiben, da der Horizont von Greenwich diese Grenze

setzt. Nur von einer jenseit des Aequators gelegenen Sternwarte ist eine — auch in andern Beziehungen höchst dringende — Ergänzung zu erwarten. Nun hat zwar Lacaille nahe gleichzeitig mit Bradley eine beträchtliche Anzahl südlicher Sterne, über alle jene Regionen sich erstreckend, beobachtet, aber die geringe Schärfe dieser Beobachtungen lässt sie als unbrauchbar für unsern Zweck erscheinen; nur eine geringe Anzahl hat er öfter und mit mehr Sorgfalt wiederholt bestimmt, und diese geben, mit Johnson (1880) und Taylor (1832) verglichen, die einzigen Resultate von einiger Sicherheit, die wir über die Bewegungen der südlichen Sterne besitzen. Aus diesen spärlichen Daten lassen sich allgemeine Schlüsse jetzt noch nicht mit Sicherheit ableiten.

Da wir jedoch aus den Voruntersuchungen bereits wissen, dass der Centralpunkt in diesen noch so wenig bekannten Regionen nicht liegen könne, so wird die jetzt noch stattfindende Lücke unsere weiterhin anzustellenden Vergleichen nicht in dem Masse benachtheiligen, dass die ganze Schlussfolgerung auf spätere Zeiten verschoben werden müsste.

Ich gebe nun die Resultate meiner auf genauere Bestimmung des Centralpunktes gerichteten Untersuchungen.

Der ersten unter den obigen vier Bedingungen entsprachen in der bezeichneten Gegend:

- γ Arietis
- 101 Tauri
- 4 Tauri
- 1 Geminorum
- die Plejadengruppe

und einigermassen auch α Tauri.

Bei den weitem Zusammenstellungen zeigte sich jedoch bald, dass unter den sechs namhaft gemachten Punkten einzig die Plejadengruppe auch rücksichtlich der übrigen drei Bedingungen einen wahrscheinlichen Erfolg versprach.

Ich bildete also die concentrischen Kreise (in Abständen von zehn Graden) um den Haupt- und Centralstern der Plejaden, Alcyone, herum.

Es schien erforderlich, die einzelnen Sterne dieser Gruppe mit besonderer Sorgfalt zu berechnen, da in ihnen die Hauptgrundlage der Untersuchung gegeben war und ihre Bewegungen auch für alle künftigen Forschungen von grösster Wichtigkeit sein mussten. Auch fanden sich für sie sehr zahlreiche Beobachtungen der vorzüglichsten Beobachter vor, namentlich Bessel's und der britischen Astronomen.

Zuerst führte ich eine neue Reduction der Bradley'schen Originalbeobachtungen mit den schärfern Constanten durch, welche in dem Abschnitt über Präcession etc. aufgeführt sind, und welche Bessel bei seiner vor 50 Jahren ausgeführten Bearbeitung noch nicht benutzen konnte. Ich setze Bessel's und meine Berechnungen zur Vergleichung hierher; B. ist die ältere, M. die neue Reduction, beide mit Anbringung der Präcession auf 1850.

| Nr. des Kata- logs. | | Rectascension 1755. | | Declination 1755. | |
|---------------------------|----------------|---------------------|-------|-------------------|-------|
| | | B. | M. | B. | M. |
| 508 | Celero | 53° 58' 21",4 | 23",7 | + 23° 48' 54",3 | 53",6 |
| 509 | Electra | 53 59 36,7 | 38,4 | 23 38 19,5 | 18,6 |
| 510 | | 54 3 19,3 | 19,3 | | |
| 511 | Taygeta | 54 4 17,9 | 18,8 | 23 59 36,9 | 35,8 |
| 512 | Maja | 54 13 36,1 | 37,2 | 23 53 45,6 | 44,5 |
| 513 | Asterope | 54 14 37,8 | 40,4 | 24 4 58,5 | 58,0 |
| 514 | | 54 16 48,4 | 50,0 | 24 3 23,8 | 23,8 |
| 516 | Merope | 54 21 27,9 | 28,0 | 23 28 41,3 | 41,4 |
| 520 | | 54 36 37,9 | 37,9 | 23 38 — | 55,4 |
| 521 | Alcyone | 54 38 36,9 | 37,9 | 23 38 18,8 | 18,1 |
| 522 | | 54 52 7,3 | 7,4 | 22 57 26,6 | 27,5 |
| 523 | | 54 53 36,2 | 36,2 | | |
| 525 | | 55 0 39,2 | 36,3 | | |
| 527 | Atlas | 55 3 44,8 | 46,5 | 23 45 31,9 | 31,4 |
| 528 | Plejone | 55 4 2,8 | 2,6 | 23 40 32,7 | 33,6 |

Die an sich geringen Unterschiede haben grösstentheils ihren Grund darin, dass Bessel nicht alle Beobachtungen Bradley's benutzte, sondern nur eine gewisse Auswahl bei den häufiger beobachteten, wogegen ich nur einige offenbar verfehlt ausschloss, und übrigens alle, die ich in Bradley's Originaltagebuch finden konnte, in Berechnung nahm. So hat beispielsweise Bessel für Alcyone 10 Rectascensions- und 7 Declinationsbeobachtungen angewandt, ich dagegen resp. 21 und 8.

Mit diesen stellte ich nun alle spätern, mit guten Meridianinstrumenten von sorgfältigen Beobachtern angestellten Observationen zusammen, und erhielt aus allen die folgenden Oerter und Eigenbewegungen für 1850, denen ich zugleich die Zahl der benutzten einzelnen Daten hinzufügte:

| Nr. des Katal. | | AR. 1850. | Eigen- bewe- gung $\Delta \alpha$. | Decl. 1850. | Eigen- bewe- gung $\Delta \delta$. | Anzahl in | |
|-------------------|------------|----------------|--|------------------|--|--------------|-----|
| | | | | | | AR. Decl. | |
| 508 | Celeno .. | 53° 58' 26",32 | + 3",6 | + 23° 48' 47",49 | - 6",4 | 67 | 62 |
| 509 | Electra .. | 53 59 39,12 | + 1,7 | 23 38 14,59 | - 4,6 | 121 | 79 |
| 510 | | 54 3 18,42 | + 0,5 | 24 21 50,39 | - 5,6 | 43 | 34 |
| 511 | Taygeta . | 54 4 19,43 | + 0,6 | 23 59 32,36 | - 4,5 | 67 | 60 |
| 512 | Maja | 54 13 37,95 | + 1,1 | 23 53 40,54 | - 4,8 | 61 | 62 |
| 513 | Asterope . | 54 14 42,85 | + 3,8 | 24 4 53,87 | - 4,6 | 24 | 29 |
| 514 | | 54 16 47,87 | - 1,2 | 24 3 19,70 | - 3,7 | 16 | 21 |
| 516 | Merope .. | 54 21 29,51 | + 1,3 | 23 28 36,35 | - 5,3 | 53 | 54 |
| 520 | | 54 36 37,36 | + 3,5 | 23 28 52,17 | - 3,3 | 25 | 31 |
| 521 | Alcyone.. | 54 38 38,62 | + 1,71 | 23 38 13,38 | - 4,44 | 648 | 561 |
| 522 | | 54 52 5,58 | - 1,1 | 22 57 21,28 | - 6,3 | 12 | 14 |
| 523 | | 54 53 37,79 | - 0,5 | 23 52 48,11 | - 9,9 | 18 | 16 |
| 525 | | 55 0 39,76 | + 3,0 | 23 23 38,36 | - 5,4 | 31 | 27 |
| 527 | Atlas | 55 3 45,39 | - 0,6 | 23 35 25,06 | - 5,9 | 101 | 89 |
| 528 | Plejone .. | 55 4 3,26 | + 0,7 | 23 40 25,72 | - 7,5 | 52 | 38 |

sodass für diese Gruppe insgesamt 2516 Beobachtungen benutzt sind.

Es kommen bei verschiedenen neuern Beobachtern noch andere Sterne dieser Gruppe vor, am meisten bei Bessel, der überhaupt 53 dieser Sterne genau bestimmt hat. Doch

glaubte ich meinem Princip auch hier getreu bleiben zu müssen, keinen Stern, der bei Bradley nicht vorkommt, aufzunehmen. Auch würde es jetzt ziemlich vergebliche Arbeit sein, die Eigenbewegungen dieser erst in neuerer Zeit beobachteten Sterne bestimmen zu wollen.

Diese Eigenbewegungen waren nun zunächst so umzuformen, dass ihre Quantität r und Richtung ψ daraus hervorging. Dies geschah nach den bekannten Formeln

$$r \sin \psi = \Delta \alpha \cos \delta$$

$$r \cos \psi = \Delta \delta$$

wodurch r und ψ bestimmt sind.

Ich stelle diese Werthe hier auf und füge noch die Richtung φ hinzu, welche von der Sonnenbewegung für die Plejadensterne indicirt ist; sowie die Abweichungswinkel $\varphi - \psi$.

| | | r | ψ | φ | $(\varphi - \psi)$ |
|-----|----------------|-------|--------|-----------|--------------------|
| 508 | Celeno | 7",2 | 152°,7 | 156,9 | + 4,2 |
| 509 | Electra | 4,9 | 160,8 | 156,9 | - 3,9 |
| 510 | | 5,6 | 174,9 | 157,0 | - 17,9 |
| 511 | Taygeta | 4,6 | 172,4 | 157,0 | - 15,4 |
| 512 | Maja | 4,9 | 158,2 | 157,1 | - 1,1 |
| 513 | Asterope | 5,7 | 142,7 | 157,1 | + 14,4 |
| 514 | | 3,9 | 196,5 | 157,2 | - 39,3 |
| 516 | Merope | 5,5 | 167,3 | 157,1 | - 10,2 |
| 520 | | 4,5 | 135,9 | 157,3 | + 21,4 |
| 521 | Alcyone | 4,7 | 160,2 | 157,4 | - 2,8 |
| 522 | | 6,4 | 189,6 | 157,1 | - 32,5 |
| 523 | | 9,9 | 182,9 | 157,6 | - 25,3 |
| 525 | | 6,1 | 153,4 | 157,6 | + 4,2 |
| 527 | Atlas | 5,9 | 184,8 | 157,7 | - 27,1 |
| 528 | Plejone | 7,5 | 176,2 | 157,7 | - 18,5 |
| | Mittel | 5",82 | | | - 8°,7 |

Hier ist nun zuvörderst klar, dass die Plejadengruppe eine physisch verbundene ist, dass ihre gemeinschaftliche Bewegung durch die Bewegung unserer Sonne allein erklärlich ist, und die geringen Abweichungen der einzelnen Sterne vom Mittel den Partialbewegungen innerhalb der

Gruppe zuzuschreiben sind, soweit sie nicht von Beobachtungsfehlern herrühren. Letzteres ist auch daraus ersichtlich, dass die stärksten Abweichungen in r und ψ den Sternen 514, 522 und 523 angehören, für welche die wenigsten Beobachtungen zu Gebote standen. Die beste Uebereinstimmung wird für Alcyone erhalten, der als ganz ruhend betrachtet werden kann, da seine Abweichung von dieser Annahme nur $0'',23$ beträgt.

Dieser Gemeinsamkeit wegen kann die Plejadengruppe in den unten folgenden Zusammenstellungen nur mit ihrem mittlern Gesamtwert in Rechnung kommen, und ebenso die Hyadengruppe, für die sich gleichfalls eine physische Zusammengehörigkeit, aber mit einem Abweichungswinkel von $+60^\circ,6$ ergibt, woraus allein schon folgt, dass diese letztere Gruppe nicht die centrale sein kann. Auch ist α Tauri mit ihr bloß optisch verbunden.

Der eigenthümliche Umstand, dass gerade diese Gruppe als die am dichtesten gedrängte des ganzen Himmels schon von den ältesten Zeiten her (Hiob und Homer) die Aufmerksamkeit auf sich zog, wird hier nicht weiter geltend gemacht. Solche Wahrnehmungen mögen als Fingerzeige gelten, Beweise sind sie nicht. Vielmehr begnügen wir uns hier mit der Folgerung:

Die Bedingung I ist für Alcyone erfüllt.

Für die weitere Untersuchung wurden nun, wie oben erwähnt, concentrische Kreise an der Himmelskugel gezogen und dadurch 18 ringförmige Regionen von je 10° Breite gebildet. Aber nur die fünf ersten gehören ganz und die sechste noch fast ganz dem Theile der Himmelskugel an, der von Bradley untersucht ist. Für sie müssen also die Richtungen Nord und Süd, West und Ost und alles Entgegengesetzte überhaupt sich ausgleichen und etwaige Unterschiede, die darin ihren Grund haben, wie beispielsweise eine constante Declinationsdifferenz, können das Gesamtergebnis nicht alteriren. Anders bei den Regionen VII

bis XVIII, von denen beträchtliche Theile in die noch unerforschte Südregion fallen und die also für jetzt nur mangelhaft untersucht werden können. Ich habe sie gleichwol sämmtlich berechnet, da auch selbst eine noch unvollkommene Vergleichung bei Entscheidung unserer Frage von wesentlichem Interesse ist.

Die Mittel aus den r ergeben sich wie folgt:

| Regionen. | Zahl der Sterne. | Mittlere Eigenbewegung. | Stärkste der vorkommenden Eigenbewegungen. |
|-----------|------------------|-------------------------|--|
| I. | 45 | $7'',71$ | $25'',3$ |
| II. | 100 | 8,20 | 53,6 |
| III. | 189 | 9,78 | 119,9 |
| IV. | 264 | 9,79 | 409,1 |
| V. | 269 | 10,41 | 383,3 |
| VI. | 275 | 11,97 | 208,8 |
| VII. | 273 | 10,03 | 113,3 |
| VIII. | 246 | 10,95 | 192,5 |
| IX. | 277 | 10,89 | 527,8 |
| X. | 218 | 9,71 | 73,8 |
| XI. | 221 | 9,56 | 78,9 |
| XII. | 163 | 11,71 | 117,4 |
| XIII. | 163 | 12,51 | 118,0 |
| XIV. | 123 | 12,07 | 225,7 |
| XV. | 92 | 10,01 | 131,6 |
| XVI. | 87 | 13,33 | 113,2 |
| XVII. | 58 | 9,16 | 59,8 |
| XVIII. | 44 | 7,30 | 72,0 |

Der regelrechte Fortschritt in den sechs ersten Regionen hat durch alle auch noch so stark einwirkenden Zufälligkeiten nicht maskirt werden können. Was die übrigen betrifft, so lässt sich nur sagen, dass eine weitere Zunahme nicht mit Bestimmtheit hervortritt. Die Abnahme in X und XI scheint darin ihren Grund zu haben, dass s' hier nothwendig kleiner ausfallen muss wegen Nähe des Punktes O, wohin die Sonne sich bewegt, da, wenn man den Winkelabstand eines Sterns von O durch χ bezeichnet, $s' = s \sin \chi$ wird. In den letzten vier Regionen wird die Anzahl der

Sterne sehr gering; dies und die Unvollständigkeit der Regionen ist Ursache der starken Sprünge.

Unsere eigentliche Grundlage bilden die 1141 Sterne der sechs ersten Regionen. Zwar auch diese Zahlen werden, wie alle durch Erfahrung ermittelten ohne Ausnahme, durch Hinzutritt noch mehrerer Sterne in Zukunft Modificationen erleiden; ihr Gang im wesentlichen, auf den alles ankommt, steht fest.

Entwickeln wir aus den sechs Werthen für r eine Formel, so wird, wenn ζ den Abstand von Alcyone bezeichnet,

$$r = 6'',916 + 5,700 \sin \zeta.$$

Vergleichung.

| Formel. | Beobachtung. | Abweichung. |
|---------|--------------|-------------|
| 7,42 | 7'',71 | + 0'',29 |
| 8,01 | 8,20 | — 0,19 |
| 9,33 | 9,78 | + 0,45 |
| 10,19 | 9,79 | — 0,40 |
| 10,94 | 10,41 | — 0,53 |
| 11,59 | 11,97 | + 0,38. |

Folgerung:

Die Bedingung II ist für Alcyone erfüllt.

Indem wir jetzt zu den Abweichungswinkeln ($\varphi - \psi$) übergehen, ist zunächst zu bemerken, dass ihr Gewicht ein sehr ungleiches ist, da eine Richtung um so ungenauer gefunden wird, je kleiner die Linie ist, der sie angehört. Bei 5'',7 Distanz wird ein Fehler von nur 0'',1 schon einen Grad Fehler in der Richtung erzeugen, und namentlich bei schwächeren Sternen kommen gewiss zehnmal grössere Fehler in den Eigenbewegungen noch häufig vor. Ich habe deshalb alle Richtungen, die einer Eigenbewegung von weniger als 4'' angehören, von der Vergleichung ausgeschlossen. Von der Gesamtzahl 3131 fielen somit 921 aus, und nur die übrigen 2210, deren Eigenbewegung 4'' und darüber ist, sind hier nach ihren Mitteln aufgeführt.

| Regionen. | Mittlerer Abweichungswinkel. | Anzahl. |
|-----------|------------------------------|---------|
| I. | 39°,98 | 32 |
| II. | 46,43 | 70 |
| III. | 55,45 | 128 |
| IV. | 56,86 | 179 |
| V. | 61,72 | 171 |
| VI. | 62,59 | 186 |
| VII. | 61,19 | 185 |
| VIII. | 67,95 | 180 |
| IX. | 62,75 | 201 |
| X. | 68,80 | 156 |
| XI. | 58,01 | 139 |
| XII. | 67,97 | 120 |
| XIII. | 63,26 | 125 |
| XIV. | 61,90 | 89 |
| XV. | 58,92 | 63 |
| XVI. | 61,21 | 71 |
| XVII. | 54,41 | 43 |
| XVIII. | 47,27 | 28. |

Wir entwickeln hieraus wie oben eine von ζ abhängige Formel und finden

$$(\varphi - \psi) = 37°,957 + 33°,226 \sin \zeta$$

und führen damit die Vergleichung aus:

| Regionen. | Formel. | Beobachtung. | Abweichung. |
|-----------|---------|--------------|-------------|
| I. | 40°,85 | 39°,98 | — 0°,87 |
| II. | 46,56 | 46,43 | — 0,13 |
| III. | 52,00 | 55,45 | + 3,45 |
| IV. | 57,01 | 56,86 | — 0,15 |
| V. | 61,45 | 61,72 | + 0,27 |
| VI. | 65,17 | 62,59 | — 2,58; |

sodass die grösste Abweichung (3,45) sich zur grössten Differenz in der Reihe (22,61) sich beiläufig wie 1 : 7 stellt.

Folgerung:

Die Bedingung III ist für Alcyone erfüllt.

Es bleibt uns nun noch übrig, die Zahl der Fälle zu vergleichen, in denen der Abweichungswinkel 90° erreicht oder überschreitet. Die absolute Anzahl, zusammengestellt

mit der Anzahl der Sterne in jeder Region, gibt den verhältnissmässigen Betrag nach Procenten, und nur dieser ist hier massgebend.

| Regionen. | Zahl der Fälle, wo $(\varphi - \psi) > 90^\circ$. | Zahl der Sterne überhaupt. | Procentsatz = p. |
|-----------------|---|-------------------------------|---------------------|
| I. | 1 | 32 | 3,1 |
| II. | 8 | 70 | 11,4 |
| III. | 27 | 128 | 21,1 |
| IV. | 48 | 179 | 26,8 |
| V. | 51 | 171 | 29,8 |
| VI. | 55 | 186 | 29,6 |
| Vollständige. | | | |
| VII. | 46 | 185 | 24,9 |
| VIII. | 58 | 180 | 32,2 |
| IX. | 54 | 201 | 26,9 |
| X. | 42 | 156 | 27,0 |
| XI. | 33 | 139 | 23,8 |
| XII. | 41 | 120 | 34,2 |
| XIII. | 33 | 125 | 26,4 |
| XIV. | 25 | 89 | 27,9 |
| XV. | 13 | 63 | 20,6 |
| XVI. | 19 | 71 | 26,8 |
| XVII. | 10 | 43 | 23,3 |
| XVIII. | 4 | 28 | 14,3. |
| Unvollständige. | | | |

Wir fassen hier die neun ersten Regionen zusammen und erhalten

$$p = 25^\circ,92 \sin \zeta + 9^\circ,59 \sin 2\zeta,$$

was folgende Vergleichung gibt:

| Regionen. | Formel. | Beobachtung. | Abweichung. |
|-----------|---------|--------------|-------------|
| I. | 3,9 | 3,1 | - 0,8 |
| II. | 11,5 | 11,4 | - 0,1 |
| III. | 18,3 | 21,1 | + 2,8 |
| IV. | 23,9 | 26,8 | + 2,9 |
| V. | 27,8 | 29,8 | + 2,0 |
| VI. | 29,7 | 29,6 | - 0,1 |
| VII. | 30,8 | 24,9 | - 5,9 |
| VIII. | 29,8 | 32,2 | + 2,4 |
| IX. | 27,5 | 26,9 | - 0,6. |

Indess wäre hier der Einwurf möglich, die Zahl der Fälle sei an sich und in allen Regionen zu gering, um ein

sicheres Resultat zu geben. Sie ist in der That in allen neun verglichenen zusammen 338, und wiewol in ähnlichen Vergleichungen selbst eine viel geringere Zahl schon manchem Rechner hinreichend schiene, um sie als massgebend zu betrachten, so soll dies doch kein Grund für uns sein, bei obigen Daten stehen zu bleiben.

Der Mittelwerth für den Abweichungswinkel ergibt sich aus allen Regionen mit Beachtung der Anzahl zu $63^\circ,04$. Sucht man die Zahl der Fälle, wo $(\varphi - \psi)$ diesen seinen Mittelwerth übersteigt, so erhalten wir

| Regionen. | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Anzahl . . | 4 | 16 | 33 | 65 | 75 | 78 | 71 | 76 | 82 |
| p'. | 12,5 | 22,9 | 25,8 | 36,3 | 43,8 | 41,9 | 38,3 | 42,2 | 40,8 |

womit erhalten wird

$$p' = 8,4 + 29,1 \sin \zeta + 10,7 \sin 2\zeta.$$

Vergleichung.

| Regionen. | Formel. | Beobachtung. | Abweichung. |
|-----------|---------|--------------|-------------|
| I. | 12,8 | 12,5 | - 0,3 |
| II. | 21,3 | 22,9 | + 1,6 |
| III. | 28,9 | 25,8 | - 3,1 |
| IV. | 35,3 | 36,3 | + 1,0 |
| V. | 39,8 | 43,8 | + 4,0 |
| VI. | 42,2 | 41,9 | - 0,4 |
| VII. | 43,0 | 38,3 | - 4,7 |
| VIII. | 41,9 | 42,2 | + 0,3 |
| IX. | 39,2 | 40,8 | + 1,6. |

Die Anzahl der Fälle ist hier 500, das Resultat der Vergleichung aber nahezu dasselbe wie oben und die Bedingung IV ist für Alcyone erfüllt.

Die hier gegebenen Reihenfolgen sind im wesentlichen gleichen Inhalts mit denen, welche ich 1848 in meinen „Untersuchungen über die Fixsternsysteme“ gegeben habe; sie sind nur weiter ausgedehnt, vervollständigt und auf eine grössere Zahl von Beobachtungen basirt. Ich halte diesen Weg der Beweisführung für den einzigen, der gegen-

wärtig eingeschlagen werden kann, denn keiner der früher versuchten hat zum Ziele geführt, und erst eine sehr späte Zukunft wird im Stande sein, das Problem so zu behandeln, dass ausser einer Entscheidung für die Hauptfrage, auf die wir uns jetzt zu beschränken haben, auch noch andere positive Folgerungen über Form und Lage der Bahnen und Bewegungen, über Massen und Distinzen, über die zu erwartenden Veränderungen u. dgl. hervorgehen. Ich habe nur vermocht eine der vielen Fragen, welche sich hier darbieten, zur Lösung zu bringen, und zwar die, welche allen andern vorausgehen musste, und als sicheres Resultat die Thesis aufzustellen:

Die Plejadengruppe ist die Centralgruppe für unser Fixsternsystem einschliesslich der Milchstrasse. Der Schwerpunkt befindet sich bleibend in ihr.

Ob und mit welchem einzelnen Sterne dieser Schwerpunkt physisch verbunden sei, kann nicht mit demselben Grade der Gewissheit entschieden werden. Nahe jedoch liegt die Annahme, dass Alcyone, der hellste dieser Sterne, der zugleich auch optisch die Mitte einnimmt und unter allen Plejadesternen am genauesten den speciellen Bedingungen entspricht, auch dynamisch ihr Centrum bilde und mit Ausschluss aller andern den Namen Centralsonne beanspruchen kann, wenn man überhaupt diesen Namen für den so wesentlich modificirten Begriff künftig beibehalten will.

Alles andere hier noch weiter Folgende ist nur als ein Versuch zu betrachten, und ich bitte den Leser, nicht zu vergessen, dass das bisher Beigebrachte alles enthält, was ich glaube bewiesen zu haben. Darüber hinaus habe ich nur Vermuthungen und Andeutungen, die ich zwar ebenso wenig als die dafür sprechenden Wahrscheinlichkeitsgründe zurückhalten, ausdrücklich aber bemerken will, dass sie sämmtlich fallen können, ohne den obigen Hauptsatz zu erschüttern und ungewiss zu machen.

Verlängern wir die scheinbare Bewegung der Alcyone

rückwärts, so führt der grösste Kreis uns in einem Abstände von $111^{\circ} 30',7$ am Punkte O südlich vorüber, $2^{\circ} 36'$ von ihm entfernt. Der theoretischen Forderung, dass der Punkt genau getroffen werde, kann entsprochen werden, wenn man den gegenwärtigen Ort der Alcyone um $0'',20$ ändert, oder wenn man den Punkt O um $2^{\circ} 36'$ nach Süden rückt. Beides ist gestattet; die Angaben, wie wir sie gegenwärtig besitzen, müssten einen jetzt noch gar nicht erreichbaren Grad der Genauigkeit haben, wenn so kleine Aenderungen als unzulässig erscheinen sollten.

Der Ueberschuss $21^{\circ} 30',7$ des obigen Abstandes über den Quadranten hinaus, bezeichnet das geringste Mass des Excentricitätswinkels der Sonnenbahn. Sie ist also kein Kreis und die Abweichung von ihm ist nicht unbedeutend, wie stark sie aber in Wirklichkeit sei, kann nicht bestimmt werden. Wir haben jetzt schon Planetenbahnen, welche eine grössere Excentricität als $21^{\circ} 30',7$ zeigen.

Die jährliche Bewegung der Sonne, von Alcyone aus gesehen, ist deren scheinbarer Bewegung gleich, also $= 0'',0471$, oder wenn wir das r der ganzen Gruppe statt des speciellen der Alcyone setzen $= 0'',0582$. Ist die gegenwärtige Bewegung unserer Sonne der mittlern gleich, so erhalten wir aus der erstern Zahl für die Umlaufszeit $27\frac{1}{2}$ Millionen Jahre, aus der letztern $22\frac{1}{4}$. Das Verhältniss dieses Jahres der Sonne zum Jahre der Erde ist beiläufig dasselbe, wie das eines Jahres der Erde zu einer Secunde.

Unter Annahme eines gänzlich masselosen Schwerpunktes fanden wir oben, dass im Globularsystem alle Umlaufzeiten gleich sein müssen. Es scheint jedoch nicht, dass diese Masse gleich Null zu setzen ist. Die Plejadengruppe besteht aus nahezu 500 Sternen und der Halbmesser dieser Gruppe beträgt noch nicht den achtzigsten Theil der Entfernung unserer Sonne von ihr. Es scheint also, dass hier zwar keine präponderirende, gleichwol aber eine nicht unbedeu-

tende Massenansammlung den Schwerpunkt so nahe umgebe, dass die materielle Anziehung dieser Centralgruppe gegen die virtuelle des Schwerpunktes nicht gerade als Null zu setzen sei, und verhält es sich so, so werden auch die Umlaufsperioden der näherstehenden Sterne kleiner, die der entfernten grösser ausfallen; nur allerdings weit weniger verschieden, als verhältnissmässig die Umlaufzeiten im Planetensystem.

Der Neigungswinkel der Ebene der Sonnenbahn gegen die der Ekliptik sowol als gegen die ihres eigenen Aequators ist jedenfalls sehr beträchtlich und kommt dem rechten nahe, denn die scheinbare Bewegung der Centralgruppe ist fast senkrecht gegen die Ekliptik gerichtet, und ebenso hat der Punkt O, wohin die Sonne sich jetzt bewegt, eine Breite von 62° .

Ebenso wenig findet ein genähertes Zusammenfallen der gedachten Bahnebene mit der der Milchstrasse statt. Denn der Winkel, unter welchem der obenerwähnte grösste Kreis zwischen C und O die Milchstrasse (im Perseus) durchschneidet, ist zwar erheblich geringer als der mit der Ekliptik gebildete, doch aber von Null zu beträchtlich entfernt, um eine nähere Beziehung der Sonnenbahn zur Milchstrassenebene annehmen zu können.

Es scheint überhaupt nicht, dass sich irgendeine Grundebene finden lasse, auf welche die Fixsternbahnen in ihrer Gesamtheit bezogen werden könnten. Deutliche Spuren gemeinsamer Bewegungsrichtung einer doch immer nur mässigen Anzahl von Sternen zeigen sich hier und da, doch nirgends so bestimmt als in der Plejadengruppe. Im ganzen und grossen scheint es, dass die allerverschiedensten Richtungen vorkommen, und zwar beiläufig gleich häufig; ähnlich wie in der Kometenwelt unsers Sonnensystems.

Eine interessante Frage ist die nach der Entfernung der Centralgruppe von unserer Sonne. Wir werden eine unbekannte Entfernung stets nur bestimmen können, wenn

wir von einer bekannten ausgehen. Wie wenig wir bis jetzt von den Entfernungen der Fixsterne wissen, ist bereits gezeigt worden; der einzige Stern, den wir bei unserer Frage jetzt schon zu Rathe ziehen können, ist 61 Cygni. In dem Dreieck: Plejaden, Sonne, 61 Cygni können wir den Winkel an der Sonne direct am Himmel messen, er findet sich $83^\circ,4$. Da kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die Entfernung der Plejaden sehr vielmal grösser ist als die von 61 Cygni, so wird der Winkel χ an den Plejaden jedenfalls nur klein sein. Der Winkel an 61 Cygni ist also $= 180^\circ$ minus $83^\circ,4$ minus eines kleinen, jedenfalls also nahe einem rechten und sicher nicht kleiner als $83^\circ,4$. Die Länge beider, den Winkel χ einschliessenden Seiten kann demnach höchstens im Verhältniss von $\sin 83^\circ,4 : \sin \text{tot.}$ verschieden sein, d. h. wie die Zahlen 0,9934 und 1,0000. Zwei Sterne, die einen so nahe gleichen (höchstens um $\frac{1}{150}$ verschiedenen) Abstand vom Centralpunkt haben, werden auch nach aller Wahrscheinlichkeit eine gleich schnelle Bewegung haben; wir setzen also die lineäre Fortrückung unserer Sonne und 61 Cygni im Raume einander gleich. Nun ist die secularäre Bewegung von 61 Cygni $= 522'',1$. In dieser Bewegung erblicken wir die dritte Seite eines Dreiecks, dessen beide andern Seiten die Projection der Sonnenbewegung und die Projection der Bewegung des Sterns sind.

Die gesuchte, für beide Körper gleiche Bewegung sei ρ , der Abstandswinkel des Sterns vom Punkte O an der Himmelskugel $= \chi$, die Richtung der von uns beobachteten Bewegung an 61 Cygni $= \psi$ und die der Sonnenbewegung, wie sie sich in diesem Punkte abspiegelt, $= \varphi$. Nun haben wir

$$\chi = 40^\circ 56',7$$

$$\varphi = 110 \quad 8,0$$

$$\psi = 52 \quad 25,0, \text{ folglich } (\varphi - \psi) = 57^\circ 43',0.$$

Wir haben ferner für die Projection der Sonnenbewegung

$\rho \sin \chi = 0,65535 \rho$; den Projectionswinkel für die Bewegung des Sterns kennen wir nicht; nehmen wir deshalb, was bei einer so starken Bewegung nicht unwahrscheinlich ist, die perspectivische Verkürzung als unbedeutend an und setzen wir statt ρ' das unveränderte ρ . Dann haben wir für die drei Seiten die Werthe:

$$522'',1$$

$$\rho$$

$$0,65535 \rho$$

und für den ρ gegenüberliegenden Winkel

$$57^\circ 43',0.$$

Daraus ergibt sich $\rho = 441'',51$ und dies ist also die secular Bewegung unserer Sonne, direct gesehen aus einer Entfernung, gleich der des Sterns 61 Cygni.

Der Richtungswinkel nach den Plejaden ist aber nach Obigem $111^\circ 30',7$; es wird also $441'',51$ mit $\sin 111^\circ 30',7$ zu multipliciren sein und wir erhalten $410'',75$ für die Projection der Sonnenbewegung, gesehen von der Richtungslinie zur Plejadengruppe aus einem der Entfernung von 61 Cygni gleichen Abstände.

Nun wird die Secularbewegung unserer Sonne von der Centralgruppe aus unter dem Winkel $5'',82$ gesehen, der 76,1 mal in $410'',75$ enthalten ist, es verhält sich also: Entfernung 61 Cygni : Entfernung Plejaden = 1 : 76,1.

Setzt man nach Bessel und Peters die Parallaxe von 61 Cygni = 0,3483, so erhalten wir
Alyone Parallaxe = $0'',00457$,

$$\text{Entfernung} = 45135000 \text{ Sonnenweiten} = 943 \text{ Billionen Meilen,}$$

$$\text{Zeit des Lichts} = 715 \text{ Jahre.}$$

Mit wachsender Parallaxe von 61 Cygni, wie mit wachsender Eigenbewegung der Plejadengruppe würde auch die Parallaxe derselben wachsen; mit wachsender Eigenbewegung von 61 Cygni dagegen abnehmen.

Wenn wir die von jenem Stern aus gesehene jährliche

Eigenbewegung unserer Sonne ($4'',4151$) mit dessen Parallaxe (0,3483) dividiren, so erhalten wir die jährliche Quantität der Bewegung unserer Sonne in Erdbständen ausgedrückt. Sie ergibt sich = 12,67; die der Erde in ihrer Bahn (6,283...) ist nahezu die Hälfte derselben. In einer Secunde beträgt die Sonnenbewegung 8,28 geographische Meilen. Mit zunehmender Parallaxe von 61 Cygni muss diese Bewegung abnehmen. Nehmen wir sie beispielsweise nach Johnson's Untersuchung zu $0'',4$ an, so erhielte man für die jährliche Sonnenbewegung 11,037.

Die Lichtzeit, wie sie oben für die Plejadengruppe zu 715 Jahren gefunden ist (d. h. der Lichtstrahl der 1858 zu uns gelangt, ist dort im Jahre 1143 ausgegangen), gibt für Fixsternfernen den bequemsten und übersichtlichsten Ausdruck; unsere Meilen, Erdhalbmesser u. dgl. gewähren für sie einen zu winzigen Massstab. Zu einiger Vergleichung diene, dass für unsern Mond die Zeit des Lichts $1\frac{1}{4}$ Secunde und für unsere Sonne 8 Minuten 18 Secunden beträgt.

Es sei hier noch bemerkt, dass zwei oben gemachte Annahmen zwar der Wahrscheinlichkeit am entsprechendsten, keineswegs jedoch gewiss sind. Wir setzten die wirklichen Bewegungen von 61 Cygni und unserer Sonne einander gleich, und wir nahmen an, dass für erstere, von uns aus gesehen, eine perspectivische Verkürzung nicht stattfinde. Wären die betreffenden Bahnen, oder eine derselben, sehr bedeutend elliptisch, so könnte die erstere Annahme beträchtlich von der Wahrheit abweichen. Fände eine merkliche perspectivische Verkürzung der Bewegung von 61 Cygni statt, so würde die Sonnenbewegung etwa in demselben Verhältniss rascher angenommen werden müssen. Sind uns erst die Parallaxen mehrerer Sterne mit Sicherheit bekannt, so wird auch ein sichererer Schluss auf die Sonnenbewegung gemacht werden können.

Vorausgesetzt, dass die Werthe

45135000 Sonnenweiten,
22268000 Jahre Umlaufszeit

der Wahrheit entsprechen, so lässt sich aus ihnen nach den Kepler'schen Gesetzen durch

$$M = \frac{45135000^3}{22268000^2}$$

die Masse sämmtlicher Sterne finden, welche innerhalb der mit dem Radius CS um C beschriebenen Kugel stehen, man findet

185428000 Sonnenmassen.

Wie weit auch immer die Grenzen der Ungewissheit für diese Werthe gezogen werden müssen, stets wird die letztere Zahl die der einzelnen Sterne weit übertreffen, wobei noch zu erinnern ist, dass die Milchstrasse, und überdies noch eine Himmelshälfte ganz und von der andern ein nicht unbedeutender Theil auszuschliessen ist, da die Sterne dieser Regionen ausserhalb der für unsere Sonne noch attractiv wirksamen Kugel stehen. Entweder übertreffen die einzelnen Sterne unsere Sonne an Masse sehr erheblich, oder — und dies ist mir das Wahrscheinlichste — der bei weitem grösste Theil dieser Masse gehört Körpern an, die uns unsichtbar bleiben.

Nach obigen Werthen kommt eine Sonnenmasse auf jede mit einem Radius = 79151 Sonnenweiten beschriebene Kugel des Fixsternraums. Wäre die Gegend desselben, wo unsere Sonne steht, in diesem Verhältniss mit Sternen besetzt, die an Masse ihr gleichkommen, so müssten wir am Himmel 12 Sterne mit einer durchschnittlichen Parallaxe von 1",40 finden. Wir können keinen einzigen so nahe-stehenden, es scheint also, dass unsere Sonne sich in einer verhältnissmässig sehr sternarmen Gegend des Raums befinde.

Aber auch überhaupt genommen ist die Massenfülle des Fixsternraums, verglichen mit der der Planetenwelt (selbst

mit Ausschluss der Sonne) eine überaus geringe. Sämmtliche Planeten sind etwa $\frac{1}{700}$ der Sonnenmasse, und Neptun steht in 30 Sonnenweiten Entfernung. Die Dichtigkeit der Planetenwelt (wenn man diesen Ausdruck für $\frac{\sum M}{r^3}$ gestatten will) verhält sich also zu der des Fixsternraums wie

$$79151^3 : 700.30^3 = 26238000 : 1.$$

Obleich also, wie wir oben gesehen, die Massenfülle der Fixsternwelt eine weit grössere ist, als der Anblick verräth, so sind dennoch die Entfernungen der einzelnen Sterne voneinander dreihundertmal grösser, als wir sie finden würden, wenn die Dichtigkeit der Vertheilung gleich wäre der unserer Planetenwelt.

Vielleicht, dass diese ungeheuern Zwischenräume erforderlich waren, um im Globularsystem den allgemeinen Zusammenhalt zu ermöglichen ohne zu erhebliche Störungen benachbarter Sterne. In unserm Sonnensystem ist die Lage des Schwerpunkts und ihre Veränderungen sehr wenig abhängig von den Planetenstellungen; die dominirende Sonne hält ihn unter allen Umständen in ihrer Nähe oder in ihrem Körper fest. Das Globularsystem der Fixsterne entbehrt diese Grundlage seines festen Bestandes, und gleichzeitig ist die Anzahl seiner Glieder eine sehr viel grössere, als die des Sonnensystems. Hier müssen andere Grundlagen der Stabilität gegeben sein: wir sind noch bei weitem nicht im Stande, eine *Mécanique céleste* für die Fixsternwelt so durchzuführen, wie Laplace es für die Planetenwelt gethan, aber die Vermuthung liegt nahe, dass so ungeheurere Abstände nicht ohne Beziehung auf die beabsichtigte Erhaltung des Gleichgewichts angeordnet sind.

Wir fanden oben 715 Jahre Lichtzeit für den Abstand unserer Sonne vom Centralpunkt; es fragt sich, ob wir nicht Data besitzen, um hieraus einen wahrscheinlichen Werth für den Halbmesser des Gesamtcomplexes abzuleiten.

Wenn wir den Abstand Alcyone vom nächsten Punkte der Milchstrasse 21° und deren eigene Abweichung von dem ihr parallelen grössten Kreise zu $3\frac{1}{2}^\circ$ fänden, so haben wir zwei Dreiecke SCM und SCM', unter M und M' den uns nächsten und den entferntesten Punkt der Milchstrasse verstanden, und können ermitteln

Halbmesser des Milchstrassenringes 4777 Jahre Lichtzeit,

Abstand des uns nächsten Punktes 4144 „ „

„ „ entferntesten „ 5521 „ „

Der Wechsel sternarmer und sternreicher Gegenden, sowenig er auf den ersten Anblick etwas Regelrechtes darzubieten scheint, hat dennoch manches Charakteristische. Zunächst um die dichtgedrängte Centralgruppe finden wir einen sternarmen Raum. Die Strecke von ζ Persei bis λ Tauri ($31,5$ bis $12,0$ Declination und von 46° bis $58\frac{1}{2}^\circ$ Rectascension), also der 185. Theil des ganzen Himmels, enthält ausser der Centralgruppe nur einen Stern 5. und sechs der 6. Grösse, während durchschnittlich sechs der 5. und siebzehn der 6. hier stehen müssten. Oestlich wie westlich ist diese Region von einer erheblich reichern Schicht begrenzt. Weiter nach Westen folgt bald wieder eine sternarme Zone, die sich durch den Pegasus und die Fische hinzieht. Sowol in dieser als in andern Gegenden des Himmels kann man die Bemerkung machen, dass sternreiche wie sternarme Gegenden sich nicht sowol als rundliche Gruppen, sondern als langgestreckte, zuweilen ziemlich schmale Zonen darstellen. Die Richtung dieser Zonen steht nirgends ganz oder nahezu senkrecht zur Milchstrasse, sondern ihr mehr oder weniger parallel. Freilich tritt dieses alles deutlicher in der südlichen Hemisphäre hervor, da in der nördlichen, wie es scheint, zu viele verschiedene Regionen für unsern Anblick hintereinander stehen, während wir nach Süden hin in weniger entlegene Tiefen des Himmels blicken und sich hier auch optisch die einzelnen reichern und ärmern Gegenden deutlicher herausheben.

Indess dürfte es sehr schwierig sein, über die Gestaltung und Massenvertheilung im Innern des Fixsterncomplexes etwas Sicheres abzuleiten, um so mehr als wir nicht wissen können, ob dem ganzen Unterschiede nicht vielmehr eine verschiedene Leuchtkraft der einzelnen Regionen zum Grunde liegt. Ungemein grosse Verschiedenheiten dieser Leuchtkraft müssen wir nothwendig annehmen: die von ζ Bootis übertrifft etwa sechstausendmal die von ξ Ursae majoris, und wahrscheinlich sehen wir, selbst im Fernrohr, hauptsächlich nur solche Sterne, deren Leuchtkraft erheblich stärker als die unserer Sonne ist. Wo so viele gleich mögliche oder gleich wahrscheinliche Erklärungsweisen sich darbieten, ohne dass besondere Gründe für eine oder die andere sprechen, wird es am besten sein, die Entscheidung ganz auszusetzen.

So überraschend gross aber auch das Ganze, was wir als unsere Weltinsel zu bezeichnen uns gestattet, immerhin erscheinen mag — sein Halbmesser ist mindestens 10 Millionen mal grösser als der Halbmesser der Neptunbahn — wir können dennoch nicht umhin, in ihm nur einen Theil, und wahrscheinlich einen sehr kleinen Theil des Universums zu sehen. Solange man in den Nebelflecken des Himmels, von denen wir mehrere Tausende kennen, nur Sternmaterie erblickte, die noch in chaotischer Ausdehnung befindlich, ihr Stadium der Condensation erst in Zukunft durchlaufen werde, konnte man jeden derselben als einen künftigen Stern betrachten, der dann gar wohl demselben Complex, zu dem unsere Sonne und die einzeln sichtbaren Fixsterne zählen, angehören mochte. Diese noch von W. Herschel vertretene Ansicht hat sich jedoch durch die neuern Forschungen nicht bestätigt. Denn je stärkere Hülfsmittel die fortgeschrittene Physik und Mechanik den Himmelsforschern bieten konnte, desto mehr wuchs die Zahl der Nebelflecke an, die eine Auflösung in Sterne — und dann jedesmal in eine sehr beträchtliche Anzahl — darboten. Schon Herschel I. unterschied aufgelöste

Nebelflecke (Sternhaufen) von unaufgelösten; die letztern waren bei ihm in bedeutender Mehrzahl. Aber es scheint, dass ein solcher Unterschied objectiv nicht stattfindet. Wenn Lord Rosse, der Besitzer des lichtstärksten aller Teleskope, unter günstigen Umständen es auf einen Nebelfleck richtet, so erblickt er meistens entweder eine bestimmte Auflösung in einzelne Sternpunkte oder doch die Andeutung einer solchen.*) Von den leicht erkennbaren Sternhaufen, die sich höchstens dem blossen Auge als Nebelflecke darstellen, unterscheiden sich diese so schwierig aufzulösenden Gebilde nicht allein durch die ausserordentliche Feinheit der Lichtpunkte, sondern auch durch ihre grössere Anzahl. Der Nebelfleck des Hercules, dem blossen Auge schon kaum mehr erkennbar, löst sich in etwa 20000 Sternpunkte auf, die in seinem Centrum sich so dicht drängen, dass man einen Ballen von Licht vor sich hat und jedes Zählen der einzelnen Punkte aufgeben muss. Es erscheint hiernach sehr fraglich, ob es überhaupt irgendwo im Universum jetzt noch unausgebildeten Weltenstoff gebe, und ob nicht künftige noch grössere Instrumente auch diejenigen Nebelflecke, an denen Rosse die Kraft des seinigen jetzt noch vergebens versucht, als aufgelöst darstellen werden. Doch bleiben wir auch nur bei dem stehen, was gegenwärtig vorliegt. Es unterscheiden sich diese so eigenthümlichen Gebilde zu auffallend von den einzelnen Sternen, ja selbst von den dichtgedrängten der Milchstrasse, als dass man sie für integrirende Glieder unserer Sternwelt halten könnte. Vielmehr gewinnt W. Herschel's spätere Ansicht, wonach wir in jedem Nebelfleck eine selbständige Fixsternwelt erblicken, in Fernen, aus denen gesehen unser ganzer Fixsternhimmel, die Milchstrasse inbegriffen, selbst nur als Nebelfleck er-

*) „Resolvable but non resolved“ war W. Herschel's Ausdruck in solchen Fällen.

scheint, je länger desto mehr Wahrscheinlichkeit. Der kosmische Organismus, den wir im Vorstehenden betrachtet und als dessen Centrum wir die Plejaden, als dessen Peripherie die Milchstrasse erkannt haben, ist nur eine der Weltinseln neben vielen Tausenden anderer, die nicht minder grossartig und zugleich jede für sich selbständig dastehen, deren Entfernung von uns aber begreiflicherweise noch vielfach grösser sein muss, als die der äussersten Theile unserer Fixsternwelt. Ob sie sämmtlich Globularsysteme sind oder welche Systemform ihnen sonst zukomme, ob das Newton'sche Attractionsgesetz auch für sie gelte, wie ihr Inneres im einzelnen constituirt sei: dies alles sind Fragen, auf welche die Gegenwart keine Antwort bieten kann. Und ebenso wenig können wir wissen, ob der letzte von uns noch gesehene Nebelfleck den Markstein der Schöpfung bilde, oder wie weit diese Grenze zwischen Sein und Nichtsein noch hinter ihm liege. Millionen Jahre sind es jedenfalls, welche ihre Lichtzeit bezeichnen; wir schauen hier in eine Vergangenheit, mit welcher verglichen die ganze Dauer unsers Geschlechts zu einem Punkte zusammenschwindet; aber unser Messen, Zählen und Rechnen versagt hier seinen Dienst. Selbst die Oerter jener fernsten Glieder der uns sichtbaren Welt sind nur sehr schwer und ungenau zu bestimmen wegen Verwaschenheit der Ränder und meistens zu grosser Lichtschwäche.

Nur zu ahnen vermögen wir die Ordnung, die auch diese entlegenen Gebiete der Schöpfung beherrscht, sie nachzuweisen sind wir nicht im Stande. Denn nie darf verkannt werden, dass ohne wahrgenommene Bewegungen, die in eine bestimmte Beziehung gebracht werden können, alles andere haltlose Speculation bleibt, noch niemand aber hat eine Bewegung dieser Nebelflecke aufgefunden und es ist sehr geringe Aussicht vorhanden, dass dies so bald geschehen werde. Und so gestehen wir denn offen, dass hier die Grenze, nicht des Universums, sondern unsers

Wissens gezogen sei, die weiter hinauszurücken wol erst sehr späten Jahrhunderten gelingen dürfte.

So wird es denn hier genügen, das wenige, was uns die bisherigen Beobachtungen über einzelne Nebelflecke gelehrt haben, mit kurzen Worten zu berühren. Man hat es versucht, die grosse Zahl dieser Objecte zu classificiren, aber mit geringem Erfolg und Nutzen. Auf blos relative Unterschiede lassen sich keine Kategorien gründen, und doch laufen die drei ersten Herschel'schen Klassen: hell, schwach, sehr schwach, nur darauf hinaus. Seitdem Herschel II. und d'Arrest (in Leipzig) manche als schwach bezeichnete Nebelflecke Wilh. Herschel's ziemlich hell, und umgekehrt, gefunden haben, ohne den Grund der Veränderung, ob objectiv oder subjectiv, angeben zu können, muss man diese Eintheilung ganz aufgeben. Ferner führt Herschel „sehr grosse“ und „planetarische“ auf. Mit der Grösse als Unterscheidungsprincip ist es nicht besser bestellt als mit der Helligkeit; die planetarischen sollen solche sein, deren Begrenzung schärfer als gewöhnlich ist und deren Ansehen einigermassen an eine bleiche Planetenscheibe erinnert. Es finden sich in der That gegen 80 solcher Nebel, doch sind nur wenige vorhanden, die dem angegebenen Begriffe ganz entsprechen. Einer der am besten sichtbaren findet sich in der Andromeda, er ist nur wenig elliptisch und hat gegen 25 Secunden Durchmesser. Die meisten scheinen in der Südhemisphäre vorzukommen. Eine besondere Nebenklasse bilden die ringförmigen Nebel, unter ihnen ein sehr schöner und deutlicher im Sternbilde der Leier. Die letzten drei Herschel'schen Klassen sind Sternhaufen, wo er wieder zwischen sehr dicht besetzten, weniger dichten und grob zerstreuten unterscheidet. Sind, nach Lord Rosse, alle Nebelflecke auflöslich, darf man dies wenigstens nach Analogie der wirklich aufgelösten annehmen, so fällt die ganze Unterscheidung weg, so ist jeder Sternhaufen ein bereits aufgelöster Nebelfleck und jeder

Nebelfleck ein erst künftig in unsern Werkzeugen zur Auflösung kommender Sternhaufen. Vollends aber müssen die drei Kategorien aus den schon oben angeführten Gründen als blos relative Unterscheidungen ganz fallen.

Wir sind noch zu wenig mit den Specialitäten dieser Gebilde bekannt, um schon jetzt an eine wissenschaftlich genügende Systematisirung denken zu dürfen. Auch hat uns Rosse's Riesenteleskop mit einer besondern Klasse bekannt gemacht, von der man früher nichts wusste: die spiralförmigen Nebel. Von einem ballenförmigen Kern aus ziehen sich spiralförmig gekrümmte Bogen, bald aus Nebelmaterie bald aus Sternpunkten bestehend, bald parallel bald nach aussen divergirend, doch stets nach gleicher Hauptrichtung ziehend, sodass wie ein fächerförmiges Gebilde entsteht. Der amerikanische Astronom Stephen Alexander hat in Gould's „*Astronomical Journal*“ den Versuch gemacht, diese Spiralen genetisch zu erklären und die Grundlinien einer Theorie derselben aufzustellen. Nach seiner Darstellung sind es Anhäufungen von Massen, die noch nicht zu einem Gleichgewichtszustande gelangt sind, vielleicht einen solchen überhaupt auch in Zukunft nicht erreichen. Im weitern Verlauf seiner Discussion sucht er auch unserm Fixsternhaufen, speciell der Milchstrasse, diese Form zu vindiciren, und tritt insofern als Gegner meiner Fixsterntheorie auf, als diese einen Gleichgewichtszustand annehme und die Milchstrasse aus geschlossenen Ringen bestehen lasse, nicht jedoch gegen meine Bestimmung des Centralpunktes.

Es ist zuzugeben, dass der Standpunkt, den unser Sonnensystem im Fixsternraume einnimmt, für eine deutliche Ueberschau der Lage des gesammten, mit dem Namen Milchstrasse bezeichneten Complexes nicht besonders günstig ist. Wenn ich annehme, dass sie aus hintereinander liegenden concentrischen Ringen bestehe, so ist damit keineswegs die Möglichkeit einer andern Configuration ausgeschlossen,

und einzelne zur Milchstrasse gehörende Bogen können gar wohl, ohne dass eine bestimmte Entscheidung unsererseits möglich ist, auch eine elliptische, cykloidsche oder andere Krümmung, somit auch wol eine spirale haben, was bei einer mehr excentrischen Lage unserer Sonne deutlicher hervortreten würde.

Aber einen Nachweis, dass unsere Milchstrasse zu den spiralförmigen gehöre, kann ich in dem, was Alexander beibringt, nicht finden, und noch weniger mich mit dem Gedanken befreunden, dass unsere Weltinsel des Gleichgewichtszustandes entbehre. Es wäre dann auch ganz bedeutungslos, dass Herr Alexander gegen meine Bestimmung des Centralpunktes nichts einzuwenden hat und seinen Dissens gegen einen andern Theil meines Theorems richtet. Denn ohne Gleichgewicht auch kein Centralpunkt im dynamischen Sinne, und alle Schlussfolgerungen, die mir seine Bestimmung ermöglichten, fallen über den Haufen, wenn kein Gleichgewicht besteht. Ohne ein solches wären auch die Bewegungen beziehungslos und weder ihre Quantität noch ihre Richtung könnte an bestimmte Relationen geknüpft werden. Da sich nun aus dem vorhin Angeführten ergibt, dass es mir in der That gelungen ist, solche Relationen nachzuweisen, und ihre Beziehung auf einen bestimmten Punkt unzweifelhaft vorliegt, so war ich auch genöthigt anzunehmen, dass ein Gleichgewichtszustand für unsern Fixsterncomplex ebenso gut wie für unser Sonnensystem bestehe, wengleich die Grundlagen dieses Gleichgewichts in beiden Systemen wesentlich verschiedene sind. In der Hypothese Alexander's würde man überhaupt nicht von einem Fixsternsystem, sondern nur von einem Aggregat der einzelnen Massen sprechen dürfen. Unser Sonnensystem befindet sich im Gleichgewicht, so gut wie seine einzelnen Theile; nur der Saturnsring scheint Schwierigkeiten zu machen, deren vollständige Hebung vielleicht der Zukunft vorbehalten ist. Die Doppelsternsysteme, so-

weit sie sich bisjetzt unserer Berechnung unterwerfen, sind es gleichfalls; alle diese Einzelsysteme aber sind Theile des grossen Ganzen, und wir müssen es dahingestellt sein lassen, ob Alexander es vereinbar findet, den einzelnen Theilen eines Complexes einen Gleichgewichtszustand zu vindiciren, während doch das Ganze ihn entbehren soll. Der Verfasser findet beides, auf die Dauer wenigstens, unvereinbar, und ist nicht gesonnen, seine bisher festgehaltene Vorstellung der Fixsternwelt (und des gesammten Universums) als eines Organismus fahren zu lassen, bloß deshalb, weil Lord Rosse unter der grossen Zahl von Nebelflecken auch einige spiralförmig erscheinende gefunden hat. Es ist ganz und gar nicht nothwendig, dass die Bedingungen des Gleichgewichts überall dieselben sind; sie sind es schon thatsächlich nicht in den uns bekannten Systemen verschiedener Ordnung, sie werden nicht minder verschieden sein in den einzelnen Weltinseln des grossen Himmeloceans. Der grosse Baumeister des Universums ist an keine Einzelform gebunden; er erreicht seine Zwecke mit sehr verschiedenen Mitteln, gleichviel ob die Newton und Laplace sie uns darzustellen vermögen oder nicht. Wenn folglich die fortschreitende Beobachtungskunst uns Gebilde zeigt, die den gewohnten Formen der uns bekannten Systeme nicht analog sind, so ist daraus noch keine Gesetzlosigkeit zu folgern. Vergessen wir vor allen Dingen nicht, dass wir jenseit des Sonnensystems nur Selbstleuchtendes und zwar in hinreichender Stärke Selbstleuchtendes erblicken können und dass das Vorkommen von Systemen, in denen gerade die Hauptglieder dunkel oder zu schwach leuchtend sind, nichts weniger als unmöglich, vielmehr im hohen Grade wahrscheinlich ist.

A N H A N G.

Die Entfernung des allgemeinen Schwerpunktes von unserer Sonne, gemessen mit einem dem Planetensystem der letztern entnommenen Masse, ist eine so grosse, dass eine irgendwie merkliche störende Einwirkung auf Planeten und Kometen gänzlich ausgeschlossen scheint. Neptuns Bahnhalmmesser ist $1\frac{1}{2}$ Millionen mal, der des Kometen von 1811 noch über 200000 mal in der Entfernung der Alcyone enthalten. Zwar ist die Masse, deren Wirkung im Centralpunkte sich vereinigt, eine sehr grosse; da aber der Störungscoefficient, allgemein betrachtet, $= M \cdot \left(\frac{r}{R}\right)^3$

gesetzt werden muss (unter r den Radius vector des gestörten, unter R den des störenden Körpers verstanden), so würde r auf 3650, also die einhundertzwanzigfache Entfernung Neptuns, steigen müssen, um den Störungscoefficienten auf $\frac{1}{10000}$ zu bringen, und Körper von solchen Bahnhalmmessern sind uns im Sonnensystem nicht bekannt.

Gleichwol ist von verschiedenen Seiten auf verschiedene Thatsachen hingedeutet worden, die eine Beziehung zu der Richtung, nach welcher wir die Plejadengruppe erblicken, zu verrathen scheinen. Nachdem schon Cooper in seiner Kometentafel nachgewiesen hatte, dass sowol die Perihelien der Planeten, als die der periodischen Kometen überwiegend in den ersten Quadranten (gezählt vom Frühlingsnachtgleichenpunkte an) fallen, bestimmte Brorsen (in Jahn's „Unterhaltungen“) dies näher dahin, dass die Sonnennähen der Planetenbahnen zu mehr als zwei Drittheilen in die-

jenige Himmelshälfte fallen, deren Mittelpunkt die „wahrscheinliche Centralsonne“ bezeichnet, und suchte die Ursachen nachzuweisen, welche bei einigen Planeten dahin geführt haben, ihre Sonnennähepunkte in die andere Himmelshälfte zu versetzen. Schmidt fand die Spitze des Zodiakallichts einen grossen Theil des Jahres hindurch constant bei der Plejadengruppe, und auch das Novemberphänomen der Sternschnuppenfrequenz (es fällt auf den 12. November, und die Mitternachtsculmination der Alcyone auf den 15. desselben Monats) ist als hierher gehörend bezeichnet worden. Noch weiter geht Ule, der in seinem „Weltall“ die ungleiche Geschwindigkeit der Erde und andern Planeten in den einzelnen Punkten ihrer Bahn davon abhängig macht, dass die Sonne und die Centralsonne bald aus derselben, bald aus entgegengesetzter Richtung wirken, und darin sogar eine Andeutung für den Ort der letztern am Himmel gefunden zu haben glaubt.

Wir können uns nicht überzeugen, dass in den hier hervorgehobenen Relationen neue und selbständige Beweise für unsere Fixsternthorie gefunden werden können, glauben auch allerdings, dass es nach den oben beigebrachten Nachweisen für das, was jetzt festgestellt werden kann, solcher weitem Beweise nicht bedürfe. Ule's Conjectur beruht offenbar auf einem Misverstande. Weder ist in den Verhältnissen der Erdbahn etwas noch Unerklärtes der Art wahrzunehmen, noch würde nach den Principien des Attractionsgesetzes eine solche Erklärung zulässig sein. Die Natur des Zodiakallichts kennen wir noch viel zu wenig, wie die sehr divergirenden Erklärungsversuche darthun, und andere Beobachter, z. B. Heis in Münster, erwähnen nichts von einer solchen andauernd gegen die Plejaden auslaufenden Spitze oder negiren diese Thatsache ausdrücklich. Dem Novemberphänomen stehen andere Jahresdaten von gleicher oder selbst noch grösserer Frequenz gegenüber, und die Convergenzpunkte der Sternschnuppenbahnen deuten

auf ganz andere, von den Plejaden weit entfernte Orte der Himmelskugel, sodass das ziemlich nahe Zusammenfallen der Plejadenculmination mit dem Datum einer dieser meteorisch ausgezeichneten Nächte gar wol etwas Zufälliges sein kann.

Diese letztere Bemerkung dürfte indess nicht genügen, um die Convergenz der Planeten- und Kometenperihelien als etwas nicht weiter zu Beachtendes darzustellen. Solange nur sieben Planeten bekannt waren, mochte man den Umstand, dass sie sämmtlich auf einem Bogen von 189° lagen und der übrige Theil des Umkreises (171°) ganz leer ausging, als etwas Zufälliges betrachten. Auch die periodischen Kometen waren der Zahl nach zu gering, um ein bestimmtes Urtheil zu gestatten. Anders in der Gegenwart, wo ausser Neptun noch 50 Asteroiden hinzugekommen sind, und die Zahl der Kometen, deren Periodicität gewiss oder doch höchst wahrscheinlich ist, gleichfalls 30 übersteigt.

Man kann die mittlere Richtung der Perihelpunkte, sowie ihr Uebergewicht in ähnlicher Weise wie nach Lambert's bekannter Formel die Windrichtungen berechnen. Für die acht grossen Planeten findet sich diese Richtung $= 70^\circ 34' 15''$ mit dem Uebergewicht $= 0,5213$. Die Abweichungen der einzelnen Sonnennähen sind:

| | |
|-------------------|----|
| Mercur | 5° |
| Venus | 54 |
| Erde | 30 |
| Mars | 97 |
| Jupiter | 59 |
| Saturn | 19 |
| Uranus | 94 |
| Neptun | 59 |

durchschnittlich also 52° Abweichung; beträchtlich weniger als 90° . Doch erst durch Hinzutritt der kleinen Planeten sowie der periodischen Kometen kann etwas Bestimmteres ermittelt werden; denn liesse man z. B. Uranus aus der obigen Reihe weg, so würde statt 71 Grad 58 erhalten. Indess ist bei diesen Weltkörpern die Neigung der Bahn

oft sehr beträchtlich; bei allgemeinen Vergleichen also kann man die Perihelien nicht so nehmen, wie sie in den sehr verschiedenen Bahnebenen liegen, sondern muss sie auf eine und dieselbe reduciren, wozu unsere Ekliptik sich am bequemsten bietet.*) Auch sind alle Perihelien auf das Aequinoctium von 1850 bezogen.

Die in vorstehend angegebener Weise reducirten Sonnennähen der kleinen Planeten sind die folgenden:

| | | | |
|--------------------------|------|----|--------|
| 1. Ceres | 149° | 1' | 51'',5 |
| 2. Pallas | 127 | 41 | 38,2 |
| 3. Juno | 53 | 21 | 17,0 |
| 4. Vesta | 250 | 24 | 52,9 |
| 5. Astraea | 134 | 37 | 18,5 |
| 6. Hebe | 14 | 7 | 19,7 |
| 7. Iris | 41 | 29 | 42,5 |
| 8. Flora | 33 | 0 | 11,6 |
| 9. Metis | 71 | 55 | 38,8 |
| 10. Hygiea | 227 | 50 | 17,2 |
| 11. Parthenope | 316 | 0 | 54,5 |
| 12. Victoria | 301 | 24 | 48,8 |
| 13. Egeria | 118 | 49 | 41,2 |
| 14. Irene | 179 | 23 | 54,6 |
| 15. Eunomia | 27 | 48 | 47,5 |
| 16. Psyche | 12 | 24 | 6,8 |
| 17. Thetis | 259 | 25 | 48,4 |
| 18. Melpomene | 14 | 44 | 3,5 |
| 19. Fortuna | 30 | 16 | 0,6 |
| 20. Massalia | 98 | 21 | 35,9 |
| 21. Lutetia | 326 | 58 | 54,9 |
| 22. Calliope | 56 | 42 | 44,5 |
| 23. Thalia | 122 | 42 | 12,1 |
| 24. Themis | 137 | 48 | 35,6 |

*) Noch consequenter wäre freilich eine Beziehung auf die Grundebene („*Mécanique céleste*“, I, 318) des Planetensystems, allein einmal kennen wir sie noch nicht in genügender Schärfe und andererseits weicht sie so wenig von der Ekliptik ab, dass man in unserer Zusammenstellung ganz wohl eine Ebene für die andere setzen kann.

| | | | |
|--------------------------|------|-----|-------|
| 25. Phocaea | 302° | 41' | 34",8 |
| 26. Proserpina | 235 | 12 | 42,1 |
| 27. Euterpe | 87 | 22 | 29,1 |
| 28. Bellona | 122 | 36 | 20,5 |
| 29. Amphitrite | 56 | 13 | 38,4 |
| 30. Urania | 31 | 15 | 50,7 |
| 31. Euphrosyne | 90 | 46 | 55,2 |
| 32. Pomona | 194 | 29 | 10,7 |
| 33. Polyhymnia | 340 | 38 | 36,7 |
| 34. Circe | 150 | 1 | 28,7 |
| 35. Leucothea | 198 | 0 | 12,6 |
| 36. Atalante | 40 | 44 | 31,2 |
| 37. Fides | 65 | 56 | 20,8 |
| 38. Leda | 100 | 28 | 51,5 |
| 39. Laetitia | 1 | 42 | 50,3 |
| 40. Harmonia | 1 | 56 | 9,4 |
| 41. Daphne | 229 | 10 | 46,2 |
| 42. Isis | 317 | 33 | 39,5 |
| 43. Ariadne | 277 | 4 | 1,0 |
| 44. Nysa | 118 | 43 | 32,3 |
| 45. Eugenia | 208 | 0 | 48,6 |
| 46. ? | 344 | 51 | 11,6 |
| 47. Aglaja | 306 | 0 | 57,0 |
| 48. ? | 60 | 57 | 21,9 |
| 49. Pales | 320 | 41 | 26,9 |
| 50. Virginia | 6 | 5 | 54,7 |

wobei die Angaben des „Berliner Jahrbuchs für 1860“ zum Grunde liegen.

Werden diese 50 kleinen Planeten besonders berechnet, so wird erhalten:

Mittlere Richtung des Perihels $45^{\circ} 45' 29''$
mit dem Uebergewicht 0,22403.

Werden dagegen sämtliche 58 planetarische Perihelien zu einem Gesamtergebnis verbunden, so erhält man:

Mittlere Richtung = $52^{\circ} 25' 7'',3$
mit dem Uebergewicht 0,26015.

Wird die Himmelskugel in zwei Hälften A und B, mit

den Polpunkten $52^{\circ} 25' 7'',3$ und $232^{\circ} 25' 7'',3$ (beide in der Ekliptik angenommen) eingetheilt, so fallen
in die Halbkugel A 39 Perihelien
in B 19 „

wobei noch die Bemerkung stattfindet, dass die fünf grössten Excentricitäten (Juno, Polyhymnia, Atalante, Nysa und Virginia) sämmtlich in die Halbkugel A fallen, und dass überhaupt die mittlere Excentricität

für die 39 zu A gehörenden 0,16159

für die 19 in B fallenden 0,13568

gefunden wird. Nimmt man die kleinen Planeten besonders, so tritt der Unterschied noch stärker hervor, denn hier findet sich

für 32 Perihelien in A 0,18333

für 18 „ in B 0,14063;

woraus ersichtlich ist, dass bei Einführung der Excentricitäten als Gewichtszahlen der oben berechnete Punkt sich nicht wesentlich ändern, sein Uebergewicht aber nicht unerheblich wachsen würde.

Ängström und Leverrier betrachten diese Convergenz der Bahnperihelien nach einem bestimmten Punkte hin als eine Andeutung des gemeinsamen Ursprungs dieser Planetoiden; nicht, wie häufig geschehen, durch Zersprungung eines frühern grössern Planeten, sondern durch gleichzeitig um viele Punkte des allgemeinen Nebelrings vor sich gegangene Condensation. Man müsste sich also schon diesen ursprünglichen Ring als einen elliptischen vorstellen, dessen grosse Achse nach der Gegend gerichtet war, die noch heute durch den oben berechneten Convergenzpunkt bezeichnet wird.

Gegen die Wahrscheinlichkeit des gemeinsamen Ursprungs aus einem derartigen Nebelringe wird sich nichts Erhebliches einwenden lassen; nur ist zu bemerken, dass auch für die acht grossen Planeten, was den allgemeinen Ursprung betrifft, dieselben Schlüsse gelten, wie denn auch die Convergenzpunkte beider Klassen nahe genug zusammenfallen,

um sie für wesentlich identisch halten zu können. Nicht minder müssen auch unter den Kometen wenigstens diejenigen, die ihre ganze Laufbahn innerhalb der bekannten Planetenbahnen zurücklegen, in die allgemeine Betrachtung mit aufgenommen werden, sowie die, wo eine elliptisch geschlossene Bahn gewiss ist. Bekanntlich finden sich zwei Gruppen solcher innerer Kometen, in denen die Umlaufzeiten einander fast ebenso nahe stehen wie bei den Planetoiden. In der einen haben wir neun Kometen, die beiden Theile des Biela'schen für einen gerechnet, nämlich die Periheldurchgänge:

| | | | Perihel in der Bahn. | Perihel in der Ekliptik von 1850. |
|----------------|-----------------|--|-------------------------|---|
| 1769 Oct. 7. | (Lexell's Com.) | | 144° 11' 29" | 151° 49' 10" |
| 1819 Juli 18. | | | 274 40 51 | 274 28 17 |
| 1819 Nov. 20. | | | 67 18 48 | 67 26 42 |
| 1843 Oct. 17. | (Faye's) | | 49 34 19 | 49 17 47 |
| 1844 Sept. 2. | | | 342 30 50 | 342 35 58 |
| 1845 Aug. 9. | (Encke's) | | 157 44 21 | 157 42 38 |
| 1846 Febr. 11. | (Biela's) | | 109 5 31 | 108 26 34 |
| 1846 Febr. 25. | (Brorsen's) | | 116 28 18 | 115 38 56 |
| 1851 Juli 9. | | | 322 57 13 | 323 5 59. |

In der andern kommen sechs Kometen mit Umlaufzeiten von 58 — 77 Jahren vor, nämlich:

| | | | |
|----------------|----------------|-------------|------------|
| 1812 Sept. 15. | | 47° 27' 27" | 52° 28' 2" |
| 1815 April 25. | (Olbers' Com.) | 149 1 56 | 141 10 22 |
| 1835 Nov. 15. | (Halley's) | 304 31 32 | 303 47 3 |
| 1846 März 5. | | 90 34. 46 | 78 51 3 |
| 1847 Sept. 9. | | 79 12 6 | 80 50 25 |
| 1852 Oct. 12. | | 43 15 27 | 38 2 0. |

Endlich noch die folgenden elf meist mit grössern, aber gut bestimmten Umlaufzeiten:

| | | | |
|----------------|--|-------------|-------------|
| 1683 Juli 12. | | 86° 31' 15" | 113° 9' 35" |
| 1763 Nov. 1. | | 84 57 27 | 83 3 8 |
| 1769 Oct. 7. | | 144 11 29 | 161 58 14 |
| 1783 Nov. 19. | | 49 31 55 | 52 9 49 |
| 1793 Nov. 28. | | 75 58 58 | 70 58 38 |
| 1807 Sept. 18. | | 270 54 42 | 269 14 25 |
| 1811 Sept. 12. | | 75 0 34 | 110 34 35 |
| 1811 Nov. 10. | | 47 27 27 | 52 28 41 |
| 1825 Dec. 10. | | 318 46 41 | 321 46 35 |
| 1840 Nov. 13. | | 22 31 40 | 39 55 57 |
| 1846 Juni 1. | | 239 49 51 | 242 36 12. |

Bei den übrigen Kometen (gegen 200) muss zwar die Möglichkeit eines gleichen Ursprungs wie bei diesen zugestanden werden, eine Wahrscheinlichkeit gewinnt jedoch diese Ansicht nicht. Vielmehr scheint Littrow's Hypothese, wonach diese Kometen, in der Mehrzahl wenigstens, dem grossen Fixsternsystem angehören und nur temporäre Besucher des Sonnensystems bilden, die richtigere zu sein. Wir beschränken uns also auf die hier aufgeführten und finden: Mittleres Perihel der 26 Bahnen $71^{\circ} 7' 20'',3$ mit dem Uebergewicht 0,34466.

Stellen wir jetzt die einzelnen Ergebnisse zusammen:

| | Länge. | Breite. | Uebergew. |
|---|----------------|-----------------|-----------|
| α) Perihel der 8 grossen Planeten | 70° 34' 15'',3 | + 0° 8' 5'',0 | 0,52130 |
| β) Perihel der 50 Planetoiden..... | 45 45 22,6 | + 0 58 33,6 | 0,22403 |
| γ) Perihel der 26 periodischen Kometen... | 71 7 20,3 | + 1 7 22,5 | 0,45431 |
| Allgemeines Mittel | 59° 22' 4'',4 | + 0° 56' 27'',5 | 0,28275. |

Setzt man diesen letztern Punkt als Polpunkt, so fallen in die Halbkugel A in B.

| | | |
|---------------|----|-----|
| aus Klasse α) | 7 | 1 |
| „ „ β) | 33 | 17 |
| „ „ γ) | 17 | 9 |
| insgesamt | 57 | 27. |

Ein Bogen von nur $\frac{1}{14}$ des gesammten Kreisumfangs verbindet die beiden äussersten dieser Punkte, und sie umschliessen gleichzeitig die Plejadengruppe, deren Ort für 1850 $56^{\circ} 40' 24'',6$ Länge und $+ 4^{\circ} 1' 29'',0$ Breite ist. Das obige allgemeine Mittel ist $2^{\circ} 41' 39'',8$ in Länge und $3^{\circ} 5' 1'',5$ in Breite vom Orte der Alcyone entfernt; im Bogen des grössten Kreises $4^{\circ} 5',1$.

Dass in allem diesen mehr als ein blosser Zufall liege, dürfte unverkennbar sein, und bei der jetzt so beträchtlich angewachsenen Zahl der hierher gehörigen Weltkörper können wir versichert sein, dass künftig hinzukommende

nichts Wesentliches an den obigen Mittelwerthen ändern können. Aber es ist nicht leicht, den wahren innern Grund dieses Zusammenfallens zu ermitteln. Soll die Lage der Apsiden auf eine Attraction der Centralgruppe bezogen werden, so müsste man annehmen, dass die ursprüngliche Nebelmasse einen weitaus grössern Umfang gehabt habe, als die jetzt bekannten Körper einnehmen, dass sie infolge jener Anziehung eine elliptische Gestalt angenommen, deren grosse Achse in der bezeichneten Richtung lag; man müsste ferner setzen, dass die gegenseitigen secularen Störungen eine Compensation der Perihelbewegungen herbeiführen oder die Bewegung der Apsiden verzögern und beschleunigen, je nachdem die Perihelien in A oder B liegen. Möglich scheint beides, aber die theoretische Untersuchung wird voraussichtlich erst dann mit Erfolg unternommen werden können, wenn wir die Massen und Bahnelemente aller transneptunischen Planeten kennen oder uns versichert haben, dass jenseit des letzten bekannten keine mehr vorhanden sind.

Wir enthalten uns also eines nähern Eingehens auf die veranlassenden Ursachen und begnügen uns, als Ergebniss unserer Untersuchung die beiden Sätze aufzustellen:

1. Die Perihelien der um unsere Sonne kreisenden Körper gruppieren sich deutlich um einen ihnen allen gemeinschaftlichen Convergenczpunkt.

2. Die Richtung dieser mittlern Apsidenlinie fällt mit der Richtung zur Plejadengruppe im allgemeinen zusammen.

ERGÄNZUNG ZU SEITE 35.

(S. das Vorwort.)

Einige Sterne von schwachem Glanze und starker Eigenbewegung.

| | AR. | Decl. | Eigenbewegung in 100 Jahren. |
|-------------------|--------|----------|---------------------------------|
| Nr. 999 Lalande | 7° 55' | + 2° 20' | .. 77,2 |
| „ „ | 95 26 | + 79 42 | .. 122,0 |
| „ „ | 30 4 | — 1 17 | .. 53,4 |
| Nr. 21185 Lalande | 163 53 | + 36 56 | .. 473,4 |
| ε Indi | ..... | ..... | 451,0 |
| Nr. 8139 Lalande | ..... | ..... | 100,0 |
| XV. 99 Weisse | ..... | ..... | 133,0 |
| Groombridge 1820 | ..... | ..... | 169,0 |
| Groombridge 618 | ..... | ..... | 144,9 |
| Fedorenko 1384 | ..... | ..... | 137,9 |
| Struve 1091 | ..... | ..... | 163,0 |
| 20 Mayer | ..... | ..... | 138,8. |

Alle diese Sterne, ε Indi ausgenommen, sind nur teleskopisch und meist von 8. Grösse. Zu ihnen kommen noch mehrere andere von 100'' — 200'' Secularbewegung, von Oeltzen und andern in verschiedenen Katalogen aufgefunden. Alles dies kann nur ein schwacher Anfang sein, und jedes Jahrzehnd wird das Verzeichniss erheblich bereichern.

Die obigen Angaben beziehen sich auf die laufende Nummer der genannten Kataloge: nur aushülfsweise ist der Ort am Himmel gesetzt, da ohne fest aufgestellte Fernröhre die sichere Auffindung doch unmöglich ist.

nichts Wesentliches an den obigen Mittelwerthen ändern können. Aber es ist nicht leicht, den wahren innern Grund dieses Zusammenfallens zu ermitteln. Soll die Lage der Apsiden auf eine Attraction der Centralgruppe bezogen werden, so müsste man annehmen, dass die ursprüngliche Nebelmasse einen weitaus grössern Umfang gehabt habe, als die jetzt bekannten Körper einnehmen, dass sie infolge jener Anziehung eine elliptische Gestalt angenommen, deren grosse Achse in der bezeichneten Richtung lag; man müsste ferner setzen, dass die gegenseitigen secularen Störungen eine Compensation der Perihelbewegungen herbeiführen oder die Bewegung der Apsiden verzögern und beschleunigen, je nachdem die Perihelien in A oder B liegen. Möglich scheint beides, aber die theoretische Untersuchung wird voraussichtlich erst dann mit Erfolg unternommen werden können, wenn wir die Massen und Bahnelemente aller transneptunischen Planeten kennen oder uns versichert haben, dass jenseit des letzten bekannten keine mehr vorhanden sind.

Wir enthalten uns also eines nähern Eingehens auf die veranlassenden Ursachen und begnügen uns, als Ergebniss unserer Untersuchung die beiden Sätze aufzustellen:

1. Die Perihelien der um unsere Sonne kreisenden Körper gruppieren sich deutlich um einen ihnen allen gemeinschaftlichen Convergenczpunkt.

2. Die Richtung dieser mittlern Apsidenlinie fällt mit der Richtung zur Plejadengruppe im allgemeinen zusammen.

ERGÄNZUNG ZU SEITE 35.

(S. das Vorwort.)

Einige Sterne von schwachem Glanze und starker Eigenbewegung.

| | AR. | | Decl. | Eigenbewegung in 100 Jahren. |
|-------------------|--------|---|--------|---------------------------------|
| Nr. 999 Lalande | 7° 55' | + | 2° 20' | 77,2 |
| " " | 95 26 | + | 79 42 | 122,0 |
| " " | 30 4 | — | 1 17 | 53,4 |
| Nr. 21185 Lalande | 163 53 | + | 36 56 | 473,4 |
| ε Indi | | | | 451,0 |
| Nr. 8139 Lalande | | | | 100,0 |
| XV. 99 Weisse | | | | 133,0 |
| Groombridge 1820 | | | | 169,0 |
| Groombridge 618 | | | | 144,9 |
| Fedorenko 1384 | | | | 137,9 |
| Struve 1091 | | | | 163,0 |
| 20 Mayer | | | | 138,8. |

Alle diese Sterne, ε Indi ausgenommen, sind nur teleskopisch und meist von 8. Grösse. Zu ihnen kommen noch mehrere andere von 100" — 200" Secularbewegung, von Oeltzen und andern in verschiedenen Katalogen aufgefunden. Alles dies kann nur ein schwacher Anfang sein, und jedes Jahrzehnd wird das Verzeichniss erheblich bereichern.

Die obigen Angaben beziehen sich auf die laufende Nummer der genannten Kataloge: nur aushülfsweise ist der Ort am Himmel gesetzt, da ohne fest aufgestellte Fernröhre die sichere Auffindung doch unmöglich ist.

Berichtigungen.

- Seite 2, Zeile 16 v. u., statt: es, lies: das Kopernicanische System
» 10, » 13 v. o., nach: 46",01185, füge hinzu: mit einer Veränderung von
+ 0",080 in einem Jahrhundert,
» 16, » 9 v. u., hinter « Ferner » setze ein :
» 37, » 5 v. o., st.: Alarhak, l.: Alarak
» 37, » 14 v. o., st.: Dalion, l.: Dalim
» 47, » 15 v. o., st.: Tamahut, l.: Famahut