

# Ueber Fixsternsysteme.

Von

DR. EDMUND WEISS.

Vortrag gehalten am 13. Februar 1865.

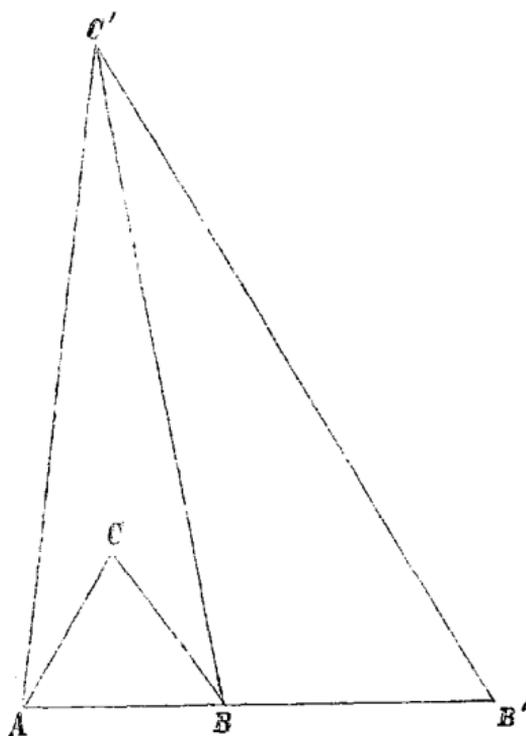


Im ganzen Alterthume noch mehr aber im Mittelalter galt es als unanfechtbare Wahrheit, dass die Erde den Mittelpunct des Weltalls bilde und alle übrigen Gestirne mit Einschluss von Sonne und Mond nur zu dem Zwecke vorhanden seien, ihr Dasein zu verschönern und zu beglücken. Als aber das copernikanische Welt-system sich allmälligmehr und mehr Bahn brach, lernte man einsehen, dass jeder der zahllosen Fixsterne eine so mächtige Sonne sei wie jene, die unserem Wohnsitze Licht und Wärme spendet und dadurch Leben einhaucht. Damit musste die eben erwähnte stolze Ansicht des Alterthumes fallen und der bescheideneren Erkenntniss weichen, dass die Erde keineswegs den vorzüglichsten, sondern im Gegentheile den untergeordneten Körpern des Universums beigezählt werden müsse. Mit dieser Erkenntniss erwachte jedoch sogleich der Wunsch zu erforschen, welche Räume uns denn von den übrigen Sonnen trennen und ob die unzählbare Menge derselben, regellos, ohne inneren Zusammenhang im Weltraum zerstreut oder ob sie nicht vielleicht durch ein gemeinsames Band zu einem grossen harmonischen Ganzen, einem Fixsternsysteme

vereinigt sei, etwa wie unsere Planeten durch die allgemeine Gravitation mit der Sonne zu einem Planetensysteme.

Der Beantwortung dieser beiden Fragen, unstreitig der grossartigsten, an die der menschliche Geist je sich gewagt, schien aber noch vor wenigen Jahren, die Unvollkommenheit unserer Sinne und Messwerkzeuge unübersteigliche Schranken entgegen zu setzen. Die Entfernung eines Gegenstandes vom Beobachter ermittelt man nämlich, wenn man zu demselben nicht gelangen, sie also nicht direct etwa mit der Messkette

Fig. 1.



messen kann, dadurch dass man sich die Richtungen bestimmt, unter denen der fragliche Gegenstand von zwei verschiedenen Standpuncten aus gesehen wird. Will man z. B. in der beistehenden Fig. 1 die Entfernung des Punctes  $C$  von  $A$  erfahren, so wird man sich von  $A$  aus die

Richtung der Visurlinie nach  $C$  hin ermitteln, dann an einen anderen Ort, etwa nach  $B$  sich begeben, und von dort ebenso die Richtung  $BC$  bestimmen. Die Festsetzung der Richtungen  $AC$  und  $BC$  wird sich am einfachsten dadurch erreichen lassen, dass man in  $A$  den Winkel  $CAB$  und in  $B$  den Winkel  $CBA$  misst. Kennt man überdiess die Grösse der Ortsveränderung, d. h. die Länge der Strecke  $AB$ , so sind im Dreiecke  $CAB$  eine Seite und zwei Winkel gegeben, dasselbe also bekanntlich vollkommen bestimmt und man kann desshalb nach den Vorschriften der Geometrie daraus nicht blos den Winkel an  $C$ , sondern auch die Seite  $AC$ , die gesuchte Entfernung der beiden Punkte berechnen. Den Winkel bei  $C$ , welcher nichts anderes ist als die Aenderung der Richtung der Visurlinie beim Uebergange von  $A$  nach  $B$ , nennt man Parallaxe. Man sieht nun sogleich ein, dass die Parallaxe für ein und dieselbe Standlinie  $AB$  desto kleiner werden muss, je mehr der Gegenstand vom Beobachter sich entfernt, (in Figur 1 z. B. ist der Winkel bei  $C'$  ersichtlich viel kleiner als der bei  $C$ ) und endlich wenn die Entfernung  $AC'$  gegenüber  $AB$  sich unverhältnissmässig vergrössert, so klein wird, dass sie jeder Messung sich entzieht. Ist man beim Eintreten eines solchen Falles, der sich dadurch manifestirt, dass die Linien  $AC'$  und  $BC'$  einander parallel zu laufen scheinen, nicht in der Lage die Standlinie genügend zu vergrössern, wodurch dieser Uebelstand sogleich gehoben wird, (z. B. in Fig. 1 wenn man statt der

Standlinie  $AB$  die  $AB'$  anwendet), dann kann man die Entfernung des fraglichen Gegenstandes nicht mehr bestimmen, sondern muss ihn als unmessbar weit für unsere Hilfsmittel erklären.

Die Anwendung des eben Gesagten auf den Fixsternhimmel ist leicht zu finden. Es war bereits im Alterthume bekannt, dass die Parallaxe der Fixsterne für alle irdischen Standlinien, selbst die grössten die man ausmitteln konnte und für die damaligen Instrumente unmerklich sei. Als aber Copernikus lehrte, dass die Erde nicht stille stehe, sondern um die Sonne sich bewege, da hatte man mit einem Male eine Basis von ganz anderen Dimensionen gewonnen, als der Erdkörper sie liefern konnte. Wenn man nämlich zu zwei, um ein halbes Jahr auseinander liegenden Zeiten denselben Stern beobachtet, so betrachtet man ihn aus zwei, um die doppelte Distanz der Erde von der Sonne, also in runder Zahl 40 Millionen Meilen von einander entfernten Orten und bei einer so riesigen Standlinie muss, sollte man meinen, doch eine bedeutende Parallaxe stattfinden. Allein auch jetzt noch blieben alle Anstrengungen eine solche aufzufinden, welche seit Tycho de Brahe, von den ausgezeichnetsten Astronomen, mit den trefflichsten Hilfsmitteln unternommen wurden, erfolglos; daher die Fixsterne auch für diese ungeheure Standlinie und unsere vorzüglichsten Instrumente unmessbar weit entfernt. Da endlich, als man schon an einem Erfolge verzweifelte glückten vor etwa einem Vierteljahrhunderte fast

gleichzeitig zwei Parallaxenbestimmungen: die eine Bessel in Königsberg, die andere Henderson am Cap der guten Hoffnung und diesen folgten später noch einige andere. Nach den Untersuchungen des Letzteren beträgt die Entfernung von  $\alpha$  Centauri (Toliman) welcher einer der hellsten, in unseren Breiten nicht sichtbaren Sterne des südlichen Himmels ist,  $4\frac{1}{2}$  Billionen Meilen, während der erstere einem kleinen, eben mit freiem Auge noch erkennbaren Sterne im Schwane (61 Cygni) eine Entfernung von  $12\frac{1}{2}$  Billionen Meilen zuweist.

Diese Entfernungen sind so ungeheuer, dass wir von denselben schlechterdings keinen Begriff haben. Denn wir können vermöge der Beschränktheit des menschlichen Geistes uns nur eine klare Vorstellung von der Ausdehnung solcher Grössen bilden, welche mit dem Masse, nach dem sie gemessen wurden, in keinem zu grossen oder zu kleinen Verhältnisse stehen. Wenn man, um dies durch ein Beispiel zu erläutern, jemanden fragen würde, um die Grösse einer Strecke von  $3\frac{1}{2}$  Millionen Linien Länge, würde er sich wohl denken, dies muss eine sehr grosse Strecke sein, allein von der eigentlichen Ausdehnung derselben sich schwerlich Rechenschaft geben können. Tritt dieser Fall ein, dann hilft man sich bekanntlich durch Wechsel des Masstabes und würde im obigen Beispiele die Zahl der Linien in Klaftern ausdrücken und dadurch erfahren, dass die fragliche Strecke 4050 Klaftern, also etwa eine Meile lang ist.

Woher sollen wir nun aber einen solchen neuen Massstab für die Fixsternwelt hernehmen? Nehmen wir dazu die Entfernung der Erde von der Sonne, eine Sonnenweite, so ist selbst diese trotz ihrer ungeheuren Grösse noch viel zu klein, da schon der obengenannte, uns muthmasslich nächste Stern  $\alpha$  Centauri 210.000, Arctur ( $\alpha$  Bootes) aber bereits mehr als  $1\frac{1}{2}$  Millionen solcher Sonnenweiten von uns absteht. Diese Zahlen sind noch immer viel zu gross, als dass man sie, auf was es hier vorzüglich ankommt, bequem miteinander vergleichen könnte, besonders wenn man erwägt, dass die hier genannten zu den uns nächsten Fixsternen gezählt werden müssen. Um daher ein adäquateres Mass zu erlangen, als die Entfernungen in unserem Sonnensysteme abgeben, ist man übereingekommen eine Entfernung, welcher eine Parallaxe von einer Bogensecunde entspricht eine Sternweite zu nennen. Eine solche Sternweite nun beträgt der obigen Definition zufolge  $4\frac{1}{8}$  Billionen Meilen und ist zufällig nur um ein geringes kleiner als die Entfernung von  $\alpha$  Centauri. Durch Einführung dieser Masseinheit können wir uns jetzt freilich auch nicht besser wie früher eine Vorstellung von der Entfernung der Fixsterne bilden, da wir uns deren Grösse an keinem irdischen Gegenstande sinnlich wahrnehmbar zu machen vermögen, allein wir haben dadurch ein sehr bequemes Mittel gewonnen, die Distanzen der Fixsterne unter einander zu vergleichen. So ist z. B. der schon genannte Stern  $\alpha$  Centauri  $1\frac{1}{10}$  Stern-

weiten entfernt, Sirius, der hellste Stern des Himmels 4, Wega und der Polarstern 6, Arcturus 8 etc.

Man gibt übrigens die Entfernungen oft noch in einem anderen Massstabe an, der so recht geeignet ist, uns das Ungeheure derselben vor Augen zu führen, nämlich in Lichtzeit und versteht darunter die Zeit, die das Licht braucht den Weg, der uns vom betreffenden Sterne trennt, zu durchfliegen. Diese Zeit ist trotz der enorm raschen Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes die bekanntlich 41,000 Meilen in der Secunde erreicht, dennoch für eine einzige Sternweite bereits  $3\frac{1}{5}$  Jahre. In anderen Worten ausgedrückt heisst dies: wenn heute  $\alpha$  Centauri, der wie erwähnt beiläufig eine Sternweite von uns absteht, plötzlich verlöschen würde, würde der letzte von ihm ausgesendete Lichtstrahl, der Bote, der uns die Kunde von der Vernichtung dieser Sonne zuträgt, volle  $3\frac{1}{5}$  Jahre brauchen, die Erde zu erreichen, während diese Zeit beim Monde  $1\frac{1}{4}$  Secunde, bei der Sonne  $8\frac{1}{4}$  Minuten dauern würde. In dieser Einheit gemessen ist nun die Lichtzeit für Sirius  $12\frac{3}{4}$ , für Vega 19 und Arcturus  $25\frac{1}{2}$  Jahre.

Ausser den genannten sind bisher nur noch die Entfernungen von 4 bis 5 kleineren, dem unbewaffneten Auge nicht sichtbaren Sternen ermittelt worden; die aller übrigen vorläufig unergründet. Wir stehen also, wie man sieht, eben an der äussersten Pforte einer neuen Erkenntniss; allein wenn uns auch die

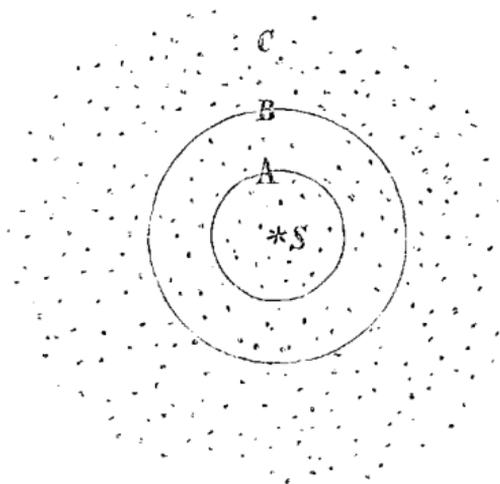
Tiefen des Fixsternhimmels noch nicht durch directe Messungen erschlossen sind, reicht das wenige, was wir wissen, doch bereits hin, uns unter sehr plausiblen Annahmen eine annähernde Grenze für die Ausdehnung der uns umgebenden Fixsternwelten zu liefern. Die dazu leitenden Betrachtungen, führen uns jedoch auf die zweite Frage hin, auf jene, nach dem Bau des Universums.

Wir können uns das Universum nicht anders, als nach jeder Seite hin ohne Ende ausgedehnt denken, und daher auch ohne weiters annehmen, dass wir uns im Mittelpuncte desselben befinden. Wenn nun die Fixsterne in diesem endlosen Raume zu keinen engeren zusammengehörigen Systemen sich vereinigt haben, so müssen sie in demselben regellos zerstreut sein, und deshalb im allgemeinen, wenigstens durchschnittlich je zwei benachbarte Sterne eine gleiche Entfernung von einander besitzen. Dann aber werden wir auch den Himmel ziemlich gleichmässig mit Sternen besät sehen, und können an keiner Stelle einer besonders auffälligen Anhäufung von Sternen begegnen, wie ein Blick auf Fig. 2 sogleich zeigt, in der *S* den Ort unseres Planetensystemes vorstellen möge.

Die näheren, etwa im Raume *A* vorhandenen Sterne werden, wenn nicht zufällig unter ihnen gerade sehr kleine vorhanden sind, als die helleren, die entfernteren der Räume *B* und *C*, wegen der grösseren Entfernung schwächer leuchtend erscheinen, dafür aber auch in grösserer Zahl auftreten, und die

über eine gewisse Grenze etwa *C* hinaus liegenden, wegen ihrer Lichtschwäche unsichtbar werden.

Fig. 2.



Sehen wir uns nun an einer sternhellen Nacht am Firmamente um, so finden wir mindestens unter den hellsten Sternen wohl im Allgemeinen eine derartige Vertheilung, allein unter den kleineren bereits einige wesentliche Unterschiede. Betrachten wir uns für's erste an einem Frühlingsabende das Sternbild des Stieres, so haftet der Blick sogleich auf einer unter dem Namen Plejaden, Siebengestirn oder auch Gluckhenne allen wohlbekannten Sterngruppe. Hier sieht auf einem Raume, wenig grösser als die Mondfläche, ein scharfes Auge sieben helle Sterne zusammengedrängt, und durch Anwendung selbst nur sehr schwacher Fernröhre wächst deren Zahl zu mehr als hundert an. Diese Erscheinung kann zweierlei Grund haben, nämlich entweder daher rühren, dass die Sterne an dieser Stelle in der That näher an einander stehen als anderswo, oder diese Nähe kann bloß scheinbar sein, dadurch hervorgebracht, dass die einzelnen Sterne

zwar weit von einander sind, für unsern Standpunct aber zufällig nahe auf derselben Gesichtslinie sich befinden. Das letztere ist sehr unwahrscheinlich, da es eine ganz bestimmte Configuration der Sterne und das Zusammentreffen einer so grossen Reihe anderer Umstände voraussetzen würde, dass man es kaum mehr zufällig nennen könnte. Es wird überdies noch um so unwahrscheinlicher, da dasselbe Phänomen, wenn auch nicht in so ausgesprochenem Masse, an mehreren Stellen des Himmels sich wiederholt. So sehen wir nicht fern von den Plejaden bei Aldebaran dem hellsten Sterne des Stieres abermals eine kleine Gruppe, die Hyaden und im Krebse mit freiem Auge ein mattes Fleckchen, die Krippe ähnlich einem Nebel, der sich sogleich in eine Collection von etwa 30 kleinen Sternchen auflöst, sobald nur ein ganz gewöhnliches Fernrohr, etwa ein gutes Theaterperspectiv darauf gerichtet wird.

Sollte nun in allen diesen Fällen, die sich leicht noch vermehren liessen, diese Gruppierung wirklich nur eine zufällige, nur durch unsere Lage gegen die Sterne bedingte sein, oder kann man nicht vielmehr mit weit grösserer Wahrscheinlichkeit ein engeres Zusammensein der Sterne an diesen Orten vermuthen? Das Letztere zugegeben, liegt die Idee sehr nahe, dass dann diese Sterne ein inniger untereinander, als mit den übrigen Fixsternen zusammenhängendes Ganzes bilden, ein sogenanntes Fixsternsystem. Diese Ansicht gewinnt noch eine bedeutsame Stütze in dem Um-

stande, dass man, wenn man mit einem starken Fernrohre den Himmel durchmustert, hauptsächlich in unmittelbarer Nähe der helleren Sterne sehr häufig noch einen zweiten, manchmal nur wenig schwächeren findet, der seine Zusammengehörigkeit mit dem helleren dadurch beurkundet, dass er ihn umkreiset, und zwar nach denselben Gesetzen, welche den Lauf der Planeten um die Sonne regeln. Solche Sternenpaare, die Doppelsterne, deren man jetzt mehr als dreitausend kennt, beweisen uns, dass das Newton'sche Gravitationsgesetz nicht nur in unserem Sonnensysteme herrscht, sondern auch noch in jenen unermesslichen Fernen seine Gültigkeit hat, und daher das ganze Universum durchdringt. Sie zeigen uns aber auch noch eine neue, früher ungeahnte Eigenthümlichkeit der Sternenwelt. Von der Analogie mit unserem Sonnensysteme ausgehend, glaubte man die selbstleuchtenden Massen, die Sonnen, könnten nur von Körpern umgeben sein, denen sie Licht und Wärme mitzutheilen bestimmt sind, und fand auf einmal zu nicht geringem Staunen eine Sonne die andere umkreisen.

In diesen Doppelsternen, denen sich die drei und mehrfachen Sterne und endlich die früher erwähnten Sterngruppen anreihen, haben wir daher die ersten Spuren von Fixsternsystemen vor uns. Mit der näheren Beschreibung derselben können wir uns übrigens, so interessant sie auch wäre, nicht aufhalten, sondern wollen, um das Bild in seinen grossen Zügen nicht zurücktreten zu lassen, unsere Betrachtung des

Himmels wieder aufnehmen. Wir finden nun, dass abgesehen von den früher besprochenen Sternconglomeraten die Fülle von Sternen nicht an allen Orten die gleiche ist, insbesondere, wenn man die kleineren mit unbewaffnetem Auge eben noch sichtbaren Sterne beachtet. Vor allem fällt uns dann, insbesondere an hellen Sommernächten ein mässig breiter, mattleuchtender Gürtel auf, der sich nahe kreisförmig über den ganzen Himmel hinzieht, stellenweise sogar in zwei Aeste gespalten ist, und unter dem Namen Milchstrasse schon im Alterthume die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Ueberdies bemerken wir, dass gerade in der Nachbarschaft dieser Milchstrasse die Zahl der kleinen Sterne eine höchst bedeutende ist, und dass die Sternfülle desto geringer wird, je weiter wir uns, nach beiden Seiten hin von ihr entfernen, bis wir endlich in den Jagdhunden und den benachbarten Sternbildern verhältnissmässig sehr sternarme Gegenden antreffen. Richtet man nun, um die Milchstrasse, dieses räthselhafte Gebilde näher kennen zu lernen, ein Fernrohr auf dieselbe, so ist der milchweisse Schimmer gewichen, und an seine Stelle ein zahlloses Heer dichtgedrängter kleiner Sterne getreten. Es wird uns dadurch klar, dass die Unzahl dieser kleinen Sterne, die einzeln genommen zu schwach sind, um dem freien Auge sichtbar zu werden, in ihrer Gesammtheit als mattes Nebelwölkchen sich kundgibt. Richtet man hingegen das Fernrohr auf die früher erwähnte sternarme Gegend, so erblickt man in

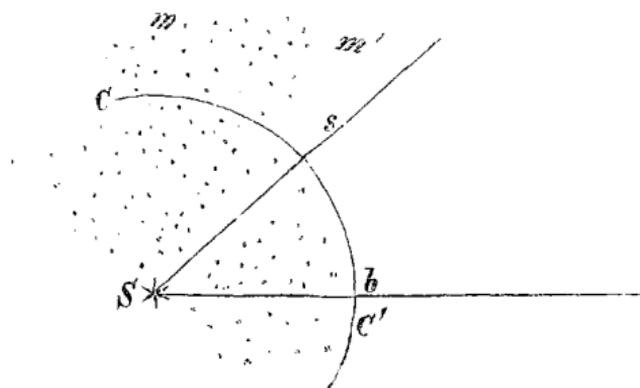
derselben auch wieder eine Menge, dem freien Auge nicht sichtbarer Sterne, allein die Zahl und die Zusammendrängung derselben bleibt weit zurück hinter dem Sternreichthume der Milchstrasse.

Diese Erscheinung widerspricht vollständig jener, welche wir unter der Annahme einer gleichmässigen Vertheilung der Sterne im Raume zu sehen erwarteten, und kann nur zweierlei Grund haben. Entweder ist die Tiefenausdehnung des uns umgebenden Fixsternhimmels, wie wir früher annahmen, nach jeder Seite hin unbegrenzt, indem sich ohne grössere Unterbrechung ohne Ende fort und fort Stern an Stern anreihet, aber in einem Gürtel rings um den ganzen Himmel der Sternreichthum dadurch grösser geworden, dass in dieser Richtung die einzelnen Sterne und zwar vorzüglich die entfernteren viel näher an einander stehen, als in den andern. Wir können aber auch zweitens annehmen, der ganze prächtige Fixsternhimmel bilde ein grosses in sich abgeschlossenes Ganze, so zu sagen eine von einem vorläufig unbegrenzten, öden, sternleeren Gebiete rings umgebene Welteninsel, die von unserem Standpuncte aus ihre Arme in gewissen Richtungen weiter in den Raum hinausstreckt als in anderen.

Die erstere Annahme hat zweifelsohne etwas gekünsteltes, indem man schwer einsieht, wie gerade in einer rings um den Himmel laufenden schmalen Zone eine so vorwiegende Zusammendrängung von Sternen hätte stattfinden sollen. Ueberdies widerspre-

chen ihr auch die Beobachtungen. Richtet man nämlich ein mässig starkes Fernrohr gegen die sternarmen Gegenden in der Nähe der Jagdhunde, so wird man allerdings eine weit grössere Zahl von Sternen erblicken als mit freiem Auge, der Hintergrund aber, von dem die Sterne sich abheben, vollkommen schwarz erscheinen. Betrachtet man nun dieselbe Gegend mit einem bedeutend lichtstärkeren Fernrohre, so werden die früher sichtbaren Sterne wohl heller geworden, aber keine neuen, schwächeren hinzugetreten sein, was beweist, dass bereits das erste Fernrohr bis an die Grenze des sternerfüllten Raumes vorgedrungen ist, und wir mit dem stärkeren nur noch über dieselbe hinaus in einen sternenlosen Raum hineinblicken. Denken wir uns nämlich das erstere Fernrohr so

Fig. 3.



lichtstark, dass es uns noch die Sterne innerhalb der Kugelschale  $CC'$  (Fig. 3) sichtbar macht; die jenseits derselben liegenden  $m$   $m'$  für dasselbe aber bereits zu lichtschwach sind, so werden sie doch sogleich her-

vortreten, sobald wir ein lichtstärkeres, in den Raum tiefer eindringendes Fernrohr anwenden. Werden aber durch dasselbe, wie in dem Segmente  $aSb$  keine neuen mehr sichtbar, so ist dies eben ein Beweis, dass an jener Stelle jenseits der Entfernung  $Sa$  keine mehr vorhanden sind.

Wenden wir nun aber das erste Fernrohr gegen die Milchstrasse, und zwar eine der helleren Partien derselben, so kommen in ihr eine zahllose Menge Sterne zum Vorschein, Sterne der verschiedensten Grössen, von solchen mit beträchtlichem Glanze angefangen durch alle Helligkeitsstufen bis zu den feinsten eben noch sichtbaren Lichtpünktchen abnehmend. Allein damit noch nicht genug. Der zurückbleibende Himmelsgrund ist nicht ganz dunkel, sondern hat noch immer einen matten Schimmer, ähnlich demjenigen, den die Milchstrasse mit freiem Auge darbietet. Nimmt man jetzt wieder das stärkere Fernrohr zur Hand, so sind die Sterne, welche mit dem früheren als die schwächsten sichtbaren Lichtpünktchen erschienen, bedeutend heller geworden und der matte Lichtschimmer hat sich in eine Unmasse neuer minutiöser Sternchen aufgelöst. Sieht man jedoch genauer hin, so findet man, dass noch ein freilich schon matterer Schimmer zurückgeblieben ist, zum Zeichen, dass auch dieses Fernrohr noch nicht bis an die Grenze des Fixsternconglomerates vorgedrungen ist, und erst ein stärkeres mit grösserer raumdurchdringenden Kraft dies zu leisten im Stande sein werde.

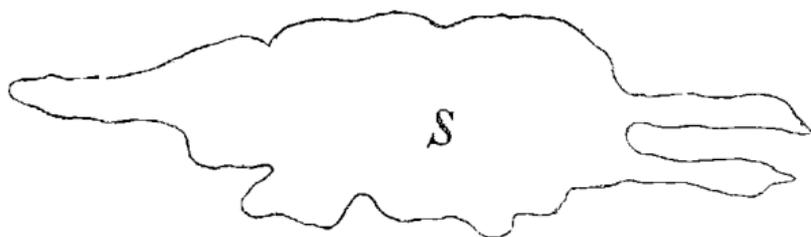
Die eben mitgetheilten Wahrnehmungen lassen wohl keinen Zweifel übrig, dass der uns umgebende Fixsternhimmel nicht ununterbrochen sich fortsetzt, sondern ein ganz in sich abgeschlossenes Ganzes bildet, das allseitig von einem sternleeren Raum eingehüllt wird, dass wir aber nach den verschiedenen Richtungen verschieden und zwar sehr verschieden tief in den Raum vorschreiten müssen, ehe wir die Grenzen der von Sternen bevölkerten Gegend erreichen.

Die hier angewendeten Schlüsse mögen allerdings Manchem all zu kühn erscheinen: wir müssen jedoch bedenken, dass wir uns dem Fixsternhimmel vis-à-vis ganz in der Lage eines Wanderers befinden, der sich des Nachts in einem ausgedehnten Walde verirrt hat. Welcher Anblick nun wird sich ihm darbieten, wenn er bei Anbruch des Tages sich umsieht, um sich zu orientiren. — Die Bäume in seiner nächsten Nähe werden durch ihre beträchtliche scheinbare Grösse deutlich von den übrigen sich abheben; die entfernteren scheinen ihm kleiner und näher aneinander gerückt zu sein, lassen sich aber immerhin noch ganz gut einzeln unterscheiden; die noch entfernteren endlich sind nicht mehr einzeln zu trennen, sondern fliessen so zu sagen zusammen und bieten ein verschwommenes Ansehen dar, ein Ansehen, das jeder kennt, sich aber nicht leicht näher beschreiben lässt. Sieht nun der Wanderer beim Vorschreiten der Tageshelle, den Hintergrund nicht durchaus gleich dun-

kel, sondern an einzelnen Stellen das Tageslicht kräftiger zwischen den Bäumen durchblitzen als an anderen, so wird er daraus mit Sicherheit schliessen können, dass der Wald nicht ohne Grenzen sich ausdehne, und dass diese Grenzen in gewissen Richtungen ihm näher liegen als in andern. Ersetzen wir nun die Bäume durch Sterne, das vorschreitende hellerwerden durch Anwendung immer lichtstärkerer Fernröhre, so haben wir ein Bild des Fixsternhimmels vor uns. Allein noch mehr, denken wir uns, dass statt des Wanderers, ein mit den Eigenthümlichkeiten eines Waldes Vertrauter, etwa ein Forstmann, sich verirrt hat, so wird dieser aus den Erscheinungen, die das durchdringende Tageslicht ihm gewährt und aus der Zahl der Bäume, die ihm in den verschiedenen Richtungen hinter einander zu stehen scheinen, einen nicht ganz unsicheren Schluss auf die verhältnissmässigen Entfernungen des Waldsaumes von seinem Standorte in den verschiedenen Richtungen ziehen können. Ebenso wird der geübte Astronom aus der Zahl und scheinbaren Grösse der Sterne, die er auf einmal in seinem Rohre erblickt, das den sternerfüllten Raum vollständig bis an seine Grenzen durchdringt, mit einer gleichen Sicherheit die Ausdehnung der Sternenwelt nach den verschiedenen Richtungen ermessen können. Mit derartigen Untersuchungen, die man Sternaichungen genannt hat, beschäftigte sich vorzüglich W. Herschel und dehnte sie über einen grossen Theil des sichtbaren Himmels aus. Er folgerte

aus denselben, dass die Form eines Durchschnittes unseres Sternsystemes durch die Sternbilder, Adler, Wassermann, Wallfisch, Einhorn, Löwe, Jagdhunde,

Fig. 4.



Krone und Hercules, beiläufig die in Fig. 4 verzeichnete sein müsse.

Was die Stellung unserer Sonne in diesem Systeme betrifft, so ergibt sich aus den Sternanordnungen, dass sie nahe in der Ebene des einen der Milchstrassenzüge und etwas excentrisch gegen die Sternbilder Stier und Orion hin liege (etwa in *S* Fig. 4). Damit stimmt auch das, was wir durch ein einfaches Raisonement aus dem Anblicke des Sternenhimmels schliessen würden. Läge nämlich unser Planetensystem in der Mitte des Fixsternconglomerates, so müssten wir die Milchstrasse durchaus nahe gleich hell erblicken. Wir sehen sie hingegen im Skorpion, Schützen, Adler und Schwan, Sternbildern, die im Sommer des Nachts am Himmel stehen, trotzdem sie hier stellenweise sogar mehrfach gespalten ist, sehr hell, während sie auf der entgegengesetzten Seite im Stier, Fuhrmann und den Zwillingen hin und wieder so matt erscheint, dass man

ihren Lauf nur mit Mühe verfolgen kann. Wir schliessen daraus, dass in der Richtung der glänzenden Parteen der sternerfüllte Raum sich weiter ausbreitet als in der andern, dass wir also von den Grenzen des Systemes in der Richtung der Sternbilder Scorpion bis Schwan weiter abstehen, als in jener der Sternbilder Stier und Fuhrmann. Läge ferner unsere Sonne in der Ebene eines der Milchstrassenzüge, so müsste dieselbe den Himmel (etwa wie der Aequator) in zwei gleiche Hälften theilen. Dies ist nun nicht der Fall; die beiden Himmelssphären sind ungleich, aber nicht sehr bedeutend und dies weist darauf hin, dass wir uns zwar nicht in, sondern ausserhalb, aber nicht weit ausserhalb der Ebene der grössten Tiefenausdehnung des Fixsternhaufens befinden.

Was endlich die Ausdehnung betrifft, kann man die grösste Tiefe der Milchstrasse in den herrlichen Sterngruppen des Perseus auf circa 2000 Sternweiten\*) veranschlagen, eine Entfernung, die eine Lichtzeit von mehr als 5000 Jahren erfordert, so dass das

---

\*) Es folgt nämlich aus den Sternaichungen Herschel's, dass die Tiefenausdehnung des Fixsternhimmels an jener Stelle wenigstens 500mal die Entfernung der uns nächsten Sterne übertrifft. Für die durchschnittliche Entfernung dieser müssen wir aber vorläufig das Mittel aller bisher gemessenen Fixsterndistanzen annehmen und dies beträgt beiläufig 4 Sternweiten. Damit ergibt sich von selbst die oben angeführte Distanz von 2000 Sternweiten.

Licht, welches wir eben jetzt von diesen Sterngruppen empfangen, sie bereits zu einem Zeitpunkte verlassen hat, auf welchen verschiedene Historiker die Erschaffung der Welt setzen.

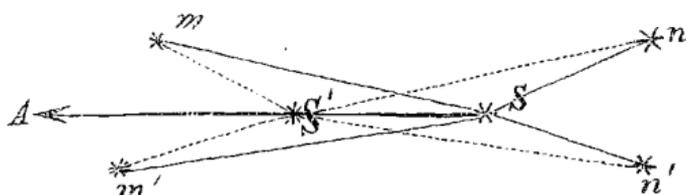
So riesig, alle unsere Begriffe übersteigend, diese Entfernungen sind, so überraschend gross ist auch die Zahl der Sterne, welche das Fixsternsystem umschliesst. Schon mit unbewaffnetem Auge glaubt man in einer sternhellen Nacht eine unzählbare Menge von Sternen am Himmel zu erblicken, überzeugt sich aber durch eine anhaltendere Betrachtung leicht, dass dies auf einer Sinnestäuschung beruht und die Zahl derselben keineswegs so gross sei als es im ersten Augenblicke schien. Es hat auch in der That Argelander, der entschieden ein scharfes Auge besitzt, an dem in unseren Breiten sichtbaren Himmel, etwa  $\frac{2}{3}$  des ganzen, nur 3260 Sterne wahrnehmen können. Diese Zahl vergrössert sich indessen unglaublich schnell, wendet man Fernröhre an. Schon Argelander's treffliche Sternverzeichnisse, die sämtliche auf der nördlichen Halbkugel des Himmels in einem mässig guten dreizölligen Fernrohre sichtbaren Sterne aufführen, enthalten 315,000 Sterne, allein selbst diese Zahl verschwindet noch gegen das Heer der kleineren, welche ein kräftiges Rohr in der Milchstrasse zeigt. So hielt sich Herschel versichert, dass er bei seinen Sternaichungen einmal in Zeit von  $\frac{3}{4}$  Stunden weit über  $\frac{1}{4}$  Million Sterne durch das Gesichtsfeld seines Fern-

rohres habe ziehen sehen, ein andermal schon in  $\frac{1}{4}$  Stunde mehr als 100.000 und sagt, dass er mehrfach einen ähnlichen Sternreichthum angetroffen habe. Aus diesen und seinen anderen Erfahrungen bei den Sternaichungen schliesst er nun, dass die Zahl aller unser Fixsternsystem constituirenden Sonnen 18 bis 20 Millionen betrage.

Da die zahllose Schaar von Fixsternen, wie wir gesehen haben, zu einem eigenen in sich abgeschlossene Systeme zusammengetreten ist, können die einzelnen Sterne nicht in absoluter Ruhe verharren, sondern müssen im Gegentheile sich in geschlossenen Bahnen um den gemeinsamen Schwerpunct dieses Systemes bewegen, (etwa wie die Planeten um den Schwerpunct des Sonnensystemes), und dadurch auch ihre gegenseitige Lage gegen einander und am Himmel verändern. Wirklich hat auch bereits Halley nachgewiesen, dass die drei hellen Sterne Sirius, Procyon und Arcturus seit den Zeiten Hipparchus ihren Ort am Himmel geändert haben und seither sind, insbesondere in neuerer Zeit bereits an mehr als 6000 Sternen Ortsveränderungen mit Sicherheit nachgewiesen worden. Freilich sind die Bewegungen, wenn sie auch an und für sich recht beträchtlich sein mögen, wegen der grossen Entfernung aus der wir sie sehen, so geringfügig, dass sie selbst im Laufe mehrerer Jahrtausende den Anblick des Himmels nicht wesentlich umzugestalten vermögen und innerhalb kürzerer Zwischenzeiten nur aus sehr genauen

Beobachtungen erschlossen werden können. Derartige Beobachtungen existiren aber erst seit etwa 100 Jahren und es ist dadurch begreiflich, dass wir diese Bewegungen erst an verhältnissmässig so wenig Sternen kennen gelernt haben. Aber vorhanden sind sie trotzdem ausnahmslos bei jedem Sterne und auch unsere Sonne darf sich nicht rühmen eine Ausnahme von dieser Regel zu bilden. Es fragt sich nun vorerst nach welcher Gegend hin ihre Bewegung gerichtet ist und diese Frage hat bereits Herschel durch Anwendung des folgenden Schlusses zu beantworten gesucht. Wenn die in  $S$  stehende Sonne (Fig. 5) in der Richtung  $SA$  sich bewegt und in  $m, m' \dots n,$

Fig. 5.



$n' \dots$  sich verschiedene Sterne befinden, so werden jene Sterne ( $m, m' \dots$ ), auf welche sie zugeht, auseinanderzuweichen, die in der entgegengesetzten Richtung liegenden ( $n, n' \dots$ ) hingegen zusammenzurücken scheinen, wie ja auch bekanntlich in einer Allee die entfernteren Bäume desto mehr auseinander-treten, je weiter man in derselben fortschreitet. So einfach wie es hier veranschaulicht, wird das Phänomen sich allerdings nicht zeigen, weil wie oben erwähnt wurde, ausser der Sonne auch alle übrigen

Sterne  $m, m', \dots n, n' \dots$  selbständige Bewegungen ausführen und dadurch die Erscheinung sich complicirt; indess dennoch war das Auseinandertreten der Sterne im Hercules so entschieden vorhanden, dass Herschel nicht zögerte, die Mitte dieses Sternbildes als den Ort zu bezeichnen, auf welchen hin die Sonnenbewegung gerichtet ist und alle späteren Untersuchungen von Gauss, Argelander, Maedler, Gallowey etc., haben die Richtigkeit dieser Angabe bestätigt.

Dabei blieb man jedoch nicht stehen; man versuchte sogar die Lage des gemeinsamen Schwerpunktes, d. h. die Lage des allgemeinen Bewegungscentrums zu ermitteln. Mit dieser Frage hat sich am meisten Maedler in Dorpat beschäftigt und durch eine Reihe sinnerreicher Schlüsse und mühsamer Berechnungen es wahrscheinlich zu machen gesucht, dass dieser Schwerpunkt in der schönen Plejadengruppe liege und Aleyone der hellste Stern derselben als Centralsonne aufgefasst werden könne, um welche das ganze sichtbare Fixsternheer sich bewegt. Die Entfernung dieser Centralsonne von der unsrigen schätzt er auf 219 Sternweiten oder 715 Jahre Lichtzeit und es soll die Sonne ihre weite Bahn um jenen Centralpunct in  $22\frac{1}{4}$  Millionen Jahren zurücklegen. Nach dieser Berechnung würde das Jahr der Sonne zu einem Jahre der Erde sich beiläufig ebenso verhalten, wie ein Jahr der Erde zu einer Secunde, allein es verdient bemerkt zu werden, dass die Untersuchun-

gen Maedler's noch gar sehr einer Bestätigung durch die Nachwelt bedürfen.

Wir haben früher nachgewiesen, dass die Fixsterne nicht in ununterbrochenem Zuge nach allen Richtungen durch den ganzen Raum hindurch sich ausbreiten, sondern dass alle Gestirne die wir des Nachts bewundern, eine in sich abgeschlossene Gruppe bilden, welche, wenn auch in einer für unseren Geist unfassbaren Ferne, doch allseitig in bestimmten Grenzen eingeschlossen ist, jenseits welcher ausge dehnte öde sternenlose Räume uns anstarren. Ist nun, so erhebt sich eine weitere Frage, diese Leere eine absolute, d. h. ist jenseits unserer Welteninsel in dem ganzen endlosen Raume keine weitere ponderable Materie vorhanden. Vor diesem Gedanken beben wir, schon während wir ihn denken, unwillkürlich zurück. Wohl haben uns unsere Schlüsse bereits in Entfernungen geführt, von denen der Geist schwindelnd sich abwendet, allein noch unfassbarer ist es, jenseits derselben ein trostloses Nichts sich vorzustellen. Ein solches ist auch in der That nicht vorhanden. Wie in einem einzelnen Fixsternsysteme, wenn auch durch grosse Zwischenräume getrennt Stern an Stern sich anreihet, ebenso reihen sich in höherer Ordnung ansteigend unaufhörlich Fixsternsysteme an Fixsternsysteme. Um dies klarer einzusehen stellen wir uns vor, wir würden über die Grenzen unseres Fixsternhimmels hinausgeführt, in Entfernungen, die selbst gegen dessen Ausdehnung weite ge-

nannt werden müssten, und aus denselben auf ihn zurückblicken. Dann würde er nicht mehr unsern ganzen Gesichtskreis umfassen, sondern wie eine grosse Stadt, aus deren Häusergewühle wir uns zurückziehen, zu einem immer kleiner und unscheinbarer werdenden Flecken zusammenschrumpfen. In demselben würden auch die einzelnen Sterne nicht mehr gesondert hervortreten, sondern nur in ihrer Gesamtheit mit einem bleichen Schimmer ähnlich demjenigen, den die fernsten Regionen unserer eigenen Milchstrasse besitzen uns entgegen leuchten, und endlich, so unglaublich diess auch klingen mag, wenn wir uns nur weit genug entfernen, auch dieser Schimmer dem freien Auge verschwinden und so klein und mattleuchtend werden, dass er nur mehr mit starken Fernröhren aufgefunden werden könnte.

Wenden wir nun unser Auge abermals dem Himmel zu, um nachzuforschen, ob wir irgendwo Gegenstände antreffen, die so weit entfernte Fixsternsysteme sein könnten. Da fallen uns sehr bald die Nebelflecke auf; räthselhafte, mattleuchtende Gebilde, von denen ein scharfes unbewaffnetes Auge bereits zwei am Himmel entdeckt, einen in der Andromeda, den andern im Orion, von denen jedoch die grösste Zahl nur mit Fernröhren, und zwar solchen der stärksten Art sichtbar wird. Diese Nebelflecke bieten alle jene Charaktere dar, die ein Fixsternsystem aus grosser Entfernung gesehen zeigen müsste. Nicht nur

ähneln viele in der Form ganz dem Diagramme, das uns *Herschel* von einer Section unseres Fixsternsystemes entworfen (Fig. 4), sondern einige derselben, die wir als die uns nächsten betrachten müssen, lösen sich bereits in mässigen Fernröhren in einen dichtgedrängten Knäuel kleiner Sterne von unbeschreiblicher Pracht auf (wie der Sternhaufen im *Hercules*). Dass die meisten unter ihnen auch die obenerwähnten in der *Andromeda* und im *Orion*, was ihre ganze oder auch nur theilweise Auflösbarkeit in Sternconglomerate betrifft, selbst der Kraft der grössten bisher gebauten Fernröhre spotten, kann für keinen Beweis gegen die Zusammensetzung derselben aus Sternen gelten, und uns auch nicht einmal befremden, wenn wir bedenken, dass es erst *Herschel's* Riesenreflector gelang die Tiefen unserer eigenen Milchstrasse zu durchdringen. In diesen Nebelflecken, deren wir bereits mehrere tausend kennen, erblicken wir also neue, ausgedehnte, in sich selbst abgeschlossene Fixsternsysteme, ähnlich demjenigen, in dem wir uns befinden, die ohne Ende sich hinter einander aufthürmen. Wenn wir nun annehmen, dass einer der grössten Nebelflecke des Himmels, der *Andromeda-Nebel*, an Ausdehnung nur unserem Fixsternsysteme gleichkommt, so muss er trotzdem mindestens 25 Durchmesser desselben von uns entfernt sein. Setzen wir nun, was kaum zu hoch gegriffen sein wird (pag. 311) einen Durchmesser unseres Sternsystemes zu 4000 Sternweiten an, so wird die obige Distanz in Sternweiten

ausgedrückt 100.000, eine Entfernung, die das Licht erst in 300.000 Jahren zu durchheilen im Stande ist. Wenn aber schon dieser, noch dem freien Auge erkennbare Nebel so weit entfernt ist, wie unermesslich weit müssen da nicht erst die entlegensten dieser Gebilde von uns abstehen, die uns selbst in unseren stärksten Fernröhren nur als kleine, matte Lichtwölken entgegenleuchten.

Vor der Grossartigkeit des Bildes, das sich hier vor unserem Blicke aufrollt, halten wir erschreckt inne, und fragen uns selbst schüchtern, ob wir mit der Vergrösserung der optischen Kraft unserer Fernröhre noch immer weiter und weiter in die unabsehbaren Tiefen des Raumes eindringen werden? So wahrscheinlich uns dies nach den bisherigen Erfolgen auf den ersten Blick erscheinen mag, lehrt ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand dennoch, dass auch auf diesem Gebiete unserem Forschen eine unübersteigliche Grenze gesetzt ist. Der Raum zwischen den einzelnen Sternen und Sternsystemen kann nämlich nicht absolut leer, sondern muss mit einem, wenn auch äusserst feinen Medium, das wir Aether nennen wollen, ausgefüllt sein, weil ohne Vorhandensein eines materiellen Substrates die Lichtwellen von den Gestirnen sich nicht bis zu uns fortpflanzen könnten (wie ja auch bekanntlich der Schall im luftleeren Raume sich nicht ausbreiten kann). Der Aether, welcher uns als vermittelndes Zwischenglied das Licht der Sterne zuträgt, ist nun aber gleichzeitig auch jenes

Medium, das unseren Blick über gewisse Entfernungen nicht hinausschweifen lässt. Denn er mag so fein sein, als er wolle, so wird er dennoch immer einen, wenn auch noch so geringen Theil des durch ihn hindurchgehenden Lichtes verschlucken, d. h. schwächen, und es wird diese Schwächung in einem desto höherem Masse hervortreten, je weiter der Weg ist, den das Licht in ihm zurücklegen muss. Hat also das Licht der Sterne, ehe es unser Sonnensystem erreicht, immer weitere und weitere Strecken zu durchstreichen, dann wird ein immer grösserer und grösserer Theil desselben durch den Aether absorbirt werden, ehe es bei uns anlangt und endlich das gesammte Licht, bis auf den letzten Lichtstrahl vom Aether verschlungen worden sein, ehe es unsern Wohnort erreicht. Wenn daher auch der schöne Ausspruch Paskals: das Universum sei eine Kugel, deren Mittelpunkt überall, deren Peripherie aber nirgends sich vorfinde, wahr ist, so ist es doch nicht minder wahr, dass für unsere Forschungen in den Räumen dieses Universums unsere Erde stets den Mittelpunkt desselben bilden wird, und dass für uns dessen Peripherie in jener nebelhaften Ferne zu finden ist, aus welcher der Lichtstrahl, der Bote der uns vom Dasein jener entlegenen Welten Kunde bringen soll, nicht mehr bis zu uns vorzudringen vermag.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1866

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Weiss Edmund

Artikel/Article: [Ueber Fixsternsysteme. 291-320](#)