

# Astronomie.

Von

Dr. Mädler,

Kaisert. russischem wirkl. Staatsrath, Professor und Direktor der Sternwarte in Dorpat.

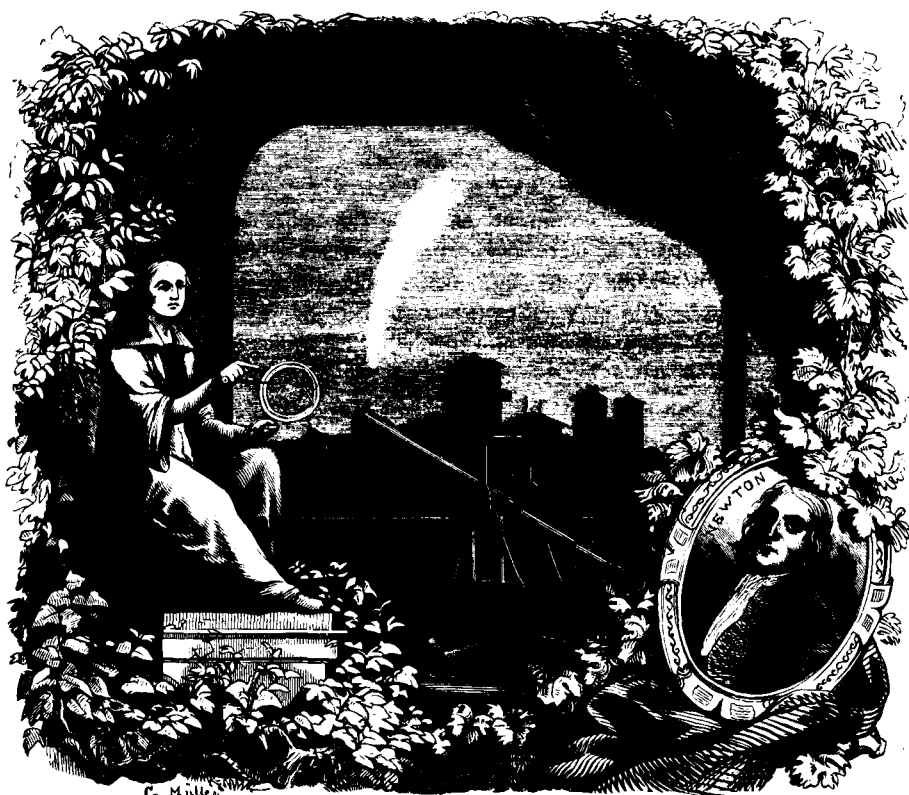


*no. 20465.*

4-10-1

100

100



## Einleitung.

Zu allen Zeiten und bei allen nicht gänzlich rohen Völkern erfreute sich die Himmelskunde, selbst schon in ihrer dürftigsten Gestalt, eines ausgezeichneten Ansehens, wie keine andere Naturwissenschaft sich dessen rühmen konnte. Das Buch Hiob wie die Iliade, die ältesten chinesischen und hindostanischen Schriften bezeugen es, welche Wichtigkeit diesem Wissenszweige zugeschrieben wurde und wie verbreitet insbesondere die Kenntniß der Constellationen in jenen Tagen gewesen. Arabiens älteste Bewohner, in den Zeiten des himyaritischen Reiches, verirren sich bis zur Anbetung der einzelnen Gestirne, in denen sie wohlthätige Gottheiten zu erblicken glaubten.

Wie dunkel auch immer dieses allgemein verbreitete Gefühl, wie unentwickelt und unklar die Vorstellungen sein mochten, welche der Anblick des Himmels in den Völkern des Alterthums erregte: es war gleichwohl ein richtiges Ahnen. Kein anderer Naturgegenstand hat vermocht, den Geist des Menschen in solchem Maße anzuregen und seine schlummernden Kräfte zum Leben zu erwecken. Die hervorragendsten unter den Forschern der

Vorzeit wie der Gegenwart, von Pythagoras und Thales bis hinüber zu Newton und Herschel haben vorzugsweise die Himmelskunde cultivirt und sind an ihr erstarbt; die Mächtigen der Erde, Ptolemäer und Kalifen, Mongolenherrscher und Tartarenhane, sie sind den Beherrschern der christlichen Welt vorangeschritten in freigebiger Beförderung der Astronomie und in der hohen Achtung, welche sie den Arbeitern auf diesem Felde zollten. Ein solcher durch die Jahrtausende hindurch sich nicht nur gleichbleibender, sondern wachsender Eifer wäre unerklärlich, wenn die Wissenschaft die in sie gesetzten weitaussehenden Hoffnungen nicht erfüllt, wenn sie die Mühen und Kosten, die man mit unermüdeter Beharrlichkeit auf sie verwendet, nicht reichlich und überreichlich vergolten hätte.

Zwar ist auch die Zahl ihrer Verächter, ja ihrer Feinde und Verfolger nicht gering, und mancher sonst hochgefeierte Mann muß ihnen hinzugesügt werden. Mit Schmerz sehen wir einen Sokrates die Messung der Gestirne als thörichte Zeitverschwendung verdammen und einen Göthe und Hegel die Forschungen, die uns das Innere des Firmaments erschlossen haben, gänzlich verkennen; mit Entrüstung blicken wir auf die Verfolgungen und Leiden, denen die Alphons, die Bacon, die Galiläi ausgesetzt waren und den so unwürdigen Kampf, den diese einsamen Riesengeister mit einer sie gänzlich mißverstehenden Umgebung kämpfen mußten. — *Per aspera ad astra!*

Groß und mannigfaltig sind die Dienste, welche in materieller Beziehung die Himmelskunde den Erdbewohnern geleistet hat. Ohne sie keine festbegründete Zeitrechnung, keine sichere und übereinstimmende Anordnung der Zeiteintheilung. Ohne sie keine Schiffahrt, als jene ängstlich beschränkte, welche den sichtbar bleibenden Küsten folgt und selbst an diesen sich noch zu verirren und dem Untergange zu verfallen befürchten muß. Ohne sie keine nur einigermaßen brauchbare Landkarte und am allerwenigsten eine genügende Darstellung des Erdförpers. Die Geschichte ermangelte ihrer Grundlage, der Chronologie; die Geographie ihrer mathematischen Basis; beide liefen Gefahr anekdotenartig sich zu vereinzeln und alles systematischen Zusammenhangs zu entbehren. Der Welthandel müßte zum krämerhaften Lokalverkehr zusammenschrumpfen, denn wer dürfte wagen, einen Ocean zu überschiffen und ferne Erdgegenden aufzusuchen! Amerika hätte keinen Columbus, Polynesien keinen Cook gefunden: von beiden Regionen würden wir in Europa keine, oder höchstens nur dunkle und unsichere Kunde haben. Jede Mond- oder Sonnenfinsterniß würde uns überraschen und erschrecken, jeder Komet in Angst und Zittern versetzen.

Als die Astronomie noch in ihrer Kindheit lag, war nur wenigen Schiffern das Glück beschieden, ohne alle Irrfahrt direkt an den Ort ihrer Bestimmung zu gelangen. Unkundig des Orts, wo sie sich befanden, in Zweifel über die Richtung, welche sie einzuschlagen hatten, geriethen sie an unwirthliche, feindliche Küsten, wenn nicht Strudel, Antiefen und Felsen, die noch keine Karte verzeichnet hatte, ihnen schon früher den Untergang bereiteten. Hunderttausende von Menschenleben hätten erhalten werden können und nicht

ihr Grab in den Tiefen des Meeres gefunden, wenn man früher schon verstanden hätte, Mondslängen genau zu berechnen und die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten zu beobachten.

Als im Jahre 1714 die Vertreter des brittischen Volkes, auf des greifen Newton's Vorschlag, mit völliger Einstimmigkeit die damals enorme Summe von 30,000 Pfund demjenigen aussetzten, der ein sicheres Mittel entdecken würde, auf oceanischen Reisen die Seelänge bis auf  $\frac{1}{4}$  Grad zu finden, da wußten sie wohl, was sie thaten. Sie haben nicht für sich gewirkt, denn erst ein halbes Jahrhundert später konnte Harrisson ein Theil des Preises zuerkannt werden, während der Rest noch später unter Uhrmacher und Mondsberechner, wie billig, vertheilt wurde, denn Mechanik und Himmelskunde mußten hier concurriren, um das eben so wichtige als schwierige Problem zu lösen. Aber noch die späteste Nachwelt wird es jenen Männern Dank wissen, daß sie nicht zurückschreckten vor dem bedeutenden Opfer, der Wissenschaft dargeboten im Namen der Nation; daß keine Stimme des Widerspruchs und ängstlicher Bedenken sich dagegen erhob in einer Zeit, wo die richtige Einsicht in das, was der Wissenschaft Noth thue und was sie zu leisten vermöge, noch sehr Wenigen verliehen war.

Wie viele trinken ihre Tasse Kaffee oder Thee, und wie wenige mögen sich dabei erinnern, daß sie diese vorzugsweise der Astronomie verdanken. Denn sollte einzig der langsame und beschwerliche Karavanenhandel uns diese Produkte aus Südarabien und China zuführen, so würden wohl nur die Reichsten sie als tägliches Getränk genießen können. Und wie sehr ließen die Beispiele dieser Art sich häufen und auf fast alles, was uns umgibt und zu unserem Gebrauche dient, mehr oder weniger anwenden.

Aber vergessen wir bei alle dem nicht die Lehre, welche in Schiller's bekanntem Gedicht Archimedes dem Schüler gibt. Wie umfassend und wohlthätig auch immerhin der materielle Nutzen der Himmelskunde sein möge, der wahre Werth ihrer Lehren beruht nicht in diesen Dingen. Leicht möchte die mechanische und chemische Technik unserer Tage, scheinbar wenigstens, noch Größeres aufweisen, mindestens augenfälliger und greifbarer ihre Gaben spenden. Nicht um in dem industriellen Wettlauf der neuesten Zeit Sieger zu bleiben, nicht um aus der Himmelskunde „eine milchende Kuh, die uns mit Butter versorgt“, zu machen, widmen wir ihr unsere Anstrengungen. Ohnehin kann das, was der Weltverkehr und das materielle Leben überhaupt von der Astronomie bedarf, als längst fertig und abgeschlossen betrachtet werden und es bedürfte keiner neuen Ergebnisse der Wissenschaft, um auch in Zukunft nach dieser Richtung hin vollständig zu genügen.

„Die Himmel erzählen die Ehre Gottes“, so sang schon der alte Psalmist; und wenn die Astronomie vom Himmel stammt, so zeige sie sich dieses Ursprungs würdig. Sie fördere ihrerseits Gotteserkenntniß, indem sie Wahrheiten erforscht, die uns mit seinen großen Werken bekannt machen, und Geseze entwickelt, die den Namen Naturgeseze führen, und mit Recht

führen, nicht weil die Natur sie sich selber gesetzt, sondern weil Gott sie ihr vorgeschrieben hat. So ist Naturgesetz und göttliches Gesetz ein und dasselbe, und so „erzählen wir Gottes Ehre“, wenn wir sein Walten und Wirken, wie es in diesen Gesetzen sich ausspricht, den Erdbewohnern vor Augen legen.

Und dies vermag keine Wissenschaft in solchem Grade, als die Sternkunde, denn noch hat keine andere vermocht, ihre Prinzipien so fest zu gründen. Alle Kunst der Systematik, alles noch so geistreiche Combiniren, wie Großes auch in den übrigen Zweigen der Naturwissenschaft dadurch geleistet worden, hat dennoch nicht vermocht, alle Erscheinungen einem allgemeinen Gesetz unterzuordnen. Ihre geistige Bedeutung ist deshalb nicht gering anzuschlagen; und wenn schon die Gegenwart sich glücklich schätzen kann, an Stelle der früheren, als Curiositäten angestaunten, aber unverstandenen Bruchstücke, ein wohlgeordnetes System anzutreffen, in dem alles Einzelne seine richtige Stelle, seine logische Verknüpfung findet, an dem der Geist sich emporheben und erstarren kann, so dürfen wir für die Zukunft uns noch schöneren und größeren Hoffnungen überlassen.

Doch die Himmelkunde unserer Tage entrollt vor unserem Auge ein Bild der Schöpfung, dem an Erhabenheit sich kein anderes zur Seite stellen kann, und dessen innere Vollendung und Folgerichtigkeit alles Andere, was in irgend einer Beziehung als System auftritt, hinter sich zurückläßt. Nur möge man dieses Große und Bewunderungswürdige nicht in den kolossalen Raumverhältnissen, nicht in den gigantischen Massen suchen, welche den Raum erfüllen. Wir müssen vielmehr diese Tendenz, wie sie uns so überwiegend bei nicht wenigen Schriftstellern des 18. und zum Theil noch des gegenwärtigen Jahrhunderts entgegentritt, als einen Mißgriff bezeichnen und in Beziehung auf sie Schiller's bekanntes Wort:

„Ist die Natur nur groß, weil sie zu zählen euch gibt?  
 Euer Gegenstand ist der erhabenste freilich im Raume,  
 Aber, Freunde, im Raum wohnt das Erhabene nicht.“

vollständig anerkennen und unterschreiben. Diese kolossalen Räume, diese gewichtigen Weltkörper — sie sind thatsächlich vorhanden; kein Kundiger wird sie hinwegläugnen, keiner sie verändern wollen. Und wäre jene gigantische Ausdehnung die Unendlichkeit selbst im vollen Sinne des Wortes, wir würden dennoch die wahre Größe und Bedeutung der Astronomie in etwas Anderem suchen müssen. Dieser Unendlichkeit begegnen wir auch in manchen Schöpfungen unseres Geistes, wie beispielsweise in den Zahlenreihen, allein Niemand wird es einfallen, die Bedeutung und den hohen Werth der Mathematik darin zu suchen, daß es keine letzte Zahl gibt.

Nicht jene arithmetische Unendlichkeit ist es, die wir hier in den Vordergrund zu stellen haben. An dem unzweifelhaft größten und massenhaftesten Bauwerke der Welt, an der chinesischen Mauer, werden wir zwar wohl die Ausdauer und Beharrlichkeit ihrer Erbauer bewundern, aber gewiß kein

Denkmal eines durchdringenden Scharffsinnes darin suchen. Mit ganz anderen und ohne allen Vergleich erhebenderen Gefühlen werden wir den Röhler Dom betrachten, selbst wenn wir dem Cultus, dem er gewidmet ist, noch so fern stehen. Wie sehr auch bei ihm die räumliche Ausdehnung imponire; das fühlt ein Jeder, daß sie nicht die Hauptsache sei, und wir finden das poetische Entzücken begreiflich, mit dem neuere Dichter von ihm gesungen.

Aber in noch unendlich höherem Sinne gilt das Gesagte von jenem wundervollen Bau des Universums. Von einer Monotonie der Massen, von einem ewigen Einerlei stets wiederkehrender Formen würde unser Geist erdrückt, nicht erhoben werden. Müßten wir mit Hegel das Firmament als eine Unendlichkeit eines und desselben Lichtäthers, und die „sogenannten“ Fixsterne nur als eine krankhafte Verdichtung und Verknotung desselben, als eine Art Ausschlag betrachten, was wäre daran zu bewundern; was läge Großes darin, ob auch die Zahl dieser Himmelsblattern noch so hoch in die Millionen sich beliefe?

Wir können uns glücklich schätzen, daß in unseren Tagen kein Zweifel mehr über die strenge Gesetzmäßigkeit der Weltssysteme einerseits, so wie über die wahrhaft unendliche Mannichfaltigkeit der Bildungen andererseits bestehen kann. Man hat oft den Weltenbau eine Maschine, und zwar die größte und kunstvollste von allen genannt. Ist gleich an dieser Bezeichnung etwas Wahres, wie ja auch der gesammte kosmische Organismus in Laplace's berühmter Mécanique céleste als ein großes Problem der Mechanik behandelt worden, so möge man doch nicht vergessen, daß eine aus unseren Werkstätten hervorgehende Maschine um desto vollkommener ist, je strenger nach Lage, Form, Größe und Masse die einzelnen Theile einer Maschine den genau vorgeschriebenen Verhältnissen entsprechen. Diese menschliche Vollkommenheit wird auch stets das Ideal für unsere Werke bleiben und jede willkürliche Abweichung vom genau vorgezeichneten Typus wird als Unvollkommenheit angesehen werden müssen. Betrachten wir dagegen, so weit dies uns vergönnt ist, die einzelnen Weltkörper, wie die Systeme und Systemverbindungen ihrer Bewegung — wir finden nichts von jenem äußerlichen Schematismus, nichts von jener vermeintlich notwendigen Symmetrie, die vom menschlichen Standpunkte aus als Vollendung betrachtet werden könnte. Kein Planet gleicht dem andern an Größe, Dichtigkeit, Gestalt, Trabantenfolge: in keiner dieser Beziehungen wird eine fortschreitende Reihe wahrgenommen, die Oberflächenbildung hat bei jedem etwas ihm allein Eigenthümliches, selbst bei denjenigen Körpern, wo man nach äußerlichen Gründen eine Uebereinstimmung zu vermuthen geneigt sein sollte, wie z. B. bei der Erde und ihrem Monde. Eben so die Gestalt, Lage und Größe der Bahnen, so wie überhaupt alle Einzelbeziehungen, und nirgend zeigen sich die vorausgesetzten Analogien mißlicher und trügerischer, als gerade bei den Eigenthümlichkeiten der kosmischen Gebilde. Und gleichwohl erhält sich diese unermessliche Mannichfaltigkeit, deren unerschöpflichen Reichthum wir gewiß nur

zum kleinsten Theile zu erkennen oder zu ahnen vermögen, im vollkommen ungestörten Gleichgewicht. Ein einziges, aber ausnahmslos allgemeines Gesetz, dessen Einfachheit nicht größer gedacht werden könnte, regiert das Ganze, umfaßt das Kleinste wie das Größte, und verbindet selbst die heterogensten Theile zu einem großen, nie gestörten noch unterbrochenen Organismus. In allem Uebrigen gewahren wir die unbeschränkteste Freiheit, und jeder individuellen Entwicklung ist Raum gegeben. Das ist nicht die Art und Weise einer Maschine, wie der menschliche Scharfsinn sie erdenkt und unsere Technik ausführt.

Solche Betrachtungen setzen uns in den Stand, mit dem Wirken und Walten der Gottheit in der Körperwelt so weit vertraut zu werden, als dies uns überhaupt vergönnt ist. Ein bloßes Anstaunen der Millionen und Billionen von Jahren und Meilen lehrt uns nicht die Größe der Welt, sondern nur unsere eigene Kleinheit und die Kürze unseres Erdbaseins kennen, und zu dieser Erkenntniß vermögen wir auch wohl ohne Astronomie zu gelangen.

Wir erfreuen uns des Eifers, durch den die Zahl der Planeten und Kometen unter unseren Augen so rasch anwächst, daß es zweifelhaft erscheint, ob es in Zukunft möglich bleiben wird, für sie sämmtlich hinreichend scharfe Vorausberechnungen zu geben. Mehr jedoch als diese 55 neu entdeckten gilt uns der eine errechnete, durch den Leverrier sich ein unvergängliches Denkmal gesetzt hat. Denn in schlagendster Weise hat diese mit Recht berühmte Errechnung der Welt dargethan, wie unerschütterlich sicher die Grundlagen unserer Theorien dastehen, wie weit wir vorgeschritten sind in Erforschung der Gesetze des Sonnensystems. Auch der Laie wird sich sagen müssen, daß nur ein innerlich vollendetes und festgegründetes Wissen so etwas möglich machen könne.

Der erfreuliche Aufschwung, den die Sternkunde in unserer Zeit genommen hat, ist uns Bürge, daß die Zeiten nicht wiederkehren, wo sie verkannt, verdächtigt, verfolgt wurde, und eben so wenig jene noch früheren, wo die Vertreter der Wissenschaft, ihrem wahren Berufe ungetreu, auf Sterndeuterei verfielen.

Eben so wichtig als der weitere Fortschritt erscheint uns die möglichste Verbreitung der Himmelskunde, und da gerade unsere Zeit ein entschiedenes Verlangen darnach offenbart, so wird es nicht überflüssig sein, den Weg anzudeuten, der hier zum Ziele führen kann.

Die Astronomie ist eine schwere, ja auf ihrer höchsten Stufe vielleicht die schwerste aller Wissenschaften. Allein sie belohnt die auf sie verwandte Mühe nicht ausschließlich am letzten Ziele, sondern schon auf jedem Schritte, und wenigstens die ersten vermag mit ernstem Willen wohl Jeder zu thun.

Schon allein der aufmerksame Anblick des gestirnten Himmels, auch ohne nähere Anleitung und anderweitige Hülfsmittel, wird mannichfaltige und fruchtbringende Belehrung gewähren. Weiß doch selbst der Wilde

Amerika's den großen Bären und das südliche Kreuz zu gebrauchen, um sowohl die Stunde der Nacht, als die Richtung, die er in der Dunkelheit einzuschlagen hat, so weit zu bestimmen, als seine einfache Lebensweise es erfordert. Daß unser Kulturzustand uns dieser Nothwendigkeit in den meisten Fällen überhebt, ist kein Grund, jene Kenntniß zu vernachlässigen, wenigstens für den nicht, der etwas Höheres als den rohen materiellen Vortheil kennt und anstrebt. Leicht knüpfen sich an diese astrognostischen Elementarkenntnisse die Wahrnehmungen, zu denen die Glieder unseres Sonnensystems Anlaß geben, und ein Ueberblick des Thatsächlichen, soweit es die Erscheinungen betrifft, wird gewonnen werden können. Diese erste, gleichsam nur beschreibende Vorkhule wird den Wunsch erwecken, den ursächlichen Zusammenhang dieser Erscheinungen zu kennen. Hier nun wird das Bedürfnis mathematischer, insbesondere geometrischer Anschauungen sich fühlbar machen, und je mehr man von diesen Kenntnissen in sich aufgenommen hat, desto verständlicher werden die Lehren sein, durch welche die Wissenschaft diesen Zusammenhang darthut. Hier wird es von Nutzen sein, daran zu erinnern, daß alles Vereinzelte und aus dem Zusammenhang und der natürlichen Folge Herausgerissene nur wenig fruchtet, wie wenn man z. B. einzig und allein die Umdrehung der Erde bewiesen zu sehen verlangt. Wer sich mit dem inneren Zusammenhange des Sonnensystems bekannt gemacht hat, wird keines abgesonderten Beweises für diesen speciellen Gegenstand mehr bedürfen; wer dies nicht gethan, dem werden alle dafür aufzustellenden wirklichen Beweise doch keine selbstständige Ueberzeugung verschaffen; er wird es vielleicht glauben auf das Wort der Gelehrten, aber sein Wissen wird nichts dadurch gewonnen haben.

Bis zu der hier bezeichneten Stufe wird eine Kenntniß der Elementarmathematik ausreichen; insbesondere wenn man auch mit den Elementen der Trigonometrie sich vertraut gemacht hat. Wer jedoch von den Gesetzen der Bewegung, die hier zu Sprache gekommen sind, thatsächlichen Gebrauch machen, astronomische Rechnungen ausführen, Erscheinungen im Voraus bestimmen will u. dgl. m.; der kann sich nicht mit jenen Elementen begnügen, oder er müßte sich auf wenige einfache Relationen beschränken. Wie sehr man auch bemüht gewesen ist, die speciellen Vorschriften für solche Rechnungen auf einen möglichst einfachen und leicht verständlichen Ausdruck zu bringen und die Beweise elementar zu führen, so muß dennoch zugegeben werden, daß nicht wenige der wichtigsten Sätze einer elementaren Behandlung durchaus widerstreben. Uebrigens würde ein bloß mechanisches Rechnen nach Formeln, in deren inneren Zusammenhang man keine Einsicht gewinnt, deren Grund mithin unklar bleibt, wohl eher geisttödtend als geistig erhebend wirken; vollends bei der bedeutenden Ausdehnung, die die meisten dieser Rechnungen gewinnen, und der geraumen Zeit, welche sie in Anspruch nehmen.

Auf der höchsten Stufe des Wissens stehen diejenigen, welche diese Formeln und Methoden selbstständig ableiten und für den Gebrauch des

Berechners zusammenstellen. Eine gründliche Einsicht in diese analytischen Arbeiten zu gewinnen, ist im hohen Grade genutzreich, allein ohne Vertrautheit mit den Lehren der höheren Mathematik nicht möglich. Auch ist der heutige Umfang des gesammten astronomischen Wissens so groß, daß es selbst den begabtesten Geistern nicht mehr gelingen dürfte, in allen Theilen des großen Ganzen gleichmäßig ihre Meisterschaft zu bekunden.

Wenn hier der reinen Mathematik als eines unentbehrlichen Requisites zum Verständniß der Astronomie, insbesondere auf ihren höheren Stufen, gedacht worden, so muß hinzugefügt werden, daß auch die angewandten Theile derselben, insbesondere Mechanik und Optik, mit der praktischen Astronomie so innig verknüpft sind, daß Niemand, der sich mit einigem Nutzen den Beobachtungen widmen will, dieser Kenntnisse entzathen kann. Zwar leben wir nicht mehr in den Zeiten, wo der Himmelforscher genöthigt war, seine Uhr, seinen Winkelmesser, sein Fernrohr selbst zu verfertigen. Alles dies und vieles Andere, auf dessen Anfertigung und Beschaffung frühere Astronomen oft den größten Theil ihrer Zeit verwenden mußten, kann jetzt, wenigstens in unseren europäischen Culturländern, ohne große Schwierigkeit und Zeitaufwand von den Werkstätten bezogen, wie von kundigen Mechanikern aufgestellt und zum Gebrauch des Beobachters fertig eingerichtet werden. Aber dies überhebt ihn nicht der Nothwendigkeit, mit allen diesen Gegenständen nicht bloß äußerlich und so weit bekannt zu sein, als die stets wiederkehrenden Manipulationen es erfordern, sondern auch den inneren Bau und Bewegungsmechanismus zu studiren, um in allen hierbei vorkommenden Fällen ein sicheres und selbstständiges Urtheil zu haben und das Angemessenste und Zweckmäßigste auswählen zu können. Noch mancher andere Zweig der Technik, wie beispielsweise Uebung im Zeichnen, sind nothwendige Requisite insbesondere für den Astronomen, der nicht seine ganze Thätigkeit ausschließlich der Bestimmung von Sternörterern zu widmen gedenkt.

Möge namentlich Niemand wähen, als könne die schon jetzt so weit vorgeschrittene Entdeckung Daguerre's die künftigen Astronomen der Mühe überheben, astronomische Zeichnungen mit eigener Hand auszuführen. Denn, da die Natur der zu Reagentien angewandten Körper wohl stets dieselbe bleiben wird, so wird man auch nur größere und durch bedeutende Lichtstärke sich auszeichnende Gegenstände photographisch so abbilden können, daß durch die Abbildung der Wissenschaft ein Gewinn erwächst. Nur die Oberfläche der Sonne, und einigermaßen noch die des Mondes, haben deutlich erkennbare Detailbilder geliefert. Namentlich die letzteren stehen hinter den vorhandenen Mondkarten weit zurück; bei den Oberflächen und sonstiger Gestaltung der Planeten, den Nebelflecken und ähnlichen Gegenständen, wird man vergebens auf diese Hülfe rechnen. Wenn es daher auch als wünschenswerth bezeichnet werden kann, daß der praktische Astronom sich mit der Photographie befreunde, so wird doch die Fertigkeit im Handzeichnen nach wie vor eine solche bleiben, ohne welche die Thätigkeit des Himmelforschers

nicht nach allen, sondern nur nach einigen wenigen Richtungen hin sich entfalten kann.

Eben so wenig werden viele wichtige Sätze der Physik und Chemie dem Astronomen fremd bleiben dürfen, wenn er namentlich die auf Lichtintensität und specielle Natur des Lichts sich beziehenden interessanten Fragen in den Kreis seines Wirkens ziehen will. Er wird sich mit der Optik nicht bloß vom mathematischen, sondern auch vom physikalischen Standpunkt aus vertraut machen müssen, wenn ihm nicht Vieles ein Räthsel bleiben soll, was Sternfarben, Sterngrößen, Helligkeitsänderungen u. dgl. betrifft, wenn er in allen Fällen bloß Subjectives vom Objectiven sicher unterscheiden, und bei Deutung neuer Phänomene ein selbstständiges Urtheil gewinnen will.

Soll der Astronom auch Meteorolog sein? Soll er die tägliche Witterung und was damit zusammenhängt, genau und anhaltend registriren und controlliren, soll er vielleicht gar eine Prognose des zu erwartenden Wetters sich zur Aufgabe machen? Die Antwort kann kein einfaches Ja oder Nein sein, denn Vieles hierher Gehörige ist dem Astronomen bei seinem Hauptgeschäft selbst von großer Wichtigkeit, ja Unentbehrlichkeit. Schon bei der Wahl des Punktes, wo eine Sternwarte anzulegen sei, ist eine specielle Beachtung der klimatischen Verhältnisse, die man folglich schon aus zuverlässigen Beobachtungen kennen muß, vom entscheidendsten Einflusse, und wie viele Mißgriffe in dieser Beziehung hat nicht die Wissenschaft zu beklagen? Und beginnen die Beobachtungen selbst, so erfordert eine jede schon bei der Vorbereitung und Anordnung eine Beachtung des Witterungszustandes im Allgemeinen, zu ihrer Reduktion eine genaue Ableseung des Baro- und Thermometers, in einigen Fällen auch der Windrichtung und sonstigen Luftbeschaffenheit. Alles dies hat viele Astronomen älterer und neuerer Zeit veranlaßt, regelmäßige und sehr ausführliche meteorologische Tagebücher zu führen und die speciellen, zu einem so großen Theile noch ungelösten Fragen dieses Wissenszweiges, der nur sehr bedingt den Namen Wissenschaft beanspruchen kann, zu ihrer Aufgabe zu machen. Kann dies ohne Nachtheil der Hauptaufgabe eines Himmelsforschers geschehen, so ist nichts dagegen einzuwenden. Wird jedoch das Verhältniß umgekehrt; dienen die wenigen astronomischen Beobachtungen, die etwa nebenbei noch gemacht werden, nur als Hülfsobservationen bei den meteorologischen und magnetischen Untersuchungen; und erhält man von Sternwarten, die mit guten und kraftvollen Instrumenten zweckmäßig ausgerüstet sind, Jahrzehende hindurch nichts als solche Journale, die man auch ohne Sternwarte ziemlich eben so gut hätte führen können, so kann man ein solches Verfahren vielleicht in einzelnen Fällen durch eigenthümliche Lokalverhältnisse entschuldbar finden, im Allgemeinen aber sicher nicht billigen.

Denn einen großen Irrthum würde der begehen, der im Sinne der alten längst todtten und begrabenen Astrologie wähen wollte, der Astronom könne am Himmel die künftige Witterung bestimmen.

Ob die Verschiedenheit der Jahrgänge, ob die einzelnen Wetterveränderungen von kosmischen Einflüssen mit abhängen, ist mindestens gesagt, höchst ungewiß. Der unmittelbare Einfluß der Sonne ist in jedem Jahre derselbe; die Stellung und Entfernung des Mondes ist möglicherweise von einem jedenfalls nur geringen Miteinflusse; die sogenannten Planetenconstellationen aber sind entschieden ganz bedeutungslos. Nur das ganz unwissenschaftliche Verfahren mancher älteren und leider auch noch einiger neueren Schriftsteller, ein Verfahren, wonach man so ziemlich alles finden kann, was man finden wollte, konnte in solchen Relationen eine verborgene Wirkung ahnen und die Witterung — nicht etwa der ganzen Erde, sondern einzelner Städte und Landschaften — damit in Beziehung setzen wollen. Wäre dies aber auch anders, so bedürfte es wahrlich nicht solcher Zurüstungen, noch neuer und genauer Beobachtungen, um dem Meteorologen auf Jahrhunderte hinaus alle astronomischen Data zu liefern, deren er irgendwie bedürfen könnte.

Es wird also wohl dabei bleiben, daß die Himmelforschung im eigentlichen Sinne Hauptaufgabe eines Jeden sei, dem eine gute Sternwarte zu Gebot steht. Diese Hauptaufgabe ist in der That groß und umfassend genug, um selbst dem geistig begabtesten Menschen im längsten Erdenleben vollauf Beschäftigung zu bieten. Und da überdieß jeder der erwähnten Wissenszweige sich in gleichem Falle befindet, da seine erfolgreiche und wahrhaft weiterfördernde Bearbeitung fortan nur von solchen erwartet werden kann, die sich ihm ungetheilt widmen (möge dies immerhin in früheren Jahrhunderten anders gewesen sein), so wird der gewiß am richtigsten verfahren, der ernst, fest und unbeirrt sein Ziel im Auge behält.

---

## I.

# Unser Sonnensystem.

---

Die **Astronomie** (Sternkunde, Himmelskunde) lehrt uns einerseits die Beschaffenheit der verschiedenen Himmelskörper, andererseits die Gesetze ihrer Bewegungen, durch welche sie zu einem Ganzen verbunden werden, erkennen.

Grundlage dieser Kenntnisse bilden die Beobachtungen, aus denen eben jene Regeln und Gesetze abzuleiten sind und wozu die Hülfe der Mathematik eine unerläßliche Bedingung ist, und Hand in Hand gehen mit diesen Wahrnehmungen andere, welche auf eine möglichst genaue Untersuchung der physischen Eigenthümlichkeit jener Körper gerichtet sind.

Das wichtigste Beförderungsmittel dieser Beobachtungen sind genaue und zweckmäßig aufgestellte Meßwerkzeuge, mit denen man seit dem 17. Jahrhundert das Fernrohr verbunden hat.

Der außerordentliche Umfang, den das gesammte Gebiet der Astronomie in unseren Tagen gewonnen hat, und der voraussichtlich noch weit mehr zunehmen wird, macht es für den Einzelnen immer schwieriger, die Wissenschaft nach allen Richtungen hin gleichmäßig zu beherrschen. Ziemlich allgemein trennt man daher schon jetzt den praktischen Astronomen (Beobachter) von dem Berechner, und von beiden wiederum den Theoretiker, der aus den allgemeinen Bewegungsgesetzen die Formeln und Methoden entwickelt, die sowohl der Beobachter als der Berechner zu seinen Arbeiten bedarf.

Da die Astronomie ein wichtiges und unerläßliches Hülfsmittel für viele andere Zweige menschlichen Könnens und Erkennens bildet, so haben wir eine astronomische Nautik und Geographie, eine astronomische Zeit- und Festrechnung u. dgl. erhalten. Auch die Gnomonik (Sonnenuhrkunst) bildet einen ihrer Zweige, der früher mehr als gegenwärtig bearbeitet und angewandt wurde. Dagegen hat die lange und vielfach versuchte astronomische Witterungs-Prognose es nie zu einer wissenschaftlichen Begründung zu bringen vermocht, und auch für die Zukunft ist wenig Aussicht dazu vorhanden, und die vormalis mit so großem Eifer bearbeitete Astrologie (Sterndeuterei), diese Bastardschwester der ächten Himmelskunde, ist gänzlich und auf immer beseitigt.

Jahrtausende hindurch bestand die lange und mühselige Arbeit der Astronomie vorzugsweise in den Versuchen, unserm eigenen Wohnort, der Erde, ihre richtige Stelle im Weltganzen anzuweisen. Erst in Copernicus gelangten diese Bemühungen zu ihrem Abschluß, und dadurch die theoretische Astronomie zu ihrer ersten sichereren Grundlage. Von dieser Zeit an hat sie keine Rückschritte und Schwankungen weiter gemacht und kann sie nicht mehr machen.

Kepler und Newton vollendeten, was Copernicus begonnen, und namentlich ist es die Gravitationstheorie Newton's, welche seit ihrer Bekanntwerdung den Ausgangs- und Mittelpunkt aller weiteren theoretischen Forschungen gebildet hat.

Die allgemeinste Wahrnehmung, die wir täglich machen können, ist der Auf- und Untergang sowohl der Sonne, als auch aller übrigen Gestirne (nur daß einige ihren vollen Tageskreis über unserem Horizont beschreiben, also zwar steigen und sinken, aber nicht auf- und untergehen). Alle diese Bewegungen erfolgen nach übereinstimmender Richtung um zwei entgegengesetzte Punkte, die Himmelspole genannt, von denen in unseren Gegenden der Nordpol sichtbar ist. Die wahre Ursache dieser nur scheinbaren Bewegung ist die Umdrehung der Erde um ihre Aze, die in 23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden vor sich geht, welches daher auch die allgemeine Periode jener an den Himmelskörpern wahrgenommenen Bewegungen ist.

Umschreibung

Fortbewegung.

Da nun aber sowohl unsere Erde als die übrigen Himmelskörper noch andere Bewegungen ausführen, deren Perioden sehr verschieden sind, so gewahrt man, daß nach kürzerer oder längerer Zeit die Gestirne ihre gegenseitige Stellung ändern, und die genaue Erforschung dieser Aenderungen ist die Hauptaufgabe der Sternkunde.

So gewahren wir z. B., daß die Sonne nicht 23 St. 56 Min. 4 Sek., sondern 24 St., der Mond dagegen durchschnittlich 24 St. 50 Min. gebraucht, um seinen Tagbogen zurückzulegen, und auch noch an anderen Himmelskörpern beobachtet man eine solche Verschiedenheit. Diejenigen Sterne dagegen, wo man einen derartigen Unterschied nicht wahrnahm, nannte man feststehende (*fixae*), daher der Name Fixsterne. Weiterhin wird sich zeigen, daß auch bei ihnen kein Feststehen anzunehmen ist, nur daß ihre Bewegungen für uns viel zu langsam erscheinen, um während eines oder einiger Menschenalter, ohne künstliche Werkzeuge, wahrgenommen zu werden.

Von der Existenz eines Himmelskörpers können wir uns sinnlich nur durch den Lichtstrahl, der von ihm ausgehend unser Auge trifft, Kunde verschaffen. Es ist jedoch nicht nothwendig, daß dieses Licht ihm eigenthümlich zugehöre: er kann gar wohl auch bloß erleuchtet sein und wie eine irdische sonnenbeleuchtete Fläche das Licht bloß zurückwerfen. Man unterscheidet daher selbstleuchtende von bloß beleuchteten Weltkörpern. Unsere Erde sammt ihrem Monde gehören zu den beleuchteten, die Sonne zu den selbstleuchtenden Körpern; und in dieser Beziehung ist die Sonne ein Fixstern, da diese gleichfalls selbstleuchtend sind, wenigstens so weit sie uns sichtbar werden. Damit aber sind wir keinesweges berechtigt, alles, was von unserer Sonne insbesondere gilt, auch von den Fixsternen im Allgemeinen zu behaupten.

Beleuchtung.

Körper unseres Sonnensystems.

Unsere Erde dagegen gehört zur Klasse der Planeten, die sich um ihre eigene Aze und gleichzeitig in nahezu kreisförmigen Bahnen um die Sonne bewegen; und unser Mond zu den Nebenplaneten oder Trabanten, die sich um ihre Aze, um ihren Hauptplaneten, und mit diesem zugleich um die Sonne bewegen, folglich eine dreifache Bewegung haben, selbst wenn man die Sonne als ruhend im Weltraume betrachten wollte, was sie streng genommen ebenfalls nicht ist.

Zu den um unsere Sonne sich bewegendem Körpern gehören auch noch die Kometen, die sich schon im äußeren Ansehen von den Planeten deutlich unterscheiden. — Alle diese um die Sonne kreisenden Körper, diese selbst mit inbegriffen, nennt man das Sonnensystem, und zwar unser Sonnen-

system im Gegensatze zu den möglicherweise vorhandenen ähnlichen Systemen, die sich um andere Fixsterne gebildet haben können.

Die wahren im Sonnensystem stattfindenden Bewegungen hat, wie schon oben bemerkt, Copernicus zuerst im Zusammenhange erklärt. Im Folgenden sollen diese Bewegungen übersichtlich dargestellt, und damit dasjenige verbunden werden, was wir über die besondere Beschaffenheit der einzelnen Glieder dieses Systems erforscht haben. Wir beginnen mit einer Darstellung des Hauptkörpers.

## Die Sonne.

Sie ist bei weitem der größte und zugleich massenhafte\*) Körper des gesammten Systems; in letzterer Beziehung macht die Summe aller übrigen Körper desselben nur  $\frac{1}{720}$  der Sonnenmasse aus. Ihre wahre Größe bestimmen wir, wie überall bei Weltkörpern, so weit uns eine solche Bestimmung möglich ist, aus ihrer von uns gesehenen scheinbaren Größe und ihrer Entfernung von der Erde. Es wird weiterhin Einiges über die Art gesagt werden, wie diese Entfernung gefunden wurde; sie beträgt im Mittel 20,682,329 geographische Meilen, deren der Umfang unserer Erde 5400 hat. Die größte Entfernung, die am 2. Juli stattfindet, ist 21,030,000 M.; die kleinste (am 1. Januar) 20,334,700 M. Die angegebene mittlere Entfernung der Sonne von der Erde wird als Einheit bei Bestimmung anderer Entfernungen, so wie ihre Masse als Gewichtseinheit bei Bestimmung anderer Massen angenommen.

Wir finden ferner den scheinbaren Durchmesser der Sonne im Mittel =  $32'0,88$ , und schließen daraus auf einen wahren von 192,608 geographischen Meilen. Wir finden sie ferner als vollkommene Kugel (was die Erde bekanntlich nicht ist) und berechnen so ihren Durchmesser 112 mal größer als den Erddurchmesser, die Oberfläche 12,557 mal und den körperlichen Inhalt 1,409,725 mal größer als bei unserer Erde.

Wir kennen drei Wirkungsarten dieses gewaltigen Balles auf die umgebenden Körper: Anziehung, Erleuchtung und Erwärmung; alle drei spezifisch verschieden, wenn gleich in manchen Beziehungen sich ähnlich verhaltend. Die beiden ersteren verhalten sich genau wie das Quadrat der Entfernung umgekehrt, d. h. sie sind in doppelter Entfernung 4 mal, in dreifacher 9 mal u. s. w. schwächer als in einfacher, und sie verbreiten sich auf merkliche Weise nicht allein durch ihr ganzes System, sondern wohl selbst noch in Fixsternweiten. Die Anziehung pflanzt sich augenblicklich, die Erleuchtung mit großer, sich gleichbleibender Geschwindigkeit fort (von der Sonne bis zur Erde 8 Minuten 18 Sekunden): die Wirkung selbst scheint bei beiden keiner Zeit zu bedürfen. Die Erwärmung dagegen, obgleich mit dem Lichtstrahl verbunden und, soweit die Sonne in Betracht kommt, sich wie dieser verbreitend, kann dennoch weder augenblicklich, noch auf sehr große Fernen hin merklich wirken: bei ihr kommt nämlich noch die eigenthümliche Beschaffenheit der Massen, welche vom Wärmestrahle getroffen werden, in

\*) Masse bei Weltkörpern heißt eben das, was man bei irdischen Körpern Gewicht nennt. Man drückt sie aber nicht nach Centnern oder Pfunden, sondern zur Vermeidung ungeheurer Zahlen bloß vergleichungsweise aus. Unsere Erde z. B. wiegt 14,000,000,000,000,000,000,000 Pfund; die Sonne noch 355,499 mal mehr. Aus dem ähnlichen Grunde vermeidet man, namentlich bei Fixsternentfernungen, die Meilen, von denen wir indessen hier doch mannichfaltigen Gebrauch machen werden.

Betracht, und diese Beschaffenheit können wir nur bei Körpern unserer Erde direkt untersuchen.

Da der Sonnenkörper 1,409,725 mal mehr Raum einnimmt als der Erdkörper, dagegen nur 355,499 mal so viel wiegt, so ist seine Dichtigkeit (spezifisches Gewicht) nur  $\frac{1}{4}$  der Erddichtigkeit. Unter den Körpern unserer Erde haben Ebenholz und Baumkohle dieses Gewicht. Wir finden ferner, daß die Fallhöhen (und die gesammte Schwerkraft) dort  $28\frac{1}{3}$  mal stärker als bei uns sind. Ein Körper fällt dort in der ersten Sekunde 428 Fuß, und erreicht den Boden mit der Geschwindigkeit einer Flintenkugel. Die Kraft eines Centners wird erfordert, um einen Gegenstand von  $3\frac{1}{2}$  Pfund unseres Gewichtes zu heben, und ein Sekundenpendel muß dort 86 Fuß lang sein. Abgesehen von allen anderen Verschiedenheiten, geht daraus allein wohl deutlich hervor, daß kein einziges organisirtes Wesen unserer Erde die Sonne zum Wohnort haben könnte.

Ären-  
brechung.

Sonnen-  
Flecken.

Die Sonne dreht sich um ihre Aze und zwar in beiläufig 25 Tagen 7 Stunden, und die Ebene des Aequators ist  $7\frac{1}{4}$  Grad gegen die der Erdbahn geneigt. Man hat diese Rotation aus der Bewegung der Flecke geschlossen, die man auf der Sonnenoberfläche mit bewaffnetem Auge wahrnimmt. Diese Flecke fehlen zwar selten gänzlich, aber ihr häufigeres oder selteneres Vorkommen ist an eine Periode geknüpft, die nach den Untersuchungen Schwabe's und Wolff's etwa 11 Jahr ist. So sind 1827, 1838, 1849, 1860 Jahre der größten Häufigkeit, in denen Schwabe bis über 300 Fleckengruppen zählt; während man z. B. 1833 überhaupt nur 33 kleine schwache Gruppen fand und an 139 Tagen dieses Jahres die Sonne ganz fleckenfrei war. In den Jahren größerer Häufigkeit (wie von 1836 bis incl. 1839) kommen solche fleckenfreie Tage gar nicht vor.

Nach den Untersuchungen Lamont's in München sind die Bewegungen der Magnetnadel stärker in denselben Jahren, wo die Sonnenflecken häufiger sind. Um indeß ganz gewiß zu sein, daß die Perioden beider Phänomene wirklich dieselben sind, muß wohl erst eine längere Jahresreihe genauer magnetischer Beobachtungen abgewartet und mit den gleichzeitigen der Sonnenflecke verglichen werden.

Dagegen hat ein Einfluß der Fleckenfrequenz auf die Witterung und speziell auf die Temperatur unserer Erde, obgleich mehrfach untersucht, sich nicht nachweisen lassen. Vielleicht nur deshalb, weil man ihn in Gegenden von zu veränderlicher Witterung finden wollte. Wenn wir erst lange Jahresreihen von genauen Witterungsbeobachtungen aus tropischen Gegenden besitzen, so dürfte sich eher eine bestimmte Entscheidung für oder wider ergeben\*).

Nach neueren Untersuchungen von Secchi, Nevander und Ballot scheint es ferner, als ob nicht alle Regionen der Sonnenfläche (von den

\*) Das Gleiche gilt von den meisten Fragen, welche die Meteorologie des Erdkörpers und ihren etwanigen Zusammenhang mit fremden Himmelskörpern betreffen. Seit Jahrtausenden streitet man über den Einfluß des Mondes auf die Witterung. Die Wissenschaft kann nachweisen, daß er jedenfalls nur sehr klein ist, wenn er überhaupt besteht. In außertropischen Gegenden sind aber die gar keiner erkennbaren Regel unterworfenen zufälligen Aenderungen der Witterung viel zu groß, um sehr kleine Wirkungen mit Sicherheit zu erkennen. Anders in den tropischen Gegenden, in denen wir bereits aus einer viel geringeren Reihe von Beobachtungen manches erforcht haben, was in 50- bis 100jährigen Tabellen aus mitteleuropäischen Gegenden nicht gefunden worden war. „Unter den Tropen,“ sagt Humboldt, „muß die wissenschaftliche Meteorologie anfangen.“

Flecken ganz abgesehen) gleich stark leuchten und wärmen. Secchi hat dies an einem künstlichen Apparat, die beiden anderen Gelehrten an den Witterungsbeobachtungen nachzuweisen versucht; auch hier wird die Zukunft wohl einen bestimmteren Aufschluß geben.

Auch in ihrer größten Frequenz nehmen die Flecken höchstens  $\frac{1}{200}$  der Sonnenoberfläche gleichzeitig ein. Sie finden sich ferner stets nur zu beiden Seiten des Aequators bis zu etwa 25 Grad Breite hin, und zwar so, daß der Aequator selbst weniger, als die beiden Grenzzonen, mit Flecken besetzt ist. Sie sind schwärzlich (nie vollkommen schwarz), auch oft nur lichtgrau, von unregelmäßiger Form und sehr verschiedener Größe; bei den größeren unterscheidet man einen dunklen Mitteltheil von einem lichterem Hofe. Die Begrenzung ist gewöhnlich ziemlich scharf, nicht nebel- oder rauchartig verwachsen. Gestalt und Größe sind sehr veränderlich: selten sieht man denselben Fleck in mehreren Rotationsperioden wiederkehren.

Die schon von Herschel gegebene und durch alle folgenden Untersuchungen bestätigte Erklärung dieses Phänomens ist folgende: Um den an sich dunklen Sonnenkörper ist eine leuchtende Gasart verbreitet, die man im Gegensatz zu unserer Atmosphäre, Photosphäre genannt hat. Diese Gas-hülle ist eine doppelte, die innere schwächer, die äußere stärker leuchtend. Durch Veränderungen, deren besondere Veranlassung uns unbekannt bleibt, verschwindet diese Hülle an einzelnen Stellen ganz oder theilweis auf kürzere oder längere Zeit. Alsdann sehen wir, wo beide Hüllen gewichen sind, den dunklen Kern der Sonne; wo nur die äußere wegfällt, die schwache innere in lichtgrauer Färbung.

Photo-  
sphäre.

Man bemerkt auch einzelne Stellen mit stärkerem röthlichgelbem Glanze, oft in unmittelbarer Nähe der Flecken. An solchen Stellen scheint die Lichtsphäre sich stärker anzuhäufen und zu verdichten. Doch sind sie stets viel weniger augenfällig, als die Flecken, und es kostet immer einige Mühe, sie vom übrigen Theile der Sonnencheibe zu unterscheiden. Man hat sie Fackeln genannt.

Eine Ab- oder Zunahme der Masse des Sonnenkörpers, die Mehrere anzunehmen geneigt waren und von der Emission der Lichtstrahlen herleiteten, findet nicht Statt. Bestimmter noch, als aus den Messungen, geht dies daraus hervor, daß die mittlere Dauer des Jahres sowohl der Erde als der übrigen Planeten sich gleich bleibt und, so weit wir in die Vorzeit zurückschließen können, stets dieselbe war.

Unverän-  
derlichkeit  
der  
Masse  
und Größe.

Eben so wenig kann man eine Größenabnahme der Sonne, die man noch vor einigen Jahrzehenden anzunehmen geneigt war, aus den Beobachtungen bestätigt finden. Es war einzig Maskelyne, Direktor der Sternwarte Greenwich von 1765 bis 1805, der eine solche Abnahme zu bemerken glaubte. Zwei Umstände hatten ihn zu dieser Deutung veranlaßt: er hatte 1774 das bisherige (farbenspielende) Objectiv seines Fernrohrs mit einem farbenfreien vertauscht, das den Sonnenrand reiner darstellte, während im früher angewandten wahrscheinlich ein Ueberfließen des Lichtes (Irradiation) Statt gefunden hatte. Dann aber ist die Reizbarkeit der Netzhaut des Auges sicher im siebenzigsten Jahre eine andere, als im dreißigsten. Eine derartige Veränderung (nach Maskelyne 3 Sekunden in 50 Jahren) würde in dem seit seinem Tode verfloffenen Halbjahrhundert sicher nicht unbemerkt geblieben sein; allein die sorgfältigen Zusammenstellungen Jaye's zeigen zwar bei verschiedenen Beobachtern etwas verschiedene Durchmesser, doch keine Spur einer Ab- oder Zunahme.

Licht. Die schon in älteren Zeiten aufgeworfene Frage, ob alle Seiten und Zonen der Sonnenoberfläche gleich intensiv leuchten, hat neuere Astronomen, und insbesondere Arago und Secchi, veranlaßt, durch verschiedene photometrische Vorrichtungen die Stärke des Lichtes einzelner Regionen der Sonne zu untersuchen. Sie glauben eine Verschiedenheit zu finden, und auch die Vergleichenungen Nevander's und Buys-Ballot's haben auf anderem Wege zum gleichen Schlusse geführt. Groß kann indeß diese Verschiedenheit in keinem Falle sein und ihre nähere Erforschung muß günstigeren Klimaten überlassen bleiben.

Obgleich es schon an sich keinem Zweifel unterliegt, daß die Sonne eine selbstständige Lichtquelle, und zwar die einzige ihres Systems ist, so mag dennoch bemerkt werden, daß auch Versuche im Polarisations-Apparat dies aufs Bestimmteste darthun. Die Sonne, wie alle Fixsterne, geben polarisirt zwei gleichhelle und gleichfarbige Bilder, ganz wie eine terrestrische Flamme, während alle Körper mit erborgtem Lichte Bilder von ungleicher Intensität und Farbe erzeugen.

Zur möglichsten Versinnlichung der Entfernung unserer Sonne möge Folgendes dienen.

Entfernung

Ein Körper, der mit der mittleren Schnelligkeit eines Eisenbahnzuges (6 Meilen pro Stunde) den Weg von der Erde nach der Sonne zurücklegte, bedürfte 400 Jahre. Die Antwort auf eine Frage, wenn sie in der Sonne vernommen werden könnte, gelangte nach 29 Jahren zu uns; und stellt man einen Spiegel der Sonne gerade gegenüber auf, so wird der Lichtstrahl, den sie in gegenwärtigem Augenblick aussendet, nach 16 Minuten 37 Sekunden zu ihr zurückkehren.

Ein Baumwollensaden von äußerster, bis jetzt erzielter Feinheit (40 Meilen pro Pfund), der von der Erde bis zur Sonne reichte, würde 516,000 Pfund wiegen.

Alle diese Vergleichenungen beziehen sich auf die mittlere Entfernung der Sonne, sie sind, wenn man die kleinste und größte wählt, um ihren sechzigsten Theil zu vermindern, resp. zu vermehren.

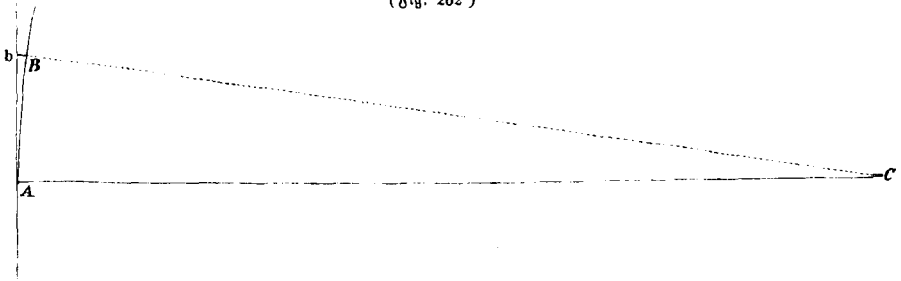
Von den Finsternissen, welche die Sonne (richtiger die Erde) durch den zwischen beide tretenden Mond erfährt, wird weiter unten die Rede sein; und die Eigenbewegung derselben im Weltraume wird erst bei den Fixsternen erläutert werden können.

Bahn-  
Bewegung  
der  
Planeten.

Die Planeten, welche sich um die Sonne bewegen, beschreiben ihre Bahnen in Ellipsen, die vom Kreise verhältnißmäßig wenig abweichen. (Bei einer der am stärksten abweichenden Bahnen, der der Juno, verhalten sich die beiden Azen wie 30 : 31; bei der Erdbahn wie 7000 : 7001.)

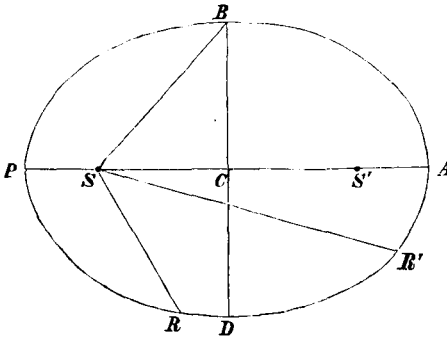
In der Bewegung des Planeten kann man eine ursprünglich geradlinige Richtung und eine nach der Seite des Centralkörpers gerichtete und durch diesen bewirkte Ablenkung unterscheiden (Fig. 262). Vermöge der ersteren würde der in A befindliche Planet von A nach b und in dieser Linie weiter fort ins Unendliche hinein rücken; die nach C gerichtete Schwerkraft lenkt ihn aber beständig von dieser Richtung ab. bb ist die Ablenkung innerhalb der Zeit, welche zur Bewegung von A nach b erfordert wird, der Planet langt also in B an, und es entsteht eine Curve. Wenn B und A gleichweit von C entfernt sind, entsteht ein Kreis; wenn ungleich, eine Ellipse oder überhaupt ein Kegelschnitt. Im ersteren Falle ist die Bewegung stets recht-

(Fig. 262)



winklig zur Richtung nach dem Centralkörper, und erfolgt mit gleichbleibender Geschwindigkeit; im letzteren wird sie nur in zwei Punkten (den Endpunkten der großen Ase) rechtwinklig, in allen übrigen schiefwinklig, und die Geschwindigkeit ist ungleich, so daß sie in größerer Entfernung vom Centralkörper langsamer wird. PBAD

(Fig. 263.)



ist eine solche elliptische Bahn (Fig. 263). Der Centralkörper (hier die Sonne) steht nicht im Mittelpunkte C, sondern in einem der beiden Brennpunkte S (der andere S' ist leer). S wird so bestimmt, daß SB gleich PC wird, wenn PA die große und BC die kleine Ase ist. P heißt das Perihelium (Sonnennähe), A das Aphelium (Sonnenerne)\*); CS ist die Excentricität und Linien wie SR und SR', die vom Centralkörper nach irgend einem Punkte des Umkreises gezogen sind, heißen Radii Vectores dieses Punktes. Geht die Ellipse in den Kreis über, so rückt S nach C, die Ase BD wird gleich PC und der veränderliche Radius Vector zum festen Radius.

Kepler hat zuerst gezeigt, daß die Planeten in Ellipsen laufen, was Copernicus noch nicht finden konnte. Er zeigte ferner, daß die Zeiten, welche der Planet gebraucht, um zwei beliebige Bögen seiner Bahn, wie z. B. PR und RR', zurückzulegen, in demselben Verhältniß stehen, wie die zu diesen Bögen gehörenden Flächenräume PSR und RSR'. Endlich brachte er auch nach vielen langwierigen Versuchen heraus, daß die zweiten Potenzen (Quadrate) der Umlaufzeiten sich verhalten, wie die dritten Potenzen (Cuben) der mittleren Abstände. Diese drei Kepler'schen Gesetze, deren Beweis man in ausführlicheren Werken nachsehen muß, bilden die Grundlage der Bahnrechnungen.

Kepler hat zuerst gezeigt, daß die Planeten in Ellipsen laufen, was Copernicus noch nicht finden konnte. Er zeigte ferner, daß die Zeiten, welche der Planet gebraucht, um zwei beliebige Bögen seiner Bahn, wie z. B. PR und RR', zurückzulegen, in demselben Verhältniß stehen, wie die zu diesen Bögen gehörenden Flächenräume PSR und RSR'. Endlich brachte er auch nach vielen langwierigen Versuchen heraus, daß die zweiten Potenzen (Quadrate) der Umlaufzeiten sich verhalten, wie die dritten Potenzen (Cuben) der mittleren Abstände. Diese drei Kepler'schen Gesetze, deren Beweis man in ausführlicheren Werken nachsehen muß, bilden die Grundlage der Bahnrechnungen.

\*) Da indeß auch ein anderer Körper als die Sonne Centralkörper sein kann, so erleiden diese Ausdrücke Modifikationen. In der elliptischen Bahn des Mondes um die Erde bezeichnet man die betreffenden Punkte als Perigäum (Erdnähe) und Apogäum (Erdferne); bei den Trabanten des Jupiter giebt es ein Apojovium und Perijovium u. s. w.

Bahn-  
Elemente.

Unter Elementen einer Bahn versteht man die Bestimmungen, welche zu ihrer vollständigen Darstellung erforderlich sind. Sie sind der mittlere Abstand (SB) oder die halbe große Ase, die Excentricität (SC), für welche SB die Einheit bildet; der Ort des Perihels P, der Zeitpunkt T, in welchem der Planet durch P geht (Epoche des Perihels), die Neigung der Bahn gegen eine andere, gewöhnlich die Erdbahn und der Punkt, wo die Bahn die Ebene der Erdbahn schneidet. Da dies in zwei Punkten geschieht, so wählt man den, in welchem die Bahn sich nach der Nordseite der Erdbahn wendet (aufsteigender Knoten). Ein siebentes Element würde die Umlaufszeit bilden; diese ist jedoch aus der mittleren Entfernung nach dem Kepler'schen Gesetze zu berechnen, sobald man Entfernung und Umlaufszeit irgend eines Planeten kennt; sie ist demnach kein unabhängiges Element im eigentlichen Sinne. Genau genommen gehört aber auch die Masse des Planeten zu den Elementen. Der Strenge nach ist keines dieser Elemente unveränderlich, sie können daher immer nur für einen bestimmten Zeitpunkt genau angegeben werden. Aber diese Veränderungen sind nicht allein meistens sehr gering, sondern auch periodisch wiederkehrend, so daß z. B. die Umlaufzeiten für jeden Planeten durchschnittlich dieselben sind wie zur Zeit der alten Griechen. Man bezeichnet diese Veränderungen, allerdings nicht ganz passend, mit dem Namen Störungen: es sind die Wirkungen derjenigen Körper, die außer dem Centralkörper noch nahe genug stehen, um merklichen Einfluß äußern zu können. Sie sind eben so festen Gesetzen als die Hauptwirkungen unterworfen, lassen sich wie diese vorausberechnen und auf ihre allgemeine Ursache zurückführen. Die Ordnung der Natur wird bei den Himmelskörpern in der That nie auch nur im Geringsten gestört, vielmehr sind es gerade diese „Störungen“, welche uns besser und gründlicher als alles Andere mit der bewunderungswürdigen Einrichtung des großen Organismus bekannt gemacht haben, von dem auch unsere Erde ein Theilchen bildet.

Störungen.

Anzahl  
der  
bekanntesten  
Planeten.

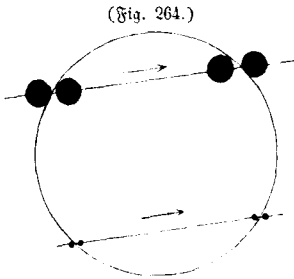
Wenn gleich die Planetenbahnen nicht in gleicher Ebene liegen, sich also auf einer Fläche nicht vollständig darstellen lassen, sondern nur in einem körperlichen Modell, so findet sich doch unter allen 63 bekannten keiner, der sich in einer den übrigen entgegengesetzten Richtung bewegte. Sehr bestimmt deutet diese allen gemeinschaftliche Richtung auf einen gemeinsamen Ursprung aus einem Fluidum, dessen kreisender Strom diese Richtung hatte. Durch allmälige Ablösung und Verdichtung sonderten sich aus dieser Grundmasse zuerst der äußerste Planet, und sodann von Außen nach Innen fortschreitend, die übrigen ab, bis schließlich der bei weitem größte Theil sich zum Sonnenkörper concentrirte. So hat sich Lap'ace den Hergang vorgestellt und seine Hypothese ist jetzt die allgemein angenommene.

Opposition.

Conjunc-  
tion.

Man hat die Stellungen, welche die Planeten und die übrigen Körper des Sonnensystems gegenseitig annehmen können, durch besondere Bezeichnungen unterschieden. Wenn (abgesehen von der meist nur kleinen gegenseitigen Neigung der Bahnen) Planet und Sonne, von der Erde aus betrachtet, sich gerade gegenüberstehen, so daß der Planet um Mitternacht durch den Meridian geht, so heißt diese Stellung Opposition, tritt dagegen für unsern Standpunkt der Planet gerade hinter oder gerade vor die Sonne, so heißt ersteres die obere, letzteres die untere Conjunction. Untere Conjunctionen haben nur die Planeten, welche näher als die Erde zur Sonne

stehen, die daher auch nie in Opposition kommen. Die übrigen, weiter als unsere Erde von der Sonne entfernten, haben dagegen keine untere Conjunction, aber sämmtlich Oppositionen. So unterscheidet man untere (nähere) und obere (entferntere) Planeten.



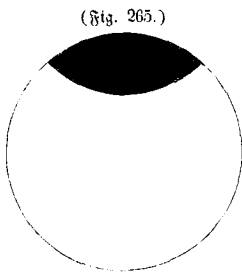
(Fig. 264.)

Wenn ein unterer Planet zur Zeit seiner unteren Conjunction zugleich in oder doch nahe beim Knoten seiner Bahn steht, so zeigt er sich vor der Sonnenscheibe und projectirt sich auf dieser als kleiner schwarzer Kreis. Man nennt dies einen Durchgang (Fig. 264). Auch Planeten können unter sich, wiewohl sehr selten, in eine solche Stellung kommen, daß eine von der Erde aus gezogene gerade Linie beide genau trifft. Man nennt dies eine Bedeckung, und in gleicher Weise können auch Fixsterne von den Planeten bedeckt werden. Die zahlreichsten Bedeckungen veranlaßt unser Mond bei seiner so raschen scheinbaren Bewegung und seinem großen Durchmesser. Auch die Sonne bewirkt Bedeckungen, die aber aus leicht begreiflichen Gründen selbst für das Fernrohr völlig unsichtbar sind.

Venus-Durchgang

Merkur-Durchgang.

Bedeckung



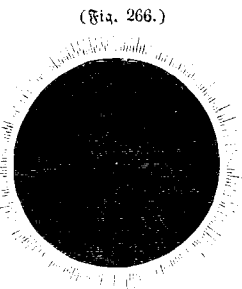
(Fig. 265.)

Wenn der Mond vor der Sonnenscheibe vorübergeht, so entsteht eine Sonnenfinsternis (richtiger Erdfinsternis). Meistens wird nur ein kleinerer oder größerer Theil der Sonne bedeckt (partiale Finsternis, Fig. 265), es kann jedoch auch auf kurze Zeit die ganze Sonne bedeckt werden (totale Finsternis, Fig. 266), oder auch der Mond sich so stellen, daß ringsherum ein schmaler Rand der Sonne sichtbar bleibt (ringförmige Finsternis, Fig. 267).

Partiale,

totale,

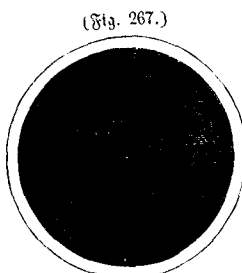
ringförmige Sonnenfinsternis.



(Fig. 266.)

Tritt umgekehrt der Mond der Sonne grade gegenüber, so fällt der Schatten der Erde auf ihn (Mondfinsternis) und auch diese kann total oder partial (nie jedoch ringförmig) sein. Ähnliche Vorgänge erfahren und veranlassen auch die übrigen mondenbegleiteten Planeten, was wir aber nur durch Fernrohre, und auch durch diese nicht in allen Fällen, wahrnehmen können.

Mondfinsternis.



(Fig. 267.)

Wenn gleich die wahre Bewegung eines Planeten nie eine umkehrende (rückgängige) werden kann, so setzt sich doch die scheinbare, weil sich in ihr gleichzeitig die Erdbewegung abspiegelt, aus Vor- und Rückwärtsbewegungen zusammen. Wir wollen dies hier zunächst an einem unteren, und dann auch an den oberen Planeten zeigen.

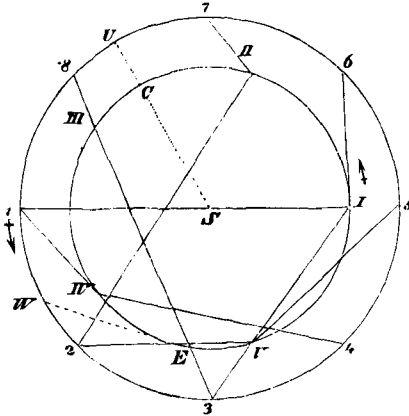
Scheinbare Bewegung der unteren Planeten.

weil sich in ihr gleichzeitig die Erdbewegung abspiegelt, aus Vor- und Rückwärtsbewegungen zusammen. Wir wollen dies hier zunächst an einem unteren, und dann auch an den oberen Planeten zeigen.

Venus  
als  
Beispiel.

Der äußere Kreis (Fig. 268) bezeichne die Erdbahn, die hier in 8 Theile (zu  $1\frac{1}{2}$  Monat jeden) getheilt ist. Der innere Kreis ist die Bahn der Venus,

(Fig. 268.)



Bei  
oberer Con-  
junction  
voll u. klein.

Rechtläufig.

Bei größter  
Elongation  
Abendstern.

Rüchläufig.

Bei unterer  
Conjunction  
und groß.

Bei  
westlicher  
Elongation  
Morgens-  
stern.

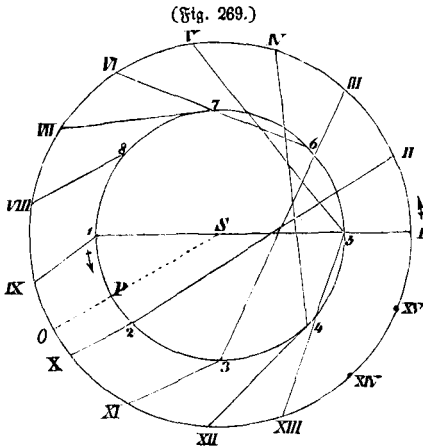
Deutliche  
Licht-  
Phasen.

in fünf Theile getheilt, die gleichfalls jeder in 45 Erdentagen zurückgelegt werden (die streng genauen Zahlen werden weiter unten gegeben werden). Die Theile der Erdbahn sind mit arabischen, die der Venusbahn mit römischen Ziffern bezeichnet. Rechtläufig ist nur eine Bewegung, die von der Nordhalbkugel unserer Erde aus gesehen, sich von rechts nach links wendet, rückläufig die entgegengesetzte; beide aber können wir nur aus der Richtung unserer Gesichtslinie schließen. Es möge nun zuerst Venus in der oberen Conjunction stehen, so daß die Richtungslinie 1. I. durch die

Sonne geht, und die gezeichneten Pfeile die wahre Bewegungsrichtung andeuten. Es rücke nun die Erde von 1. nach 2., und gleichzeitig Venus von I. nach II., so wird die Richtung 2. II., verglichen mit 1. I., links liegen, der Planet ist also rechtläufig und erscheint links von der Sonne (er ist Abendstern). Ein Gleiches zeigt sich bei den Linien 3. III. und 4. IV. Jede folgende ist kürzer als die vorhergehende und sie führt gleichzeitig weiter von der Sonne ab. Die Richtung 5. V. führt schon 40 Grad, die Richtung 6. VI. 45 bis 47 Grad von der Sonne links vorüber, so daß man den Planeten nicht allein in immer größerer Nähe, sondern auch immer länger des Abends sieht. Die Lage 6. VI., wo die Richtungslinie eine Tangente der Venusbahn wird, nennt man die größte östliche Elongation. Von da ab führen die Linien, wie 7. II., wieder näher an der Sonne vorüber, obgleich der Planet noch einige Zeit rechtläufig bleibt. Hier aber, etwa bei 7., hören sie auf, sich weiter nach links zu wenden, weichen vielmehr etwas nach rechts ab und Venus ist rückläufig geworden. Endlich ist in UC die untere Conjunction erreicht. Nach derselben bleibt der Planet etwa eben so lange noch rückläufig, als er es vor derselben war; er erscheint rechts von der Sonne und ist Morgenstern geworden. Zwischen 8. III. und 1. IV. wird er wieder rechtläufig, und es erfolgt nun bis zur nächsten oberen Conjunction alles Vorige in umgekehrter Ordnung. So tritt etwa in EW die größte westliche Elongation ein. In 1. I. und den benachbarten Lagen wendet Venus uns seine ganze erleuchtete Seite zu, in UC nur die dunkle. Zwischen beiden Lagen macht sie also alle Lichtphasen abnehmend durch: die volle Scheibe wird zur halben, darauf zur Sichel und der immer schmäler werdende Bogen verschwindet zuletzt, während der scheinbare Durchmesser fortwährend zugenommen hat. Von UC an nimmt im weiteren Verlaufe die Lichtphase wieder zu, und auch in dieser Beziehung verhält sich der zweite Bahnteil umgekehrt wie der erste.

Dasselbe gilt, nur mit anderen Zwischenzeiten, vom Merkur, und würde, falls es noch mehrere untere Planeten gäbe, von jedem derselben gelten.

Hier ist die in 8 Theile getheilte Erdbahn mit der in 15 gleichzeitige getheilten Marsbahn dargestellt (Fig. 269).



Ansangend von der Lage 1. I., wo Mars in der (oberen) Conjunction steht, geht Anfangs alles wie bei Venus vor sich, der Planet ist rechtläufig und die Richtungslinien verkürzen sich immer mehr, d. h. Mars und Erde kommen einander immer näher. Nur führt keine der Richtungslinien an der Sonne nahe vorüber, sondern bis über 1. IX. hinaus steht Mars links von der Sonne. Hier aber werden die auf einander folgenden Richtungslinien nicht weiter links abweichen, folglich der Planet rückläufig werden. In OP tritt die Opposition ein, wobei

Scheinbare Bewegung des oberen Planeten Mars. Conjunction.

Rechtläufig

Stillstand.

Rückläufig.

Opposition

Stillstand.

die über P rückwärts verlängerte Richtung zur Sonne führt; der Planet bleibt noch einige Zeit rückläufig bis etwas über 2. X hinaus, fängt dann wieder an rechtläufig zu werden und dies dauert dann gegen 2 Erdjahre hindurch fort, bis er in der Nähe der nächsten Opposition wieder auf einige Zeit rückläufig wird.

Auch Mars zeigt einen obwohl geringen Lichtphasenwechsel. Er durchläuft nicht die volle Phasenreihe, denn sowohl in der Conjunction 1. I., als in der Opposition PO steht die voll erleuchtete Scheibe. Aber in der Zwischenzeit, am meisten auf den Linien 7. VII und 4. XII, wo in dem Dreieck Sonne Erde Mars der Winkel an der Erde ein rechter ist, erblicken wir nicht die volle erleuchtete Mars-Halbkugel, und in den oben bezeichneten Lagen nur etwa so viel, als der Mond 4 Tage vor oder nach dem Vollmonde zeigt. Für Mars und jeden anderen oberen Planeten ist die Zeit des größten Glanzes die der Opposition; für einen unteren Planeten fällt sie dagegen zwischen die äußersten Elongationen und die untere Conjunction.

Geringer Phasenwechsel.

Von den anderen oberen Planeten gilt im Ganzen eben das, was hier bei Mars nachgewiesen ist, nur daß der Phasenwechsel in allen anderen Fällen ganz unmerklich ist.

Quadratur (Seviertschein) nennt man diejenigen Planetenstellungen, wo der Winkel an der Erde im Dreieck Sonne Erde Planet ein rechter ist. Die ältere Zeit unterschied noch den Gedrittschein (Winkel = 120°) und den Gesechstschein (Winkel = 60°) und schrieb allen diesen Aspecten einen besonderen Einfluß zu. Gewiß mit vollem Rechte hat die neuere Astronomie alle nicht nothwendigen Benennungen und symbolische Zeichen, die an die alte Sternheuterei erinnerten, außer Gebrauch gesetzt, und nur die Zeichen für Opposition (♁), und für Conjunction (♂) beibehalten, die übrigens nicht bloß für die Beziehung eines Planeten zur Sonne, sondern von jeden zwei beliebigen Körpern gebraucht werden, so daß z. B. ♁♃ eine Opposition des Mondes mit Jupiter, und ♂♄ eine Conjunction des Mars mit Saturn bezeichnet.

Quadratur

Anmerkung. Sollen Figuren, wie die beiden zuletzt gegebenen, das Sachverhältniß richtig erklären, so dürfen die Dimensionen der Kreise nicht willkürlich gewählt, sondern sie müssen so angenommen werden, wie sie nach dem Kepler'schen Gesetze dem Verhältniſſe der Eintheilungen entsprechen. So gehört zur Eintheilung 8:5 das Dimensionenverhältniß  $1:0,73$  (denn  $(\frac{8}{5})^2 = (1/0,73)^3$ ) und zu 8:15 das von 1 zu 1,52. Im Allgemeinen gilt diese Bemerkung von den meisten zur Erklärung bestimmten astronomischen Figuren, und man thut immer wohl, zum Entwurfe derselben nie bloß fingirte, sondern thatsächlich gegebene Verhältniſſe zu wählen, so weit dies möglich ist.

Die Planeten zerfallen deutlich in 3 besondere Gruppen. Die ersten bilden die 4 inneren Planeten: mittelgroß, sehr dicht, wenig abgeplattet, in etwa 24 Stunden sich um ihre Aze drehend, mondlos (mit einer Ausnahme), die Aequatoren bedeutend gegen die Bahnebene geneigt, daher bestimmt unterschiedene Jahreszeiten, überhaupt (so weit wir dies beurtheilen können) große Aehnlichkeit der atmosphärischen und klimatischen Verhältniſſe. Jede folgende Bahn schließt die vorhergehende vollständig ein.

Die zweite Gruppe bildet die Mittelregion. Hier kreisen eine große Menge kleiner Planeten (bis jetzt 55 bekannt) mit durcheinander verschlungenen Bahnen, zum großen Theile sehr excentrisch und stark gegen die übrigen geneigt, auch stärkeren und verwickelteren Störungen unterworfen. Sie nehmen eine Zone von etwa 30 Millionen Meilen Breite ein; und alle hierher gehörenden Körper sind im 19. Jahrhundert nach und nach entdeckt worden.

Die dritte Gruppe enthält sehr große, von zahlreichen Monden (auch Ringen) begleitete, wenig dichte, stark abgeplattete Planeten, die sich rasch in etwa 10 Stunden um ihre Aze drehen und langsam um die Sonne, daher ihr Jahr aus Myriaden ihrer Tage besteht. Die Bahnen sind bei der geringen Excentricität noch näher concentrisch als bei den inneren Planeten, auch sehr wenig gegen einander geneigt. Wir kennen 4 Hauptplaneten dieser Gruppe, darunter zwei Entdeckungen (Uranus 1781 und Neptun 1846).

Betrachten wir die einzelnen Glieder der ersten und dritten Gruppe näher, so finden wir sie (nur Merkur und Mars ausgenommen) paarweis zusammengestellt. Die Glieder eines solchen Paares sind Nachbarplaneten, haben fast ganz gleiche Größe, sind sich auch in ihren physischen Eigenthümlichkeiten, so weit wir dies erforschen können, sehr ähnlich, und ihre Umlaufzeiten stehen einem einfachen Rationalverhältniß nahe. Der letztere Umstand ist der bedeutendste, da er für die Constitution des gesammten Systems sehr wichtig ist. So haben wir für Venus und Erde das Verhältniß 8:13 (nehmlich 8 Erdenjahre sind gleich 13 Venusjahren, weniger  $1\frac{1}{2}$  Tag); und eben so nahe stimmen verhältnißmäßig Jupiter und Saturn (2:5), Uranus und Neptun (1:2). Es könnte aus der zweiten Gruppe auch noch Ceres und Pallas (1:1) hierher gerechnet werden, doch sind die gegenseitigen Beziehungen in dieser Welt der kleinen Planeten, die für das Sonnensystem etwa das ist, was die Milchstraße für den Fixsternhimmel oder was die Südeinseln für die Erde, uns noch zu wenig bekannt, und namentlich stehen die Umlaufzeiten sich hier im Allgemeinen weit näher als in den beiden anderen Gruppen.

Ob es noch mehr Planeten gebe? Fast gewiß ist diese Frage mit Ja zu beantworten für die Mittelzone, wo seit 13 Jahren die Entdeckungen sich förmlich drängen (es fallen 51 auf diese Zeit) und schon gar nicht mehr abzusehen ist, wie man in Zukunft die Rechnungen für die lau-

4 innere Planeten.

55 kleine Planeten.

4 äußere Planeten.

Rationalverhältniſſe der Umlaufzeiten.

fenden Ephemeriden bezwingen soll. Planeten von etwas beträchtlicher Größe sind indeß hier nicht zu suchen, alle bisher bekannten bleiben selbst hinter unserem Monde weit zurück, und wenn schon die zuerst aufgefundenen hellsten Planetoiden nur teleskopische waren, so ist noch viel weniger von den noch zu entdeckenden eine Sichtbarkeit mit freiem Auge anzunehmen.

Hoffnung auf weitere Planeten-Entdeckungen.

Für die innere Gruppe bliebe nur die eine Möglichkeit, innerhalb der Merkursbahn einen noch vorhandenen, der nahen Sonne wegen zu schwer sichtbaren, Planeten anzunehmen. Indeß hat der für ihn noch disponible Spielraum ziemlich enge Grenzen; näher als  $3\frac{1}{2}$  Million Meilen von der Sonne kann er aus theoretischen Gründen nicht angenommen werden, und in 5 — 6 Mill. Meilen Entfernung wäre er gewiß längst gesehen worden. Die eine zeitlang ziemlich rege Erwartung muß nothwendig an Wahrscheinlichkeit verlieren durch die Betrachtung, daß nun schon über 30 Jahre hindurch von eifrigen Forschern die Sonnenscheibe täglich beobachtet wird und sich doch nie ein Durchgang dieses angenommenen Planeten gezeigt hat.

Besser steht es mit der Hoffnung, einen oder selbst mehrere transneptunische Planeten unserem Sonnensysteme einzuverleiben, möge nun ein künftiger Leverrier sie errechnen oder ein Hind sie entdecken. Denn hier ist der Raum unbegrenzt, oder doch nur begrenzt durch die Erwägung, daß alles was zu ihrem Systeme gehört, der Sonne beträchtlich näher als dem nächsten Fixsterne stehen müsse. Nun steht aber dieser 7000mal weiter von der Sonne als Neptun, und gut bestimmte Kometenbahnen reichen 14 — 20 Mal weiter als dieser jetzt äußerste Planet. Allzurast wird indeß die Hoffnung sich wohl nicht verwirklichen, hauptsächlich wegen der auf mehrere Jahrhunderte sich erstreckenden Umlaufzeiten solcher Körper.

## Innere Gruppe.

Mercur ist uns nur in heller Dämmerung sichtbar und namentlich in höheren Breiten mit bloßen Augen etwas schwierig, obwohl er recht hell glänzt. Er braucht 88 Tage zu seinem Umlaufe von 8 Millionen mittlerem Abstände, der aber wegen seiner starken Excentricität auf  $6\frac{1}{3}$  Millionen sinken und auf 10 Millionen steigen kann. Er hat 670 Meilen im Durchmesser und ist hiernach im körperlichen Inhalte 17 Mal kleiner als die Erde, wahrscheinlich jedoch etwas dichter. Seine Rotationszeit wird (noch etwas ungewiß) auf 24 St. 5 Min. angegeben; es hält sehr schwer, auf ihm Flecke zu unterscheiden. Er ist von einer Atmosphäre umgeben, und die Schwere an seiner Oberfläche ist nur  $\frac{1}{2}$  von der Schwere auf der Erde. Durchgänge zeigt er uns in jedem Jahrhundert etwa 13, die drei nächsten sind 1861 Nov. 11., 1868 Nov. 4., 1878 Mai 6.; sämmtlich in Europa sichtbar; ihre mittlere Dauer ist etwa 5 Stunden.

Mercur.

Von einer unteren Conjunction Merkurs bis zur nächsten verfließen 115 Tage 21 Stunden und dies nennt man seinen synodischen Umlauf. Für unseren Anblick kann er sich nie über  $27^{\circ} 42'$  von der Sonne entfernen, und zur Zeit dieser größten Entfernung ist er gerade halb erleuchtet.

Venus ist der glänzendste Stern des ganzen Himmels, und kann zuweilen am Tage mit bloßen Augen gesehen werden. Bei 15 Millionen mittlerer Entfernung ist seine Umlaufzeit  $224\frac{2}{3}$  Tage, fast genau  $\frac{8}{13}$  Erdjahre. Er kann sich uns bis auf  $5\frac{1}{4}$  Millionen Meilen nähern, und andererseits bis zu 36 Millionen entfernen. Der Durchmesser von 1717 Meilen ist dem Erddurchmesser fast völlig gleich, und eben so die Dichtig-

Venus.

Venus. feit, folglich auch die Schwere, Fallhöhe u. dgl. Wie Merkur ist er wechselförmig Morgen- und Abendstern (Lucifer und Hesperus). Seine größte Elongation kann auf  $48^{\circ}$  gehen und dann zeigt er sich halb erleuchtet. Seine Rotation beträgt 23 St. 21 Min. 22 Sek. nach de Vico's in Rom angestellten Beobachtungen. Diese hat er aus den Flecken geschlossen, welche man auf Venus' Oberfläche, obwohl nur mit großer Mühe, wahrnimmt. Das dortige Sonnenjahr besteht also aus 232 Venustagen. — Schon Cassini hatte 23 St. 15 Min. gefunden, wogegen Bianchini eine Rotation von 24 Tagen 8 Stunden zu finden glaubte.

Espuren gebirgiger Ungleichheiten hat man in der Randzone und an den Hörnerspigen zuweilen wahrgenommen, doch sind diese Berge sicher nicht 5 Meilen hoch, wie man hin und wieder (nach einer sehr ungewissen Schröter'schen Beobachtung) angeführt findet. Nach allem, was zuverlässigere Wahrnehmungen zu schließen gestatten, sind die Gebirge im Ganzen dort denen unserer Erde beiläufig an Höhe gleich.

Venus hat ferner eine Atmosphäre, deren Dichtigkeit nach meinem während der Conjunction 1849 gemachten Beobachtungen zur Dichtigkeit der unsrigen sich wie 6 : 5 verhält.

Erde. Die dritte Stelle in dieser Gruppe nimmt unsere Erde ein. Da ihre genauere Darstellung in die Geographie und die ihr verwandten Wissenschaften gehört, und ihre Entfernungen von der Sonne bereits oben angegeben sind, so können wir uns hier auf einige allgemeine Bemerkungen beschränken.

Ihre Bewegung im Sonnensystem ist, wie Copernicus gezeigt hat, eine doppelte; eine rotirende (Umdrehung) und eine translatorische (Umlauf), ganz wie es bereits oben für die Planeten überhaupt gezeigt ist. Als man diese Bewegungen, namentlich die erstere, noch nicht erkannt hatte, blieb nichts übrig als das gesammte Universum in 24 Stunden um die Erde laufen zu lassen, wobei Geschwindigkeiten von vielen Millionen Meilen in der Sekunde unumgänglich waren. Ihre Stelle vertritt nun eine des Erdäquators von 1428 Fuß in der Sekunde.

Sie erklärt uns gleichzeitig auf die einfachste Weise zahlreiche Erscheinungen, die den Erdkörper betreffen, zunächst die sphäroidische Gestalt. Die Umdrehung erzeugt am Aequator einen Schwung, der die Schwere vermindert, während sie an den Polen, wo kein Schwung ist, unvermindert bleibt. So muß eine Anschwellung entstehen bei einer noch nicht durchaus erhärteten Kugel, also eine sphäroidische Gestalt. Man kann mit weichen Thontugeln den Versuch machen, wenn man eine Aze hindurchsteckt und sie um diese herumdreht.

Es erklärt sich daraus ferner die Rechtsdrehung der Winde auf der Nordhalbkugel in mittlerer Breite. Kommt der Wind von der Seite des Pols her, so haben die Luftmassen eine geringere Rotationsgeschwindigkeit als der Ort, wohin sie strömen, und kommen sie von der Aequatorseite her, eine größere. Die ersteren müssen also hinter der von West nach Ost rotirenden Erdoberfläche zurückbleiben, die letzteren ihr vorausseilen, d. h. auf der Nordhalbkugel wird aus dem Nord allmählich ein Nordost und aus dem Südwind ein Südwest, während auf der Südhalbkugel Linksdrehung vorherrscht, indem dort der Süd zum Südost und der Nord zum Nordwest werden muß. Für die Aequatorgegenden vereinigt sich der Nordost der Nordhalbkugel und der Südost der Südhalbkugel zum beständigen Ostwind.

Wird schon durch die Erdrotation eine fast ganz unbegreiflich rapide Bewegung des gesammten Himmels beseitigt, so wird durch den Umlauf der Erde um die Sonne aus den so vielfach verwickelten epicycloidischen Bewegungen der Planeten eine einfach elliptische, und die Erde tritt mit den übrigen Planeten in ein wesentlich gleiches Verhältniß. Nur so ist eine Herleitung aller Bewegungen aus einem einzigen Princip, wie Newton es gegeben, möglich geworden. Die Vereinfachung und innere Consequenz des ganzen Systems ist in Wirklichkeit sogar noch größer, als Copernicus sie darstellen konnte, denn da er die elliptischen Bewegungen noch nicht kannte und alle Bahnen für kreisförmig hielt, so sah er sich genöthigt, ihren Mittelpunkten (die nicht ganz mit der Sonne zusammenfallen) noch eine besondere Bewegung zu geben, was seit Keplers Entdeckungen ebenfalls beseitigt ist.

Am Schlusse dieser Darstellung wird sich, wenn wir die Geschichte der Astronomie übersehen, noch manches hieher Gehörige beibringen lassen. Zur Zeit des Copernicus bildete die durch sein System erlangte Harmonie des Ganzen und das Verschwinden aller bisherigen Unbegreiflichkeiten und Ungeheuerlichkeiten den einzigen, aber auch genügenden Beweis. Doch die drei Jahrhunderte, welche seitdem verfloßen sind, haben uns fortwährend mit neuen Thatfachen bekannt gemacht, die sämmtlich unbegreiflich und unerklärlich wären, wenn man Copernicus' Lehre nicht annähme, die aber aus ihm mit consequenter Nothwendigkeit folgen. Weber Ptolemäus noch Tycho, noch irgend ein anderer wissenschaftlich Berechtigter würde heut ein anderes System auch nur versuchen wollen Angesichts der Thatfachen, die uns vorliegen.

Unser Planet bildet keine Kugel, sondern ein Sphäroid (abgeplatteten Körper). Der Aequator hat 1719 geographische Meilen Durchmesser, die Umdrehungsaxe (Polaraxe) nur 1713. In Folge dessen ist auch die Schwere an den Polen etwas größer.

Die Dichtigkeit der Erde, die als Maßstab (Einheit) bei Bestimmung der Dichtigkeiten anderer Weltkörper dient, ist etwa  $5\frac{1}{2}$  mal der Dichtigkeit des Wassers gleich, wie aus den Untersuchungen von Cavendish, Reich und Bailly hervorgeht. Da nun die Massen, welche an ihrer Oberfläche gefunden werden, durchschnittlich nur die Hälfte dieser Dichtigkeit besitzen, so folgt, daß sie nach innen zunehmen und das Centrum eine Dichtigkeit haben müsse, die der unserer schwereren Metalle gleichkommt. Berechnet man hiernach das Gewicht der ganzen Erde, so erhält man 14 Quadrillionen Pfund.

Die Atmosphäre, welche die Erde umgiebt, erhebt sich zu etwa 10 bis 12 Meilen. Ohne die Zunahme der Kälte nach oben würde sie weit höher steigen, und ohne die Anziehung der Erde sich grenzenlos in den Weltraum ausdehnen. Beides wirkt zusammen, um sowohl die Atmosphäre der Erde als die anderer Weltkörper an diese zu binden. Es giebt also nicht, wie man wohl in früheren Jahrhunderten meinte, eine allgemeine Weltluft, die nur um die einzelnen Körper herum dichter sei und in der sie sich alle gemeinschaftlich bewegten. Wir vermögen übrigens nicht bis zu den äußersten Grenzen der Atmosphäre zu dringen: nur wenige Luftfahrten haben die Höhe von einer Meile noch etwas überschritten und alle Bergersteigungen sind unter einer Meile geblieben.

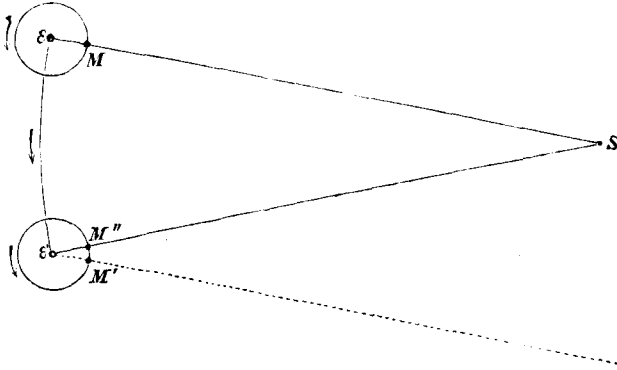
## Der Erdmond.

Unsere Erde ist das einzige Glied der inneren Gruppe, welches einen Erdmond. Begleiter aufweisen kann. Der Erdmond steht in einem mittleren Abstände

Erdbomb. von 51,803 Meilen und vollendet seinen wahren Umlauf in 27 Tagen 7 St. 43 Min.  $11\frac{1}{2}$  Sekunden. Da er aber gleichzeitig mit der Erde auch um die Sonne läuft, so bedarf er in dieser Doppelbewegung 29 Tage 12 St. 44 Min.  $2\frac{9}{10}$  Sekunden, um wieder den gleichen Stand gegen Erde und Sonne zu haben, ähnlich wie der Minutenzeiger einer Uhr zwar in 60 Minuten das Zifferblatt umläuft, den Stundenzeiger aber immer erst nach  $65\frac{5}{11}$  Minuten wieder einholt.

Es stehe die Sonne in S (Fig. 270), und die Erde, vom Monde begleitet, beschreibe um sie einen Umlauf, von dem  $EE'$  ein Theil ist. In EM stehe

(Fig. 270.)



Siderischer Umlauf.

der Mond auf der Linie ES, so wird er, nach Vollendung eines wahren Umlaufs, in der (punktirten) Linie stehen müssen, welche man mit ES parallel ziehen kann. Allein dies ist noch nicht die Richtung E'S. Um diese Richtung zu erreichen, muß er in seiner Bahn noch den Bogen  $M'M''$  durchlaufen, der dem Winkel  $ESE'$  gleich ist, und wozu er die überschüssenden 29 Stunden gebraucht. Man nennt den ersteren der oben angegebenen Zeiträume den siderischen, den letzteren den synodischen Umlauf, und der Mond vollendet in einem Erdjahre  $13\frac{7}{19}$  siderische und  $12\frac{7}{9}$  synodische Umläufe.

Synodischer Umlauf.

Phasenwechsel.

Man ersieht zugleich, daß der Phasenwechsel des Mondes sich nach seinem synodischen Umlaufe richten muß, so daß auf jedes Mondviertel durchschnittlich 7 Tage 9 Stunden 11 Minuten fallen. Aber sowohl diese als die anderen oben angegebenen Perioden sind sehr veränderlich, denn einmal beschreibt der Mond keinen Kreis um die Erde, sondern eine Ellipse, und er durchläuft diese mit ungleicher Geschwindigkeit (eben so wie die Planeten bei ihrem Lauf um die Sonne), und dann ist es nicht die Erde allein, welche seine Bewegung regelt, sondern auch noch andere Weltkörper und insbesondere die Sonne selbst, was eine höchst verwickelte und nur mit großer Schwierigkeit zu berechnende Bewegung ergibt.

Es verändert sich aber nicht allein die Bewegung in der Bahn, sondern auch die Lage und einigermaßen auch die Gestalt der Bahn selbst; letztere freilich nur innerhalb sehr großer Perioden.

Wer mit einiger Aufmerksamkeit, sei es auch nur mit freiem Auge, darauf achtet, zu welcher Höhe sich der Mond in den verschiedenen Jahren und Jahreszeiten über den Horizont erhebt, wird auf sehr große Differenzen

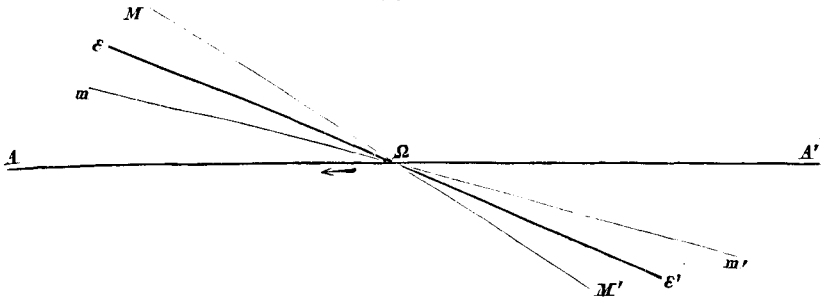
stoßen. Im Jahre 1855 z. B. stand der Vollmond im Dezember beim Meridiandurchgange gegen 5 Grad höher, als die Sonne am längsten Tage, wogegen der Junivollmond  $5\frac{1}{2}$  Grad tiefer stand als die Sonne am kürzesten Tage, so daß der ganze Höhenunterschied zwischen beiden Culminationen  $57\frac{1}{2}$  Grad betrug. Wenn man dagegen in den Jahren 1845 und 1846 darauf achtete, so wird man gefunden haben, daß die Winter- und Sommerculminationen des Vollmondes nur etwa  $36\frac{1}{2}$  Grad aus einander fielen, denn der Dezembervollmond erreichte nicht die Höhe der Sommer Sonne, und der Junimond rückte nicht so tief herab, als die Winter Sonne. 1864 wird es sich ebenfalls so zeigen.

Erdbomb.  
Höhe  
im  
Meridian.

Da hiervon auch die Dauer des Mondscheins in den einzelnen Nächten abhängt und deren Kenntniß Vielen nothwendig ist, Allen aber erwünscht sein muß, so möge hier Einiges zur Erläuterung folgen.

Es sei AA' (Fig. 271) ein Durchschnitt der Ebene des Erdbäquators und  $\Omega$  der Punkt, in welchem die Ebene EE' der Ekliptik (Sonnenbahn,

(Fig. 271.)



richtiger Erdbahn) mit ihr zusammenfällt (der aufsteigende Knoten beider Ebenen). MM' ist ein Durchschnitt der Mondbahn wie sie 1855 lag, so daß ihr aufsteigender Knoten in der Ekliptik mit dem aufsteigenden der Ekliptik selbst zusammenfällt. Die Mondbahn wird also in dieser Lage mit dem Erdbäquator einen größeren Neigungswinkel bilden als die Ekliptik, d. h. der Mond wird sich sowohl nach Norden als nach Süden weiter vom Äquator entfernen, als die Sonne im Verlaufe des Jahres.

Wenn dagegen nach 9 Jahren die Mondbahn ihre Lage bergestalt verändert hat, daß nicht ihr aufsteigender, sondern umgekehrt ihr niedersteigender Knoten mit  $\Omega$  zusammenfällt, so ist ihr Durchschnitt mm', ihr Neigungswinkel gegen den Äquator also kleiner als der der Ekliptik, und der Mond kann dann weder einen so hohen nördlichen, noch einen so tiefen südlichen Stand erreichen, als die Sonne in den verschiedenen Jahreszeiten.

Die ganze Periode dieser Veränderungen ist 18 Jahr 218 Tage 21 Stunden 23 Minuten.

Periode der Knoten-Bewegung.

Aufmerksamen Beobachtern kann es, auch ohne daß sie Messungen anstellen, nicht entgehen, daß der hoch am Himmel stehende Mond nicht immer den gleichen Kreis-Durchmesser zeigt\*). In der That wechselt dieser von 29 zu

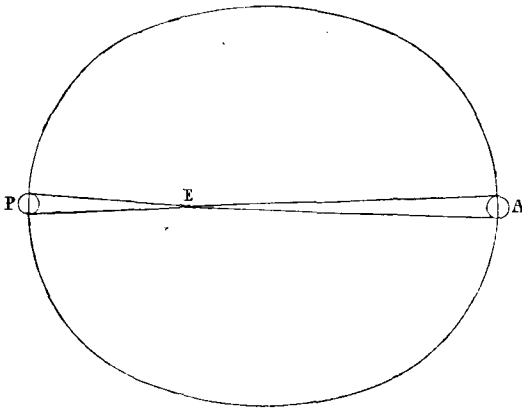
Scheinbarer Durchmesser.

\*) Von der auf bloßer optischer Sinnestäuschung beruhenden angeblichen Vergrößerung des Mondes (und der Sonne) am Horizonte ist hier keine Rede. In der Wirklichkeit erscheint vielmehr der Mond am Horizont etwas kleiner, als wenn er hoch am Himmel steht.

Erdbmond.

(Fig. 272.)

Perigäum.  
Apogäum.



33½ Minuten, was von dem ungleichen Abstände des Mondes herührt (Fig. 271).

Wie Sonnennähe und Sonnenferne bei den Planeten, so wechseln Erdnähe und Erdferne (Perigäum u. Apogäum) beim Monde. Da aber auch in dieser Beziehung die Bahn sich ändert, und die große Ase der Ellipse fortwährend eine andere Lage annimmt, so wird man die größere oder kleinere Entfernung weder mit dem siderischen noch dem synodischen Umlauf verknüpfen können, so daß z. B. einer gewissen Phase auch immer wieder dieselbe Entfernung entspräche. Vielmehr beträgt die Zwischenzeit zwischen zwei Erdnähen im Mittel 27 Tage 13 St. 18 Min. 37<sup>2</sup>/<sub>5</sub> Sekunden, und die große Ase der Ellipse gebraucht zu einer vollen Umdrehung 8 Jahr 310 Tage 13 St. 29 Min. Der wahre Durchmesser des Mondes ist 468 Meilen; seine Oberfläche ist 14 Mal kleiner als die der Erde, sein körperlicher Inhalt 49½ Mal kleiner.

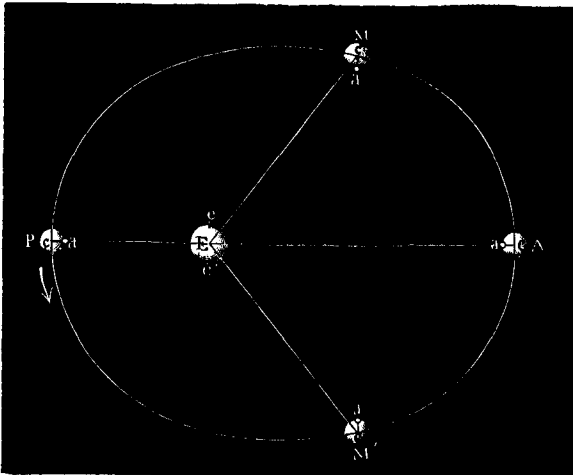
Bewegung  
der  
Apfiden-  
Linie.

Unserer Erde wendet der Mond nicht wie die übrigen Himmelskörper wechselweise alle Seiten, sondern stets dieselbe Seite zu, nur daß eine nicht sehr bedeutende Schwantung (Vibration) von Ost nach West, wie von Süd nach Nord und umgekehrt, Statt findet.

Vibration.

Der Mond bewegt sich nämlich um seine Ase genau innerhalb derselben Zeit, wie um unsere Erde; nur geschieht die Rotation gleichförmig, der Umlauf ungleichförmig. Theilt man die Mondbahn der Zeit nach in vier gleiche Theile (Fig. 273), so kommen die Theilpunkte in A, M, P und M' zu stehen, so daß nach dem Keplerschen Gesetz die Flächenräume AEM, MEP, PEM' und M'EA einander gleich sind. Von der Erde E aus werde nun, wenn der Mond in A steht, ein Punkt

(Fig. 273.)



Der Mond bewegt sich nämlich um seine Ase genau innerhalb derselben Zeit, wie um unsere Erde; nur geschieht die Rotation gleichförmig, der Umlauf ungleichförmig. Theilt man die Mondbahn der Zeit nach in vier gleiche Theile (Fig. 273), so kommen die Theilpunkte in A, M, P und M' zu stehen, so daß nach dem Keplerschen Gesetz die Flächenräume AEM, MEP, PEM' und M'EA einander gleich sind. Von der Erde E aus werde nun, wenn der Mond in A steht, ein Punkt

a auf der Mondscheibe gerade in der Mitte gesehen, da dessen Radius ca mit der Linie AE zusammenfällt. Wenn nach 7 Tagen 9 Stunden 11 Min. der Mond in M steht, hat der Punkt a auf der Mondscheibe gerade eine Viertelwendung gemacht, und sein Radius ca steht nun senkrecht gegen AC, allein die Linie ME fällt nicht mit ihm zusammen, sondern bezeichnet einen andern Punkt, links von a gelegen, als Mondmitte für den Anblick von der Erde aus. In P wird ca wieder mit PE zusammenfallen, da jetzt gerade die Hälfte der Zeit vorüber ist; in M nach Verlauf von  $\frac{3}{4}$  der Umlaufzeit wird ca wieder senkrecht gegen AE stehen, und von E aus erscheint ein Punkt in der Linie EM' als Mondmitte, die nunmehr rechts von a liegt. So wird, vom Apogäum A an gerechnet, der Punkt a anfangs auf der Mitte, dann rechts von derselben, dann wieder auf der Mitte und endlich links von derselben gesehen werden, und dies ist die Libration in Länge.

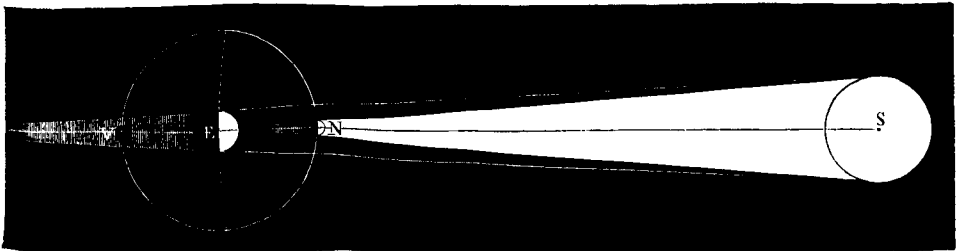
Die Libration in Breite entsteht dadurch, daß der Mondbäquator gegen die Ekliptik um  $1^{\circ} 29'$ , gegen seine eigene Bahn aber im Mittel um  $6^{\circ} 37'$  geneigt ist. So kommt uns abwechselnd die Nordpols- und nach etwa 14 Tagen die Südpolsgegend besser zu Gesicht, und der Punkt a wird also außer der Verschiebung von Ost nach West und umgekehrt, auch eine nach Nord und Süd erfahren.

Endlich ist es nicht ganz einerlei, auf welchem Punkte der Erdfugel man den Mond anschaut. Von e und eben so von e' aus wird man auch in der Stellung A den Punkt a nicht völlig auf der Mitte erblicken, und diese bloß vom Standort auf der Erde abhängende Verschiebung nennt man die parallactische Libration, die bis auf 1 Grad nach jeder Seite hin steigen kann.

Der Mond erfährt und bewirkt Finsternisse, ersteres wenn er im Vollmond in die gerade Linie zu stehen kommt, welche durch Sonne und Erde und über letztere hinaus gezogen werden kann, letzteres wenn er als Neumond in dieselbe Linie, aber zwischen Erde und Sonne, zu stehen kommt.

Die von der Sonne S beschienene Erde (Fig. 274) wirft nemlich von ihrer Nachtseite aus einen Schatten, dessen Axe die verlängerte Linie SE bildet.

(Fig. 274.)



Nächt der Vollmond V in diesen Schatten, so ist er verfinstert, und zwar entweder partial, wenn ein Theil des Mondes außerhalb des Schattens bleibt, oder total, wenn der ganze Mond vom Schatten der Erde umhüllt wird. In allen Erdgegenden, wo zu dieser Zeit Nacht ist, wird die Mondfinsterniß gesehen (ist sichtbar), und gewöhnlich sieht man die Mondscheibe auch wirklich, aber bleichröthlich und glanzlos, obwohl es auch Mondfinsternisse gegeben hat, wo der Mond schwer oder gar nicht aufzufinden war. Er kann

Erdbomb. nemlich nur solche Sonnenstrahlen empfangen, welche in der Erdatmosphäre beim Durchgange gebrochen sind, ähnlich wie wir selbst in der Morgen- und Abenddämmerung, und vom Zustande der Erdatmosphäre zu dieser Zeit wird es abhängen, ob er mehr oder weniger, oder auch gar keine solchen Strahlen empfängt.

Wenn dagegen der Neumond N in diese Linie tritt, so fällt sein Schatten nach der Erde hin und kann diese erreichen, doch nur wenn er in dem Theile seiner Bahn steht, der um die Erdnähe herum liegt. In anderen Fällen endet die Spitze außerhalb des Erdförpers. In dem vom Mondschatten getroffenen Theile der Erdoberfläche sieht man die ganze Sonnenscheibe vom Monde bedeckt (totale Sonnenfinsterniß), in den umliegenden Gegenden ist nur ein Theil derselben verdeckt (partiale Sonnenfinsterniß). Erreicht die Schattenspitze die Erdoberfläche nicht, so sieht man da, wo die verlängerte Schattenaxe die Erde berührt, den Mond so vor der Sonne stehen, daß ein schmaler Ring rund herum übrig bleibt (ringförmige Sonnenfinsterniß).

Partiale Sonnenfinsternisse sind zwar nicht selten, und für die ganze Erde zusammengenommen geht kein Jahr ohne wenigstens eine solche vorüber: allein da sie nur höchstens in dem fünften Theile der Erdoberfläche, und oft noch in einem viel beschränkteren Raume gesehen werden, so können für eine bestimmte Erdgegend 6 bis 7 Jahre vergehen, ehe wieder eine partiale, und einige Jahrhunderte, ehe wieder eine totale oder ringförmige erscheint. Die totale oder ringförmige Finsterniß kann nur einige (höchstens sieben) Minuten währen und nur eine schmale Zone der Erde treffen.

Bei einer totalen Finsterniß der Sonne bemerkt man, sobald der schwarze Mond die Scheibe ganz bedeckt hat, rings herum einen strahlenwerfenden Lichtschimmer, stark genug, um das Hereinbrechen der vollen Nacht zu verhindern (die sogenannte Corona). Am inneren Rande derselben zeigen sich mehrere Stellen in einem violetten oder rothen Lichte, und diese nehmen gewöhnlich eine sehr bestimmte und unveränderliche Figur an, bald zack-, bald wolken- oder flaumenartig. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese rothen Hervorragungen mit den sogenannten Sonnensackeln identisch sind, nur daß wir diese letzteren blos vor der Sonnenscheibe durch Nuancirung einzelner Stellen der Sonnenscheibe, und nur bei Finsternissen auch außerhalb des Randes isolirt erblicken\*).

Die oben gegebene Darstellung könnte die Frage veranlassen, weshalb nicht jeder Vollmond eine Mondfinsterniß, wie jeder Neumond eine Sonnenfinsterniß bewirke? Der Grund ist darin zu suchen, daß die Mondbahn gegen die Erdbahn geneigt ist und der Mond deshalb bald nördlich, bald südlich von der Ekliptik gesehen wird. Folglich kann er auch als Neumond nördlich oder südlich an der Sonne vorbeigehen, ohne sie zu verdecken. Eben so kann der Vollmond am Erdschatten vorübergehen, ohne von ihm getroffen zu werden, und dies wird nur dann nicht geschehen, wenn der Mond um die Zeit des Voll- oder Neumondes durch die Ekliptik geht, also in seinem auf- oder niedersteigenden Knoten sich befindet.

Da nach 19 Jahren die Voll- und Neumonde ganz oder beinahe auf dieselben Tage, und eben so die Knotenpunkte nahezu wieder in dieselben

\*) Ganz besonders ist man seit 1842 auf diese damals unerwartet erscheinenden rothen Hervorragungen aufmerksam geworden, obwohl sie auch schon früher von Vasseniüs (1741) und Ulloa (1776) erwähnt werden: nur daß die Ausdrücke dieser Beobachter weniger bestimmt lauten.

Punkte der Ekliptik fallen, so wiederholen sich, im Ganzen genommen, die Finsternisse eines gewissen Jahres nach 19 Jahren wieder. Doch treten, wegen des nicht völligen Zusammenfallens der beiden Perioden, zuweilen Ausnahmen ein, und die speciellen Bestimmungen einer einzelnen Sonnen- oder Mondfinsterniß lassen sich nicht so einfach cyclisch entnehmen, sondern müssen für jede besonders berechnet werden.

Man hat von der Mondoberfläche, so weit sie der Erde zu Gesicht kommt, Karten entworfen, die Höhen der Mondberge gemessen und die Eigenthümlichkeit der Färbung und Lichtstärke seiner einzelnen Flächentheile bestimmt. (Die Mondkarte des Verfassers erschien 1837 in 4 großen Blättern und gleichzeitig eine kleinere in 1 Blatt, von einer Beschreibung des Mondes begleitet.)

Es möge hier ein möglichst kurz gefaßter Auszug aus dem gedachten Werke, zugleich mit Benutzung späterer Beobachtungen, folgen, soweit es die Beschaffenheit der Mondoberfläche betrifft.

Zuvörderst sei hier bemerkt, daß so weit die bisherigen Beobachtungen zu schließen gestatten, Alles auf der Mondoberfläche uns Erscheinende unveränderlich ist. Wie eifrig man auch seit etwa 70 Jahren nach solchen Veränderungen geforscht, wie sehr namentlich auch der Verfasser gegenwärtiger Arbeit bemüht gewesen ist, Spuren derselben zu entdecken — er sieht sich genöthigt zu erklären, daß alle darauf verwandte Mühe zu keinem positiven Resultat geführt hat. Ist gleich die Hoffnung nicht aufgegeben, daß es einst gelingen könne, reelle Aenderungen, mögen sie nun durch Naturrevolutionen oder technische Arbeiten hervorgebracht sein, von unserer Erde aus wahrzunehmen, so muß man sich gleichwohl gestehen, daß eine solche Hoffnung sich nur verwirklichen kann, wenn man fortfährt, die Mondoberfläche noch specieller, als bisher geschehen, zu beobachten, zu messen und zu verzeichnen.

Denn alle wechselnden Phänomene der Mondoberfläche hängen ab von der Stellung des Mondes gegen Sonne und Erde, so wie von seiner Vibration. Alle Wechsel des Schattenwurfs, des Lichtreflexes, der perspectivischen Umrisse und Profile sind solchergestalt rein optische Phänomene, die unter genauer Beobachtung der Phase und Vibration eben so vorausbestimmt werden können, wie Finsternisse und andere Himmelsbegebenheiten. Deshalb werden auch die hier folgenden Darstellungen einen solchen bleibenden Zustand voraussetzen und als eine Statistik, nicht aber als eine Geschichte der Mondkugel zu betrachten sein.

Die Mondgebilde erscheinen uns, wenn nicht in unserer eignen Atmosphäre sich Hindernisse des deutlichen Sehens finden, stets in gleicher Klarheit, und diese unveränderliche Transparenz des Raumes, der die Mondkugel umgiebt, findet ebenmäßig für die Randlandschaften wie für diejenigen Parthien Statt, welche in der Mitte liegen. Da dies bei einer Umhüllung, wie sie unserer Erde zu Theil geworden, unmöglich wäre, so kann eine der Erdatmosphäre analoge Mondatmosphäre nicht angenommen werden. Auf den gleichen Mangel führen auch die beobachteten Sternbedeckungen. Sie lehren uns, daß am Rande der Mondkugel der vorbeistreichende Lichtstrahl keine Brechung erleide. Entweder hat die uns sichtbare Halbkugel gar keine derartige Umhüllung, oder es muß eine solche sein, die den Lichtstrahl weder schwächt noch von seinem Wege ablenkt, folglich keine unserer Gasarten. Damit fallen nun auch alle Bewölkungen und Trübungen weg, wie

Erdbomb.

Mond-  
Karten.Mond-  
Oberfläche  
unver-  
änderlichKeine At-  
mosphäre.

Erdbond. nicht minder Wasser und Feuer, denn beide sind durch die Existenz einer Luftart bedingt.

Diese Grundverschiedenheit zwischen Mond und Erde stellt sich allen weiteren Analogien in Beziehung auf die Bewohner beider Weltkörper aufs entschiedenste entgegen. Wir können uns keine irgendwie bestimmte Vorstellung von Geschöpfen machen, deren Existenz diese uns so unentbehrlichen Requisite nicht bedingt. Wenn man nun gleich nicht behaupten kann, daß eine derartige Existenz unmöglich sei, so befindet man sich doch in der Lage, nichts Gewisses darüber aussagen zu können. Einige vorherrschend negative Bestimmungen, unter Voraussetzung ihrer Existenz, werden sich weiterhin über die Mondbewohner (Seleniten) ergeben.

Der Mond zeigt schon dem bloßen Auge hellere und dunkle Parthien, die in allen Nuancen vom blendenden Weiß bis zum Dunkelgrau vorkommen, ingleichen einige Flächentheile von grünlicher, gelblicher und bräunlicher Färbung. Betrachtet man den ganz oder nahezu vollen Mond durch ein Fernrohr, so sieht man, daß derartige Unterschiede auch schon bei sehr kleinen Flächentheilen vorkommen; man sieht hellere und dunkle Punkte bis zu einigen tausend Fuß Durchmesser herab; besonders aber gewahrt man einzelne Regionen, wo schmalere oder breitere Lichtstreifen von einem Centralpunkte nach mehreren oder nach allen Seiten hin streichen. Es finden sich 7 — 8 größere und einige kleinere Strahlensysteme der Art, hin und wieder auch isolirte Lichtstreifen ohne markirten Ausgangspunkt. Das augensälligste und größte dieser Strahlensysteme, schon einem scharfen unbewaffneten Auge einigermaßen sichtbar, ist das des Mondflecks Tycho, dessen Lichtstreifen sich nach allen Seiten einige hundert Meilen weit fort erstrecken.

Die ersten Mondbeobachter waren versucht diese Streifen für Bergketten zu halten, und noch Schröter konnte sich von dieser Idee nicht losmachen. Allein obgleich die Ausgangspunkte stets auch Höhenpunkte sind, so haben gleichwohl die Streifen selbst mit den Niveaudifferenzen nichts gemein. Denn wenn bei ab- oder zunehmendem Monde der Sonnenstrahl von der Seite einfällt und wir anfangen die Schatten der Berge wahrzunehmen, so ergiebt sich, daß die wirklichen Erhöhungen und Vertiefungen ganz andere Formen bilden. Jene Streifen verschwinden vielmehr in dem Maße, wie diese Bergformen deutlicher hervortreten, und der Anblick des Mondes in den Vierteln hat mit dem des Vollmondes so wenig Ähnlichkeit, daß man glauben könnte, einen ganz anderen Weltkörper vor sich zu haben.

Diese Berge zeigen nur an wenigen Punkten einige Ähnlichkeit mit Erdgebirgen. Die gewöhnlich nur kurzen und zu mäßiger Höhe emporsteigenden Bergketten verschwinden fast gegen die übergroße Menge kreisförmiger Wälle, die eine ringsherum abgeschlossene Tiefe umgeben und die man, wiewohl nicht ganz passend, mit den Cratern unrer Erde verglichen hat. Die größeren von 10 oder 12 bis zu 25 und 30 Meilen Durchmesser sind selten regelmäßig geformt, auch die Höhe der einzelnen Punkte des Umkreises sehr verschieden. Die kleineren, die bis zur äußersten Grenze der Erkennbarkeit herabgehen, haben ein regelmäßigeres, gleichsam frischeres Ansehen.

Einige dieser Ringgebirge sind nach innen deutlich terrassirt, andere dagegen fallen in einem einzigen Abhange schroff zur Tiefe hinunter. Nach außen ist der Abhang sanfter, wie denn auch das Innere nicht selten 3 — 5000 Fuß tiefer liegt als der äußere Fuß des Walles.

Im Innern, oft genau im Mittelpunkte, erhebt sich häufig ein isolirter Berg (Centralberg) der aber stets vom äußeren Walle überragt wird, wie man auch ohne bestimmte Messung dadurch wahrnimmt, daß er sich in sehr schräger Beleuchtung ganz in den Schatten des Walles eintaucht und unsichtbar wird. Zuweilen zeigen sich auch mehrere Centralberge, oder statt ihrer ein kleines Massengebirg. In einigen Ringflächen kommt eine runde flache Beule vor, die keine Gipfelform zeigt; in nicht wenigen dieser Gebilde fehlt dagegen diese centrale Erhöhung gänzlich.

Erdbomb.  
Central-  
Berge.

Das Innere, wenn die Schatten es bedecken, ist völlig unsichtbar. Wird es schattenfrei, so zeigt es sich zwar oft dunkler als der umgebende Wall, in nicht wenigen Fällen aber ihm ganz gleich, einigemal selbst noch heller, ohne daß man eine Ursache dieses Unterschiedes in den Höhenverhältnissen entdecken kann.

Die, wie oben erwähnt, nicht sehr zahlreichen Gebirgsketten sind von Ringgebirgen, besonders kleineren, vielfach durchsetzt, und zeigen sich auch sonst, besonders in Beziehung auf Thalbildung, den Gebirgen unserer Erde nur wenig ähnlich. Häufiger kommen Gegenden vor, wo Tausende von kleineren Hügeln sich zu einer dichten Masse gruppiren, so wie andere, wo Crater der kleinsten Art nahe nebeneinander, zuweilen wie eine Perlschnur aufgereiht, die Landschaft erfüllen.

Die Bergadern sind flache breite Rücken, oft nur gegen 100 Fuß über dem allgemeinen Niveau der Gegend sich erhebend, aber weit, bis zu 40 — 50 Meilen sich forterstreckend, gradlinigt oder wenig gekrümmt. Sie zeigen sich besonders in den großen grauen Ebenen, von denen sie sich an Lichtstärke wenig oder gar nicht unterscheiden, weshalb man sie meist nur in der Nähe der Lichtgrenze, wo die Schatten sehr lang werden, unterscheiden kann. In einigen seltenen Fällen treffen sie mit den oben erwähnten Lichtstreifen zusammen.

Bergadern.

Auch isolirte Berge und Berggruppen kommen vor, besonders im nördlichen Theile des Mondes, wo z. B. der in freier Ebene stehende Pico zu 6600 Fuß emporsteigt und eine schmale, steile Felsenpyramide bildet. In den südlicheren Regionen kommen eigentliche Ebenen so gut als gar nicht vor. Ringgebirg drängt sich an Ringgebirg, und die Darstellung dieser Gegenden hat große Schwierigkeit. Hier zeigen sich die kolossalsten Tiefen, und bei der großen Steilheit der Wälle muß es hier viele Stellen geben, welche niemals die Sonne erblicken.

Noch ist der sogenannten Rillen (schmale tiefe Furchen) zu erwähnen. Sie zeigen sich ohne Unterschied in gebirgigen wie in ebenen Gegenden, sind gradlinig oder flach gekrümmt, öfter in Winkeln gebrochen, zuweilen nach beiden Enden hin unscheinbar sich verlierend. An einigen Stellen erweitern sie sich zu craterartigen Vertiefungen. Nur eine oder zwei zeigen in der äußeren Form einige Aehnlichkeit mit Flußthälern der Erde. Sie sind mit wenigen Ausnahmen schwer erkennbar und die meisten mögen sich unserem Anblick entziehen.

Rillen.

In keiner der erwähnten Vertiefungen, selbst nicht in denen, welche einen offenen Ausgang haben, bemerkt man eine Spur von flüssiger Masse. Die Schatten des umgebenden Walles projectiren sich im Innern so, wie es in einer trocknen Ausbuchtung der Fall sein muß, und bei hoher Beleuchtung wirft nicht die Tiefe, sondern die schräge innere Wand des Ringwalles das Sonnenlicht spiegelartig zurück. Eben so wenig sind die großen grauen

kein  
Wasser.

**Erdbmond.** Flächen Wasserbecken. Denn wenn gleich ihr Inneres nicht eigentlich gebirgig zu nennen ist, so finden sich doch größere und kleinere Unebenheiten genug in ihnen, und ein allgemeines gleichförmiges Niveau wird gänzlich vermischt. In einigen dieser großen Flächen bemerkt man um die Zeit des Vollmondes einen grünlichen Schimmer, besonders im sogenannten Mare Serenitalis. Die Lichtstreifen, welche dieses Grün durchziehen, bleiben weiß, was man an dem großen das genannte Mare nach seiner ganzen Breite durchziehenden am bestimmtesten wahrnehmen kann. Dagegen zeigt eine näher dem Nordpol gelegene Fläche, das Mare Frigoris, ein etwas unreines Gelb.

Die Böschungen der Berge sind merklich steiler, als auf unserer Erde. Hänge von  $35^{\circ}$  und darüber sind bei uns schon selten und auf das eigentliche Hochgebirg beschränkt; auf dem Monde ist dies noch eine sehr mäßige und es kommen an vielen Stellen Hänge vor, die ganz oder nahezu senkrecht abfallen zu Tiefen, die eine halbe deutsche Meile und darüber betragen. Diese starken Böschungen können nur festem Felsgestein angehören, und deshalb muß ein sehr großer Theil der Mondoberfläche aus solchem bestehen. Massen von mehr gelockerter Consistenz scheinen vorzugsweise nur in den großen grauen Flächen vorzukommen.

Steile  
Fels-  
Abhänge.

Man hat den einzelnen Theilen der Mondoberfläche zur bequemeren Bezeichnung Namen gegeben, und zwar die großen grauen Flächen als Mare, Lacus, Sinus oder Palus mit beigefügten Eigennamen (Mare Crisium, Lacus Mortis, Palus Nebularum, Sinus Iridum u. s. w.) bezeichnet; die Bergketten haben Namen von Erdgebirgen (Alpes, Apenninus, Caucasus u. a.) erhalten; die Ringgebirge und ähnlichen Bildungen endlich führen die Namen älterer und neuerer Gelehrten, insbesondere Naturforscher.

Ältere  
und neue  
Vegeta-  
tionen.

Viel hat man von Vulkanen des Mondes gesprochen. Veranlassung dazu gaben drei Punkte, die man in der Nacht des Mondes, bloß vom Erdenlicht beschienen, noch glänzen sah. Es sind dies die drei Ringgebirge Aristarch, Copernicus, Kepler, die man in hoher Beleuchtung, wahrscheinlich wegen der nahezu parabolischen Form ihres Innern, das Sonnenlicht beträchtlich stärker als die umliegenden Gegenden reflektiren sieht. Der Reflex ist auch vom Erdenlichte noch stark genug, um bestimmt wahrgenommen zu werden; in voller Nacht jedoch, bei Abwesenheit auch des Erdenlichts, gewahrt man nichts von ihnen. Wären es Vulkane, so müßten sie grade in dunkelster Nacht am stärksten hervorglänzen. Dieser Umstand, so wie die völlige Unveränderlichkeit des Phänomens und seine bestimmte Abhängigkeit vom Phasenwechsel beweisen zur Genüge, daß wir es hier nicht mit einem Flammenausbruche zu thun haben.

Keine  
Vulkane.

Ob der gleichfalls vom Phasenwechsel abhängende grünliche Schimmer einiger Stellen auf eine Vegetation zu beziehen sei, ist höchst ungewiß. Da die Grundbedingungen einer der unserigen analogen Vegetation dem Monde fehlen, so dürfte die Aehnlichkeit der Farbe für sich allein nichts beweisen. Unsere Erde muß, aus großer Ferne betrachtet, um ihre Pole herum zwei glänzend weiße Zonen wahrnehmen lassen, wie wir denn ähnliche an einigen Planeten wirklich wahrnehmen. Nichts der Art findet sich auf dem verhältnißmäßig so nahen Monde. Auch hier also bestätigt sich, was oben über die Abwesenheit von gasförmigen wie von tropfbarflüssigen Massen gesagt worden.

Die Form der Mondgebirge läßt kaum einen Zweifel darüber, daß sie sich der Hauptsache nach von innen heraus durch Eruption gebildet haben.

Erhigte Massen suchten von unten nach oben einen Ausweg und sprengten die Oberfläche. Gesah dies in einem Punkte, so bildete sich (wie bei Minentesseln) eine Höhlung, umgeben von einem Walle, den die herausgesprengten Materien bildeten. War der Ausbruch mehr spaltenartig, längs der Oberfläche hin gerichtet, so bildete sich, je nachdem er mehr oder weniger gewaltsam war oder ungleichen Widerstand antraf, eine Kille, eine Bergkette oder ein flacher Landrücken. Wenn endlich diese Gase wegen zu starken Widerstandes den Ausbruch an der nächsten Stelle gar nicht bewirken konnten, so strichen sie unter der Oberfläche hin, veränderten durch ihre concentrirte Hitze die innere Struktur des über ihnen liegenden Mondbodens (man kann sich etwas wie Verglasung oder Verkalkung gedenken), bis sie auf ihrem langen Wege zuletzt doch eine Ausbruchsstelle trafen. Daher mögen die oben erwähnten Lichtkreifen rühren, die wir stets auf ein großes und tief ausgehöhltes Ringgebirge zugehen und an diesem sich enden sehen.

Erdbomb.  
Entstehung  
der  
Mondb-  
Gebirge.

Wollte man fragen, wo denn diese frei gewordenen gasförmigen Massen geblieben sind und warum sie nicht bleibend eine Atmosphäre um den Mond gebildet haben, so ist Folgendes zu beachten.

Hätte unsere Erde keine Anziehungskraft, so würde sie dem Bestreben der Lufthülle, sich nach allen Richtungen ohne Grenze auszudehnen, nichts entgegensetzen können. Die etwa anfangs vorhandene Lufthülle würde sich also in den unbegrenzten Weltraum hinein verflüchtigen und keine bleibende Atmosphäre bilden. Dasselbe wird nun auch geschehen, wenn die Anziehungskraft zu schwach ist, um der Expansionsstendenz des Gases ein hinreichendes Gegengewicht zu bieten. Es wird dann entweder gar keine oder doch nur eine äußerst dünne Umhüllung übrig bleiben, zu dünn, als daß meteorologische Vorgänge, wie in der Erdatmosphäre, dort Platz greifen könnten. Nun läßt sich aus der Masse und dem Durchmesser des Mondes genau berechnen, daß die Schwere an seiner Oberfläche  $6\frac{1}{2}$  Mal geringer ist, als an der Erdoberfläche. Der Sprung vom Dache eines dreistöckigen Hauses herab würde unter solchen Umständen für unsern Muskelbau nichts Gefährliches haben, und man könnte mit unsern Geschossen auf 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Meile Entfernung eine Festung bombardiren, freilich auch von ihr auf die gleiche Distanz hin bombardirt werden.

Mangel der  
Atmo-  
sphäre,  
verursacht  
durch  
die  
geringere  
Anziehung

Wir werden demnach folgern müssen, daß die bei jenen Eruptionen frei gewordenen Gase sich sofort ganz oder größtentheils vom Monde entfernten und in den Weltraum verflüchtigten, ohne jemals zum Monde zurückzukehren, und daß dies auch jetzt und in Zukunft der Fall sein wird, falls Ausbrüche der Art (wovon indeß die Beobachtungen nichts verrathen haben) jetzt noch fortbauerten.

Indeß können sich unsere Beobachtungen direct nur auf die diesseitige Halbkugel des Mondes beziehen, und es fragt sich, ob nicht die jenseitige alles das haben könne, was wir auf der uns sichtbaren vermissen. Einige Schriftsteller haben kein Bedenken getragen, dies ohne Weiteres anzunehmen und in ihrer kosmopolitischen Besorgniß um das Wohl und Wehe der Mondbewohner ihnen den Rath ertheilt, in Masse nach dem Jenseits hinüber zu wandern. Indeß ist eine solche Auswanderung, wie dies Millionen in unseren Tagen erfahren haben, ein wohl zu überlegender Schritt, und es wird deshalb auch in diesem Falle gerathen sein, sorgfältige Erkundigung einzuziehen, wie es drüben beschaffen sei, resp. beschaffen sein könne.

Erdmond.

Da nirgend ein unübersteiglicher Wall die jenseitige Halbkugel von der diesseitigen trennt, so würden bei der Kugelform des Mondes die gasförmigen Massen sich ganz oder nahezu gleich ringsherum vertheilen müssen. Da ferner die Eruptionen, deren wir im Vorigen erwähnten, von innen heraus nach allen Seiten gegangen sein werden, so kann die Oberflächengestaltung der jenseitigen Halbkugel keine wesentlich andere, als die der diesseitigen sein. Die Sonnenwärme und ihre Vertheilung auf Tages- und Jahreszeiten muß für beide Halbkugeln ebenfalls gleich sein. Bestände aber gleichwohl in irgend einer dieser Beziehungen, aus uns unbekanntem Ursachen, eine Verschiedenheit zwischen Diesseits und Jenseits, so könnte sie nicht sprung-, sondern nur übergangsweise stattfinden. Sie müßte von der diesseitigen Mitte aus nach dem Rande hin etwa in demselben Maße sich zeigen, wie vom Rande aus nach der jenseitigen Mitte zu, und es müßten sich Spuren einer solchen Verschiedenheit in unseren Beobachtungen um so mehr verrathen, als wir, wenn gleich in sehr verkürzter Perspective, in Folge der Vibration 25 bis 40 Meilen weit in die jenseitige Halbkugel hinüberblicken können. Wir gewahren nichts von einem solchen Unterschiede: die allgemeine Configuration der Oberfläche, wie sie im Vorstehenden geschildert worden, ist dieselbe am äußersten Rande wie auf der Mitte.

Schwerpunkt.

Nun tritt allerdings ein Umstand ein, der die Sache etwas anders gestalten könnte. Aus Hansen's vieljährigen, noch nicht vollständig veröffentlichten Untersuchungen geht nämlich hervor, daß der Schwerpunkt der Mondkugel nicht die geometrische Mitte derselben einnimmt, sondern 8 deutsche Meilen jenseit derselben (von der Erde aus gerechnet) liegt. Danach wäre die Mitte der sichtbaren Halbkugel der höchste, die Mitte der jenseitigen der tiefste Niveau Punkt und der Unterschied beider 16 Meilen; oder jeder dieser Punkte mit dem Mondrande verglichen, 8 Meilen. Wenn man jedoch mit de Cuppis hieraus auf einen atmosphärischen und hydrographischen Zustand gleich dem auf unserer Erde schließen wollte, so müßte an das erinnert werden, was Bessel bei Gelegenheit der Frage über die Mondatmosphäre ermittelte. Er findet die unter den günstigsten Annahmen noch als möglich anzunehmende höchste Dichtigkeit der etwanigen Mondluft am Rande des Mondes  $\frac{1}{968}$ , die Dichtigkeit der Erdatmosphäre an der Oberfläche = 1 gesetzt. Zugleich aber ergiebt sich, daß die Abnahme der Dichtigkeit nach der Höhe dort in einem viel weniger raschen Verhältnisse als bei uns Statt findet. In 18000 Fuß Höhe haben wir noch die halbe Dichtigkeit, auf dem Monde erst in etwa 120,000 Fuß = 5 Meilen. Hieraus folgt die möglichst größte Dichtigkeit für die jenseitige Mitte

$$= \frac{1}{968} \cdot 2^{8/5} = \frac{1}{302}.$$

Nun aber vermöchten weder wir selbst noch irgend ein anderes Erdgeschöpf in einer Luft zu leben, dreihundert Mal dünner als die Erdluft. In demselben spärlichen Maß würden nun auch die Wasserdämpfe aufgenommen, Regen oder Schnee niedergeschlagen und der Boden befeuchtet werden.

Wenn übrigens dessen ungeachtet die Existenz — sei es des Wassers, sei es irgend einer andern tropfbarflüssigen Flüssigkeit — angenommen werden soll, so würde es sich doch nur in einem einzigen, das jenseitige Centrum bezeichnenden See erhalten können. Stromsysteme und eine damit zusammenhängende und durch sie bedingte Bewässerung der jenseitigen Halbkugel oder auch nur eines beträchtlichen Theiles derselben bliebe nach wie vor eine Unmöglichkeit.

Ohne Zweifel genügen die Verhältnisse, welche für die Oberfläche Erdmond. des Mondes Statt finden, den Bewohnern derselben, allein eben so gewiß ist es auch, daß solche Bewohner, was den körperlichen Organismus und ihre ganze Lebensweise betrifft, keine Aehnlichkeit mit uns oder anderen Erdgeschöpfen haben können, und was wir noch weiter über die dortigen Zustände zu folgern im Stande sind, kann diese Schlussfolgerung nur bekräftigen.

Die Schwere an der Oberfläche ist  $6\frac{1}{2}$  Mal geringer als bei uns, Geringere Schwere. oder unter Berücksichtigung der excentrischen Lage des Schwerpunktes auf der diesseitigen Mitte 7 mal, auf der jenseitigen 6 mal geringer. Daraus folgt der Fall eines Körpers in der ersten Sekunde  $2\frac{2}{5}$  Fuß, die Länge des Sekundenpendels 6 Zoll, der Flug eines mit gleicher Wurffraft in Bewegung gesetzten Körpers  $6\frac{1}{2}$  mal höher und weiter als bei uns, die Zeit des Fluges  $2\frac{1}{2}$  mal größer. Alle Schwierigkeiten der horizontalen, alle Gefahren der vertikalen Bewegung sind im Verhältniß der geringeren Schwere gleichfalls geringer. Ein Muskelsystem wie das unsrige wäre dort unpassend.

Während der eigentliche Jahreszeitenwechsel für den Mond, wegen der geringen Neigung seines Aequators, unbedeutend ist, tritt dagegen der Gegensatz des Tages und der Nacht desto bedeutsamer hervor. Durch keine eigentliche Dämmerung getrennt, dauert der eine wie die andere 354 Stunden 22 Minuten und die Unterschiede dieser Tageslängen sind unerheblich. Auf der diesseitigen Halbkugel mildert der (beständige) Erdschein die Dunkelheit und man kann diesen Erdschein von hier aus deutlich erblicken. Der jenseitigen kommt die Erde nie zu Gesicht, und alle Nächte sind dort absolut dunkel. Die Sonnenwärme muß während dieses langen Tages einen hohen Grad erreichen und dieser Hitze in der Nacht eine starke Abkühlung folgen. Der durch keine Lufthülle gemilderte Glanz der Sonne ist ohne allen Vergleich heller als bei uns, wogegen andererseits jeder Bergschatten eine lokale Nacht bewirkt. Tag und Nacht.

Der Aufenthalt auf sehr hohen Berggipfeln schon ein Vorgefühl verschafft; die scheinbare tägliche Bewegung aller Himmelskörper 27—30 mal langsame als bei uns.

Die Erdscheibe, 14 mal größer als die Mondscheibe für uns, steht für jeden Mondort in einer bestimmten Gegend des Himmels und schwanzt in dieser bloß etwas hin und her, ohne an der allgemeinen täglichen Bewegung der übrigen Himmelskörper Theil zu nehmen. Sie bildet dort Phasen wie der Mond für uns, und innerhalb derselben Periode; diese Erdphasen sind stets die Ergänzung unserer Mondphasen; Neuerde, wenn wir Vollmond Erdphasen. haben; erstes Erdviertel, wenn wir letztes Mondviertel haben u. s. w.

Es giebt auf dem Monde Berggipfel, die eines ewigen Sonnenscheins genießen, und Thäler, die in ewiger Nacht begraben sind. Beide hat man in der Nähe der Pole zu suchen. Wenn nun auch dies Ausnahmen sind und für die meisten Mondgegenden die Sonne auf- und untergeht, so hat doch überall die örtliche Lage auf die Dauer des Tages einen weit größeren Einfluß als die selenographische Breite.

Sonnenfinsternisse ereignen sich für den Mond viel häufiger, als für Finsternisse uns; ihre Dauer ist beträchtlicher und die meisten sind total. Ringförmige Sonnenfinsternisse kommen dort gar nicht vor. Dagegen sind Erdfinsternisse nicht allein selten, sondern auch so unscheinbar, daß selbst die größte vom unbewaffneten Auge eines Menschen nur mit einiger Mühe erkannt werden

Erdbomb. würde. Denn nur ein kleiner verwaschener Fleck auf der großen Erdscheibe deutet sie an.

Den schroffen und unvermittelten Gegensatz zwischen Licht und Dunkel mildert kein Farbenspiel. Kein Abend- und Morgenroth, kein Regenbogen oder Sonnenhof, überhaupt keine Brechungserscheinungen (außer in der Erdatmosphäre bei totalen Sonnenfinsternissen, wahrscheinlich das einzige Noth, welches die Mondbewohner erblicken).

Wenn also auch durch irgend eine Vorrichtung für ein auf den Mond verfehtes Erdengeschöpf der Erstickungstod etwas hinauszuschieben wäre, so erwarteten seiner noch unvermeidlich Erblinden, Erfrieren, Verschmachten.

Mancher wird nach dem hier Gesagten zu zweifeln beginnen, daß überhaupt auf dem Monde lebende Wesen existiren können. Indes würden diese Zweifel nicht berechtigter sein, als die eines Fisches, der dem festen trockenen Lande die Bewohnbarkeit abspäche. Der sehr natürliche Wunsch, die Frage über ihre Existenz bestimmt entschieden zu sehen, hat manchen wunderlichen Vorschlag veranlaßt, die ich hier übergehe mit Ausnahme eines einzigen, der vielleicht eine Beachtung verdient.

Brandes, dem die Physik und Astronomie Manches verdankt, schließt folgendermaßen:

Brandes  
Signall-  
rungs-  
vorschlag.

Jedes Vernunftwesen, wie es auch immer organisirt sei, muß geometrische Begriffe haben, da diese nicht von äußeren gegebenen Bedingungen abhängig, sondern allgemein und naturnothwendig sind \*). Giebt es auf dem Monde Vernunftwesen, so werden sie wahrscheinlich nicht minder danach verlangen, von unserer Existenz überzeugt zu werden, als wir von der ihrigen. Auf diese Prämissen nun gründet Brandes folgenden Vorschlag: In einer tropischen, ebenen, culturfähigen Gegend von möglichst gleicher Naturbeschaffenheit veranstalte man eine große Anpflanzung, die in der Vogelperspective eine geometrische Figur bildet und sich als solche möglichst scharf und bestimmt, auch ohne die Farbe zu beachten, von der Umgegend unterscheidet. Ist sie groß genug, um von den Mondbewohnern deutlich gesehen zu werden, und hebt sie sich hinreichend heraus, so werden diese unsere Nachbarn unsere Absicht errathen und ohne Zweifel darauf bedacht sein, uns eine entsprechende Antwort zu geben. Die Kosten wären nicht verloren, auch wenn die von uns eröffnete Correspondenz unerwiedert bliebe; und auch das negative Resultat nicht zu verachten; wir wüßten dann wenigstens, daß es drüben keine solche Wesen gebe, die uns verstehen und uns antworten können.

Ein uns so naher und mit unserer Erde so vielfach verbundener Weltkörper schien auch in dieser kurzen Darstellung eine etwas ausführlichere Besprechung zu verdienen. Insbesondere aber kam es dem Verfasser darauf an, die Stelle der Phantastengebilde, deren Gegenstand seit den ältesten Zeiten des Menschengeschlechts unser Trabant gewesen, und denen in unseren Tagen sogar ein wissenschaftlicher Aufspüz zu geben versucht worden, zu ersetzen durch Thatsachen aufmerksamer und vorurtheilsfreier Beobachtung, so wie durch consequente Folgerungen aus diesen Daten. Zu noch weiteren Conjecturen bieten sie allerdings noch vielfache Gelegenheit, es kann indessen dies der Phantasie eines Jeden überlassen bleiben.

\*) Geometrische Begriffe hat in der That jeder Mensch, ob er auch den Namen der Geometrie nie vernommen hätte. Den Grundsatz der Congruenz z. B. befolgt jedes Mädchen, das irgend etwas nach einem gegebenen daraufgelegten Muster ausschneidet.

## Des Mondes Einfluß auf unsere Erde.

Nur Einiges möge hier noch Platz finden in Beziehung auf die Frage, ob dem Monde ein Einfluß auf unsere Erde zuzugestehen sei. Erdmond.

Beginnen wir mit einem unzweifelhaften, höchst bedeutenden und wissenschaftlich festgestellten Einfluß, den der Mond auf die Bewegung des Meeres ausübt. Um Mißverständnissen, wie man ihnen nur zu häufig begegnet, möglichst vorzubeugen, mögen hier einige Vorbemerkungen stehen:

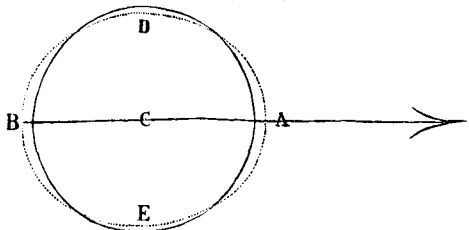
1) Nicht jedes Steigen und Fallen des Meeres ist Ebbe und Fluth. Hefige Stürme, der veränderliche Stand großer Flüsse u. a. Ursachen müssen in einzelnen Meerestheilen Veränderungen des Niveaus bewirken, die nichts mit jenem Phänomen zu thun haben.

2) Man hat sich kein Emporziehen und Wiederherabdrücken des Wassers zu denken. Diese ganz irrthümliche Vorstellung hat Viele an der Sache zweifeln lassen, während bei richtiger Auffassung sich ganz und gar keine Schwierigkeit zeigt.

3) Die periodische Ab- und Zunahme, welche, zur Unterscheidung von jeder andern nicht periodischen, Ebbe und Fluth genannt wird, rührt größtentheils vom Monde, zu einem kleineren Theile jedoch auch von der Sonne her. Ebbe und Fluth.

Das Attraktionsgesetz ist nemlich ein allgemeines nicht bloß in Beziehung auf die Weltkörper im Ganzen, sondern auch auf ihre einzelnen Theile. Deshalb müssen diejenigen Theile der Erdoberfläche, die dem Monde näher liegen, eine stärkere, die entfernteren eine schwächere Anziehung

(Fig. 275.)



von ihm erfahren als der Mittelpunkt oder auch als die Theile welche in gleicher Entfernung wie letzterer stehen.

Der Mond befinde sich auf der Seite M (Fig. 275), in der Richtung des gezeichneten Pfeiles, so ist A der ihm am nächsten stehende Punkt der Erdfugel, B der entfernteste; D und E stehen wie C in mitt-

lerer Entfernung. A wird mithin stärker als C, und C stärker als B angezogen, folglich (so weit die Erdfugel nicht starr ist) A von C und eben so C von B weiter entfernt. Nur der flüssige Theil, und auch dieser nur so weit ihm freie Bewegung gestattet ist, d. h. der Ocean, kann diesem Zuge folgen, welches dadurch geschieht, daß ein Strömen von D und E gegen A und B hin erfolgt. Es bildet sich also in A und B eine Fluthwelle, welche stets dem Monde folgt und den halben Erdumfang AB in der Hälfte der Zeit zurücklegt, die zwischen der oberen und unteren Culmination des Mondes (12 Stunden 25 Min.) verfließt. In diesen Zwischenräumen also folgen sich die einzelnen Fluthen und zwischen ihnen in gleicher Periode die Ebben.

Wo der Mond niemals ganz oder doch nahezu senkrecht steht, also in höheren nördlichen und südlichen Breiten, ist die Fluth schwach oder ganz unmerklich, und in eingeschlossnen Meerestheilen (wie Ostsee und Mittelmeer) so wie in Landseen, selbst den größten, wird sie nicht wahrgenommen.

Erdbomb.

Die Stammfluth kann sich nur im großen östlichen Ocean erzeugen, da nur hier eine ungehemmte Bewegung des Wassers auf solche Weiten, wie von E nach A oder B, möglich ist. Indem aber diese Mutterwelle der täglichen Bewegung des Mondes von Ost nach West folgt, drängt sie sowohl gegen die Ost- und Südküsten Asien's und Afrika's, als auch um das Cap herum ins atlantische Meer, in welchem sie ihre Richtung, der Form dieses Seebeckens gemäß, verändert.

Da wir folglich zwischen Afrika und Europa einerseits, und Amerika andererseits nur eine mittelbare (abgeleitete) Fluthwelle haben, so wird sie hier überall verspätet anlangen, doch wird diese Verspätung für jeden einzelnen Ort stets dieselbe und folglich die Zwischenzeit von 12 St. 25 Min. überall die gleiche sein. Auch schon im großen Ocean muß wegen der Inseln, um welche die Fluthwelle herum biegt, eine obwohl geringere Verzögerung entstehen.

Je mehr der Raum sich verengt, in dem die Fluthwelle fortschreitet, desto höher muß sie sich aufstürmen. Daher ist die Fluthhöhe im östlichen Ocean selbst sehr gering und zwischen Afrika und Brasilien nur wenig stärker, diesseits des Aequators hingegen, besonders in den engen Buchten Europa's und Nordamerika's, vergleichungsweise am stärksten.

Auch die Sonne muß in ganz ähnlicher Weise eine alle 12 Stunden wiederkehrende Fluth bewirken. Indessen beträgt der Erddurchmesser AB  $\frac{1}{30}$  der Mondentfernung, aber nur  $\frac{1}{12000}$  der Sonnenentfernung, deshalb ist trotz der weit größeren Sonnenmasse doch ihre Wirkung auf Ebbe und Fluth geringer als die des Mondes.

Fallen Mondfluth und Sonnenfluth auf die gleiche Stunde (was im Vollmonde und Neumonde geschehen muß), so haben wir die Summe beider  $M + S$ ; fallen Mondfluth und Sonnenebbe zusammen (was zur Zeit der Mondviertel geschieht), so haben wir den Unterschied beider  $M - S$ . So findet sich zu Vrest, nach sehr zahlreichen Beobachtungen,  $M + S = 18\frac{1}{2}$  Fuß,  $M - S = 8\frac{1}{2}$  Fuß, es verhält sich also hier die Wirkung des Mondes zur Wirkung der Sonne wie  $(18\frac{1}{2} + 8\frac{1}{2}) : (18\frac{1}{2} - 8\frac{1}{2}) = 27 : 10$ .

Hafenzeit.

Die Verspätung der Fluthwelle muß für jeden einzelnen Ort durch Beobachtungen bestimmt werden. Sie heißt die Hafenzeit, und wird nicht über 12 St. 25 Min. hinaus gezählt, sondern einfach der Zeitunterschied zwischen der Culmination des Mondes und der höchsten Fluth angenommen, auch wenn (worauf dem Seefahrer und Strandbewohner nichts ankommt) die Fluthwelle schon 1 — 2 Tage alt sein sollte.

Die Fluth wird stärker sein müssen zur Zeit der Erdbnähe des Mondes, stärker, wenn der Mond bei seinen Conjunctionen und Oppositionen im Punkte der Nachtgleichen steht, namentlich wenn um diese Zeit seine Breite Null ist. Die allerstärksten Fluthen hat man demnach zu erwarten, wenn um die Zeit der Nachtgleichen eine Mond- oder Sonnenfinsterniß eintritt und gleichzeitig der Mond sich in der Erdbnähe befindet. Man nennt solche Fluthen Springfluthen.

Springfluthen.

Wegen dieser Abhängigkeit von Mond und Sonne, zweier Körper, deren Massen, Entfernungen und Bewegungen bekannt sind, läßt sich für jeden Ort wie für jede Zeit sowohl Eintritt als Höhe der Fluth im Voraus berechnen, was offenbar unmöglich wäre, wenn dieses Phänomen von anderen uns nicht bekannten Ursachen herrührte.

Indem jedoch Stürme und andere Ursachen, wie oben bemerkt, auf Bewegung und Höhe des Meeres gleichfalls einen Einfluß üben, der nicht periodisch regelmäßig ist und nicht vorausbestimmt werden kann, sich aber für unsere Wahrnehmung mit der eigentlichen Ebbe und Fluth vermischt, werden jene Vorausberechnungen die Höhe jeder Einzelfluth nur annähernd vorausbestimmen können.

Wenn man zuweilen die Behauptung antrifft, daß an einem gewissen Orte die Ebbe und Fluth nicht vom Monde abhängt, so kann dies nur den Sinn haben, daß an einem solchen Punkte die unregelmäßigen Bewegungen des Meeres viel stärker sind als die regelmäßige Ebbe und Fluth und daher diese verdecken. Richtiger ist es jedoch, in einem solchen Falle gar nicht von Ebbe und Fluth zu sprechen.

Es liegt nun nahe, neben dieser Einwirkung des Mondes auf das Meer eine analoge auf die Atmosphäre anzunehmen. Indes vergesse man nicht, daß wir den Ocean an seiner Oberfläچه, das Luftmeer dagegen nur auf seinem Grunde beobachten können. Die Luftfluth könnte für uns eben so unfühlfar sein, als es die oceanische für die auf dem tiefen Meeresgrunde lebenden Geschöpfe ist. Um sie aber am Barometer zu bemerken, müßte sie bei der großen Düntheit der oberen Atmosphäre beträchtlich hoch gehen, was bei der allseitig ungehemmten Bewegung nicht zu erwarten ist. Auch haben die Untersuchungen von Bouvard keinen von den Culminationen des Mondes abhängigen Unterschied des Barometerstandes entdecken können.

Indes könnte gleichwohl unser Trabant, wenn nicht durch seine Anziehung, doch in anderer Weise eine nach einer anderen Periode sich richtende Wirkung ausüben. Von den ältesten Zeiten her schreibt man den Mondphasen eine Wirkung auf die Veränderungen der Witterung bei, und sogar eine bedeutend starke, die man voraussetzend anzuwenden versucht hat. Nun ist es schon ein bedenklicher Umstand, daß in den Gegenden, wo der Witterungsverlauf ein sehr regelmäßiger ist, wie meistens unter den Tropen, von einem solchen Einflusse fast gar nichts verlautet, während doch hier die Wirkung des Mondes, falls sie überhaupt Statt findet, nicht nur an sich stärker, sondern auch viel leichter wahrnehmbar als in anderen Gegenden sein müßte.

Eine vorurtheilsfreie Untersuchung vieljähriger und genauer Witterungsaufzeichnungen zeigt nun durchaus nicht, daß an den Phasentagen, oder an irgend welchen bestimmten Tagen des Mondalters eine vorherrschende Neigung zu Wetterveränderungen sich zeige. Wenn man aber hinzusetzt, daß die fragliche Veränderung auch bis zu 3 Tagen vor oder nach der Phase sich zeigen könne, so ist damit offenbar gar nichts gesagt, denn jeder beliebige Tag fällt, wenn nicht auf eine der 4 Hauptphasen selbst, doch 1, 2 oder 3 Tage vor oder nach einer solchen.

Dagegen zeigt sich allerdings ein wiewohl geringer und im Einzelnen unkenntlicher Einfluß der verschiedenen Entfernung des Mondes (Erbdnähe und Erdferne) in der Art, daß zur Zeit der Erdferne die Witterung durchschnittlich etwas (gegen  $\frac{1}{2}$  Grad) wärmer ist, das Barometer etwa  $\frac{1}{4}$  Linie höher steht, der Himmel etwas heiterer ist und  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{6}$  weniger Regen fällt, als zur Zeit der Erbdnähe, und zwar, so weit die Untersuchungen reichen, an allen Erdorten. Nun aber haben Erbdnähe und Erdferne mit den Phasen gar keinen Zusammenhang, und eine um volle 2 Tage kürzere Periode als diese. Will man also den etwaigen Einfluß der

Erdbmon.

Mond-  
Wirkung  
auf das  
Wetter.

**Gedmond.** Phasen prüfen, so muß er besonders untersucht werden. Dies ist nun mehrfach und an den verschiedensten Orten geschehen, und es findet sich, aber freilich mit geringerer Uebereinstimmung als bei den vorhin angeführten Zahlen, ein kleiner Einfluß heraus, dergestalt, daß eine größere Heiterkeit, Trockenheit und Wärme bei ab-, als bei zunehmendem Monde sich zeige. Doch ist der Ueberschuß sehr unbedeutend, tritt nur in Reihen von wenigstens 15 — 20jährigen Beobachtungen mit einiger Bestimmtheit hervor und bedarf, namentlich wenn man verlangt, daß das Maximum und Minimum an ganz bestimmte Tage des Mondalters geknüpft werden soll, noch viel umfassendere Untersuchungen, als man bis jetzt angestellt hat und anstellen konnte.

**Einfluß  
auf die  
Magnet-  
Nadel.**

Streyl und Lamont haben auch einen kleinen Einfluß des Mondes auf die Magnetnadel wahrgenommen, der im Allgemeinen darauf hinauskommt, daß die Magnetnadel sich von der Himmelsseite, wo der Mond eben steht, hinwegzuwenden strebt. Der Einfluß ist abermals ein so geringer, daß eine wenn gleich noch so genau gearbeitete Bousssole ihn gar nicht zeigen kann, und nur der äußerste Magnetometer fein genug ist, um ihn noch finden zu lassen.

Doch das Verzeichniß der Dinge, auf welche dem Volksglauben zufolge unser Trabant Einfluß haben soll, wäre gar nicht zu Ende zu führen. Alle Krankheiten, Temperaments- und Gemüthszustände, Wachen und Schlafen, Geborenwerden und Sterben, eine Menge von Erscheinungen an Thieren und Pflanzen, die verschiedenen Verrichtungen des Landbaues und was nicht alles sonst noch, müssen vom Monde abhängen. Soll man nun wirklich alle diese Dinge auf die Kapelle bringen, ja kann man es bei der großen Formlosigkeit und Unbestimmtheit, in der die meisten dieser Behauptungen uns entgegentreten? Möglich, ja zum Theil selbst wahrscheinlich, daß an manchen dieser Behauptungen etwas ist; gewiß aber, daß nicht viel daran ist. Ich nehme natürlich die Wirkungen aus, die das Mondlicht, schon weil es ein Licht ist, nothwendig hervorbringen muß. Daß man z. B. bei Vollmondschein schlecht schläft, ist ganz natürlich. Allein man behauptet, daß auch in vollkommen finsternen und gegen das Licht des Mondes ganz abgesperrten Zimmern der Schlaf bei Vollmond unruhiger sei. Wer einmal, mit oder ohne Grund, den Glauben hat, er schlafe schlechter zur Vollmondszeit, wird schon allein deshalb schlechter schlafen, sobald er weiß, daß heute Vollmond ist. Man registrire genau und anhaltend den Schlaf eines Menschen, der im ganz finsternen Zimmer ruht und bei dem man versichert ist, daß er keine Kenntniß der jedesmaligen Mondphase habe. Zeigt sich dann ein bestimmter und deutlich an die Phasenperiode geknüpfter Unterschied, so ist an der Sache etwas; in anderer Weise ist keine Gewißheit möglich.

Wäre namentlich der Einfluß auf Krankheiten ein so großer und entscheidender, als Viele anzunehmen geneigt sind, so würde nicht eine so große Zahl und darunter so geachteter und erfahrener Aerzte, wie z. B. Obers, allen und jeden derartigen Einfluß entschieden leugnen. Dies beweist mindestens, daß es an strengwissenschaftlich durchgeführten Untersuchungen des Gegenstandes noch durchaus fehle. Wenn man, wie in derartigen Dingen so häufig geschieht, nur die seiner Behauptung günstigen Fälle hervorhebt, die ungünstigen dagegen nicht beachtet, verschweigt oder anders zu deuten bemüht ist, so kann man freilich alles leicht finden, was man finden will.

Der Verfasser dieses ist so wenig ein im Voraus eingenommener Feind derartiger auf den Mondeinfluß gerichteter Untersuchungen, daß er vielmehr

selbst sehr ernstlich und anhaltend an ihnen Theil genommen hat, so weit er eine wissenschaftliche Competenz für sich in Anspruch nehmen durfte. Aber außs Entschiedenste muß er sich erklären gegen die mehr als leichtsinnige Weise, mit der man häufig über Dinge urtheilen hört, die Hunderte von gründlichen Forschern noch über ein Seculum beschäftigen müssen, wenn sie wirklich zur festen und sicheren Entscheidung gebracht werden sollen. Mit Freuden wird er jede derartige Untersuchung begrüßen, möge ihr Resultat ausfallen wie es wolle, anderweitige Behauptungen aber, wie bisher, so auch künftig als nicht vorhanden betrachten.

Mars ist der vierte und äußerste Planet der inneren Gruppe. Sein Durchmesser ist etwa 900 Meilen, so daß er seiner Größe nach etwa das geometrische Mittel zwischen der Erde und dem Monde hält. Seine Dichte ist nur wenig geringer als die der Erde; die Fallhöhe in der ersten Sekunde  $7\frac{1}{2}$  Fuß; das Gewicht der Körper an seiner Oberfläche halb so groß, als es bei uns sein würde. Er zeigt keine meßbare Abplattung und besonders für den Anblick im freien Auge eine stark röthliche Färbung, die ihn sogleich von allen anderen Planeten unterscheidet.

Seine Umlaufzeit ist 686 Tage 23 St. 30 Min. 39 Sec., seine Entfernung von der Sonne im Mittel = 1,52369 oder 32 Millionen geographische Meilen. Die Bahn ist ziemlich excentrisch, so daß die Entfernung von  $28\frac{1}{2}$  bis  $35\frac{1}{2}$  Millionen Meilen wechselt. Dagegen beträgt die Neigung seiner Bahn gegen die Erdbahn nur  $1^{\circ}51'$ .

Von der Sonne wird er hiernach schwächer als unsere Erde erleuchtet; in der Sonnennähe etwa halb, in der Sonnenferne nur  $\frac{1}{3}$  so stark.

Die Oberfläche des Mars zeigt uns deutliche Flecke, die nur wenig veränderlich zu sein scheinen, und die uns das Mittel geboten haben, sowohl die Umdrehungszeit als die Lage der Aze zu bestimmen. Erstere findet sich 24 St. 37 Min. 21 Sec.; letztere beträchtlich schräg stehend, so daß der Marsäquator gegen seine Bahn etwa  $28^{\circ}$  geneigt ist. An den Polen bemerkt man weiße Flecke, die im hohen Sommer ab und bei Annäherung des (Mars-) Winters wieder zunehmen, auch beträchtlich stärker als das Uebrige glänzen. Sie verhalten sich ganz so, wie die Schneebedeckung unserer polaren Zonen sich darstellen müßte, wenn man sie aus großen Fernen anblickte. Auch andere Gründe sprechen für eine größere Aehnlichkeit des Mars mit unserer Erde, als dies bei irgend einem anderen Weltkörper der Fall ist: man gewahrt Morgen- und Abendröthen und eine Atmosphäre ist mit ziemlicher Bestimmtheit angedeutet. Der Hauptunterschied zwischen ihm und unserer Erde ist der Mangel eines Mondes, von dem nie das Geringste wahrgenommen worden ist.

### Mittlere Gruppe.

Man hat diese Mittelgruppe auch als die Region der kleinen Planeten bezeichnet, da hier statt weniger größeren, eine beträchtliche Menge kleiner, meist nur in starken Fernröhren sichtbarer Körper in eng verschlungenen Bahnen sich bewegen. Ihre Kenntniß begann mit der ersten Nacht des 19. Jahrhunderts, bis zum 29. März 1807 waren 4 bekannt; seit dem Dec. 1845 aber sind noch 51 hinzugekommen. Man hat ihnen ähnliche mythologische Namen gegeben, wie die älteren Planeten seit Jahrtausenden führen. Ceres, Pallas, Juno und Vesta sind die vier zuerst aufgefundenen.

Erdbomb.

Planet  
Mars.Kleine  
Planeten.

Kleine  
Planeten  
zwischen  
Mars und  
Jupiter.

Alexandra ist der 54te und der von G. Searle der 55te in chronologischer Ordnung. Die Entdeckungen vertheilen sich auf fünf Länder: Deutschland 12, Italien 8, Frankreich 17, England 15 und Amerika 3.

Sie erfüllen eine ringsförmige Region, die an Breite derjenigen, welche die innere Gruppe einnimmt, beiläufig gleich kommt. Der innerste (Flora) kann sich dem Mars bis zu 5 Mill. Meilen nähern; der Erde bis zu 17 Millionen: einer der äußersten, Euphrosyne, bleibt dagegen noch 40 Mill. Meilen vom Jupiter entfernt. Indeß können diese entlegeneren Räume gar wohl noch manche kleine Planeten enthalten, die man noch nicht aufgefunden hat.

Leverrier hat nachgewiesen, daß sämtliche in dieser Region kreisende Planeten zusammen genommen höchstens  $\frac{1}{4}$  der Erdmasse gleich kommen können, woraus hervorgeht, daß größere und augenfälligere Weltkörper hier nicht zu suchen sind. Größtentheils zeigen sie eine stärkere Neigung der Bahnen unter sich und gegen die Erdbahn, als die anderen Planeten, auch weichen die Bahnen im Ganzen mehr vom Kreise ab. Dagegen sind sie alle, von der Sonne aus betrachtet, rechtläufig, ganz wie die älteren Planeten, so daß keiner von ihnen sich in entgegengesetzter Richtung bewegt. Dieser Umstand unterscheidet sie auf's bestimmteste von den Kometen, deren etwa eben so viel rückläufig als rüchläufig sind.

Selbst in starken Vergrößerungen erscheinen sie nur als schwachleuchtende Punkte, und nur bei Pallas und Vesta sind bis jetzt die Bestimmungen des Durchmessers einigermaßen gelungen. Für ersteren fand sich 146, für letzteren 66 Meilen: und die übrigen müssen demzufolge noch beträchtlich kleiner sein.

Ihre Stellung zwischen den größeren Gruppen bewirkt, daß sie stärkeren Veränderungen (Störungen) ihrer Bahnen unterworfen sind als andere Planeten. Namentlich ist es Jupiter, der die Elemente ihrer Umlaufbahnen fortwährend umgestaltet, ja selbst die Ordnung ihrer Aufeinanderfolge zeitweilig alterniren kann. Zu Anfang dieses Jahrhunderts hatte Ceres eine größere Umlaufszeit als Pallas, jetzt eine etwas kleinere. Doch gehen die Unterschiede in einigen Fällen auf wenige Tage oder selbst nur Stunden herab. Die kleinste Umlaufszeit von 3 Jahr 98 Tagen hat Flora, eine der größten von 5 Jahr 257 $\frac{1}{2}$  Tagen Euphrosyne.

Da über ihre Naturbeschaffenheit im Einzelnen nichts ermittelt ist, indem der an einigen von ihnen bemerkte geringe Lichtwechsel sehr verschieden gedeutet werden kann, so wird die weiter unten folgende tabellarische Zusammenstellung für sie genügen, und wir können nun zur äußeren Gruppe übergehen.

## Gruppe der großen Planeten.

Jupiter.

Jupiter, der größte und massenhafteste aller Begleiter der Sonne, vollendet seinen Umlauf in 11 Jahren 314 Tagen 20 St. 2' 7" und kommt nach je 399 Tagen wieder in Opposition mit der Sonne. Die mittlere Entfernung ist = 5,20277 oder nahezu 107 $\frac{1}{2}$  Mill. Meilen, und sie kann sich um 5 Mill. in's Mehr oder Weniger ändern. Von der Erde aus genommen sind seine größten und kleinsten Abstände 133 und 82 Mill. Meilen; letzterer findet nur Statt, wenn er Anfangs October in Opposition kommt.

Die Neigung seiner Bahn gegen die Erdbahn ist noch geringer als bei Mars, sie beträgt 1° 18' 42". Die Sonne scheint dort schon 27 Mal

schwächer als bei uns, also nur so stark, als auf der Erde 2 Minuten vor oder nach einer totalen Sonnensfinsterniß (wobei wir indefs noch immer eine nicht gar zu feine Druckschrift lesen können)\*). Wenn man die Stärke der Erleuchtung und die scheinbare Größe des Mars und Jupiter mit einander vergleicht, so erhält man für Jupiter einen etwa 4 mal schwächeren Glanz als für Mars\*\*), was mit der Erfahrung in völligem Widerspruch ist, nach welcher Jupiter viel heller als Mars erscheint und nur von der Venus übertroffen wird. Der Widerspruch löst sich nur dadurch, daß man annimmt, Mars verschlucke den bei weitem größten Theil des Lichts, während Jupiter es größtentheils zurückwerfe. Denn daß etwa Jupiter neben dem Sonnenlichte noch ein eigenes Licht habe, ist deshalb nicht anzunehmen, weil wir den Schatten seiner inneren Monde völlig schwarzdunkel auf seiner Scheibe erblicken.

Seine Masse ist  $\frac{1}{1047}$  der Sonnenmasse; und dies ist mehr als Zweidrittel der Gesamtmasse aller Planeten. Ihre genaue Kenntniß ist in der Astronomie von größter Wichtigkeit, da er nächst der Sonne der potenteste Körper des Systems ist.

Sein Aequatorial-Durchmesser ist 20018, der Polardurchmesser 18524 geogr. Meilen, was seinen körperlichen Inhalt 1414 mal größer als den der Erde macht. Seine bedeutende Abweichung von der Kugelgestalt fällt schon in einem mäßigen Fernrohr auf. Seine Dichtigkeit ist dagegen nur 0,239, also noch nicht  $\frac{1}{4}$  der Erddichtigkeit, wir müssen demnach annehmen, daß er, verglichen mit unserer Erde, sehr lockere Bestandtheile habe.

Er dreht sich in der kurzen Zeit von 9 St. 55 Min. 26 $\frac{1}{2}$  Sek. um seine Aze, so daß sein Jahr aus 10776 Jupiterstagen besteht (4332 Erdentage), und seine Rotationsbewegung ist hiernach nur um ein sehr geringes langsamer als seine Umlaufsbewegung. Sein Aequator neigt sich nur 3° 6' gegen die Bahn, was auf einen sehr geringen Jahreszeiten-Unterschied führt, wenn überhaupt die Wärme der Sonne hier noch merklich einwirkt. Bestimmter können wir über die Tageslängen urtheilen: die mittlere ist 4 St. 57' 49 $\frac{1}{2}$ " (mit Berücksichtigung des dortigen Sonnendurchmessers), und es findet sich weiter

unter	kürzester Tag,	längster Tag.
40 Grad	4 <sup>h</sup> 49' 14"	5 <sup>h</sup> 6' 26"
60 Grad	4 <sup>h</sup> 39' 53"	5 <sup>h</sup> 15' 47"

Tage, deren mehrere ohne zwischenliegende Nacht zusammenfallen, kommen erst jenseit des 86° 50' der Breite vor.

Die Schwere auf Jupiter ist beträchtlich größer, als auf irgend einem anderen Planeten, denn es findet sich aus den obigen Daten über Volumen, Dichtigkeit und Rotation:

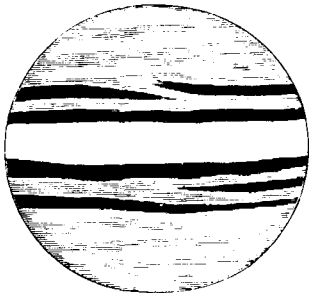
Fallhöhe am Aequator in der 1. Sekunde	33,76 Fuß,
an den Polen " " "	41,47
100 unserer Pfunde wiegen " an seinem Aequator	224 Pfund,
an den Polen . . .	276
Ein Sekundenpendel hat am Aequator	6,84 Fuß Länge,
an den Polen	8,40 " "

\*) Nach einer bestimmten im Jahre 1851 zu Vrest-Litowsk von mir gemachten Erfahrung.

\*\*) Beide Planeten sind hier in ihrer Opposition und gleichzeitig in der Sonnennähe angenommen worden.

Jupiter. Auf seiner hellgelben Scheibe zeigen sich graue oder braungraue Streifen, die ganz oder nahezu dem Aequator parallel ziehen, auch nur in der Nähe des Aequators deutlich hervortreten (Fig. 276). Bei genauer Betrachtung

(Fig. 276.)



in starken Fernröhren zeigt sich die ganze Scheibe mit matten Parallelstreifen bedeckt, die nach den Polen hin sich in ein unbestimmtes Dämmerlicht verlieren. Von den Hauptstreifen sieht man meistens zwei, zuweilen nur einen; sie sind nicht ganz unveränderlich, aber doch ungleich dauernder, als z. B. unsere Bewölkungen. Im Jahr 1835 sah ich z. B. einen der beiden Streifen allmählich bleicher werden und nach einigen Monaten ganz verschwinden; bald darauf aber den anderen in der Mitte einen schwachen Spalt bekommen;

so daß nach etwa drei Wochen wieder zwei Streifen daraus entstanden waren. Sie zeigen auch keinen scharfen gradlinigten Rand, sondern bei starker Vergrößerung Einbuchtungen und Vorsprünge, und eben so wenig sind sie in allen Theilen gleichartig grau, sondern es finden sich dunklere knotenartige Flecke und lichtere Stellen. Meistens, nicht immer, reichen sie um die ganze Kugel herum.

Nach den Mäandern hin nimmt ihre Deutlichkeit in so starkem Verhältnisse ab, daß man sie gewöhnlich nicht bis an den äußersten Rand verfolgen kann. Dies deutet mit Bestimmtheit auf eine Atmosphäre Jupiters, die auch wohl stärker als die unsrige ist.

Jupiter's  
Mondbe.

Jupiter ist von vier Monden begleitet. Diese Monde sind die erste Entdeckung, die wir dem Fernrohr verdanken. Wahrscheinlich sahen Simon Mayer, Galiläi und Scheiner sie ziemlich gleichzeitig im December 1610. Sie sind an Helligkeit wenig verschieden und auch die Farbe ihres Lichts ist der des Jupiter gleich. Einzeln am Himmel stehend gedacht, würden sie mit bloßem Auge noch sichtbar sein; der Glanz des nahen Hauptplaneten aber entzieht uns diesen Anblick \*) und macht sie zu teleskopischen Sternen.

Ihre Bahnen weichen sonst gar nicht vom Kreise ab und haben auch nur kleine Neigungen gegen den Aequator Jupiters. Man trifft sie deshalb fast immer auf einer Linie, welche die Verlängerung der Jupitersstreifen bildet. Sie bewegen sich in diesen Bahnen 18mal schneller, als ein Mond in gleichem Abstände um die Erde ließe, dagegen 32mal langsamer, als unter gleichen Umständen ein Planet um die Sonne.

Sie würden sich auch fast genau der Zeit proportional bewegen, wenn nicht ihre gegenseitigen Störungen dies verhinderten. Die Ermittlung dieser Einwirkungen gehört zu den interessantesten Partien der physischen Astronomie. In sehr enger Wechselbeziehung stehen namentlich die drei innersten Monde.

\*) Doch haben wir unleugbare Beispiele, daß Einzelne, mit vorzüglich scharfer Sehkraft begabte Menschen — wie der in Humboldt's Kosmos erwähnte Schneidermeister Schön in Breslau und ein von Wrangel in seiner sibirischen Reise angeführter Jakute — diese Monde ohne Augenbewaffnung deutlich erkannt haben. Das Alterthum hatte keine Ahnung von ihnen; wohl der schlagendste Beweis, daß es das Fernrohr nicht kannte. Optische Gläser verschiedener Art hatten die Alten allerdings.

Es ist nämlich die vom Jupiter aus gesehene mittlere Länge des ersten Trabanten, vermehrt um die doppelte Länge des dritten und vermindert um die dreifache des zweiten, stets genau 180 Grad, woraus folgt, daß wenn irgend zwei von ihnen beisammen stehen, der dritte ihnen gerade gegenüber stehen muß.

Jupiter's  
Monde.

Sie erleiden Finsternisse vom Schatten Jupiters und bewirken deren durch ihren eigenen Schatten auf der Scheibe des Planeten. Der 1., 2. und 3. Mond sind nie eigentlich voll, sondern in jeder ihrer Oppositionen verfinstert, nur der 4te kann auch unverfinstert bleiben, was etwa unter zehn Fällen dreimal Statt findet. Von gleicher Häufigkeit sind nun auch die Finsternisse, welche sie bewirken. Wir können beide Arten der Finsternisse bequem wahrnehmen, und in einem Jupitersjahre ereignen sich etwa 4400 Mond- und eben so viele Sonnenfinsternisse.

Die Bestimmungsstücke für die Bahnen, Massen und Durchmesser sind die folgenden:

	1.	2.	3.	4.
	<i>T. St. M. Sec.</i>	<i>T. St. M. Sec.</i>	<i>T. St. M. Sec.</i>	<i>T. St. M. Sec.</i>
1. Wahre Umlaufszeit ..	1 18 27 33,50	3 13 13 42,04	7 3 42 33,36	16 16 32 11,27
2. Synodische .....	1 18 28 35,95	3 13 17 43,73	7 3 59 35,83	16 18 5 7,02
3. Entfernung in Meilen ..	58294	92827	148078	260450
4. Entfernung in Halbmessern Jupiters ...	6,049	9,623	15,350	26,998
5. Durchmesser in Meilen ..	529	475	776	664
6. Dichtigkeit .....	0,2005	0,3711	0,3244	0,2496
7. Masse .....	0,0000173	0,0000232	0,0000885	0,0000427
8. Neigung der Bahn ...	0° 0' 7"	0° 1' 6"	0° 5' 3"	0° 24' 33"
		± 27 49	± 12 20	± 14 58
9. Excentricität .....	—	—	0,00135	0,00727
			± 0,00055	
10. Dauer der Finsternisse im Mittel .....	2 St. 15' 44"	2 St. 52' 4"	3 St. 33' 40"	4 St. 44' 50"

### Bemerkungen zu vorstehender Tafel.

1. Die wahre (siderische) Umlaufszeit ist wie bei unserem Monde zu verstehen.
2. Ein Gleiches gilt von der synodischen. — Daß beide Umlaufzeiten nur um Minuten, nicht wie bei unserem Monde um Tage verschieden sind, hängt einerseits mit dem größeren Jupitersjahr, andererseits mit der viel rascheren Trabantenbewegung zusammen.
3. Die Entfernung ist vom Mittelpunkt der Jupiterskugel bis zum Mittelpunkte der Trabantenkugel genommen.
4. Hier gilt dieselbe Bemerkung, und zwar ist die Einheit derjenige Jupitershalbmesser, den eine dem Jupiterssphäroid an Inhalt gleichkommende Kugel haben würde.
5. In geographischen Meilen.
6. Die Erd-Dichtigkeit bildet die Einheit.
7. Die Jupitermasse bildet die Einheit.
8. Die angegebenen Neigungen gegen den Aequator Jupiters gehören einer ideellen mittleren Bahnebene an, und die wahre Bahn schwankt um diese mittlere periodisch, wie es die mit dem Zeichen  $\pm$  angegebenen Zahlen zeigen.
9. Für die Excentricität kommen nur beim 3. (mit Schwankung) und beim 4. Angaben vor, da für den 1. und 2. sich keine gezeigt hat.
10. Die angegebene Dauer ist die einer centralen, wo der Trabant durch den Mittelpunkt des Schattens geht. In anderen Fällen ist sie natürlich kürzer.

Die Monde wenden ihrem Hauptplaneten stets dieselbe Seite zu, ganz so wie der Erdmond, und folglich sind ihre Umdrehungszeiten auch ihren Umlaufzeiten gleich.

Obwohl von 4 Monden begleitet, genießt Jupiter von ihnen im Ganzen weniger Mondschein als die Erde von ihrem einzigen. Sie sind mit Ausnahme des ersten zu entfernt, um bedeutend zu leuchten, und dann geht einerseits durch die Finsterniß, andererseits durch die große Parallaxe zu viel von ihrem Scheine verloren. Die äußersten polaren Gegenden Jupiters haben vollends gar keinen Mondschein und erblicken die Trabanten nie; und die früher wohl gemachte Folgerung, als entbehre keine Nacht auf der Jupiterkugel alles Mondscheins, ist durchaus grundlos. Dann vergesse man nicht, daß auch der Mondschein in demselben Verhältniß wie der Sonnenschein schwächer werden muß; wenn also der Schein des 1. Mondes auch verhältnißmäßig zum Sonnenschein so stark als der unseres Mondes ist, doch absolut genommen für ihn nur  $\frac{1}{27}$  des unsrigen heraustritt. Wenn aber gar einige im Trabantenschein eine Ergänzung des angeblich zu schwachen Sonnenlichts zu finden glaubten, so ist dies geradezu widersinnig.

Näheres über die Beschaffenheit der Trabantenoberflächen läßt sich bei der Kleinheit ihrer Scheiben nicht wahrnehmen, nur möge noch bemerkt sein, daß ihre verschiedenen Seiten das Licht ungleich stark reflektiren, und es auf diese Weise möglich geworden ist, ihre Rotationsperiode zu bestimmen.

♄ Saturn.

**Saturn**, der zweite Planet dieser Gruppe, der bis zum 13. März 1781 die Grenzen unserer Kunde des Sonnensystems bezeichnete, ist unter allen Planeten dem Jupiter am ähnlichsten. Er steht 9,53885 oder  $197\frac{1}{4}$  Mill. Meilen von der Sonne; die Excentricität der Bahn ist 0,0560, so daß die größte Entfernung 208 $\frac{1}{4}$ , die kleinste 186 $\frac{1}{4}$  Mill. Meilen wird. Die Umlaufzeit ist siderisch 29 Jahr 166 T. 23 St. 16' 32"; die synodische 1 Jahr 12 T. 20 St. — Die Neigung der Bahn ist 2° 29' 30".

Er wird 91mal (oder wegen der verschiedenen Entfernung 81 bis 101mal) schwächer als die Erde von der Sonne erleuchtet. Zum besseren Verständniß möge hinzugefügt werden, daß dieser Schein noch immer 1000mal stärker als unser Vollmondschein ist.

Der Durchmesser des Aequators ist 16305, die Polarage 14696 Meilen nach Bessels Messungen. Nach seinem mittleren Durchmesser von 15769 Meilen ist er 772mal im Volumen größer als unsere Erde. Seine Abplattung ist hiernach nahezu =  $\frac{1}{10}$ . Die von Herschel I. vermuthete Abweichung von der elliptischen Gestalt hat Bessel in seinen Messungen nicht bestätigt gefunden.

Die Masse (des Saturn selbst) ist  $\frac{1}{3530}$ , oder in Erdmassen ausgedrückt 101 $\frac{2}{5}$ . Hieraus findet sich eine sehr geringe Dichtigkeit von nur 0,130 oder etwa  $\frac{1}{8}$  der Erbdichtigkeit (belläufig wie Tannenholz). Da aber aus seiner Abplattung, verglichen mit der Rotationsperiode (etwa 10 St. 29') gefolgert werden kann, daß die Dichtigkeit von außen nach innen, wie bei unserer Erde und bei Jupiter, bedeutend zunehme, so muß die Dichtigkeit der Oberfläche erheblich geringer sein, und vielleicht nur der des Korke gleichen. Eine unserm Wasser ähnliche Flüssigkeit kann folglich nicht in Ozeanen oder größeren Ansammlungen überhaupt auf ihm verbreitet sein. — Die Fallhöhe ist an seinem Aequator = 14',0; an den Polen 19',6.

Auf ihm zeigen sich Streifen, und namentlich zeichnet sich ein ziemlich leicht erkennbarer aus, der etwa in der Richtung des Aequators zieht und keine uns wahrnehmbaren Veränderungen erleidet. Die übrigen zu erkennen gelingt nur schwer, selbst in den stärksten Instrumenten.

Die größte Merkwürdigkeit des Saturn aber besteht in den großen freischwebend ihn umgebenden Ringen. Sie sind zwar schon von Galiläi

und anderen seiner Zeitgenossen gesehen, aber erst von Huygens (1657) richtig gedeutet worden. Saturn-  
Ringe.

Der äußerste Ring hat einen Durchmesser von 37587, eine Breite von 1927 und eine Dicke von höchstens 30 Meilen. Er zeigt mehrere, aber nicht leicht erkennbare concentrische Streifen, die ihn in mehrere Ringe zu theilen scheinen, was sich für jetzt noch nicht sicher bestimmen läßt.

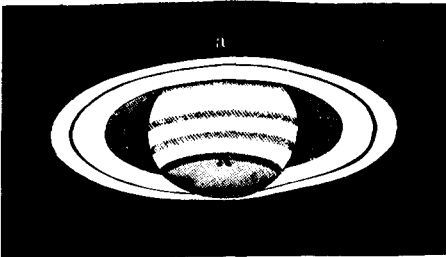
Der zweite vom vorigen umschlossene Ring ist der breiteste und hellste. Der Zwischenraum zwischen beiden hält 387 Meilen und ist mit voller Deutlichkeit rings herum erkennbar. Die Breite ist 3733 Meilen. Sein äußerer Rand ist sehr scharf, der innere etwas verwaschen und weniger hell. Theilungslinien wie auf dem äußeren sind nie auf ihm bemerkt worden.

An ihn schließt sich ohne erkennbaren Zwischenraum ein dritter Ring, dessen Licht jedoch so schwach ist, daß es sehr starker Augenbewaffnung bedarf, um ihn zu erkennen. Denn wenn schon ein gewöhnliches  $2\frac{1}{2}$  füßiges Ramsden'sches Fernrohr hinreicht, das Ringssystem wenigstens als ein Ganzes zu erkennen, so giebt es auf der ganzen Erde bis jetzt nur etwa 6 Instrumente, die den dunklen Ring gezeigt haben, den Lassell 1849 zuerst auffand. Zwischen ihm und Saturn mögen etwa noch 2000 Meilen Abstand übrig bleiben, ob dies aber wirklich leerer Zwischenraum ist, wird erst dann entschieden werden können, wenn es gelingt entweder einen Stern durch diese Lücke hindurch wahrzunehmen oder hier einen ähnlichen, nur vielleicht noch dunkleren Ring zu entdecken.

Die Ringe werden gleich den Planeten von der Sonne erleuchtet und zeigen kein eigenes Licht. Sie werfen auf Saturn einen breiten Schatten, der stets in seine Winterhalbkugel fällt, dort Sonnenfinsternisse bewirkt, deren Dauer auf 10 Erdjahre steigen kann, und den Bewohnern also einen großen Theil des Lichtes raubt, das sie sonst genießen würden. Eine sehr unbedeutende Gegenleistung gewährt er in den Sommernächten durch den Schein der beiden großen Hornspitzen, die von Ost und West des Horizonts her einander entgegen ragen. Er verdeckt ferner eine jeden Zone der Saturnskugel bleibend eine gewisse Zone der Sterne. Wir vermögen nicht zu entscheiden, welche Rolle er in der dortigen Naturökonomie zu vertreten bestimmt ist.

Da unsere Erde nie in eine solche Stellung kommen kann, um den Ring in Kreisform zu erblicken (zu welchem Ende wir uns senkrecht über den Polen der Kugel befinden müßten), so erscheint er uns als Ellipse, die sich mehr oder weniger geöffnet zeigt, je nachdem der Winkel unseres Visionsradius mit der Ebene des Ringes größer oder kleiner wird. Dieser kann höchstens auf  $28\frac{1}{2}^{\circ}$  steigen und alsdann gewährt Saturn folgenden Anblick

(Fig. 277.)

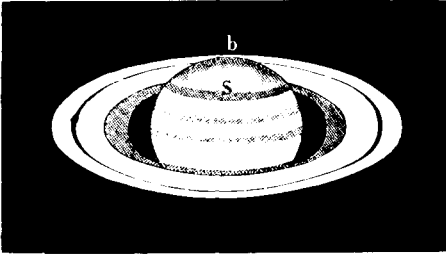


im umkehrenden astronomischen Fernrohr:

In a (Fig. 277) steht die Erde nördlich über der Ebene des Ringes (die mit der des Saturnäquators ganz oder fast ganz zusammenfällt), und zwar ist der eben erwähnte Winkel der möglichst größte. In N liegt der Nordpol des Saturnsphäroids und sein Aequator

Saturn-  
Ringe. •

(Fig. 278.)



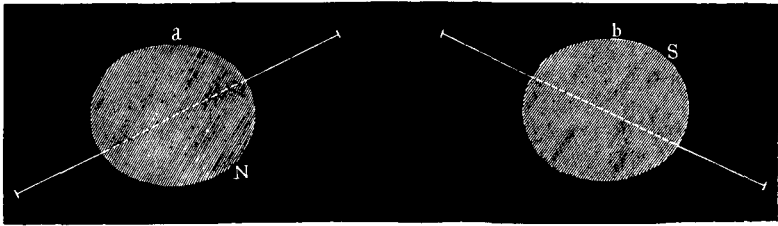
ist nahezu durch den grauen Streifen bezeichnet. Um die Kugel schließen sich der äußere, der mittlere breiteste und hellste, und der innere dunkle Ring, zwischen welchen und der Saturnkugel freier (?) Himmelsraum hindurchscheint. — In b (Fig. 278) steht die Erde südlich von der gedachten Ebene, und alles vorhin Angeführte ist

umgekehrt; man erblickt die südliche Fläche des Ringes, die sich übrigens nicht von der nördlichen unterscheidet.

Steht endlich die Erde in der Ebene des Ringes, so erblickt sie nur die Kante desselben, und es bieten sich dann die folgenden Gestalten, je nachdem die Erde sich in auf- oder niedersteigenden Knoten ihrer Bahn, bezüglich zur Ringebene, befindet (Fig. 279).

Da diese Kante zu schmal ist, um selbst mit bewaffneten Augen gesehen zu werden, so pflegt der allmählich in eine feine Linie zusammengezogene

(Fig. 279.)



Ring auf einige Zeit ganz zu verschwinden. Eine derartige Verschwindung kann übrigens noch aus zwei anderen Ursachen eintreten. Wenn die Sonne durch die Ringebene geht, so bescheint sie nur die Kante und beide Flächen sind unsichtbar. Oder die Sonne bescheint eine der Flächen, aber die Erde steht so, daß sie der anderen zugewandt ist.

Die Ebenen der verschiedenen Ringe fallen nur beinahe, nicht völlig zusammen; auch scheinen windschiefe Verbiegungen vorzukommen; allein die dahin bezüglichen Beobachtungen genügen nicht, die gegenseitige Lage der verschiedenen Ebenen oder die Stellen der Verbiegungen auf den Ringen zu bestimmen.

Außer dem Ringe ist Saturn noch von 8 Monden umgeben, die nicht wie der Jupiter auf einmal, sondern nach und nach von Huygens, Cassini, Herschel I. und Lassell, oder von 1656 bis 1849 entdeckt sind. Zählt man sie mit Nr. 1 bis 8 vom nächsten bis zum entferntesten, so ist die Reihenfolge der Entdeckungen diese:

6. 8. 5. 4. 3. 2. 1. 7.

Herschel II. hat eigene Namen für sie eingeführt, da die Zahlenreihe durch jede neue Entdeckung geändert wird, sie sind: Mimas, Enceladus, Lethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Japetus.

Ihre Umlaufzeiten und Entfernungen vom Saturn sind die folgenden:

Planet	Entfernung (Meil.)	Umlaufzeit (St.)	Umlaufszeit (perio-
Mimas	25600	22 St. 36' 17" <sup>7</sup> / <sub>10</sub>	dische)
Enceladus	32866	1 T. 8 " 52' 57" <sup>3</sup> / <sub>10</sub>	" "
Tethys	40700	1 " 21 " 18' 33" <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	" "
Dione	52164	2 " 17 " 44' 51" "	" "
Rhea	71410	4 " 12 " 25' 11" "	" "
Titan	168880	15 " 22 " 41' 25" <sup>1</sup> / <sub>10</sub>	" "
Hyperion	(205000)	(21)	" "
Japetus	524686	79 " 7 " 54' "	" "

Nur Titan, der größte und seit 2 Jahrhunderten bekannte, ist von Bessel genau bestimmt: er findet seine Excentricität = 0,02922 oder nahe =  $\frac{1}{31}$  und die Neigung gegen die Ekliptik  $27^{\circ} 33' 46''$  (gegen die Ringebene etwa  $40'$ ). Auch Mimas scheint nach meinen Berechnungen der W. Herschel'schen Beobachtungen eine kleine Excentricität zu zeigen; doch müssen genauere und häufiger wiederholte Beobachtungen abgewartet werden. Von Hyperion sind noch wenige Beobachtungen bekannt geworden und die Bestimmung ist unsicher.

Alle Trabanten, mit Ausnahme des Japetus, weichen gar nicht oder sehr wenig von der Ebene des Ringes ab; bei Japetus schwankt diese Neigung innerhalb einer Periode von 4232 Jahren von  $6^{\circ} 21'$  bis  $36^{\circ} 52'$ . Gegenwärtig ist sie im Abnehmen und beträgt für 1830:  $22^{\circ} 29' 16''$ . Wenn er an der Ostseite Saturns steht, ist er schwer oder gar nicht zu sehen, wogegen er an seiner Westseite einen Glanz zeigt, der nur von dem des Iten übertroffen wird. Man schließt hieraus, daß er sich in derselben Zeit um seine Aze, wie um Saturn bewegt, und folglich dem Hauptplaneten stets dieselbe Seite zuwendet. Wahrscheinlich bildet die Uebereinstimmung der Rotationen und Umlaufzeiten ein allgemeines Naturgesetz für alle Trabanten des Sonnensystems.

Selbst der größte dieser Monde, Titan, steht wahrscheinlich am Volumen dem Jupiters- und dem Erdmonde nach; und noch weit mehr gilt dies von den übrigen. Namentlich sind Mimas, Enceladus und Hyperion nur in den stärksten Fernröhren sichtbar.

Sie erleiden und bewirken Finsternisse, doch sind diese von der Erde aus nur beim Titan noch einigermaßen wahrzunehmen. Dem Saturn selbst können sie gewiß nur sehr wenig Licht spenden und fast nur wie glänzende Fixsterne erscheinen, in der Umgegend der Pole sind sie überdies alle bis auf Japetus unsichtbar.

Uranus ward am 13. März 1781 zuerst von W. Herschel als Planet erkannt und folglich entdeckt; gesehen und beobachtet hatte man ihn als vermeintlichen Fixstern schon seit 1691. Er ist der erste eigentlich entdeckte Planet, denn die älteren sind zu augenfällig, um nicht schon in den frühesten Zeiten und bei der oberflächlichsten Himmelsbetrachtung wahrgenommen worden zu sein.

Die Namen Georgastern, Herschel, Cybele und noch andere in Vorschlag gebrachte haben sich nicht erhalten\*); Uranus, wie Bode vorschlug,

\*) In Göthe's bekanntem Pieder-Encelad: Planetentanz, trägt er noch den Namen Cybele, und die kritischen Astronomen hielten noch bis vor 15—20 Jahren an dem Namen Georgian fest.

Planet  
Uranus.

ist im Gebrauch geblieben. Seine wahre Umlaufszeit ist 84 Jahr 5 L. 19 St. 41' 36"; seine Entfernung von der Sonne im Mittel 19,18239 oder 396 $\frac{1}{2}$  Millionen Meilen; die Excentricität (0,04661) bewirkt, daß diese Entfernung zwischen 378 und 415 Millionen Meilen schwankt.

Die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik ist, Massalia ausgenommen, kleiner als bei den anderen bekannten Planeten; nur 46' 28".

Sein Durchmesser ist 7466 Meilen; er ist also im Volumen 82 Mal größer als die Erde; seine Masse dagegen nur 14,4mal größer als die Erdmasse; mithin seine Dichtigkeit nur 0,175. Was auf der Erde 100 Pfund wiegt, erforderte dort nur 76 Pfund Hebekraft, und die Fallhöhe in der ersten Sekunde ist 11 $\frac{1}{2}$  Pariser Fuß.

Die Abplattung scheint etwa so stark als die des Saturn zu sein; Genaueres wird vielleicht die Zukunft lehren. — Mit freiem Auge gesehen, erscheint er weißlich und etwa von der 6ten Größe; doch ohne seinen Ort etwas genauer zu kennen, wird man ihn nicht von Fixsternen ähnlicher Helligkeit unterscheiden. Einzelheiten hat man auf der kleinen und bleichen Scheibe noch nicht wahrgenommen.

Uranus-  
Monde.

Uranus ist von 4 Monden begleitet, denen man jetzt auch eigene Namen gegeben: Ariel, Umbriel, Titania, Oberon. Den 3. und 4. entdeckte W. Herschel 1787 am 11. Januar; sie sind die hellsten, aber gleichwohl sehr schwer zu sehen. In Beziehung auf die anderen herrschte 60 Jahr lang viel Ungewißheit. W. Herschel sah sie nie mit voller Bestimmtheit, obgleich er 6, ja einige Zeit hindurch 8 glaubte annehmen zu können. Erst in neuester Zeit sah man etwas von ihnen wieder; und Lassell, um so weit als möglich Gewißheit zu erlangen, versetzte sein mächtiges Teleskop von Liverpool nach La Valetta auf Malta in eine ungleich reinere und durchsichtigere Atmosphäre. Hier sah er die erwähnten 4 unzweifelhaft und bestimmte für ihre Umlaufzeiten Näherungswerte: hält sich aber für überzeugt, daß nie ein wirklich existirender Uranusmond außer diesen viereen gesehen worden sei, wenn gleich noch manche, aber bis jetzt völlig ungesehene, vorhanden sein mögen. Nicht die ungeheure Entfernung allein, auch die matte Beleuchtung (das Sonnenlicht ist dort 368mal schwächer als bei uns, und die von ihr etwa noch bewirkte Erwärmung würden unsere Thermometer gar nicht mehr angeben) werden stets Hindernisse einer genaueren Kenntniß dieses Systems bleiben.

Titania hat 63543 Meilen Entfernung bei 8 Tagen 17 St. 1' 19",3 Umlaufszeit;

Oberon 84933 M. bei 13 L. 11 St. 5' 1",5 Umlauf. Die Neigung ihrer Bahnen gegen die Uranusbahn ist 99° 43' 53", also eigentlich schon rückläufig und nahezu senkrecht stehend. Man muß es hiernach als sehr wahrscheinlich annehmen, daß auch die Rotation des Uranus nahezu in derselben Richtung erfolge, da in den übrigen Systemen der großen Planeten Aequatorebene und Mondbahnebene nahe zusammenfallen. Dies hat sehr eigenthümliche Jahreszeiten und unter anderen das zur Folge, daß den Uranusbewohnern die Sonne im Westen aufgeht und im Osten untergeht.

Für die beiden inneren nächststehenden Monde ist es am besten, noch weitere Beobachtungen abzuwarten, bevor man die Bahnelemente bestimmt.

Jenseit des Uranus vermuthete schon Bouvard aus der von ihm wahrgenommenen Incongruenz der beobachteten Uranusörter einen Planeten, dessen Existenz in den folgenden Jahrzehenden immer wahrscheinlicher ward, denn je genauer die Uranusbeobachtungen erhalten wurden, desto weniger zeigten sie sich, ohne die Annahme eines solchen Planeten, unter einander vereinbar. Aber erst Leverrier gelang es durch höchst scharfsinnige und verwickelte Combinationen, annähernde Elemente seiner Bahn zu errechnen und den Ort am Himmel zu bezeichnen, wo er nach seiner Angabe von Galle in Berlin wirklich gefunden ward.

Am 23. September 1846 erhielt der genannte Astronom Leverrier's briefliche Aufforderung, und fand an demselben Abend den „Neptun“ in der bezeichneten Gegend. Die den Meisten als zu gewagt erscheinenden Schlussfolgerungen Leverrier's hatten sich glänzend gerechtfertigt, und so ist Neptun der erste Planet, den eine consequent durchgeführte Theorie entdeckt hat. Da auch Neptun, wie Uranus, in früheren Beobachtungen (zwei Saland'schen von 1792) als vermeintlicher Fixstern vorkommt, so hat seine Bahn bald nach der Entdeckung bestimmt werden können, was sonst bei 165 Jahren Umlaufszeit weit längere Zeit erfordert hätte; in zwei Jahrzehenden von jetzt ab werden die Beobachtungen schon die halbe Bahn umfassen und vielleicht noch vor Ablauf des Jahrhunderts die Theorie einen zweiten ähnlichen Triumph erlangen.

Planet  
Neptun.

Die Umlaufszeit ist 60125 Tage 20 Stunden ( $164\frac{5}{8}$  Jahre); die Entfernung 30,0359 oder 614 Millionen Meilen; die Excentricität 0,008719 (nächst Venus die geringste bei Planeten vorkommende); sie kann diesen mittleren Abstand um  $5\frac{1}{4}$  Millionen Meilen vermehren oder vermindern. Auch die Neigung ist klein ( $1^{\circ} 47'$ ). So viel sich bis jetzt beurtheilen läßt, kommt er dem Uranus an Größe etwa gleich, übertrifft ihn aber an Masse und Dichtigkeit. Das Sonnenlicht ist auf ihm 902mal schwächer als bei uns (doch immer noch erheblich heller als unser Vollmondschein) und die Sonnenscheibe ist so klein, daß wohl nur ein scharfes Menschenauge ohne Bewaffnung sie noch als Scheibe erkennen würde.

Man hat einen Trabanten um ihn bemerkt, dessen Umlaufszeit 5 Tage 21 Stunden, und dessen Abstand etwa dem unseres Mondes gleich ist. Mehrere mit Sicherheit zu erkennen ist noch nicht gelungen. Erscheint gleich dieser Trabant als ein so feiner Lichtpunkt, daß nur zwei oder drei Astronomen bis jetzt ihn gesehen haben, so ist doch dadurch die Aussicht eröffnet, daß Hauptplaneten auch wohl in noch größerer Entfernung sichtbar sein können, und da die Entfernung Neptuns erst den 7000ten Theil von der des nächsten Fixsterns beträgt, und ein mit Sicherheit bekannter Komet in seiner Sonnenferne 14mal weiter als Neptun absteht, so ist auch kein Grund vorhanden, sich mit ihm das System als abgeschlossen zu denken. Selbst in einer hundertfach größeren Entfernung als der des Neptun würden die Störungen des nächsten Fixsternes ( $\alpha$  Centauri) wenig zu bedeuten haben.

Neptun's  
Mond.

Alle anderen specielleren Annahmen und Vermuthungen über supponirte transneptunische Planeten sind werthlos; und eben so müßig sind die Speculationen über die noch nicht entdeckten Monde der größeren Planeten. Die einstweilen stattfindende Zahlensymmetrie der Mondenanzahl (1, 4, 8, 4, 1) hat nur als Beßitel des Gedächtnisses einen vorübergehenden Werth.

	Mittlere Entfernung	Umlaufzeit in Tagen		Excentricität.	Länge des Perihels. (1850.)	Neigung.	Aufsteigender Knoten. (1850.)	
		wahre.	synod.					
☿	Mercur . . .	0,38709	87,969	115,88	0,205616	75 1 57,0	7 0 6,2	46 39 0,3
♀	Venus . . .	0,72333	224,701	583,92	0,006862	124 24 57,6	3 23 28,8	75 20 32,4
♁	Erde . . .	1,00000	365,256	—	0,016792	100 12 20,4	—	—
♂	Mars . . .	1,52369	686,980	779,98	0,093217	333 4 42,2	1 51 6,3	48 41 29,7
♃	Jovis . . .	2,20139	1192,99	526,41	0,15670	32 56 8,8	5 53 8,0	110 19 29,1
♄	Ariadne . . .	2,20384	1194,83	526,08	0,16757	277 8 3,1	3 27 47,6	264 23 21,0
♅	Harmonia . . .	2,26584	1245,76	516,76	0,04608	1 56 24,4	4 15 48,4	93 26 36,4
♆	Melpomene . . .	2,29587	1270,61	512,60	0,21722	15 11 10,6	10 9 4,8	149 57 47,3
♇	Victoria . . .	2,33281	1302,73	507,57	0,21892	301 38 34,4	8 23 19,4	235 33 51,4
♈	Euterpe . . .	2,34646	1312,83	506,05	0,17296	87 22 37,9	1 35 31,5	93 37 5,7
♉	Vesta . . .	2,36074	1324,84	504,27	0,09012	250 12 40,1	7 8 17,4	103 17 40,9
♊	Urania . . .	2,36420	1327,75	503,86	0,12717	31 16 4,1	2 5 56,9	308 6 25,7
♋	Nemauſa . . .	2,37791	1339,34	502,22	0,06285	190 5 49,8	10 14 39,4	175 30 53,7
♌	Metis . . .	2,38573	1345,93	501,29	0,12322	71 56 48,8	5 36 0,6	68 24 24,6
♍	Iris . . .	2,38614	1346,28	501,25	0,23083	41 22 5,7	5 28 1,4	259 39 6,5
♎	Daphne . . .	2,40032	1358,30	499,58	0,20249	230 16 7,3	15 48 23,0	180 0 28,3
♏	Phocæa . . .	2,40232	1359,99	499,33	0,25335	302 47 9,7	21 34 53,6	213 56 44,4
♐	Raffalia . . .	2,40938	1366,00	496,19	0,14370	98 21 40,3	0 41 7,3	206 34 30,3
♑	Hebe . . .	2,42606	1380,23	496,70	0,20140	15 0 50,1	14 46 24,1	138 28 30,0
♒	Psyche . . .	2,43038	1383,92	496,22	0,14662	111 39 54,1	3 41 56,6	130 48 15,3
♓	Psyche . . .	2,43389	1386,89	495,83	0,22264	317 52 21,9	8 34 39,6	84 22 23,2
♈	Eutetia . . .	2,43521	1388,02	495,68	0,16208	327 0 43,5	3 5 10,9	80 24 50,3
♉	Fortuna . . .	2,44137	1393,29	495,02	0,15792	30 16 0,6	1 32 23,8	211 22 39,1
♊	Parthenope . . .	2,45259	1402,93	493,82	0,09889	316 3 0,5	4 36 57,9	124 56 34,5
♋	Heſtia . . .	2,45689	1406,59	493,36	0,12261	344 50 24,9	2 17 46,8	181 30 29,9
♌	Thetis . . .	2,47371	1421,07	491,61	0,12686	259 17 36,8	5 35 40,7	125 21 58,9
♍	Amphitrite . . .	2,55425	1491,67	483,34	0,07261	56 22 11,1	6 7 52,3	356 19 39,8
♎	Cyberia . . .	2,57555	1509,72	481,81	0,08775	119 23 57,6	16 32 24,2	43 12 7,2
♏	Aſtræa . . .	2,57650	1510,55	481,74	0,18999	134 35 35,7	5 19 35,2	141 24 48,5
♐	Pomona . . .	2,58645	1519,32	480,85	0,08236	194 22 53,6	5 29 4,6	220 44 19,1
♑	Irene . . .	2,58937	1521,88	480,59	0,16523	179 21 45,8	9 7 7,4	86 33 28,4
♒	Calypſo . . .	2,61018	1540,30	478,79	0,21263	91 25 47,4	5 7 36,7	144 8 34,1
♓	Thalia . . .	2,62497	1553,38	477,54	0,23510	123 8 4,6	10 13 51,2	67 52 34,1
♈	Fides . . .	2,64192	1568,44	476,13	0,17480	66 0 34,3	3 7 19,3	8 5 22,0
♉	Eunomia . . .	2,64295	1569,36	476,02	0,18801	27 43 52,8	11 44 5,2	293 52 21,1
♊	Virginia . . .	2,65100	1576,56	475,40	0,28715	10 23 29,1	2 47 45,7	173 23 52,9
♋	Proſerpina . . .	2,65608	1581,07	474,98	0,08752	235 11 33,9	3 35 40,1	45 47 16,7
♌	Juno . . .	2,67038	1593,86	473,82	0,25557	53 57 51,1	12 2 58,1	170 52 6,5
♍	Circæ . . .	2,68830	1609,03	472,52	0,10825	149 54 11,7	5 26 33,2	184 42 47,4
♎	Leda . . .	2,73968	1656,31	468,59	0,15558	100 35 27,0	6 58 31,9	296 22 45,9
♏	Eugenia . . .	2,74283	1659,19	468,36	0,08489	234 58 42,7	6 35 59,1	147 45 46,0
♐	Atalante . . .	2,74871	1664,50	467,91	0,29790	42 17 23,6	18 42 9,5	359 3 47,0
♑	Pales . . .	2,76268	1677,11	466,95	0,08794	320 43 46,1	3 23 17,7	295 22 6,9
♒	Ceres . . .	2,76552	1679,80	466,73	0,08056	149 21 52,4	10 36 33,0	80 41 39,1
♓	Pallas . . .	2,76910	1682,28	466,54	0,23984	122 6 23,5	34 43 3,2	172 30 5,7
♈	Lätitia . . .	2,77105	1684,84	466,36	0,11082	2 2 10,0	10 21 0,4	157 14 37,4
♉	Bellona . . .	2,77518	1688,55	466,11	0,15480	122 19 19,0	9 22 30,8	144 39 36,1
♊	Polyhymnia . . .	2,86461	1770,88	460,14	0,33768	340 37 45,7	1 56 47,9	9 10 20,3
♋	Aglaia . . .	2,87562	1781,13	459,48	0,13138	312 2 41,9	5 0 26,6	4 21 57,6
♌	Calliope . . .	2,90950	1812,66	458,07	0,10196	56 25 50,7	13 45 28,4	66 27 59,5
♍	Psyche . . .	2,92632	1828,41	456,43	0,13575	12 27 28,8	3 4 0,5	150 28 56,3
♎	Leucothea . . .	2,98497	1883,68	453,12	0,22251	198 29 50,8	8 12 3,7	356 2 24,1
♏	Hygiea . . .	3,14949	2041,40	444,85	0,10056	227 46 33,5	3 47 9,3	287 37 8,9
♐	Themis . . .	3,14995	2041,95	444,82	0,11750	137 48 31,4	0 49 1,8	36 4 52,0
♑	Euphroſyne . . .	3,15816	2048,00	444,53	0,21601	93 46 56,5	26 25 12,4	31 21 12,9
♒	Doris . . .	3,29697	2186,57	438,68	0,19662	61 6 32,9	6 8 55,0	186 21 55,9
♓	Jupiter . . .	5,20277	4332,583	398,90	0,048162	11 49 29,4	1 18 51,7	99 7 36,1
♈	Saturn . . .	9,53885	10759,220	378,10	0,056050	89 50 11,1	2 29 36,2	112 47 58,0
♉	Uranus . . .	19,18239	30686,821	369,67	0,046611	168 12 15,0	0 46 20,8	73 41 12,4
♊	Neptun . . .	30,03629	60126,712	367,49	0,008720	47 14 37,0	1 46 59,2	130 6 52,5

## Bemerkungen zu nebenstehender Tafel.

Die Zahlen-Angaben für Daphne  $\textcircled{d}$  und einige der später entdeckten, durch spätere Nummern bezeichneten Planeten, sind noch etwas unsicher. Für drei der neuesten Planeten fand diese Unsicherheit in erhöhtem Maße statt, so daß sie in die Tafel nicht eingefügt wurden und folgende darauf bezügliche Zahlen-Angaben nur als provisorische zu betrachten sind.

	Mittlere Entfernung.	Umlaufszeit in Tagen		Excentricität	Länge des Perihels (1850).	Neigung.	Aufsteigender Knoten (1850).
		wahre.	synodische				
$\textcircled{d}$ Alexandra . .	2,724	1642	470	0,188	306 <sup>o</sup> 12'	11 <sup>o</sup> 31'	313 <sup>o</sup> 15'
$\textcircled{e}$ *)	2,769	1683	466	0,139	10 <sup>o</sup> 2'	7 <sup>o</sup> 21'	10 <sup>o</sup> 48'
$\textcircled{g}$ Europa . . . .	3,098	1992	447	0,102	102 <sup>o</sup> 4'	7 <sup>o</sup> 24'	129 <sup>o</sup> 49'

Die allgemeine Ordnung, in welcher die Planeten auf einander folgen, ist die des Abstandes von der Sonne. Da indeß bei den kleinen Planeten (Flora bis Doris) auch die Zeitfolge der Entdeckung von Wichtigkeit ist, so habe ich diese durch eingeklammerte und dem Namen der Planeten vorgesezte Zahlen bezeichnet. Die 8 größeren haben die herkömmlichen Zeichen erhalten; für die kleineren hatte man, als ihre Zahl noch beschränkter war, gleichfalls Zeichen eingeführt, sie aber später auf Ende's Vorschlag nur in der Weise unserer Tafel beziffert.

Die Einheit für die mittlere Entfernung ist die unserer Erde von der Sonne.

Die Umlaufszeit, sowohl die wahre als synodische, ist in Sonnentagen, deren 365,25 auf das Erdjahr gehen, angegeben.

Für die Excentricität bildet die mittlere Entfernung des betreffenden Planeten die Einheit. Wollte man die Excentricität auf den Halbmesser der Erdbahn bringen, so müßte man sie mit der mittleren Entfernung multipliciren und man erhält z. B. für Neptun 0,26191.

Die Längen des Perihels und des aufsteigenden Knotens sind vom Frühlingsnachtgleichenpunkte zu Anfang des Jahres 1850 an gezählt; die Neigung ist die gegen die Ekliptik.

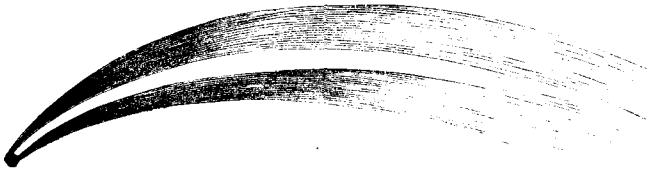
In der hier gewählten Bedeutung können die numerischen Werthe weit genauer verbürgt werden als bei irgend einer anderen Weise, wie wenn man z. B. die mittlere Entfernung in Meilen, die Umlaufszeit in Tagen des betreffenden Planeten angeben, oder auch Neigung und Knoten auf den Sonnenäquator beziehen wollte. Denn alsdann würden allen diesen Beziehungen eine hinreichend genau bestimmte Grundlage ermangeln, und überdies wird in der Astronomie (mit wenigen Ausnahmen) nur von dem hier Aufgeführten Gebrauch gemacht.

Die Massen, Rotationszeiten, Abplattung, Volumen, Dichtigkeit, Fallhöhe und Aehnliches, auch in diese Tafel aufzunehmen, hielt ich nicht für angemessen, da in den betreffenden Rubriken die 55 kleineren Planeten gänzlich und selbst die 8 größeren noch theilweise ausgefallen wären. Alles dies ist, soweit es überhaupt geschehen kann, bei den einzelnen Planeten angegeben.

## Die Kometen.

Mit diesem Namen bezeichnete man schon seit den ältesten Zeiten eine eigenthümliche Klasse von Weltkörpern, die sich meistens schon auf den ersten Blick von den Planeten wie von den Fixsternen unterscheiden, bei näherer Untersuchung aber noch größere und wesentlichere Unterschiede zeigen. Sie erscheinen (mit wenigen erst seit einem Jahrhundert vorgekommenen Ausnahmen) unerwartet und oft sehr plötzlich, haben keine bestimmte Begrenzung, sondern bestehen meist aus einer helleren Mitte (dem Kern oder Kopf), einer nebligen verwaschenen Umhüllung und einem oft sehr langen Schweife (Fig. 280). Letzterer fehlt bisweilen, doch meist nur bei solchen, die man nicht mit bloßem Auge sieht, überhaupt aber sind sie sehr bedeutenden

\*) Entdeckt zu Albany 1858, September 10.



Veränderungen und Umgestaltungen unterworfen, die sich zwar zum Theil optisch (durch die veränderliche Stellung und Entfernung gegen Erde und Sonne) erklären lassen, zu einem großen Theile aber auf Vorgänge im Inneren des Kometen bezogen werden müssen.

Ihre Anzahl ist sehr beträchtlich; mit Bestimmtheit gesehen hat man gegen 600, da man aber erst seit dem 17. Jahrhundert Fernröhre zu ihrer Auffuchung anwenden kann, so müssen sich viele Tausende seit dem Beginn unserer Geschichte eingefunden haben, aber meist ungeesehen geblieben sein. Denn in den letzten Jahrzehenden kommen Jahrgänge vor, die mit 6 bis 8 Kometen bezeichnet sind. Jedenfalls ist ihre Anzahl weit größer als die der Planeten, auch wenn letztere noch bedeutend steigen sollte.

Noch nie haben wir einen Kometen in größerer Entfernung als 90 Mill. Meilen gesehen, obgleich es gewiß ist, daß sich einzelne auf Tausende von Millionen Meilen entfernen. Wie viele also mögen, da sie uns nicht nahe genug kommen, auch dem kräftigsten Fernrohr für immer verborgen bleiben!

Sie bewegen sich nicht in Kreisen, auch nicht in kreisähnlichen Ellipsen, sondern in sehr langgestreckten, vielleicht in einigen Fällen ganz in's Unendliche sich verlaufenden Bahnen (Parabeln oder Hyperbeln). Nur etwa bei 180 Kometen hat sich der Bahntheil, den sie in der Nähe von Sonne und Erde beschreiben, nach seinen Elementen mit größerer oder geringerer Schärfe bestimmen lassen; nur bei etwa 30 hat die Umlaufszeit, im Allgemeinen wenigstens, ermittelt werden können, und nur 8 der so berechneten sind bis jetzt mit Gewißheit sichtbar wiedergekehrt.

Die berechneten Umlaufzeiten variiren zwischen  $3\frac{1}{3}$  Jahr und 102500 Jahren; wie groß nun auch immer die Ungewißheit bei so enormen Zeiträumen sein möge, so erhalten wir doch auf diese Weise einen Begriff von den hier vorkommenden Unterschieden. Indes auch die längste Umlaufszeit gehört wenigstens einer geschlossenen Bahn an, wogegen es möglich ist, daß manche Kometen auch nur einmal an der Sonne vorübergehen, und sich sodann in die fernen Fixsternräume verlieren.

Die bereits erwähnte große Veränderlichkeit der Kometen, und der Umstand, daß sie überhaupt nichts Solides bilden, sondern höchst dünn (mehrere tausendmal dünner als unsere atmosphärische Luft) sein müssen, hat auch Veranlassung zu der Meinung gegeben, daß sie wohl überhaupt keine bleibende Weltkörper, sondern gleichsam zufällig entstehende und wieder vergehende (sich auflösende) sein mögen. Indes dürfte es schwer sein, hierüber in's Reine zu kommen. Unter den 8 erwähnten zurückgekehrten ist einer (der Halley'sche), dessen Dasein sich auf zwei Jahrtausende rückwärts nachweisen läßt; daß nicht noch mehr Beispiele dieser Art sich bis jetzt vorfinden, hat wohl nur in der großen Dürftigkeit und Ungenauigkeit der älteren Berichte, mit denen sich meist gar nichts anfangen läßt, seinen Grund.

Die stärkste Veränderung, die uns bisher ein Komet gezeigt hat, ist die zu Anfang Januar 1846 erfolgte Theilung des Biela'schen Kometen in zwei gesonderte Weltkörper. Dieser merkwürdige Vorgang wurde von den Astronomen aufmerksam verfolgt und es zeigte sich, daß die beiden Theile gleich Anfangs jeder als vollständiger Komet (mit Kopf, Nebelhülle und Schweif) sich darstellten, an Helligkeit anfangs alternirten, bis endlich nach 6 bis 8 Wochen der vorangehende entschieden der schwächere war. Sie entfernten sich immer weiter von einander, und bei der Rückkehr im Herbst 1852 (die Umlaufszeit ist  $6\frac{3}{5}$  Jahr) standen sie schon beträchtlich weiter von einander ab. Man darf also erwarten, beide Kometen auch in Zukunft zu gewahren, und die strenge Untersuchung der beiden Bahnen, verglichen mit der früheren des noch einfachen Kometen, könnte möglicherweise einigen Aufschluß über die Kraft, welche die Theilung bewirkte, gewähren.

Man hat auch bei den Kometen einige charakteristische Gruppen herausgehoben, die unter sich eine größere Aehnlichkeit zeigen, als mit dem Heere der übrigen Kometen. Zuvor sei bemerkt, daß die Kometen in ihrer Gesamtheit Bahnen beschreiben, die sich nicht, wie die der Planeten, um eine bestimmte Ebene herum mit mäßigen Neigungen gruppieren, ja nicht einmal im Allgemeinen nach derselben Seite sich richten. Wir haben fast gleichviel rechtläufige und rückläufige Kometen, und da auch die Excentricitäten gar kein erkennbares Maß halten (der Komet von 1680 hat in seiner Sonnenferne einen 68000mal größeren Abstand, als in der Sonnennähe), so scheint es in der That, als ob alle Regionen des die Sonne umgebenden Weltraums gleich häufig von Kometen in den aller verschiedensten Richtungen durchschnitten werden.

Nun finden sich zwei Gruppen von Kometen, in denen die einzelnen Körper sämtlich rechtläufig sind. Die erstere besteht aus 9 Kometen, deren innerster (Encke's) nur  $3\frac{1}{3}$  Jahr, der äußerste dagegen  $7\frac{1}{2}$  Jahr zu seinem Umlauf um die Sonne gebraucht. Die Neigung ist bei keinem derselben stärker als 44 Grad. Sie bilden ein Analogon der kleinen Planeten, und durchstreifen denselben Raum, nur daß sie ihn nach beiden Seiten hin nicht unerheblich überschreiten. Sie sind sämtlich nur teleskopisch, nur etwa Encke's Komet ist in günstiger Stellung zuweilen von scharfen Augen auch ohne Bewaffnung gesehen worden. Auch zeigen sie meistens kurze Schweife, und die Richtung derselben ist nicht immer genau der Sonne entgegengesetzt. Sechs von ihnen sind wiederholt gesehen worden, z. B. der Encke'sche 16mal, der Biela'sche 6mal, der Faye'sche 3mal. Vor 1772 ist keiner von ihnen gesehen; vor 1819 keiner nach seiner Periodicität bekannt gewesen. Eine zweite Gruppe hält 5, oder wenn man den retrograd bewegten Halley'schen mitzählen will, 6 Kometen. Sie sind größer als die vorhergehenden, und in der Erdnähe mit bloßen Augen gut, einige von ihnen selbst glänzend sichtbar. Die Umlaufzeiten variiren zwischen 69 und 76 Jahren. Bezüglich der übrigen Elemente weichen sie stärker von einander ab als die der inneren Gruppe, und in Betracht der starken Neigungen (bis über  $70^\circ$ ) erscheint es nicht inconsequent, den Halley'schen Kometen hier mitzunehmen.

Von Kometen, deren Umlaufzeiten zwischen diese beiden Gruppen fallen, ist nur einer von  $13\frac{1}{2}$  jähriger Umlaufszeit 1790 und 1858 beobachtet, also mit Sicherheit bekannt; einige andere zwischen 10 und 15 Jahr fallende, so wie eine von 34 Jahren, beruhen auf zu wenigen Beobachtungen, um

Kometen. verbürgt werden zu können. Alle noch mit einiger Zuverlässigkeit berechnete und nicht in die erwähnten Gruppen fallende Kometen haben Umlaufzeiten von mehreren Jahrhunderten und Jahrtausenden. So hat der von Bessel berechnete Komet von 1807, der zu Castro Giovanni in Sicilien von dem Mönch Parisi entdeckt ward und lange Zeit in ganz Europa glänzte, eine Umlaufzeit von 1715 Jahren. Hierzu kommen noch: der Komet von 1811, dessen Beobachtungen 513 Tage umfassen (das einzige Beispiele einer so langen Sichtbarkeit), nach Argelander's Rechnung mit einer Umlaufzeit von 2880 Jahren; der große Komet von 1680, für den Encke, freilich aus wenigen Beobachtungen, 8800 Jahre fand; endlich der Komet von 1844, wo sich aus 9monatlichen sehr guten Beobachtungen (nach Plantamour) eine Umlaufzeit von 102500 Jahren findet.

Rechnungen der letzteren Art sind nur dann mit einiger Aussicht auf ein brauchbares Resultat zu führen, wenn die Beobachtungen einerseits genau und zuverlässig, andererseits die Zeit, welche sie umfassen, nicht zu kurz bemessen ist. Das schöne Resultat Argelander's über den 1811er Kometen hätte so nicht erhalten werden können, wenn es nicht dem scharfen Auge des kürzlich in hohem Alter verstorbenen Wisniewsky zu Neu-Ischerkask gelungen wäre, den schon im Anfang des Jahres 1812 in den Sonnenstrahlen unsichtbar gewordenen Kometen im Juli 1812 wiederzufinden und bis zum 12. August zu beobachten.

Die von der früheren Beobachtungsweise freilich wohl unzertrennliche Ungenauigkeit ist besonders zu beklagen rücksichtlich der großen Kometen von 1264 und 1556. Die Identität ist nicht unmöglich; wir würden Gewißheit haben bei besseren Beobachtungen. Aber auch abgesehen von diesem Zweifel, reichen die Data selbst bei der großen Mühe, die sich Pomme in Middelburg gegeben, nicht aus, um unter Annahme der Identität beider Kometen, das nächste Perihel anders als mit einer Ungewißheit von zwei Jahren zu bestimmen. Einige erwarten ihn nach Pomme zwischen 1856 und 1860; doch ist es nicht gewiß, ob er im Falle der Identität in eine für die Sichtbarkeit von der Erde aus günstige Stellung gelangen wird. Andere, wie Dr. Martin Hoef in Leiden, bezweifeln die Identität. Der große Donati'sche Komet von 1858 ist wegen Verschiedenheit der Bahnelemente ein davon durchaus verschiedener Komet.

Es ist bereits oben erwähnt worden, daß die Kometen Körper von außerordentlich geringer Dichtigkeit sind. Man kann durch sie hin alle anderen Sterne sehen, selbst wenn sie grade hinter dem Kopfe des Kometen stehen. Ja nach einigen Beobachtungen scheint es, daß sie den Glanz der Sterne, deren Lichtstrahl durch sie hinstreicht, für uns noch erhöhen, also wie ein Collectivglas wirken. Auch wird der hindurchgehende Lichtstrahl nicht gebrochen, welches alles darauf deutet, daß sie weder gasförmig noch tropfbarflüssig sein können. Wir sind über ihre innere Beschaffenheit also gänzlich im Unklaren und finden unter den Körpern der Erde keinen, den wir mit ihnen vergleichen könnten.

Man hat sehr viel von dem möglichen Zusammenstoß eines Kometen mit der Erde gesprochen, und schauerliche Bilder über die Wirkungen eines solchen Ereignisses haben von Zeit zu Zeit die Welt geängstigt. Vielleicht gereicht es zu einigem Troste, zu vernehmen, daß unsere Erde wahrscheinlich schon mehr als einmal (zuletzt am 26. Juni 1819) mit einem Kometenschweife zusammengetroffen ist oder vielmehr einige Stunden lang von ihm umhüllt war, und daß nicht das mindeste Außergewöhnliche sich ereignete.

Die ganze Sache kam erst nachträglich, durch die Berechnungen der Bahn dieses am 1. Juli 1819 entdeckten Kometen, zur allgemeinen Kunde. Man sollte überhaupt den Ausdruck Zusammenstoß von einem solchen Ereignisse besser gar nicht gebrauchen, da er nur beim Aufeinanderrücken zweier festen Körper seine Gültigkeit hat. Wahrscheinlich besteht der Komet aus höchst feinen gleichsam staubartig verbreiteten Theilen, die nicht mit eigenem, sondern mit zurückgestrahltem Sonnenlichte leuchten, und die wir, ungeachtet des ungeheuren Raumes, durch den sie vertheilt sind, nicht mehr wahrnehmen, wenn sie in sonnenfernen Regionen stehen; denn noch kein Komet ist in weiterer Entfernung als 90 Millionen Meilen wahrgenommen worden\*), während wir die ohne allen Vergleich kleineren Planeten und selbst ihre Monde bis zu 600 Mill. Entfernung wahrnehmen.

Wiel näher liegt der Gedanke, daß nicht der Planet, sondern umgekehrt der Komet durch ein solches Zusammentreffen eine wesentliche Umgestaltung, wenn nicht gar gänzliche Zerstörung, erfahren könne, da seine Widerstandskraft so ziemlich gleich Null sein muß. Es bedarf sogar der Berührung nicht, schon eine außergewöhnliche Nähe eines Planeten, insbesondere der massenhafteren, kann seine Bahn gänzlich umgestalten, während noch nie ein Komet vermocht hat, unsere Erde oder irgend einen anderen Planeten auch nur die geringste Einwirkung auf seine Bahn fühlen zu lassen. (Ausführlicheres über diese interessanten Fragen findet sich in meiner deutschen Bearbeitung von Russell Hinds Beschreibung der Kometen pag. 204 — 212 des Anhanges.)

Es mögen nun noch über einzelne besonders denkwürdige Kometen einige Notizen folgen:

Um 1200 v. Chr. Nach Hyginus und Ovid verließ eine der Plejaden, aus Kummer über den Untergang Troja's, die Gesellschaft ihrer Schwestern und wandte sich dem nördlichen Polarkreis zu, wo sie mit aufgelösten Haaren trauernd gesehen ward. — Die Fabel ist leicht zu deuten: ein Komet bewegte sich von den Plejaden zum Polarkreise, und entfaltete hier seinen Schweif.

371 v. Chr. Der erste Komet, über dessen Bahn sich etwas angeben läßt. Nach Aristoteles' Angaben erstreckte sich sein Schweif über den dritten Theil des Himmels. — Er muß im Winter des genannten Jahres durch seine Sonnennähe gegangen, und sowohl der Sonne als der Erde sehr nahe gekommen sein.

134 v. Chr. Nach Justin stand er 70 Tage am Himmel und war so glänzend, daß man ihn mit der Sonne (?) verglich. Bei der großen Länge seines Schweifes brauchte er 4 Stunden, um vollständig aufzugehen.

178 n. Chr. Ein großer in China gesehener Komet, mit röthlichem Kern und langem glänzendem Schweif.

389. Ein Komet, der an Glanz der Venus nahe kam. Mit seinem Schweife, der gerade aufwärts gerichtet war, glich er einer brennenden Ampel.

891. Ein sehr großer und glänzender Komet, dessen Schweif nach chinesischen Berichten gegen 100<sup>0</sup> lang war.

1066. Er erschien in der Osterwoche und muß einige Tage hindurch der Erde sehr nahe gestanden haben, daher sein ungemeiner Glanz.

1106 ward ein Komet am hellen Tage gesehen.

\*) Die meisten verschwinden unseren Fernröhren schon, wenn sie 30 bis 40 Mill. Meilen entfernt sind.

Kometen.

1402 im Frühling. Noch heller als der vorige, denn selbst am hohen Mittage konnte man ihn dicht neben der Sonne sehen. Der Schweif muß sehr lang gewesen sein. — Diese Umstände haben Aehnlichkeit mit denen des Kometen von 1843.

1472 erregte ein Komet allgemeinen Schrecken durch seinen ungeheueren Schweif. Regiomontanus hat ihn beobachtet und man hat danach seine Bahn berechnen können. Als er (21. Januar) der Erde am nächsten stand (nur 13mal weiter als der Mond) konnte er am hellen Tage gesehen werden.

1532 sah man ebenfalls in Mailand und an anderen Orten einen Kometen am hellen Tage.

1533. Fast  $\frac{3}{4}$  Jahr lang deutlich sichtbar. Am 21. Juli stand er im Perseus so, daß sein Schweif das Schwert vorstellen konnte, welches Perseus auf den Himmelstirnen in der rechten Hand hält.

1577. Ein bläulicher Komet. Er ist der erste von Tycho beobachtete, und sein unwiderleglicher Beweis, daß er weit jenseit des Mondes stehen müsse, machte den alten Fabeleien, welche die Kometen in unsere Luft versetzten, ein Ende.

1618. Sehr groß und glänzend, und wohl der erste Komet, auf dessen Erscheinung eine Medaille geprägt ward.

1680 erschien ein großer Komet mit einem gegen 90 Grad langen, am Ende gekrümmten Schweife. Im Fernrohr gleich sein Ansehen einer glühenden Kohle. Er kam der Sonne so nahe, daß er fast die Oberfläche derselben streifte. Nach Encke's Rechnungen ist die wahrscheinlichste Umlaufszeit 8800 Jahre, und obgleich diese Zahl selbst um einige Jahrtausende ungewiß ist, so kann doch in keinem Falle 575 Jahr angenommen werden, wie Whiston vermuthete.

In Veranlassung dieses Kometen schrieb Samuel Dörffel, Prediger zu Blauen, eine Abhandlung, in der er zuerst die wahre Gestalt der Bahn sowohl dieses als der anderen Kometen hindeutete. Noch kurz vorher hatte Hevel eine überaus wunderliche Vorstellung von diesen Bahnen gegeben.

Halley's  
Komet.

1682. Erscheinung des Kometen, in welchem Halley zuerst einen periodischen erkannte und sein Wiedererscheinen auf 1759 vorher sagte. Er ist sowohl damals als auch 1835 der Voraussage gemäß wiedergekehrt, und man hat jetzt seine Erscheinungen rückwärts bis zu 11 J. v. Chr. verfolgt, wodurch also dargethan ist, daß er schon mindestens seit 2 Jahrtausenden existirt. Die nächste, noch nicht streng berechnete Wiederkehr ist 1911 im Spätjahre zu erwarten: die mittlere Umlaufszeit ergiebt sich aus allen Erscheinungen im Mittel zu 76 Jahren 11 Monaten. Die kürzeste kam vor zwischen 1607 und 1682 (74 J.  $10\frac{1}{2}$  M.), die längste zwischen 451 und 530 (79 Jahr 4 Monat). Diese Unterschiede rühren von den planetarischen Störungen her und machen die Vorausberechnungen sehr schwierig und zeitraubend; eine Bemerkung, die mehr oder weniger von allen periodischen Kometen gilt.

1689 sah man in Europa den langen, glänzenden Schweif eines Kometen, der unter dem Horizont verborgen blieb. In Indien und anderen tropischen Gegenden sah man ihn vollständig. — Noch tiefer gegen den Südpol zeigte sich 1695 ein Komet, von dem selbst in Calcutta und Macao nur ein 40 Grad langes Stück des Schweifes gesehen ward. In Brasilien sah man ihn vollständig.

1729 ward ein Komet gesehen, der zwar nur teleskopisch und zwar Kometen. äußerst schwach erschien, in der Wirklichkeit aber wohl der größte unter allen war, die der Erde zu Gesicht gekommen sind. Sarabat in Nismes entdeckte ihn, und Cassini hat ihn 44mal beobachtet. Er blieb in seiner Sonnennähe noch 83 Mill. Meilen von ihr entfernt, und als Cassini ihn am 21. Januar 1730 zum letztenmale erblickte, war sein Abstand von der Erde 90 Mill. Bis in solche Fernen ist nie ein Komet, selbst nicht mit den mächtigsten Hülfsmitteln, verfolgt worden.

1744. Der glänzendste Komet des 18. Jahrhunderts. Er erschien zu Anfang des Jahres am Westhimmel. Am 11. Februar zeigte sich sein Kopf gleichsam in zwei Theile durch eine dunkle Linie getheilt, was später wieder verschwand. Am 15. hatte sich der Schweif in zwei Aeste von sehr ungleicher Länge getheilt. Später sah man den Schweif gekrümmt. Nach Heinsius' Zeichnung gewährte er einen ähnlichen Anblick wie der Halley'sche 1835, an dem Bessel und andere Beobachter flammenartige Ausströmungen bemerkten, die sich fast wie ein Fächer darstellten. Scharfe Augen konnten ihn auch ohne Bewaffnung am Tage erblicken, als er am 1. März in der Sonnennähe stand.

1769. Ein durch die große Länge seines Schweifes (bis gegen 100 Grad) ausgezeichneter Komet, für welchen Bessel findet, daß die Umlaufszeit zwischen 1692 und 2673 Jahren falle; die wahrscheinlichste ist 2090 Jahre.

1770. Der berühmte Lexell'sche Komet. Er kam der Erde am 1. Juli so nahe, wie außer dem Monde noch kein bekannter Weltkörper der Erde gekommen ist. Er stand 312000 Meilen entfernt und erschien an diesem Abend in bedeutender Größe und lebhaftem Glanze, veränderte auch schnell seinen Ort am Himmel. Noch näher war er 1767 dem Jupiter gekommen und durch ihn in eine ganz andere Bahn gelenkt worden, was sich 1779 wiederholte. Nach den Berechnungen Burchardts und den noch gründlicheren Leverrier's läuft der Komet jetzt (nach 1779) in einer Bahn, die von der des Jahres 1770 total verschieden ist; und es ist nicht wahrscheinlich, daß er der Erde jemals wieder zu Gesicht komme. Die Umlaufszeit, welche sich aus der Erscheinung von 1770, ohne Rücksicht auf jene Ueberungen, berechnen läßt, ist  $5\frac{3}{5}$  Jahre. Sie wurde durch die Wirkung der Erde um 2 Tage verkürzt, wogegen der Komet das Erdjahr auch nicht um wenige Sekunden änderte, was am deutlichsten die Unwirksamkeit dieser Körper darthut. Ein Planet wie Venus hätte in einer solchen Stellung das Erdjahr um 3 — 4 Stunden verlängert. Lexell's  
Komet.

Von hier ab erschienen bis 1807 nur teleskopische Kometen: ein einziger, der von 1780, war einige wenige Abende (um den 9. Novbr. herum) dem bloßen Auge sichtbar. Die Zahl im Allgemeinen war nicht geringer: wir finden in den Tafeln 39 Kometen zwischen 1770 und 1807, wozu noch einige sogenannte verlorene Kometen (die nicht berechnet werden konnten) zu zählen sind. — Ganz besonders sind die beiden ersten Kometen von kurzer Umlaufszeit hier aufzuführen, die in dieser Zeit zuerst wahrgenommen, später jedoch als periodische erkannt wurden, nemlich der Encke'sche und der Biela'sche Komet.

Am 17. Januar 1786 fand Mechain zu Paris einen teleskopischen Kometen, den er aber nur am 19. noch sah, und durch anhaltende Bewölkung dann ganz verlor.

1795 fand Caroline Herschel einen Kometen am 7. November, der besser beobachtet werden konnte.

Kometen.

Eben so zeigte sich 1805 am 20. Oktober ein Komet im großen Bären, den Pons in Marseille entdeckte; und derselbe Beobachter fand am 26. Nov. 1818 einen Kometen, der bis zum 12. Jan. 1819 sichtbar blieb. Als Encke es unternahm, die Bahn des letzteren zu berechnen, fand sich das unerwartete Resultat, daß alle 4 Erscheinungen (1786, 1795, 1805 und 1818) demselben Kometen angehörten, der eine Umlaufszeit von  $3\frac{1}{4}$  Jahren habe. Von dieser Zeit an ist keine Erscheinung unbeachtet geblieben, obwohl es einigemal sehr schwierig war, den Kometen in der hellen Dämmerung aufzufinden. Er ist 1822, 25, 28, 32, 35, 38, 42, 45, 48, 52, 55, 58 gesehen worden und sein Lauf ist schon so genau bekannt, daß gegenwärtig die Vorausberechnungen die Stunde des Perihels richtig angeben und nur in den Minuten noch abweichen.

Encke's  
Komet.

Zugleich hat uns dieser Komet mit einer Kraft bekannt gemacht, zu der früher weder die Beobachtung, noch die theoretische Betrachtung geführt hatte. Encke fand 1822, daß die Rückkehr zur Sonnennähe bei jedem folgenden Umlauf etwas (ungefähr  $\frac{1}{10}$  Tag) früher erfolgte, als die Vorausberechnung ergab. Da alle Versuche, durch veränderte Annahmen über die Massen der störenden Planeten diesen Unterschied zu erklären, fehlschlagen, so nahm er an, daß der Weltraum nicht absolut leer, sondern von einem sehr dünnen Stoffe erfüllt sei, der durch seinen Widerstand den Kometen in eine engere Bahn lenkt. Obgleich nun die Bewegung, linear gemessen, durch eben diesen Widerstand verlangsamert wird, so wird dies dennoch durch den geringeren Bahnumfang mehr als aufgewogen, und er kommt früher zu seiner Sonnennähe. Seit dieses „widerstehende Mittel“ bei den Berechnungen mit in Anschlag kommt, wird eine höchst befriedigende Uebereinstimmung erzielt. Das Berliner Jahrbuch für 1861 bringt Näheres hierüber.

Man kann hier zwei Fragen aufwerfen.

Erstens: warum hat man noch bei keinem anderen Weltkörper die geringste Spur einer ähnlichen Wirkung wahrgenommen, während doch alle sich in demselben Weltraume bewegen?

Daß die millionenfach dichteren Planeten von einem solchen Widerstande so gut als nichts empfinden, darf allerdings nicht Wunder nehmen. Aber die Kometen sind doch allem Anschein nach nicht von so überaus verschiedener Dichtigkeit. Hätten wir mehrere, die so oft wiedergekehrt wären, und die gleichzeitig in jeder Wiederkehr so zahlreiche und genaue Beobachtungen aufzuweisen hätten, so ließe sich entscheiden, ob die gedachte Wirkung den Encke'schen Kometen allein, oder auch andere treffe. Beim Halley'schen Kometen können höchstens die beiden letzten Erscheinungen als gut beobachtete gelten: der Biela'sche (von dem sogleich die Rede sein wird) ist zwar in neuerer Zeit öfter, aber meist unter Umständen, die einer genauen Beobachtung wenig günstig waren, zurückgekehrt; der periodische Komet von Faye ist erst zweimal und die von Brorsen, d'Arrest, Winnecke und Tuttle sind erst einmal bei ihrer Rückkehr wieder beobachtet. Die Vorausberechnungen weichen bei den zuletzt genannten nicht um Stunden, sondern um Tage und Wochen ab: wie darf man unter solchen Umständen hoffen, jetzt schon an ihnen so subtile Fragen entscheiden zu können?

Zweitens. Wenn die Verengerung der Bahn und die Verkürzung der Umlaufszeit eine fortwährende ist, wird nicht der gedachte Komet und früher oder später auch die übrigen der Sonne sich immer mehr nähern und zuletzt in sie stürzen müssen?

Allerdings läßt sich gegenwärtig noch nicht die Unmöglichkeit eines solchen Ereignisses darthun. Daß es aber sehr unwahrscheinlich sei, wird sich aus folgender Betrachtung ergeben.

Die störenden Planeten liegen meistens (Jupiter und Saturn immer) außerhalb der Bahn des Encke'schen Kometen. Die von ihnen bewirkten Störungen werden also öfter den Kometen nach außen als nach innen abziehen. Sie sind jederzeit viel stärker als die Wirkung des widerstehenden Mittels, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Ueberschuß der nach außen wirkenden Störungen durchschnittlich grade hinreicht, dem widerstehenden Mittel das Gleichgewicht zu halten.

Den Beobachtungen zufolge war die Dauer der wirklichen Umläufe:

1786—1795 :	3mal	1203	T.	20	St.	24	Min.
1795—1805 :	3mal	1207	"	8	"	28	"
1805—1818 :	4mal	1203	"	14	"	32	"
1818—1822 :		1212	"	16	"	58	"
1822—1825 :		1211	"	7	"	27	"
1825—1828 :		1211	"	11	"	21	"
1828—1832 :		1211	"	5	"	31	"
1832—1835 :		1209	"	9	"	14	"
1835—1838 :		1210	"	5	"	38	"
1838—1842 :		1210	"	0	"	9	"
1842—1845 :		1215	"	14	"	36	"
1845—1848 :		1204	"	11	"	44	"
1848—1852 :		1204	"	16	"	12	"

Hier haben alle Wirkungen sich vereinigt, und Differenzen bis zu 12 Tagen erzeugt, allein eine bestimmte Zu- oder Abnahme findet sich aus diesen 66 Jahren (20 Umläufen) nicht heraus, nur Schwankungen um ein Mittel. Wenn wir einst dahin gelangt sein werden, für diesen Kometen alle Störungen in allgemeinen Gleichungen vollständig zu entwickeln, wird auch hier eine bestimmtere Auskunft gegeben werden können.

Wir gehen zu dem zweiten der erwähnten Himmelskörper über.

1772 am 8. März entdeckte Montaigne in Limoges einen Kometen im Cribanus, der jedoch nur unvollkommen bestimmt werden konnte.

1805 am 10. Nov. fand Pons einen teleskopischen Kometen und beobachtete ihn bis zum 9. Dec. Schon damals schien es Olbers und einigen anderen Astronomen, daß beide Erscheinungen zusammengehörten: andere, wie Gauß und Bessel, fanden die Aehnlichkeit nicht entscheidend genug und erklärten sich vor der Hand gegen die Identität. Als jedoch

1826 am 27. Febr. Biela zu Josephstadt einen teleskopischen Kometen fand, gelangte man zu einer Entscheidung: Biela zuerst, demnächst Clausen und Gambart berechneten die Elemente und fanden  $67/10$  Jahr Umlaufszeit, wonach der Komet 1778, 1785, 1792, 1799, 1813, 1819 ungesehen zu seinem Perihel gelangt sein mußte. Jetzt wagte Santini eine Vorausberechnung auf 1832, die bis auf 12 Stunden eintraf, was davon herührte, daß Santini die Störungen von Venus und Mars nicht mitgenommen hatte. 1839 zeigte schon die Vorausberechnung, daß er nicht sichtbar sein werde, dagegen ist er sowohl 1846 als 1852 der Bestimmung Santini's gemäß wiedergekehrt.

Im Jahre 1846 theilte sich dieser Komet, nachdem schon am 19. Dec. 1845 der Kopf nicht mehr rund, sondern gleichsam birnförmig erschienen

Kometen.

Biela's  
Komet.

**Kometen.** war, in den ersten Tagen des Januar in zwei gesonderte Kometen; beide gleich anfangs vollständig, mit Kopf, Nebelhülle und Schweif. Zwischen beiden bemerkte Maury in Washington anfangs einen matten Lichtbogen, gleichsam wie eine Brücke von Kopf zu Kopf, der später verschwand. Sie entfernten sich immer weiter von einander, und der anfängliche Wechsel der Helligkeit entschied sich dahin, daß der nördlich vorangehende der schwächere blieb. — Als beide Kometen 1852 wieder erschienen, waren sie schon gegen 300,000 Meilen von einander entfernt. Die Umlaufszeit beider ist gegenwärtig nahezu um einen Tag verschieden; die des helleren oder Hauptkometen ist die längere und beträgt 2416 Tage.

1807. Nach langer Unterbrechung ein dem bloßen Auge deutlich sichtbarer Komet, entdeckt von Parisi in Sicilien. Sein Schweif hatte am 18. October 2 Millionen Meilen Länge, und die Umlaufszeit berechnete Bessel zu 1714 Jahren.

1811. Einer der berühmtesten Kometen des gegenwärtigen Jahrhunderts, Flauguergues in Biviers sah ihn zuerst am 26. März 1811, Wisniewsky in New-Tscherfaß zuletzt am 17. Aug. 1812. Am besten erschien er im Herbst 1811. Er gewährte einen prachtvollen Anblick: die Kernscheibe blaß röthlich, die Nebelhülle vom Kopf durch einen Zwischenraum getrennt; der Schweif 24 Grad lang und 6 Grad breit; eine kurze Zeit hindurch erschien er doppelt. Nach Argelander ist seine Umlaufszeit 3065 Jahr; seine größte Entfernung 8700 Mill. Meilen (14 mal weiter als Neptun). Die wirkliche Länge des Schweifes war 25 Mill. Meilen, die Breite  $3\frac{1}{2}$  Million.

1825. Großer schöner Komet, der vom Juli 1825 an ein volles Jahr hindurch sichtbar blieb. Sein Schweif, gegen 15 Grad lang, erschien doppelt und beide Aeste von einander abwärts gekrümmt. — Nach Hansen's Rechnung ist seine Umlaufszeit etwa 4 Jahrtausende.

1843. Ein plötzlich am hellen Tage (28. Februar) dicht neben der Sonne erscheinender Komet, den man in Italien, Mexico u. a. D. mit bloßen Augen wahrnahm. Nachher sah man ihn Abends mit einem prachtvollen Schweife in südlichen Gegenden; später auch in Mitteleuropa, aber schon beträchtlich schwächer, und noch im März verschwand er völlig. Mit dem langen und glänzenden Schweife verglichen erschien sein Kopf klein und schwach. Er kam der Sonne so nahe, daß er nur 19,000 Meilen von ihrer Oberfläche entfernt blieb. Die Lage seiner Bahn ist eine solche, daß er nur 3 Stunden und nur dicht bei der Sonne auf der Nordseite, sonst immer auf der Südseite der Ekliptik steht. Ob er mit einem früheren identisch sei, ist schwer zu ermitteln, da wir nur ein so kleines Stück seiner Bahn kennen. In seiner Sonnennähe legte er 74 Meilen in der Secunde zurück — die größte Geschwindigkeit, welche von irgend einem Weltkörper bekannt ist.

1843. Noch ein Komet dieses Jahres ist zu bemerken, da er uns ein neues (das vierte) Beispiel eines sichtbar wiedergekehrten Kometen gewährt. Faye zu Paris fand ihn am 23. Nov. 1843, und es ergab sich bald, daß eine Parabel nicht im Stande sei, den Beobachtungen zu genügen. Die Ellipse, welche Leverrier bestimmte, hat eine Umlaufszeit von 2718 Tagen, und seine Vorausberechnungen bestätigten sich so gut, daß nach den Beobachtungen von Challis in Cambridge, der ihn wieder fand, das Perihel am 3. April 1851 in dieselbe Stunde fiel, welche der berühmte Mathematiker bestimmt hatte.

Noch drei andere Kometen der inneren Gruppe, die von Brorsen, d'Arrest und Winnecke entdeckten, sind in den letzten Jahren zum zweiten Male beobachtet worden und haben dadurch ihre Periodicität außer Zweifel gesetzt; einige andere, z. B. der von de Vico, der von Tuttle im Januar 1858 entdeckte Komet, haben auch kurze Umlaufzeiten, der letztere von  $13\frac{1}{2}$  Jahr.

Kometen.

Neuere  
periodische  
Kometen.

Kometen, dem bloßen Auge deutlich sichtbar, zeigten sich in den Jahren 1853 und 1854; den letzteren konnte Schmidt in Olmütz sogar am Tage beobachten.

Die verächtliche Lüge, welche 1857 die Unwissenheit in Angst setzte, möge der Vergessenheit übergeben sein. — Im J. 1858 aber erschien, außer zahlreichen teleskopischen, ein Komet von so bedeutender Größe, daß ihm keiner des gegenwärtigen Jahrhunderts zu vergleichen ist. Donati in Florenz entdeckte ihn am 2. Juni; er bewegte sich anfangs sehr langsam, was eine große Entfernung andeutete, und die Rechnungen zeigten, daß er der Sonne wie der Erde sich bis auf weniger als  $\frac{1}{3}$  seiner damaligen Entfernung nähern werde. Darauf gründete sich die Erwartung eines bedeutenden Glanzes, die sich im September und Oktober d. J. erfüllt hat. Der Kopf war sehr klein und verminderte seinen Durchmesser fortwährend, so daß er zuletzt wenig über 100 Meilen betrug, während der Schweif zu mindestens 10 Millionen Meilen sich erstreckte. Dieser war merklich gekrümmt und vom Kopfe aus lief in der Mitte des Schweifs eine breite dunkle Spalte gegen 6 Grade weit fort. Siehe Fig. 280.

Nach Bruhns vorläufigen Rechnungen war seine Umlaufzeit 2100 Jahre: Genaueres hierüber ist zu erwarten, wenn die Beobachtungen überall geschlossen und die Vergleichsterne bestimmt sind, also frühestens im Laufe des Jahres 1859. Die Bahn ist, wie die der meisten sehr hellen Kometen, rückläufig. Am 22. September erblickte ich den Kometen im Fernrohr zwei Minuten vor Sonnenuntergang; dies würde wahrscheinlich noch öfter und früher der Fall gewesen sein, hätten die Witterungs-Verhältnisse sich besser gestaltet.

Der neueste Komet ist ein wiederum von Tuttle zu Cambridge (Nordamerika) am 5. Sept. entdeckter teleskopischer, der jedoch in seiner Sonnennähe gegen 30 Millionen Meilen von ihr entfernt bleibt, also nie einen bedeutenden Glanz entfalten kann.

## Die Sternschnuppenschwärme.

Erst seit wenigen Jahrzehenden haben diese so 'unpassend benannten Meteore sich ihre Stelle unter den Weltkörpern des Sonnensystems erkämpft, während man sie früher, ähnlich wie im Mittelalter die Kometen, unserem Luftkreise zutheilte. Sie scheinen theils einzeln, theils in großen Haufen von vielen Millionen, sich um die Sonne zu bewegen, dabei auch wohl einem oder dem anderen Planeten, z. B. der Erde, zu begegnen und sich an ihm niederzuschlagen, womit ihre kosmische Laufbahn beendet ist und sie fortan in unseren Museen zur Ruhe gesetzt werden (Meteorsteine). Es vergeht fast keine heitere Nacht, in der nicht einzelne Sternschnuppen wahrgenommen werden: die größeren Haufen dagegen sind auf gewisse bestimmte Zeiten des Jahrs fixirt. Hauptsächlich sind es die Nächte vom 10.—12. August und 11.—13. November, auf die uns Humboldt und Quetelet aufmerksam gemacht haben. Die Frequenz ist nicht in allen Jahren gleich;

Stern-  
schnuppen.

Stern-  
schuppen.

während Olmsted einst in einer Novemberrnacht gegen 240,000 sah, hat dieselbe Nacht in anderen Jahren kaum 100 gezeigt. Die größeren und glänzenderen bezeichnet man als Feuertugeln.

Wahrscheinlich beschreiben diese Haufen elliptische Bahnen, so jedoch, daß der ganze Bahnring in allen Punkten von solchen Meteoriten, jedoch in sehr ungleicher Verteilung, umgeben ist\*). Zwei dieser Bahnringe durchschneiden die Erdbahn in den Punkten, welche sie jährlich am 11. August und 12. November einnimmt, und die Erde ist sodann einige Nächte hindurch von diesen kleinen Körpern umgeben. Die große Erhitzung, welche sie beim Niederschlagen zeigen, rührt eben so wie ihr Leuchten wahrscheinlich von der Reibung in unserer Atmosphäre her, die bei der kosmischen Schnelligkeit dieser Meteore (4—6 Meilen pro Sekunde) solche Wirkungen hervorzubringen wohl geeignet ist.

Meteor-  
Steine.

Die chemische Untersuchung der Meteorsteine hat dargethan, daß sich in ihnen kein Grundstoff befindet, der nicht auch unserer Erde angehört. Aber die Art der Zusammensetzung ist eine solche, wie sie bei keinem einzigen unserer Mineralien gefunden wird. — Eben so haben Bessel's Pendelversuche, der zu ihnen neben verschiedenen irdischen Körpern auch Meteorsteine und Meteoriten anwandte, ergeben, daß die Fallgeschwindigkeit, sobald ihr kosmischer Lauf beendigt ist, ganz derjenigen gleicht, die wir bei Erdenkörpern finden. Chalifen und mongolische Herrscher ließen sich aus Meteor-eisen Schwerter schmieden, die sich aber eben so wenig als ein daraus verfertigtes Federmesser von gewöhnlichen irdischen unterscheiden.

Auch diese bis vor Kurzem gänzlich verkannten und vernachlässigten Objekte werden der Zukunft ein reiches Feld der Untersuchung darbieten.

## Das Zodiakallicht.

Erdkreis-  
Richt.

Auch diese Erscheinung gehört in das kosmische Gebiet, und steht mit unserer Atmosphäre nur dadurch in Beziehung, daß die größere Reinheit und Durchsichtigkeit derselben die Sichtbarkeit des Zodiakallichtes wie aller himmlischen Objecte begünstigt. In weit vom Aequator entfernten Gegenden sieht man wenig von ihm, in den kalten Zonen gar nichts mehr. Es ist ein Schimmer, der da, wo die Sonne unterging oder aufgehen wird, eine breite Basis hat, sich in der Ekliptik fortstreckt und in einer schwachen Spitze endet. Schon in Norddeutschland hält es schwer, das Zodiakallicht mit Sicherheit von der Dämmerung zu unterscheiden, da es stets sehr schräg gegen den Horizont steht. Am besten sieht man es im Februar und Oktober. Viel lebhafter und bestimmter erscheint es in tropischen Gegenden, wo es nicht wenig zu der mit Recht gerühmten Schönheit der dortigen Nächte beiträgt.

Man hielt es früher für eine erweiterte Atmosphäre der Sonne, allein seine weite Erstreckung bis über die Erd- und selbst über die Marsbahn hinaus ist damit in Widerspruch, denn eine zur Sonne gehörende und mit ihr rotirende Atmosphäre kann sich nur höchstens auf  $3\frac{1}{2}$  Mill. Meilen erstrecken. Am besten stimmt mit der Erscheinung die Annahme eines Ringes von mattleuchtender Materie, der die Region der unteren Planeten erfüllt,

\*) Boguslawsky nahm eine solche Erfüllung der gesammten Bahn nicht an, sondern erklärte die Periodicität dadurch, daß diese Schwärme eine Umlaufzeit hätten, die der unserer Erde gleich kommt.

und nur sichtbar wird, wenn die Gesichtslinie in nicht zu kleiner Entfernung eine weite Strecke durch sie hinstreicht, ähnlich wie man eine Wolke von weitem am besten sieht, aber fast gar nicht, wenn man von ihr umhüllt ist.

Die Ebene dieses Ringes scheint mit der des Sonnenäquators nahe zusammenzufallen.

Ueberschauen wir den Bestand des Sonnensystems nach der Kenntniß, welche man am Schlusse des achtzehnten und in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts von demselben erlangt hatte, so finden wir

Bestand  
des  
Sonnensystems.

1800:

1858:

- |   |   |
|---|---|
| 7 Planeten,<br>vermeintlich 18, in der<br>Wirklichkeit aber nur | 63 Planeten;<br>18 sichere Monde;<br>8 wirklich zurückgekehrte und etwa |
| 14 Monde;   | 30 als periodisch berechnete Kometen; mehrere                           |
| 1 periodischer Komet.   | Sternschnuppenschwärme; einen Vichring.                                 |

Bevor wir zur Betrachtung des Fixsternhimmels übergehen, lassen wir noch einige allgemeine Erörterungen folgen.

Ähnlich wie die Längen und Breiten auf der Erdoberfläche, um einem fest bestimmten Orte zu entsprechen, von einem gemeinschaftlichen Anfangspunkte aus gezählt werden müssen (die Längen vom Ferro-Meridian, die Breiten vom Aequator), so hat man auch am Himmel einen Punkt angenommen, von wo aus man sowohl die Längen (auf der Ekliptik genommen), als die sogenannten Rectascensionen (die auf dem Aequator nach gleichen Intervallen abgetheilt sind), und zwar von West nach Ost hin, abzählt. Dieser Punkt ist derjenige, wo der Aequator und die Ekliptik sich durchschneiden, und da es zwei solcher Punkte am Himmel giebt, derjenige wo die Sonne am Beginn des Frühlings steht (Frühlings-Nachtgleichenpunkt). Allein schon vor 2000 Jahren bemerkte Hipparch, daß dieser Punkt kein fester sei, sondern von Ost nach West (also der Ordnung der Abzählung entgegengesetzt) sich bewege, und zwar nach den neuesten Bestimmungen um  $50\frac{1}{4}$  Sekunde jährlich. Somit erhält man für den Ort eines Sterns, der in Wirklichkeit fest gestanden hätte, für jedes inzwischen verflossene Jahr  $50\frac{1}{4}$  Sekunde mehr als früher, und dies muß nothwendig berücksichtigt werden, wenn man frühere Beobachtungen mit späteren vergleichen will. Man nennt diese bloß scheinbare Vorrückung Präcession (Vorrückung der Nachtgleichen), obwohl sie streng genommen Zurückweichung heißen müßte.

Präcession.

Außer dieser allgemeinen und stets fortschreitenden Veränderung des Durchschnittspunkts giebt es noch eine andere viel geringere, die aber pendelartig vor- und rückwärts innerhalb einer Periode von etwa 19 Jahren geht. Es ist dies eine durch die Anziehung des Mondes veranlaßte Veränderung in der Stellung der Erdbage gegen die Himmelspole. Man bezeichnet sie als Nutation.

Nutation.

Noch eine dritte Ursache ist vorhanden, die eine scheinbare Ortsveränderung veranlaßt. Sie würde nicht Statt finden, wenn das Licht sich mit unendlicher Geschwindigkeit bewegte, also in demselben Moment zu unserem Auge gelangte, wo es vom Gegenstande ausging. Dieses ist nun aber nicht der Fall. Um z. B. den Raum von der Sonne zur Erde zurückzulegen, bedarf der Lichtstrahl 8 Minuten  $18\frac{1}{3}$  Sekunde; die Geschwindigkeit ist also, wenn gleich eine sehr große, doch eine endliche. Sie läßt also eine Vergleichung mit einer anderen endlichen, z. B. der der Erde, zu, und es

Aberration.

**Aberriation.** findet ſich, daß ſie 10100 Mal ſtärker als dieſe iſt. Während alſo das Licht einen Raum von 101 Fuß zurücklegt, hat die Erde in ihrer Bahn  $\frac{1}{100}$  Fuß zurückgelegt, und ſo in allen anderen Fällen.

Das Fernrohr, wodurch wir die Himmelskörper beobachten, macht die Bewegung der Erde mit, während der Lichtſtrahl durch das Fernrohr hinſtreicht, und es ſetzen ſich alſo hier zwei Bewegungen zuſammen, die des Fernrohrs (der Erde) und die 10100 mal ſchnellere des Lichts.

Man ſtelle ſich nun ein Schiff vor, deſſen beide Seitenwände von einer Kanonenkugel durchſchlagen werden. Iſt das Schiff in Ruhe, ſo wird die Linie, welche die Mittelpunkte der beiden Schußlöcher verbindet, auch genau die Richtung anzeigen, von welcher die Kugel kam. Anders jedoch wenn das Schiff im Segeln begriffen iſt. Alsdann wird es in der Zeit, in welcher die Kugel von der erſten Schiffswand zur zweiten gelangte, fortgerückt ſein, und die Richtung, welche durch jene Linie gegeben iſt, wird aus zwei Richtungen zuſammengeſetzt ſein. Ganz eben ſo der Lichtſtrahl, deſſen wahre

(Fig. 281.)



Richtung AT (Fig. 281), zuſammengeſetzt mit der Richtung der Erdbewegung TB, die ſcheinbare B'T giebt, mit welcher der Strahl unſer Auge trifft. Hieraus entſteht eine

Ortsverrückung von  $20'',41$  im Maximum, um welche der Stern von ſeinem wahren Orte ſcheinbar entfernt wird, und dies nennt man Aberration, die man gleichfalls zu beachten hat, wenn man aus einer Beobachtung den richtigen Ort eines Geſtirns finden will.

**Licht-Zeit.**

Der Umſtand, daß der Lichtſtrahl zu ſeiner Bewegung eine wenn gleich verhältnißmäßig ſehr kleine Zeit gebraucht, veranlaßt noch außerdem, daß wir den Himmelskörper nicht da erblicken, wo er im Augenblick der Beobachtung wirklich ſteht, ſondern da, wo er zu der Zeit ſtand, als der jetzt zu uns gelangende Lichtſtrahl von ihm ausging. Um z. B. vom Neptun zur Erde zu gelangen, ſind durchſchnittlich 4 Stunden 10 Minuten Lichtzeit erforderlich. Wir erblicken alſo Neptun, wenn wir ihn um Mitternacht beobachten, da wo er um 7 Uhr 50 Minuten am Firmament ſtand, und die Verfinſterung eines Jupiterſtrabanten erblicken wir etwa 40 Minuten ſpäter, als ſie wirklich ſich ereignete. Man bezeichnet dies als Aberration der Zeit.

Die Kenntniß der Nutation und Aberration verdanken wir den Beobachtungen Bradley's, die erſten, die hinreichend genug waren, um ſo kleine Differenzen mit Sicherheit zu erkennen und von anderen zu unterſcheiden; auch iſt er der Erſte, der die richtige Erklärung beider Phänomene gab. Die Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Lichts hatte ſchon Römer im 17. Jahrhundert aus der Verzögerung der Trabantenverfinſterungen Jupiters geſchloſſen, doch lehrte Bradley's Methode ſie uns genauer kennen.

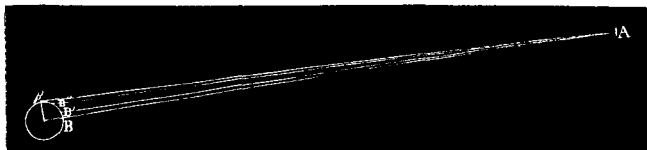
Hier möge auch noch die Erklärung deſſen folgen, was man in der Astronomie als Parallaxe bezeichnet.

**Parallaxe.**

Es ſtehe ein Himmelskörper im Punkte A (Fig. 282) und werde von verſchiedenen Punkten der Erdoberfläche, B, B', B'' u. ſ. w. aus betrachtet. Die Linien BA, B'A, B''A ſind nun zwar beinahe, aber nicht völlig parallel, oder der Himmelskörper müßte unendlich weit entfernt ſein. Nennt man die Richtung BA, welche man vom Punkte B aus, der ſich auf einer vom

(Fig. 282.)

Parallaxe.



Mittelpunkt der Erde nach A gezogenen Linie befindet, genommen ist, die wahre normale, so sind die Winkel  $B'AB$ ,  $B''AB$  u. s. w. parallactische Winkel, und der größtmögliche  $BAB$  für einen Punkt  $B$ , der A in seinem Horizont hat, die Horizontalparallaxe, oder auch schlechtweg die Parallaxe des Himmelskörpers A.

Es leuchtet ein, daß die Parallaxe kleiner wird, wenn Himmelskörper und Erde weiter von einander entfernt sind, und daß sie unmerklich (unmehrbar) werden muß, wenn die zunehmende Entfernung des Himmelskörpers eine gewisse Grenze überschreitet. Die Parallaxe des Mondes ist in mittlerer Entfernung  $57' 2''$ ; die der Sonne aber nur  $8'',57$ . Die Parallaxe des Neptun ( $0'',28$ ) würde schon, wenn sie direkt bestimmt werden sollte, nicht mehr mit hinreichender Sicherheit zu finden sein.

Da die Größe der Parallaxe von der Entfernung abhängt, so kann letztere auch aus der beobachteten Parallaxe gefunden werden. Doch haben wir nur die des Mondes und der Sonne auf diese Weise bestimmt, da alle übrigen Entfernungen im Sonnensysteme durch Rechnung aus diesem gefunden werden können.

Alles, was außerhalb des Sonnensystems am Himmel erscheint, befindet sich in so ungeheuren Fernen, daß eine Parallaxe in dem eben erklärten Sinne auf einige Hunderttausendtheile der Sekunde herabsinken, also schlechterdings unfindbar sein würde. Man versucht daher, ihren Ort aus zwei entgegengesetzten Punkten der Erdbahn zu bestimmen, und da der Bahnhalbmesser 24,000mal größer als der Erddhalbmesser ist, so wird auch die so bestimmte Parallaxe (jährliche Parallaxe) in demselben Verhältniß größer sein, also auch Hoffnung gewähren, sie selbst und dadurch die Entfernung jener Himmelskörper zu finden. Dennoch werden wir im Folgenden sehen, daß Jahrhundert hindurch aller darauf verwandte Scharfsinn und alle Mühe vergeblich war, und erst in neuester Zeit einige wenige Parallaxen von Fixsternen wirklich annähernd bestimmt worden sind. Man machte sogar diese Nichtauffindung der Fixsternparallaxen zu einem Einwurf gegen das Copernicanische System, und dem Copernicus selbst erschien dieser mögliche Einwurf als der bedeutendste, da man sich nur schwer an die Vorstellung gewöhnen konnte, daß die Fixsterne wirklich in so enormen Abständen von unserer Erde sich befinden sollten. Die spätere Zeit hat allerdings unwiderleglich dargethan, daß diese auf Billionen von Meilen sich erstreckenden Entfernungen wirklich existiren.

## II.

# Der Fixsternhimmel.

Bei weitem die meisten der hellen Punkte, welche eine heitere Nacht am Firmament wahrnehmen läßt, stehen weit außerhalb des Sonnensystems und werden als Fixsterne (Feststerne) bezeichnet. Zwar können sie nur vergleichungsweise so heißen, da kein einziger von ihnen wirklich feststeht, allein der Name ist, wie viele andere nicht ganz passende, uns von Alters her überkommen und allgemein üblich und verständlich.

Große  
Anzahl  
der  
Fixsterne.

Ein Auge von mittlerer Schärfe gewahrt am ganzen Firmament etwa 4500 Sterne; das schärfste vielleicht noch 2000 mehr. Gleichzeitig ist stets nur die Hälfte des Firmaments sichtbar, und beim ersten Anblick scheint es, als sei die Zahl weit größer. Dies rührt daher, daß ihr Glanz so sehr verschieden ist, und daß diejenigen Sterne, die man einzeln nicht mehr unterscheidet, doch noch als Gesamtheit einen Eindruck im Auge veranlassen, ähnlich dem, den die wirklich einzeln sichtbaren hervorbringen. Die solchergestalt unseren Sinnen sich aufdrängende Ueberzeugung, daß es weit mehr Sterne gebe als die wirklich zählbaren, veranlaßt die Idee von vielen tausend gesehenen Sternen.

Das Teleskop bestätigt diese Idee sogar in noch bedeutend erweitertem Sinne. Die Anzahl der Sterne, welche die stärksten optischen Hilfsmittel noch sichtbar machen, steigt auf 20—30 Millionen. Derartige Zahlen sind kein Maßstab für den Reichthum der Schöpfung, sondern einzig für die fortschreitende Vervollkommnung unserer Werkzeuge.

Selbst die Zahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne wäre schon zu groß, um ihnen allen nach Art der Planeten eigene Namen zu geben. Nur die größten und augenfälligsten hat man in dieser Weise bezeichnet (am weitesten gingen darin die arabischen Astronomen). Um die Gesamtheit dem Auge wie dem Gedächtnisse überschaulicher zu machen, führte schon das frühe Alterthum die Sternbilder ein. Man wählte hauptsächlich Heroen und ihre Attribute, so wie Thiergestalten, ohne darauf zu achten, ob die zu einem solchen Sternbild zusammengesetzten Sterne einen der gewählten Figur ähnlichen Anblick darboten. Nur beim Entwerfe der Bildfiguren verfuhr man so, daß die augenfälligeren Sterne so viel als möglich auf bestimmte Körperteile der Figur (Kopf, Auge, Brust, Hand, Fuß) zu stehen kommen.

Der Canon des Ptolemäus, der älteste auf uns gekommene, enthält 1022 Sterne, vertheilt auf 48 Sternbilder. 21 derselben gehören der nördlichen Halbkugel, 15 der südlichen und 12 dem sogenannten Thierkreise

an. Underthhalb Jahrtausende blieb man bei dieser Anordnung, ohne die geringste Veränderung vorzunehmen. Die Seefahrten der Spanier, Portugiesen und anderer Völker machten uns zuerst mit zahlreichen Sternen bekannt, die Ptolemäus und die alexandrinischen Astronomen nicht kennen konnten, da sie unter ihrem Horizonte blieben. Für sie wurden also auch neue Sternbilder nöthig. Aber auch in den längst bekannten Gegenden des Himmels gab es zwischen den alten Bildern noch manchen freien Raum und in ihm Sterne, die füglich keinem derselben zugetheilt werden konnten. Es war also nicht unpassend, daß Hevel und andere gleichzeitige Astronomen auch hier noch den Luchs, das Camelopard, die Jagdhunde und andere Bilder einführten; nur hätte man, nachdem nun die Anzahl der Bilder auf 78 angewachsen und alle Sterne, auch die etwa noch zu entdeckenden teleskopischen, bequem und ohne Zwang darin vertheilt werden konnten, innehalten sollen. Aber es erschien zu lockend, sich so wohlfeil zu verewigen, und gleichzeitig manchem Mächtigen schmeicheln zu können. Friedrichslehre, Brandenburgs Scepter, Carl's Eiche, Poniatowsky's Stier, ein Napoleonsgestirn, ja endlich sogar Lalande's Lieblingsstake an den Himmel zu setzen, war in der That dem Ernste der Wissenschaft wenig würdig, und erschien um so ungehöriger, als jedes neue Bild, da ein eigentlich freier Raum sich nicht mehr vorfand, ein Figurengebränge veranlaßte. Besonders unglücklich war das Bestreben, Erfindungen in dieser Weise zu verewigen. Zwischen Löwen, Wölfen, Centauren und Wasserchlangen wurden Uhren, chemische Defen, Malerstaffeleien und Vergrößerungsgläser gewaltsam eingeschoben. Herschel's Teleskop hatte uns den Himmel erweitert: war es wohlgethan, durch ein gleichbenanntes Sternbild ihn zu überladen und einzuzwängen?

In neuerer Zeit hat man, nach Olbers Vorschläge, den Anfang damit gemacht, diese unschönen und unberechtigten Bilder wieder vom Himmel zu tilgen. Was die Alten uns überliefert, was in consequenter Fortsetzung ihrer Himmelsconstructions bis auf Hevel und Flamsteed hinzugefügt, möge bleiben: es genügt und überladet das Gedächtniß nicht. Was aber in gänzlicher Verkennung des alten Prinzips und ohne im mindesten der Wissenschaft förderlich zu sein, später von Einzelnen beliebt worden, möge der Vergessenheit anheimfallen.

Die alten Sternbilder sind folgende:

Nördlich der Ekliptik:

Kleiner Bär.

Großer Bär (Wagen).

Drache.

Cepheus.

Bootes (Bärenhüter).

Nördliche Krone.

Herkules (auch der knieende Mann genannt).

Leyer.

Schwan.

Cassiopeja.

Perseus (mit dem Medusenkopf).

Fuhrmann (Erichthonius).

Ophiuchus od. der Schlangenträger.

Schlange.

Pfeil und Bogen.

Adler (mit Antinous).

Delphin.

Kleines Pferd.

Pegasus.

Andromeda (od. d. gefesselte Weib).

Nördlicher Triangel.

Im Thierkreise:

Widder.

Stier (mit den Plejaden u. Hyaden).

Zwillinge (Castor und Pollux).

Krebs.

Löwe.

Jungfrau.

Waage.

Scorpion.

Stern-  
bilder.

Schütze (Chiron).	Fliegender Fisch.
Steinbock.	Kleine Wasserschlange (Hydrus).
Wassermann (Deucalion).	Chamäleon.
Fische.	Biene.
Südlich der Ekliptik:	Paradiesvogel.
Wallfisch.	Südlicher Triangel.
Drion.	Indianer.
Fluß Eridanus.	Durch Hevel wurden eingeführt:
Hase.	Giraffe (Camelopard).
Großer Hund.	Einhorn.
Kleiner Hund.	Jagdhunde (Asterion und Chara).
Schiff (Argo).	Fuchs mit der Gans.
Wasserschlange (Hydra).	Eidechse.
Becher.	Uranischer Sextant.
Kabe.	Kleiner Löwe.
Altar.	Luchs.
Centaur.	Sobiesky's Schild.
Wolf (auch als Panther bezeichnet).	Kleines Dreieck.
Südliche Krone.	Cerberus (mit dem Zweige).
Südlicher Fisch.	Augustin Royer führte ein:
Tycho de Brahe fügte hinzu:	Noah's Taube.
Haar der Berenice.	Südliches Kreuz.
Bayer nach Angaben der Südseefahrer:	Kleine Wolke.
Wau.	Große Wolke.
Toucan (amerikanische Gans).	Fliege.
Kranich.	Hierzu noch Halley's:
Phönix.	Karlseiche.
Doradus.	

Die später versuchten Einführungen neuer Sternbilder können hier übergangen werden.

In diesen Sternbildern werden nun, nach Bayer's Vorgange, die Sterne durch Buchstaben, insbesondere des kleinen griechischen Alphabets, ausshülfsweise auch des lateinischen, bezeichnet. Flamsteed, der eine größere Anzahl von Sternen, zum Theil auch schon teleskopische, mitnahm, bezifferte die Sterne jedes Sternbildes so, daß der zuerst den Meridian passirende mit 1, und so weiter der Folge Reihe nach, aufgeführt werden. Andere, namentlich bei Flamsteed nicht vorkommende, giebt man nach der laufenden Nummer des Catalogs an, worin sie vorkommen. Dazu kommen nun noch die eigenen Namen mancher Sterne, so daß oft eine mehrfache Bezeichnung stattfindet, z. B.

Aldebaran =  $\alpha$  Tauri = 86 Tauri.

Der sehr verschiedene Glanz der einzelnen Sterne war Veranlassung zu einer Eintheilung in Größenklassen (richtiger Helligkeitsklassen), die auch schon bei den Alten vorkommt. So hat man Sterne der 1ten, 2ten u. s. w. bis zur 6ten Klasse, der letzten dem bloßen Auge sichtbaren; und teleskopische von der 7ten bis zur 12ten und weiter, je nach der Kraft des Fernrohrs. Diese Eintheilung beruht hauptsächlich auf Schätzung, denn die eigentliche Lichtmessung (Photometrie) ist noch nicht weit gelangt. Die zuverlässigsten Bestimmungen sind die von Argelander (in seiner neuen Uranometrie) und für die südlichen Sterne die Untersuchungen John Herschel's.

Man zählt 18 Sterne erster Größe, deren 9 am nördlichen und eben so viel am südlichen Himmel stehen. 13 sind in Mitteldeutschland sichtbar, 5 bleiben dort unter dem Horizont. Die hellsten sind Sirius und der bei uns unsichtbare Canopus. Scheinbare Größe.

Sterne der zweiten Größe zählt man 62, der dritten 199 u. s. w. Jede folgende Klasse hat durchschnittlich etwa 3mal so viel als die vorhergehende; und die einzelnen Sterne der verschiedenen Klassen sind am nördlichen und südlichen Himmel nahezu gleich vertheilt.

Die wahre Größe der Fixsterne zu bestimmen sind wir außer Stande, selbst in den wenigen Fällen, wo wir die Entfernung annähernd kennen. Denn kein einziger läßt uns den geringsten scheinbaren Durchmesser wahrnehmen. Auch müßte der wahre mehrere hundert- ja tausendmal größer als der der Sonne sein, wenn ein Erkennen von der Erde aus möglich sein sollte.

Außer dem verschiedenen Glanze bemerkt man an den Fixsternen auch verschiedene Farben. Am häufigsten kommen Gelb und Roth vor, doch auch grüne, blaue, violette, purpurfarbige Sterne hat man gefunden. Das Erkennen dieser Farben ist indeß nur in wenigen Fällen für den Ungeübten leicht. Am besten gelingt es in solchen Klimaten, die sich eines reineren durchsichtigen Himmels und auch im Hochsommer völlig dunkler Nächte erfreuen. Auch muß man sich hüten, die Farben, welche bei dunstigem Himmel, so wie in der Nähe des Horizonts oder in unvollkommenen Fernröhren alter Construction sich zeigen, für reelle zu halten. Farben.

Es ist gewiß, daß einige Sterne verschwunden, eben so daß neue erschienen und meistens wieder verschwunden sind. Aber in Vergleich zu der großen Anzahl der Fixsterne, so wie zur Länge des Zeitraums, auf welchen die gedachten Beobachtungen sich vertheilen, muß man sich dahin aussprechen, daß beide Phänomene zu den allerfeltesten gehören. Ganze Jahrhunderte sind vergangen, ohne eine einzige Begebenheit dieser Art zu zeigen; so erschien im Verlaufe des 18ten, ungeachtet so zahlreiche und aufmerksame Beobachter auf der Himmelswacht standen, kein einziger neuer Stern. Verschwundene Sterne.

In Humboldt's Kosmos sind 23 seit 2 Jahrtausenden erschienene neue Sterne aufgeführt: mehrere derselben als sehr ungewiß.

Zu den gewissten und am besten beobachteten Erscheinungen gehört der neue Stern von 1572, den Tycho beobachtete. Er zeigte sich plötzlich im October, war an Glanz nur der Venus zu vergleichen, konnte von scharfsichtigen Personen am hellen Mittage, und Nachts durch nicht allzu schwere Wolken wahrgenommen werden. Im December war er nur noch dem Jupiter gleich, im Januar 1573 schon schwächer. Im Februar und März zeigte er sich als Fixstern erster Größe, im April und Mai von zweiter, im Juli und August dritter, im November vierter Größe, im December fünfter, und im Februar 1574 sechster. Im März 1574 verschwand er völlig und man hat seitdem, auch nachdem 36 Jahr später das Fernrohr erfunden ward, nichts wieder von ihm gesehen.

Einen ähnlichen Verlauf nahm der am 10. Oct. 1604 zuerst von Brunowick in Prag wahrgenommene neue Stern im Ophiuchus, der über ein Jahr hindurch sichtbar blieb und an anfänglicher Helligkeit dem von 1572 ganz oder sehr nahe gleich kam. Er ist eben so wenig als dieser später wiedergesehen worden.

Ver-  
schwun-  
dene  
Sterne.

Von verschwundenen Sternen sind die wenigen Beispiele fast alle unsicher. Eins der sicheren ist 55 Herculis, den Flamsteed zur fünften Größe rechnet. W. Herschel sah ihn am 10. Oct. 1781 und später noch am 11. April 1782 (in der ersten Beobachtung als rothen Stern). Am 24. März 1791 war er nicht wiederzufinden und spätere wiederholte Versuche blieben durchaus erfolglos. — Derselbe Fall scheint bei 42 Virginis statt zu finden, wenn nicht ein höchst schwacher teleskopischer Stern, der nahezu an der von Flamsteed angegebenen Stelle sich findet, mit jenem dem bloßen Auge sichtbar gewesenem ein und derselbe ist.

Veränder-  
liche  
Sterne.

Zahlreicher und besser bestimmt sind die Angaben, die wir über die veränderlichen Sterne besitzen. Es sind stets periodisch wiederkehrende Veränderungen des Glanzes, selten oder vielleicht nie auch der Farbe. Nur etwa von 30 Fixsternen ist die Veränderlichkeit bestimmt erkannt, und von den meisten derselben auch die Periode fixirt worden. Viele von ihnen (nicht alle, wie man früher wohl annahm) sind roth, und bleiben dies auch in allen Lichtphasen. Bis 1809 kannte man erst 11 veränderliche Sterne. Der am frühesten als veränderlich bekannte (durch Holwartha 1639) ist  $\theta$  Ceti. Nicht bei allen steht die Periode ganz fest, sondern ihre Dauer nimmt ab oder zu, und eben so ist der größte und kleinste Glanz nicht in allen Perioden derselbe. Der eben genannte  $\theta$  Ceti erreicht zuweilen die zweite, ja fast erste Größe, während er in anderen Jahren nur die vierte hat und bei dieser wieder umkehrt. Der Stern R im Schilde Sobiesky's geht manchmal von der viereinhalbten bis zur sechsten, ein anderesmal von der fünfeinhalbten bis neunten herab; mehrere werden im Minimo auch selbst für Fernröhre ganz unsichtbar. Die rascheste Periode hat Algol (im Medusenkopfe), der in 2 T. 20 St. 49 Min. seine Phasen vollständig durchmacht. Nur etwa 3 Stunden ist er dunkler, und nur etwa 18 Minuten währt seine stärkste Verdunkelung; in der ganzen übrigen Zeit hat er seine volle und gleichmäßige Helligkeit. Bei den meisten übrigen währt die Zeit des schwächeren Lichts viel länger als die des helleren. Mehrere dieser Perioden sind von dem Erdjahre wenig verschieden, nemlich

R Leonis . .	312 T. 18 St.
R Coronae . .	323 " — "
$\theta$ Ceti . .	331 " 20 "
R Pegasi . .	350 " — "
R Serpentis . .	359 " — "
S Serpentis . .	367 " 5 "
R Cancrī . .	380 " — "
R Aquarii . .	388 " 13 "
X Cygni . .	406 " $1\frac{1}{2}$ "

Nur wenige überschreiten diese Perioden, und diese sind meist noch unbestimmt, vielleicht auch überhaupt unbestimmbar. 30 Hydrae hat 495 Tage; ein kleiner Stern an der Brust des Schwans 18 Jahr. Völlig regellos erscheinen uns die Veränderungen von  $\eta$  Argo, den Halley 1677 zur vierten, Lacaille 1751 zur zweiten Größe rechnete und Burchell 1827 von der ersten fand. Ein Jahr später war er wieder zweiter Größe und blieb dies bis 1837. Am 16. Dec. 1837 zeigte er sich plötzlich als Stern erster Größe, der nur von Canopus und Sirius übertroffen ward. Seitdem ist er nicht wieder bis zur zweiten herabgesunken, hat aber mehrere Veränderungen auf- und abwärts durchlaufen; 1843 fanden Makay und Maclear ihn gleich

dem Sirius; 1850 war er etwa dem Canopus gleich. Seine Farbe ist röthlich gelb. (In Europa bleibt er stets unter dem Horizont.)

Ohne Zweifel giebt es noch weit mehr veränderliche Sterne, besonders von längerer Periode, aber es ist schwierig, dies bestimmt zu constatiren. Vielleicht sind die vorhin erwähnten neu erschienenen, eben so wie die verschwundenen Sterne, auch nur veränderliche, aber mit Perioden von Jahrhunderten. Stets wird jedoch die Möglichkeit des Erscheinens bei mehreren neuen Sternen ein schwer zu erklärendes Räthsel bleiben.

Im Allgemeinen bieten sich zwei Erklärungen als die wahrscheinlichsten.

1) Der Stern leuchtet nur mit einer Seite, vielleicht nur mit einem Punkte, und die Periode seiner Veränderlichkeit ist die seiner Rotation. Wo keine Unsichtbarkeit eintritt, besonders wo die Veränderlichkeit nur gering ist, braucht die eine Seite nur etwas heller als die andere zu sein.

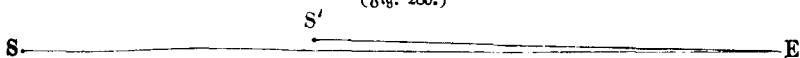
2) Um den hellen Stern läuft ein dunkler, ihm an Größe ganz oder nahezu gleicher Körper (oder auch umgekehrt). Alsdann bezeichnet die Periode der Veränderlichkeit eine Umlaufperiode, und die kleine Lichtphase ist also ein Analogon unserer Sonnenfinsternisse. Namentlich für Algol ist diese letztere Erklärung bei weitem die wahrscheinlichste.

Mauerpertuis nahm an, daß es Sterne gebe, die die Gestalt flacher Scheiben hätten, und uns wechselweise ihre Breitseite und ihre schmale Kante zuehrten. Allein dies ist den Gesetzen des Gleichgewichts entgegen. Ein so gestalteter Körper müßte um seine kleinste Axe rotiren, und könnte also eben so wenig als ein Mühlrad, wenn wir selbst unsere Stellung nicht verändern, uns verschiedene Seiten zuehren.

Die wichtigsten Fixsterne sind die sogenannten Doppelsterne. Schon seit längerer Zeit kannte man Sterne, die sich gegenseitig so nahe standen, daß auch das schärfste unbewaffnete Auge sie nicht mehr als zwei Sterne unterschied. Aber erst seit den Untersuchungen W. Herschel's weiß man, daß sie in unerwartet großer Anzahl vorkommen, und daß schon allein aus diesem Grunde nicht anzunehmen ist, diese große Nähe sei eine nur scheinbare, dadurch bewirkt, daß zwei ungleich weit von uns abstehende Sterne nahezu in gleicher Richtung gesehen werden, wie S und S' (Fig. 283) von der

Doppelsterne.

(Fig. 283.)



Erde E aus. Vielmehr muß in der großen Mehrzahl der Fälle diese Nähe eine wirkliche sein und nicht bloß vom zufälligen Stande der Erde abhängen, wie bei S und s (Fig. 284). Die weiteren Untersuchungen haben, wie

(Fig. 284.)



wir sehen werden, diese nur aus allgemeinen Wahrscheinlichkeitsgründen gezogenen Folgerungen zur Gewißheit erhoben. Wenn wir die größte Entfernung, innerhalb welcher ein Zweigestirn den Namen Doppelstern erhält, auf 32 Sekunden ( $\frac{1}{60}$  des scheinbaren Sonnendurchmessers) fixiren, und die Klasse, bis zu welcher herab die Untersuchung ausgedehnt werden soll, auf die 9te Größe für den Hauptstern setzen, so findet sich etwa unter 35

Doppel-  
Sterne.

Sternen ein Doppelpaar, und unter den 5000 Paaren (mit Einschluß von etwa 100 drei- und mehrfachen) höchstens 50 bloß optische, so daß für alle übrigen eine nähere physische Verbindung anzunehmen ist.

Gewiß giebt es auch jenseit der oben bezeichneten Grenzen noch viele physisch verbundene Paare, und einige derselben sind mit Bestimmtheit als solche bekannt; allein einerseits ist die Entscheidung darüber meist sehr ungewiß und weitaussehend, und andererseits die Anzahl von 5000 schon übergroß in Vergleich zu den Kräften, die zu ihrer vollständigen Beobachtung und Bestimmung vorhanden sind.

Wir kennen die meisten dieser Sternepaare durch die Untersuchungen Struve's in Dorpat und Pulkowa und John Herschel's am Cap. Vor diesen Arbeiten kannte man zwischen 700 und 800. Der scheinbare Abstand ist bei den meisten tief unter der obigen Grenze; bis zu  $\frac{1}{4}$  Sekunde Abstand herab kann man unter günstigen Umständen mit unseren heutigen Hülfsmitteln Sterne wenigstens länglich erblicken, und es finden sich gegen 200, deren Abstand kleiner als eine Sekunde ist.

Häufiger noch als bei anderen einfachen Sternen ist Farbenverschiedenheit bei den Doppelfternen wahrgenommen worden. Die meisten sind zwar weiß, und überhaupt können Farbenverschiedenheiten bei sehr schwachen Sternen nicht mehr sicher wahrgenommen werden: selbst für stärkere Fernröhre dürfte die 6te und meist schon die 7te Klasse die Grenze der Erkennbarkeit bilden, die seltenen Fälle ausgenommen, wo die Farbe (meist die rothe) sehr intensiv ist. Denn nur wenige Sterne lassen die Farbe schon auf den ersten Blick mit Bestimmtheit erkennen: meistens ist es nur eine schwache Nuancirung des Weiß. — Die helleren Sterne haben meistens die gelbe, gelbrothe, rothe und grüne Farbe; die schwächeren zeigen vorherrschend blaßblau, blau, violett, purpurfarben.

Diese Farbenverschiedenheiten können keinesweges bloß hervorgerufene sein, wie man bekanntlich (nach dem Vorgange Götthe's in seiner Farbenlehre) die sogenannten complementären Farben nennt. Denn entfernt man von beiden zusammengehörenden Sternen den einen aus dem Felde des Fernrohrs, so behält der andere seine Farbe unverändert.

Noch weniger können sie, wie Doppler in gänzlicher Verkennung der Natur kosmischer Bewegungen glaubte, durch Bewegung entstehen, da Arago auf sinnreiche Weise gezeigt hat, daß die Geschwindigkeit des Lichts für alle Farben die gleiche und nur die Wellenlänge verschieden ist. Wenn ein weißer veränderlicher Fixstern nach seiner Unsichtbarkeit wieder sichtbar zu werden beginnt, so müßte der aus allen Farben zusammengesetzte Strahl sich unterwegs theilen, und der rascheste Strahl früher zu uns gelangen. Ihr Licht bedarf mindestens Jahrzehende, wo nicht Jahrhunderte zu seinem langen Wege, eine verhältnißmäßig sehr kleine Verschiedenheit würde demnach Unterschiede von mehreren Tagen bewirken; eine der Farben (also etwa die rothe) anfangs allein sich zeigen, und erst nach längerer Zeit durch verschiedene Nuancen in die weiße übergehen. Nichts davon wird wahrgenommen, es ist also gewiß, daß eine derartige Verschiedenheit gar nicht besteht.

Vielmehr deuten diese Farben dahin, daß die Gestirne oder vielmehr ihre Photosphären nicht durchaus gleichartig sind, und in einzelnen Fällen auch wohl darauf, daß der schwächere Stern zu seinem eigenen Lichte auch noch von dem nahestehenden helleren eine merkliche Erleuchtung erhält, und die Vermischung des eigenen mit dem reflektirten Lichte eigenthümliche Farben

hervorbringt. Denn wo beide Sterne ganz oder nahezu gleich hell sind, zeigt sich keine Farbenverschiedenheit und meistens sind beide weiß. In diesem Falle ist das erborgte Licht verschwindend klein gegen das eigene und kann folglich keine Differenzen bewirken.

Doppelsterne.

Was indessen diese Doppelsterne für unsere Kenntniß des Universums besonders wichtig macht, ist ihre Bahnbewegung. Der schwächere bewegt sich um den helleren (oder beide um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt) und wenn gleich bis jetzt nur in wenigen Fällen eine wirkliche Bestimmung der Bahn gelungen ist, da der Zeitraum, über welchen sich diese Beobachtungen erstrecken, meist noch viel zu kurz ist, so haben doch schon diese wenigen Beispiele gezeigt, daß die Bewegungen ganz so erfolgen, wie Newton's Gravitationstheorie es verlangt, und daß also dieselbe Kraft, welche im Sonnensysteme waltet, dasselbe Bewegungsgeßetz, wonach die Bahnen der Planeten und Kometen berechnet werden, auch für die entfernten Fixsternwelten Anwendung finden.

Doppelsternbewegung nach Newton's Gravitationstheorie.

Die ungemeine Wichtigkeit dieser Erweiterung wird Jedem einleuchten, der sich die Frage gestellt hat, ob das ganze Universum ein zusammengehörendes und durch einen inneren Organismus verbundenes Ganze, oder ob es nur ein beziehungsloses Zusammenstehen isolirter Welten und Weltssysteme sei; ob der Einheit Gottes eine Einheit der Welt entspreche, und deutlich erkennbar durch ein gemeinsam und ausnahmslos waltendes Geßetz; oder ob eine Menge wie zufällig zerstreuter Einzelwelten anzunehmen sei, deren jede einem besonderen Bewegungsgeßetz gehorche? Zwar würde auch im letzteren Falle noch nicht nothwendig Verwirrung und Unordnung herrschen müssen, aber die Gewähr der festen und bleibenden Ordnung bliebe uns verborgen, würde nie Gegenstand unserer Erkenntniß und Ueberzeugung werden können, und somit keine ethische Bedeutung für unsere Gotteserkenntniß gewinnen. Somit ist die Entdeckung, daß in den Doppelsternsystemen das gleiche Bewegungsgeßetz wie im Sonnensystem waltet, ein erster Schritt aus der Begrenztheit in die Unendlichkeit, und er gewährt uns zugleich die sichere Aussicht, unsere Kenntniß der Weltssysteme nicht allein auf immer mehrere, sondern auch auf immer höhere Ordnungen auszudehnen und daß, was wir als ein System bezeichnen, stets wieder als einzelnes Glied eines höheren Systems uns vor Augen zu stellen.

Die Bewegung des einen Sterns um den andern in diesen Doppelgebilden geschieht meist so langsam, daß wir erst etwa bei dem neunten Theile eine sichere Spur derselben haben wahrnehmen können, wozu freilich bei den meisten die sehr kurze Zeit, daß wir sie überhaupt kennen und messen, das ihrige beiträgt. Viele, und darunter nicht wenige der hellsten, haben in 70—80 Jahren kaum Einen Grad Veränderung des Richtungs winkels gezeigt, woraus noch nichts für die Umlaufszeit und die übrigen Bahnelemente zu schließen, aber im Allgemeinen anzunehmen ist, daß hiermit Umlaufzeiten von 20—30,000 Jahren vorkommen. Die meisten liegen gewiß über 2000 Jahr. Für diese wird also erst eine sehr ferne Zukunft einiges Nähere ermitteln können: uns bleiben nur wenige Fälle von ausnahmsweise kurzen Umlaufzeiten, wo wir zu vorläufigen Resultaten gelangt sind. Sie gehören sämmtlich Doppelsternen an, deren gegenseitiger mittlerer Abstand unter kleinen Winkeln von höchstens 5 Sekunden erscheint. Den wahren Abstand zu ermitteln sind wir so lange außer Stande, als wir die Entfernung des Doppelsterns von unserer Erde nicht bestimmt haben.

Doppel-  
Sterne.

Es soll hier nur die Umlaufszeit in Erbjahren, die Excentricität der Bahn und der mittlere Abstand in Sekunden angegeben werden. Näheres findet man in den diesem Gegenstande gewidmeten besonderen Werken, insbesondere in Struve's „Mensurae micrometricae stellarum duplicium etc.“ und des Verfassers „Untersuchungen über die Fixsternsysteme“.

	Ursae majoris	61 Jahr Uml.;	0,404 Excentr.;	2",29 mittl. Abstand
	Castor	520 " "	0,219 " "	5",69 " "
$\eta$	Coronae	66 " "	0,290 " "	1",10 " "
$\zeta$	Cancri	58 " "	0,443 " "	0",89 " "
$\tau$	Ophiuchi	87 " "	0,037 " "	0",82 " "
$\xi$	Librae	105 " "	— " "	1",29 " "
$\lambda$	Ophiuchi	89 " "	0,453 " "	0",84 " "
$\zeta$	Herculis	30 " "	0,432 " "	1",21 " "
$\rho$	Ophiuchi	92 " "	0,478 " "	4",80 " "
$\gamma$	Virginis	169 " "	0,880 " "	3",86 " "

Die wirkliche Bewegungsgeschwindigkeit in diesen Bahnen könnte nur dann der unserer Erde (4,1 Meilen pro Sekunde) gleich kommen oder gar sie übertreffen, wenn wir für den Doppelstern eine Masse annehmen, welche die unserer Sonne hundert und mehrfach übersteigt. Nun mag es allerdings nicht wenige Fixsterne geben, die größer als unsere Sonne sind, allein gewiß sind viele andere kleiner, und es verdient Beachtung, daß in den wenigen Fällen, wo wir die Massen der Sterne annähernd kennen, diese ohne Ausnahme kleiner gefunden werden als die der Sonne.

Sehen wir einstweilen, und bis wir über diese Masse besser belehrt sind, die obigen Doppelsterne unserer Sonne gleich, so würde die Bewegungsgeschwindigkeit

bei $\xi$ Ursae maj.	1,1	Meile in der Sekunde
" Castor	0,5	" " " "
" $\eta$ Coronae	1,0	" " " "
" $\zeta$ Cancri	1,1	" " " "
" $\tau$ Ophiuchi	0,9	" " " "
" $\xi$ Librae	0,8	" " " "
" $\lambda$ Ophiuchi	0,9	" " " "
" $\zeta$ Herculis	1,3	" " " "
" $\rho$ Ophiuchi	0,9	" " " "
" $\gamma$ Virginis	0,75	" " " "

und wollte man diese Geschwindigkeit vergrößern, z. B. verzehnfachen, so müßte man die Massen selbst vertausendfachen; eine große Unwahrscheinlichkeit, der Unmöglichkeit schon nahe stehend.

Kürzere Umlaufzeiten, welche unter der obigen Bedingung auf raschere Bewegungen führen würden, können nicht angenommen werden, da, wenn bei irgend einem Doppelstern (den Fall ausgenommen, daß er noch gar nicht beobachtet wäre) deren vorkämen, sie uns auch bekannt sein müßten. Die verhältnismäßige Langsamkeit dieser Umlaufbewegungen ist demnach eine Thatsache, welche der Ansicht widerspricht, als kämen in den höheren Ordnungen, verglichen mit den niederen, auch stets raschere Bewegungen vor. Sie sind jedenfalls mit der Geschwindigkeit des Lichtes (41,000 M. pro Sek.) verglichen, ein verschwindend kleiner Bruchtheil, den bei der Aberration u. dgl. in Betracht zu ziehen völlig überflüssig ist.

Die Bemerkung, daß die kürzeren Umlaufzeiten gar nicht vorzugsweise bei helleren Sternen vorkommen, daß vielmehr viele der helleren Doppelsterne (wie  $\gamma$  Arietis,  $\zeta$  Bootis,  $\gamma$  Delphini,  $\alpha$  Canum) noch gar keine Bewegung des Begleiters seit fast einem Jahrhundert verrathen, hat auf eine Vergleichung der specifischen Leuchtkraft geführt, die in einzelnen Fällen auf Unterschiede im Verhältniß von 1 : 3000 führt. Man möge hieraus abnehmen, wie sehr verschiedenartig diejenigen Himmelskörper sein mögen, die wir unter dem Namen Fixstern zusammenfassen.

Doppelsterne.

Im Bisherigen war nur die Rede von Systemen, die aus zwei selbstleuchtenden Gliedern bestehen, wenn auch in manchen Fällen das Leuchten eines derselben nur höchst schwach sich zeigt. Allein Bessel wies (1845) zuerst nach, daß es auch solche Systeme gebe, in denen wir nur ein Glied wirklich, und das oder die anderen gar nicht sehen, gleichwohl aber aus den eigenthümlich variirten Bewegungen des sichtbaren uns überzeugen könnten, daß es nicht die einzige hier stehende Masse sein könne. Es würde uns, da wir uns auf Entwicklung der Berechnungsformeln nicht einlassen können, nicht möglich sein, die Beweisführung Bessel's wiederzugeben. Er wies dieses Verhältniß insbesondere nach für Sirius und Procyon; später ist es noch für mehrere Sterne wahrscheinlich gemacht worden. Die große Schwierigkeit besteht darin, Bewegungen mit Sicherheit wahrzunehmen, die sich auf ein unbekanntes Centrum beziehen, und sodann dieses Centrum aus den Beobachtungen zu ermitteln und überzeugend nachzuweisen. Dies ist am vollständigsten von Peters geschehen, der die von Bessel gesammelten und selbst angestellten Beobachtungen des Sirius, durch neue vermehrt, ausführlich discutirte, und eine Umlaufzeit von nahe 50 Jahren herausbrachte, während welcher Sirius in einer stark elliptischen Bahn um eine in seiner Nähe befindliche Masse kreist, deren Ort nun bestimmt ist, obgleich weder vor noch nachher irgend Jemand sie gesehen hat. Einen Planeten kann man sie nicht füglich nennen, wenn gleich die Bewegung eine gemeinschaftliche um den Schwerpunkt sein wird, denn der Halbmesser dieser Siriusbahn ist mindestens 11mal größer als der der Erdbahn, was kein bloß planetarischer Begleiter hervorzubringen vermöchte. Ob er gar nicht oder nur zu schwach für unsere Fernröhre leuchte, muß dahingestellt bleiben; merkwürdig aber bleibt es jedenfalls, daß der hellste aller Fixsterne mit einem uns gänzlich unsichtbaren zu einem Doppelgestirn vereinigt ist.

Dunkle Centralmassen.

Als das Fernrohr entdeckt und allmählig mehr und mehr vervollkommen war, da glaubte man Alles zu besitzen, was erforderlich sei, um tiefer und immer tiefer in das Universum einzudringen. Aber siehe, ein Reverrier errechnet uns, ohne Fernrohr, einen neuen Planeten, der auch sofort gefunden wird; und Bessel einen ungesesehenen Fixstern, der zwar noch nicht erblickt, vielleicht uns Erdenbewohnern gänzlich unsichtbar ist, der aber dennoch seine Existenz nicht minder documentirt und einer ganz neuen Klasse von Weltkörpern angehört. Es giebt also auch ein rein geistiges Fernrohr, die mathematische Analysis, und im Verein mit dem körperlichen wird es die Zukunft der Wissenschaft bestimmen. Der Astronomie des Sichtbaren wird fortan eine des Unsichtbaren zur Seite stehen und sie ergänzen.

Durch Bessel's Entdeckung haben wir zuerst erfahren, daß auch leuchtende Körper um dunkle laufen; und wir können nun zu allen vier im Allgemeinen möglichen Fällen:

Dunkle Körper laufen um dunkle (Monde um Planeten),  
 Dunkle Körper laufen um helle (Planeten z. um die Sonne),  
 Helle Körper laufen um helle (ein sichtbarer Doppelstern),  
 Helle Körper laufen um dunkle (Sirius um die Bessel'sche Masse),

Beispiele aufzeigen, und damit vollständig und für immer die Meinung derer widerlegen, die das Beleuchtetwerden als nothwendig mit der Gravitation verbunden darstellten. Leuchten ist eine specielle Eigenschaft gewisser Körper, und ihnen in sehr verschiedenem Grade zugetheilt; Gravitation dagegen ist allgemein, und darf weder von der Beleuchtung, noch von der Erwärmung oder irgend welchem anderen noch möglichen Einflusse als abhängig gedacht werden.

Mehrfache  
Sterne.

Daß außer den Doppelsternen auch drei- und mehrfache Sterne gefunden werden, ist bereits oben erwähnt. Aber auch Verbindungen mehrerer Doppelsternpaare zu abermals höheren Systemen scheinen an einigen Orten des Himmels vorzukommen. Aus der Anzahl und Vertheilung der Doppelsterne am Himmel folgert die Wahrscheinlichkeitsrechnung, daß etwa 50 solche Systeme vorhanden sind. Eins der auffallendsten Beispiele liefern  $\epsilon$  Lyrae und  $\delta$  Lyrae. Jeder für sich ist ein Doppelstern von der Distanz  $3''$ , die beiden Paare selbst aber,  $210''$  von einander stehend, zeigen durch ihre übereinstimmende Bewegung, daß sie physisch zusammengehören. Im Sternbilde des Einhorn stehen 5 Paare so nahe zusammen, daß ein Kreis von 9 Minuten Radius sie alle umschließt, und eine ähnliche Gruppe findet sich in Cepheus. Aber auch wenn wir noch mehrere solche Verbindungen auffinden und ihre Zusammengehörigkeit mit Gewißheit erkennen sollten, dürfen wir dennoch nicht hoffen, Resultate über die Bahnen und Umlaufperioden zu erhalten, außer in sehr später Zukunft. Auch wenn man von Anbeginn des Menschengeschlechtes her mit Werkzeugen wie die heutigen beobachtet hätte, würde unsere Kenntniß dieser Systeme noch immer eine sehr dürftige sein. Denn hier sind mindestens Hunderttausende, vielleicht selbst Millionen von Jahren als Perioden zu erwarten, und bei dem Mangel eines eigentlichen Centralsternes, den wir in keiner dieser Verbindungen bis jetzt gefunden haben, müssen die lineären Geschwindigkeiten hier noch geringer ausfallen als bei den Doppelsternen.

Doch ist es nun Zeit, uns wieder zum Gesamtgebiet der Fixsterne, das sowohl die einfachen Sonnen, als die zwei- und mehrfachen umfaßt, zu wenden.

Man wird beim Anblick des Firmaments sich leicht überzeugen, daß die Sterne nicht in allen Himmelsgegenden gleich häufig vorkommen, und da, wo man den südlichen Himmel ganz übersehen kann, tritt diese ungleiche Vertheilung noch merklicher hervor. Im Allgemeinen wird man finden, daß je näher dem weißen Gürtel, der den wenig passenden Namen Milchstraße führt, desto dichter die Sterne stehen; je entfernter, desto sparsamer. Die ersten 4 Größenklassen lassen von diesem Unterschiede wenig bemerken, doch je schwächer der Glanz, desto größer diese Ungleichheit der Vertheilung. Die Milchstraße selbst besteht, wie schon die Alten vermutheten, aus einer großen Menge teleskopischer dicht gedrängter Sterne, die das bloße Auge nur als vereinigten Schimmer erblickt. Herschel I. schätzt die Anzahl auf 18 Millionen, und da er die südlichsten, wie es scheint reichsten und glänzendsten Gegenden derselben nicht kannte, so dürfte leicht die Zahl noch höher sein.

Milch-  
straße.

Die Milchstraße ist ein großer Stern Gürtel, der das gesammte Firmament in zwei Seiten theilt, deren Inhalt sich wie 8 : 9 verhält. Die kleinere Seite ist die, in welcher der Punkt der Frühlingsnachtgleiche liegt. Sie setzt sich nicht in regelmäsigem Zuge fort, sondern hat verschiedene Breiten, zieht auf einer beträchtlichen Strecke doppelt und selbst dreifach, während sie an anderen ganz auszuweichen scheint; namentlich ist auch ihr Glanz und Sternfülle in den verschiedenen Strecken sehr ungleich. Wir (in Mitteleuropa) sehen sie im großen Hunde über den Horizont emporsteigen, dann durch Orion, den Stier, Perseus, Cassiopeja und Cepheus einfach und meist ziemlich schwach ziehen, im Schwan sich theilen und von da ab doppelt und glänzender durch den Adler zum Scorpion, mit welchem die in unserer Gegend sichtbaren Regionen schließen. Durch den Centauren, das südliche Kreuz und die Argo, schließt sie sich dann wieder dem oben bezeichneten Anfangspunkte an.

Milchstraße.

Ist sie gleich zur Seite nicht ganz scharf begrenzt, so findet doch kein allmählicher Uebergang zu den umgebenden Himmelsräumen statt und man muß sie deshalb für einen großen Ring oder vielleicht richtiger für ein Ringsystem bezeichnen. Von ihr umspannt, bilden die übrigen Fixsterne eine linsenförmig gestaltete Masse, deren kurzer Durchmesser senkrecht auf die Ebene des Ringes steht. Die Pole liegen im Wallfisch und der Jungfrau, wo in der That die teleskopischen Sterne am seltensten sind. Herschel schätzt das Verhältniß des kleinen Durchmessers dieser Linse zum großen wie 15 : 80.

Die Fixsterne sind nicht in Ruhe, und ihre Ortsveränderungen bezeichnet man als eigene Bewegungen, um sie von der bloß scheinbaren der Aberration, Nutation und Präcession zu unterscheiden. Wir können diese Eigenbewegungen nur im Verhältniß ihrer perspectivischen Projection auf der Himmelskugel wahrnehmen; wir können ferner da, wo wir die Entfernung nicht kennen, sie nur nach Winkelgrößen angeben, und müssen noch überdies berücksichtigen, daß unsere Sonne, als Fixstern, gleichfalls eine mit ihrem ganzen System und also auch unserer Erde gemeinschaftliche Bewegung haben wird, die sich für unsere Beobachtung mit der eigenen der übrigen Sterne zusammensetzt. Dies alles macht, daß wir keine bestimmte Schlüsse auf die wahre Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung der einzelnen Sterne machen können, und höchstens, unter Beachtung aller Umstände, zu allgemeinen Durchschnitten gelangen, die nur deshalb einiges Vertrauen verdienen, weil die Anzahl der Sterne, deren Bewegungen verglichen werden können, jetzt schon in die Tausende steigt. Wir verdanken dieses reiche Material vorzugsweise den schönen vor einem Jahrhundert angestellten Beobachtungen Bradley's, und der durch Bessel ausgeführten Reduction derselben, die er in seinen *Fundamentis* veröffentlichte.

Eigene Bewegung der Sterne.

Die rascheste Winkelbewegung, die wir im Fixsternsysteme kennen, finden wir an einem teleskopischen Sterne an der Grenze des großen Haren und der Jagdhunde, gewöhnlich als Argelander'scher Stern bezeichnet, da dieser Astronom zuerst seine Bewegung entdeckte. Sie beträgt in einem Jahrhundert 702 Sekunden, etwa  $\frac{3}{8}$  des scheinbaren Sonnendurchmessers\*). Ihm zunächst stehen 61 des Schwans (Secularbewegung 523"), 40 Eridani,  $\mu$  Cassiopejae und  $\alpha$  Centauri (von 300—400), Arcturus 195" u. s. w. Nur etwa bei 25 Sternen steigt diese Bewegung über 100" und unter diesen gehören nur 5 zur ersten und zweiten Größe; bei vielen, selbst sehr hellen

\*) Der mittlere scheinbare Sonnendurchmesser ist 1920",88.

Eigene  
Bewegung.

Sternen, ist sie noch unter  $10''$ , z. B. für  $\alpha$  Orionis  $5''$  und für  $\alpha$  Cygni  $1''$ , so daß letzterer Stern, wenn er mit dieser Langsamkeit den ganzen größten Kreis des Himmels beschreiben sollte, 129,600,000 Jahre gebraucht. Die Kenntniß der Fixsternbewegungen ist von ziemlich jungem Datum; die erste Vermuthung (Halley) ist aus dem Anfange des 18. Jahrhunderts; eine einigermäßen sichere Kenntniß für eine etwas größere Zahl besitzen wir erst seit 20 Jahren.

Eine sehr umfangreiche Arbeit, bei welcher etwa eine halbe Million einzelner Bestimmungen benutzt sind, und als deren Ergebniß die möglichst scharfe Ermittlung der Eigenbewegungen der 3222 Sterne, welche in Bradley's Verzeichniß vom Jahre 1755 vorkommen, zu bezeichnen ist, beschäftigt mich seit dem Jahre 1846. Sie ist jetzt in der Hauptsache beendet. Alle sich daraus weiter ergebenden Folgerungen können hier nicht gegeben werden, um so weniger, als manche derselben noch weiterer Untersuchungen und Rechnungen bedürfen, um völlig sicher zu sein. Hier möge die Bemerkung genügen, daß sich für die Sterne der 1. und 2. Größe (insgesammt 80) eine Secularbewegung von  $25\frac{1}{2}''$  durchschnittlich ergibt, die Sterne der 4. Größe  $14''$  und die der 7.  $8\frac{1}{2}''$  als Durchschnittszahl haben. Wollte man die 60 zur 2. Größe gerechneten besonders nehmen, so erhielt man für sie  $11''$ , d. h. beträchtlich weniger als bei der 3. und 4. Größenklasse. Aus 3182 Sternen aller Größen ergibt sich  $10''$ , 97.

Da die schwächeren Sterne auch durchschnittlich die entfernteren sein werden, so ist eine geringere Bewegung (von unserem Standpunkte aus genommen) allerdings zu erwarten. Wenn man aber unter der Voraussetzung, daß die Entfernung umgekehrt der Quadratwurzel aus der Lichtstärke (im Durchschnitt) proportional sei, diese mittleren Entfernungen berechnet, oder auch aus der Häufigkeit der in jeder Größenklasse vorkommenden auf den Raum, über welchen sie sich ausdehnen, und somit auf ihre durchschnittliche Entfernung schließt, so erhält man für die Sterne 6. Größe eine mindestens 5mal und für die der 7. eine 8mal so große Entfernung als für die der 1. und 2., und die oben resultirenden Zahlen zeigen noch nicht halb so große Unterschiede, als sie hiernach zeigen müßten. Es wird sich weiter unten eine wahrscheinliche Erklärung dieser scheinbaren Nichtübereinstimmung ergeben.

Daß unsere Sonne, als Fixstern, keine Ausnahme von der allgemeinen Regel der Bewegung machen werde, war längst allen Astronomen wahrscheinlich, allein es kam darauf an, zu bestimmen, welche Bewegung und wohin gerichtet. Die letztere Frage behandelte zuerst W. Herschel, der den Punkt an der nördlichen Grenze des Sternbildes Hercules zu finden glaubte. Doch schenken die Zeitgenossen dem Resultat ein geringes Vertrauen, da noch so wenig Sternbewegungen bekannt waren. Indes haben die späteren Bestimmungen von Gauß, Klügel, Argelander und D. Struve das Herschel'sche Resultat in so weit bestätigt, daß der Punkt, wohin die Bewegung unserer Sonne sich gegenwärtig richtet, wirklich im Hercules, nur mehr in der Mitte des Bildes liege. Die letzte Bestimmung ist ein Punkt in  $25^{\circ} 50'$  gerader Aufsteigung und  $37^{\circ} 36'$  nördlicher Abweichung.

Die verwickelten und weitläufigen Rechnungen, welche zu diesem wichtigen Ergebniß geführt haben, können hier nicht erörtert werden. Zu einiger Erläuterung möge Folgendes dienen:

Die Aufgabe wäre sehr leicht, wenn nur unsere Sonne, und nicht auch die anderen Sterne sich bewegten. Da dies jedoch nicht der Fall ist, viel-

mehr die Sternbewegungen in den aller verschiedensten Richtungen erfolgen, so muß angenommen werden, daß alle möglichen Richtungen und zwar etwa gleich häufig, bei den Sternen angetroffen, und daß sie im Gesamtergebnisse gleich aufheben werden. Kommt nun die Bewegung unserer Sonne hinzu, so wird man die Sterne meistens (nicht alle) nach der entgegengesetzten Seite rücken sehen, nur nicht geradezu, da ihre eigene Bewegung, die sich mit der bloß optischen von unserer Sonne herrührenden zusammensetzt, auch ganz anders gerichtet sein kann. Nun kommt es darauf an, denjenigen Punkt des Himmels zu finden, von dem sich mehr als von jedem anderen die Gesamtheit der Sterne entfernt, um sich dem entgegengesetzten zu nähern. Der so bestimmte Punkt ist der, wohin mit größerer Wahrscheinlichkeit als nach jedem anderen, die Sonnenbewegung gerichtet ist. Man stelle sich vor, daß man über einen von Menschen erfüllten Marktplatz hinschreite, oder noch besser, auf einem ihn durchschneidenden Kanal dahinschiffe, so wird man die meisten nach der unserer Bewegung im Ganzen entgegengesetzten Richtung sich bewegen sehen; nur die, welche sich in unserer Richtung und zwar schneller als wir selbst bewegen, machen eine Ausnahme. Man würde demnach die eigene Richtung, wenn man sie nicht anderweitig wüßte, aus diesen Bewegungen, annähernd wenigstens, bestimmen können.

Eigene Bewegungen der Sterne und unserer Sonne-Systems.

Wenn sowohl unsere Sonne mit ihrer gesammten Begleitung, als auch die übrigen Sterne, einzelne sowohl als doppelte und mehrfache sich im Weltraume bewegen, so werden diese Bewegungen auch geregelte sein müssen. Es muß also ein Gesetz derselben geben, und wir wissen bereits, daß sich in den Bahnbewegungen der Doppelsterne das Newton'sche bewährt hat. Was aber von den einzelnen Theilen gilt, wird auch vom Ganzen gelten, und es stellt sich demnach die Aufgabe, ähnlich wie im Sonnensystem, die gegenseitigen Beziehungen festzustellen, die Bahnelemente zu bestimmen u. s. w.

Diese Aufgabe ist unermesslich; einerseits wegen unübersehbar großer Zahl der Fixsterne, andererseits wegen der ungeheuren Zeiträume, in so fern man im Voraus gewiß sein kann, daß die Jahre im Sonnensystem hier durch Millionen von Jahren repräsentirt sind. Indes muß allem zuvor der oder die Mittelpunkt(e) erforscht werden, um welche die Bewegungen vor sich gehen, und dies war schon seit längerer Zeit die eifrige Bemühung der Astronomen und zum Theil der Philosophen.

Ein Zerfallen in mehrere Partialssysteme für die ganze Fixsternwelt anzunehmen, widerspricht dem Augenscheine. Wir würden eine ungleich schärfere Gruppierung wahrnehmen müssen, als dies wirklich der Fall ist. Noch weniger kann ein beziehungsloses Nebeneinanderstehen, welches den Begriff eines Organismus ganz aufhobe, angenommen werden. Es muß demnach ein allgemeines Centrum geben, und da es am nächsten zu liegen schien, in dies Centrum einen großen, alle Fixsterne weit überwiegenden Körper, nach Analogie des Sonnensystems und der Planetensysteme, zu setzen, so forschte man nach einer solchen großen Centralsonne.

Forschungen nach einer Central-Sonne.

Indes zeichnet sich kein Stern des Himmels durch seinen Glanz so besonders vor anderen aus, daß man geneigt sein könnte, ihm diese wichtige Stellung einzuräumen. Da indessen die Leuchtkraft nicht nothwendig mit der Attraktion zusammenhängt, so konnte auch wohl ein schwachleuchtender, ja ein ganz dunkler und unsichtbarer Körper das Gravitationscentrum bilden. So hatte man nach einander den Nebelfleck des Orion, Sirius, Fornahaut

und einen Punkt im Perseus dafür angenommen, der nähere Nachweis aber konnte nicht gegeben werden.

Indeß gaben die Kepler'schen Gesetze ein Mittel an die Hand, die angenommenen Centralpunkte, in der Voraussetzung, daß hier eine in ähnlicher Weise überwiegende Masse stehe, wie die Sonne in der Planetenwelt, einer Prüfung zu unterwerfen. Es müssen nämlich in ihrer Nähe die raschesten, und je entfernter, desto langsamere Bewegungen stattfinden. Wir würden ungeachtet der verschiedenen Entfernung der Sterne von uns dies doch verhältnißmäßig wahrnehmen, d. h. wir würden eine Gegend des Himmels finden, in welcher die Bewegungen durchschnittlich am raschesten, und von welcher aus nach allen Seiten hin sie wieder langsamer würden.

Es findet sich nirgend am Himmel eine Region, welche dieser Bedingung entspricht, weder in der Umgegend der genannten Punkte, noch sonst irgend wo\*), und wir schließen daraus, daß eine solche überwiegende Masse gleichfalls in der Fixsternwelt nicht existirt und wir also nicht weiter nach einer solchen zu suchen haben.

Das Attraktionsgesetz ist aber ganz und gar nicht auf den gedachten Fall beschränkt. Wie sich die beiden Glieder eines Doppelsternes um den zwischen ihnen liegenden völlig leeren und immateriellen Schwerpunkt bewegen können, so kann dies auch bei einer beliebig großen Anzahl von Gliedern der Fall sein. Die Gesammtheit aller bildet sodann die anziehende Masse und es ist gleichgültig, ob in derem gemeinschaftlichen Schwerpunkt irgend ein Stern wirklich stehe, oder nicht. Allein die Bewegungen um diesen Punkt erfolgen in einem solchen System nach anderen Verhältnissen: die langsameren in der Nähe, die rascheren in größerer Entfernung vom Schwerpunkte, und es würde sich also, wenn die angenommene Form des Systems die wahre ist, eine Region am Himmel finden müssen, in welcher die Bewegungen durchschnittlich als die langsamsten, und nach Maßgabe der Entfernung rascher erscheinen müssen. Eine derartige Region nun findet sich wirklich, und ihre Lage ist zugleich eine solche, daß man füglich den Mittelpunkt des Ganzen hier annehmen kann. Da nämlich der bei weitem größte Theil der Sterne zur Milchstraße gehört, und der innere, von ihr umschlossene Complex eine linienförmige Gestalt hat, deren größter Durchschnitt, so weit wir es beurtheilen können, mit der Ebene der Milchstraße zusammenfällt, so werden beide den gemeinschaftlichen, etwa im Mittelpunkt der gedachten Ebene liegenden Schwerpunkt haben. Unsere Sonne liegt nicht in dieser Ebene, sonst müßte die Milchstraße einen größten Kreis bilden. Wir werden also von diesem excentrischen Standpunkt aus jenen Punkt nicht auf der Milchstraße projectirt erblicken, sondern nach der kleineren Himmelshälfte hin. Ferner liegen die verschiedenen Strecken der Milchstraße offenbar in ungleicher Entfernung von uns, da sie in der Gegend des Scorpions und südlichen Kreuzes um vieles heller, breiter, gegliederter erscheint, als in der entgegengesetzten, Orion, Stier, Perseus. Der Mittelpunkt des Ganzen muß also nach dieser letzten Seite hin für uns erscheinen.

Es würde zu weitläufig sein, hier auf die speciellen, überaus umfangreichen Untersuchungen einzugehen, die übereinstimmend zu dem Resultat ge-

\*) Zur richtigen Würdigung der vorstehend angeführten Annahmen über den Centralkörper vergesse man nicht, daß Lambert, Kant u. A. noch nicht im Besiz der Resultate über die Sternbewegungen waren, deren die Gegenwart sich erfreut. Sie würden heut sicher die ersten sein, ihre Annahmen zurückzunehmen.

führt haben, daß die Plejaden-Gruppe, die augenfälligste und am dichtesten mit Sternen besetzte Gruppe des ganzen Himmels, diesen Schwerpunkt einschließe. Ob, wie es am wahrscheinlichsten ist, der hellste Stern derselben, *Alcyone*, der gleichzeitig am besten die Mitte der Gruppe bezeichnet, mit diesem Schwerpunkt zusammenfalle, oder selbst noch eine kleine Bewegung um ihn habe, wird wohl erst in sehr später Zukunft entschieden werden können.

Um diese Centralgruppe also bewegen sich alle jene Millionen von Sternen, die bis zu den äußersten Grenzen der Milchstraße hin durch den Weltraum zerstreut sind. Da die Bewegungen nahezu in demselben Verhältniß rascher werden, als ihr Umfang größer wird, so werden sie auch in nicht sehr verschiedenen Zeiträumen um das gemeinsame Centrum laufen. Für unsere Sonne und den ihr verhältnißmäßig nahestehenden 61. Stern des Schwans ergiebt ein freilich nur roher Versuch, die Periode zu bestimmen, 20 Millionen Jahre, und ähnliche Perioden sind auch bei den übrigen Sternen zu erwarten.

Wir werden nun auch im Stande sein, die oben bemerkte Nichtübereinstimmung zwischen den durchschnittlichen Eigenbewegungen und den aus anderen Gründen geschlossenen mittleren Entfernungen der verschiedenen Größenklassen zu erklären. Bei ganz oder nahezu gleichen Umlaufzeiten müssen nämlich, vom Centralpunkt der Bewegung aus gesehen, die Winkelgeschwindigkeiten aller Sterne, entfernteren wie näheren, auch nahezu gleich sein. Eine Verschiedenheit dieser Winkelgeschwindigkeiten wird man dagegen von anderen Punkten aus bemerken, doch nur allmählig und in dem Maße, wie man sich vom Centralpunkte entfernt, und erst an den äußersten Grenzen des gesammten Complexes wird eine solche annähernde Übereinstimmung, als wir im Vorstehenden vermiften, wahrgenommen werden. Steht also unsere Sonne zwar außerhalb der Centralpunktes, aber doch näher zu ihm als zu den äußersten Grenzen, so wird der Unterschied in den Winkelgeschwindigkeiten für die verschiedenen Größenklassen zwar nicht Null, aber doch viel geringer sein müssen, als an jener Grenze.

Es ist also gar wohl möglich, daß die aus der Lichtstärke oder der verhältnißmäßigen Häufigkeit der Sterne einer gegebenen Größenklasse geschlossene Durchschnittsentfernung der Wirklichkeit entspreche (wiewohl ein strenger Beweis dafür nicht geführt werden kann), ohne daß die nach einem ganz anderen Verhältniß abnehmenden Winkelgeschwindigkeiten damit im Widerspruche stehen.

Uebrigens fehlt es nicht an Andeutungen, die zu dem Schlusse führen, unsere Sonne befinde sich in einer verhältnißmäßig sternleeren Gegend des Fixsternsystems, oder auch, sie sei in ihrer Nachbarschaft meistens nur von kleineren und schwachleuchtenden Sternen umgeben. Namentlich ist es fast unabweisbar, für die meisten Sterne erster und fast alle Sterne der zweiten Größe eine Entfernung anzunehmen, die alle Versuche, ihre Parallaxe zu finden, vereiteln muß, während nicht wenige der geringeren Klassen entschieden in größerer Nähe stehen. Es concurriren bei der Helligkeit, mit welcher ein Fixstern uns erscheint, so viele besondere Faktoren, daß Wahrnehmungen der oben angeführten Art uns nicht in Verwunderung setzen können.

Einen näheren Nachweis werden die Leser in des Verfassers „populärer Astronomie“ (4. Aufl.) und noch ausführlicher in dessen „Untersuchungen über die Fixsternsysteme“ finden, und es wird sein fortwährendes Bestreben sein, durch neue Thatfachen der Beobachtung dies System einerseits innerlich immer fester zu begründen, andererseits zur Beantwortung der vielen wichtigen Fragen, die sich daran weiter knüpfen, so weit dies der Ein-

Wahr-  
schein-  
lichster  
Schwer-  
punkt des  
Milch-  
Straßen-  
Systems  
innerhalb  
der  
Plejaden.

zelne vermag, beizutragen. Denn ein Ausbau, wie er dem Sonnensystem seit Copernicus zu Theil geworden, ist für die Welt der Fixsterne in so kurzer Zeit nicht zu erwarten.

Fixstern-  
Parallaxen.

So viel über die Form des Fixsternsystems. Ueber seine Ausdehnung mußte man so lange im gänzlichen Dunkel bleiben, als es nicht gelang, irgend eines Fixsterns wirkliche Entfernung zu bestimmen. Dies war seit den Tagen des Copernicus eine Aufgabe, über welche die Beharrlichkeit der Astronomen, nach fast drei Jahrhunderten des Mühlingsens, endlich den Sieg errungen hat. Es ist früher der Begriff der Parallaxe, der täglichen wie der jährlichen, erörtert worden: man sieht, daß die Aufgabe ihrem praktischen Ausdruck nach darin bestand, eines Fixsternes jährliche Parallaxe zu finden. Je kleiner die Parallaxe, desto größer die Entfernung: eine Parallaxe von 1 Sekunde ergäbe 206,265 Erdweiten und einen Weg des Lichtes von 3 Jahren 98 Tagen, allein noch hat kein Stern eine so große Parallaxe gezeigt. Als annähernd richtig können aufgeführt werden:

1) 61 Cygni,	Par. : 0",364	Bessel, Peters und Johnson.
2) $\alpha$ Centauri,	" 0",923	Maclear.
3) Polaris,	" 0",076	Peters.
4) Arcturus,	" 0",340	Rümker.
5) $\alpha$ Lyrae,	" 0",157	Struve I. und II.
6) $\eta$ Cassiopejæ,	" 0",370	Klausen*).
7) Lalande 21185	" 0",511	Winnecke.

Mit Ausnahme des Polaris zeichnen sich alle diese Sterne durch eine starke Eigenbewegung aus.

Diesen Parallaxen entsprechen folgende Größen:

	Entf. in Erdweiten.	Zeit des Lichts.
1) 566,650	"	8 J. 358 L.,
2) 223,472	"	3 " 198 "
3) 2,714,000	"	43 " 0 "
4) 606,660	"	9 " 224 "
5) 1,313,810	"	20 " 299 "
6) 557,470	"	8 " 305 "
7) 403,650	"	6 " 145 "

Das erste dieser Resultate, Bessel's über 61 Cygni, datirt von 1836; alle früheren hatten sich bei strengerer Prüfung nicht bewährt, und bei der außerordentlichen Kleinheit der hier in Rede stehenden Größen darf uns dies nicht wundern. Wenn es schon eine schwierige Aufgabe war, die doch  $8\frac{1}{2}$  Sek. betragende Sonnenparallaxe zu finden, so mußten für diese ohne allen Vergleich kleineren Werthe ganz neue Mittel und Werkzeuge erfunden werden.

Da so viele und unter diesen gerade sehr helle Sterne ganz erfolglos in Beziehung auf Parallaxe untersucht worden sind, also sicher noch viel kleinere als die angeführten zeigen, so ist es ganz unstatthaft, aus den wenigen näherungsweise bekannten ein Mittel zu ziehen. Wir kennen durch diese Bemühungen die beiläufige untere Grenze der Fixsternentfernung; wir wissen, daß sie nicht, wie es noch vor 20 Jahren schien, absolut un-

\*) Den oben angeführten Argelander'schen Stern (von stärkster Eigenbewegung), über dessen Parallaxe so heftige Controversen Statt fanden und noch immer finden, lasse ich der ganz unvereinbaren Differenzen wegen hier weg.

meßbar sind; wir dürfen hoffen, unsere Kenntnisse in dieser Richtung, wenn gleich langsam, zu vervollständigen und zu erweitern.

In allen hier angeführten Fällen ist die jährliche Eigenbewegung 4 bis 15 Mal stärker als die Parallaxe; da nun letztere das Maß für den Erdhalbmesser (von unserem Standpunkte aus gesehen) darbietet, so kann man sich hieraus ein ungefähres Maß für den Raum, den ein Stern im Laufe eines Jahres durchläuft, abstrahiren. Man kann als sehr wahrscheinlich annehmen, daß die am stärksten erscheinenden Eigenbewegungen solche sind, welche ganz oder nahezu direkt (nicht perspectivisch verkürzt) gesehen werden. Ist diese Annahme für 61 Cygni erlaubt, so wird für zwei einander so nahe Sterne, als der genannte Doppelstern und unsere Sonne, auch die gleiche lineäre Bewegung angenommen werden können, und da nun die Richtung der Sonnenbewegung, der Abstand des Sterns von diesem Punkte, so wie die zusammengesetzte Bewegung des Sternes und der Sonne nebst ihrer Richtung gegeben sind, so kann man mit Zugiehung der Parallaxe die Quantität der Sonnenbewegung berechnen. Es findet sich beiläufig jährlich 11 Erdweiten oder 7 Meilen in der Sekunde, etwa die Geschwindigkeit Merkurs. Nun hat Alcyone, dessen wahre Eigenbewegung ganz oder sehr nahe gleich Null sein muß, eine scheinbare von etwa 5 Sekunden im Jahrhundert, welcher Winkel also 1100 Erdweiten entsprechen muß. Hieraus ergibt sich eine Entfernung von 45 Millionen Sonnenweiten oder beiläufig 930 Billionen Meilen für den Raum, der unsere Sonne von der Plejadengruppe trennt; mit einer Zeit des Lichtes von 680 Jahren.

Schätzung  
der  
Plejaden-  
Entfernung  
und  
Richtigkeit.

Es bedarf der Erinnerung nicht, daß alle diese Zahlen nichts als die rohesten Annäherungen sind, und man sich noch lange mit solchen wird begnügen müssen.

Indessen drückt diese Zahl nur eine Distanz innerhalb der Fixsternwelt, nämlich vom Mittelpunkte bis zu unserer Sonne, aus. Da aber in entgegengesetzter Richtung die Sterne kaum seltener sind, so ist die angegebene Entfernung wahrscheinlich noch unter der Hälfte des Radius dieses Fixsternhaufens, abgesehen davon, daß jenseit desselben sich noch der große Ring der Milchstraße herumzieht. Bis dahin haben wir jedenfalls eine Entfernung von mehreren Jahrtausenden Lichtzeit; ein roher Ueberschlag führt auf 4 bis 5000 Jahre, und jedes Jahr Lichtzeit repräsentirt  $1\frac{1}{3}$  Billionen Meilen. Welche Arbeit der Zukunft, diesen gigantischen Complex in seinem Inneren zu durchforschen!

Schätzung  
der  
Lichtzeit  
für den  
Radius  
unserer  
Fixstern-  
Insel.

Die Beständigkeit und relative Unveränderlichkeit des Ganzen entspricht der Größe desselben. Orion, der große Bär (Wagen), die Plejaden werden schon im uralten Buche Job erwähnt, und wir können berechnen, daß die Sternbilder den frühesten Himmelsbeschauern in derselben Gestalt wie uns erschienen, mit Ausnahme einiger weniger Sterne, die ihren Ort seit jener Zeit um eine dem bloßen Auge ohne Meßwerkzeuge noch einigermaßen merkliche Größe verändert haben. Erst nach Hunderttausenden von Jahren werden die jetzigen Sternarten unbrauchbar geworden sein.

Diese Unveränderlichkeit des Firmaments im Ganzen hindert indes nicht, daß in Folge der Präcession dieselbe Erdgegend allmählich andere Gestirne über seinen Horizont sich erheben sieht.

Im Laufe der Jahrtausende (der gesammte Cyclus ist 25,600 Jahr) werden für Norddeutschland nach einander verschwinden: der Kabe, Becher,

Wirkung  
der  
Präcession  
auf  
die Sicht-  
barkeit  
der  
Stern-  
bilder.

Wasserschlange, Orion, der kleine Hund, Eridanus, der Wallfisch, der südliche Fisch. — Dagegen werden folgende jetzt und schon seit Jahrtausenden uns unsichtbaren Sternbilder nach einander sichtbar werden: der Centaur, das südliche Kreuz, ein Theil der Karlscheibe, der Wolf, der südliche Triangel, der Altar, die südliche Krone, der Pfau, der Indianer, der Paradiesvogel, der Toucan, der Kranich, der Phönix und der jetzt unsichtbare Theil des Eridanus.

Dieselbe Ursache bewirkt, daß unser jetziger Polarstern diesen Namen nicht stets wird führen können, wie denn auch die Alten ihn nicht so benannten, vielmehr ausdrücklich erklären, am Nordpole stehe kein Stern. Zu Alexanders des Macedoniers Zeit stand er etwa 15 Grad vom Pole. Jetzt hat er sich ihm bis zu  $1\frac{1}{3}$  Grad genähert und noch etwa 300 Jahre lang wird dies fortbauern, wo er nur 21 Minuten vom Pole absteht. Ein Jahrtausend später wird er seinen jetzigen Namen dem Stern  $\gamma$  Cephei abtreten müssen, und diesem werden im Range eines Polarsternes nach einander folgen:  $\beta$  Cephei,  $\alpha$  Cephei,  $\delta$  Cygni,  $\alpha$  Lyrae, (nach 12,000 Jahren),  $\eta$  Herculis,  $\alpha$  Draconis,  $\times$  Dracois und endlich wieder unser jetziger Polarstern 26,000 Jahr n. Chr.

Eben so wird die Lage des Thierkreises durch die Präcession eine andere werden. Schon gegenwärtig muß man zwischen Zeichen und Bild unterscheiden, während zu Hipparch's Zeiten das Bild des Widders mit dem Zeichen desselben zusammenfiel. Jetzt ist dies Zeichen, dem Nachtgleichenpunkte folgend, in das Bild der Fische zurückgewichen; das Sternbild Widder coincidirt mit dem Zeichen Stier u. s. w. Nach je 2130 Jahren wird diese Veränderung ein Zeichen mehr betragen, so daß 4000 n. Chr. das Bild Widder im Zeichen der Zwillinge stehen wird u. s. w. Nach 12,800 Jahren hat sich alles umgewandt, die Sternbilder, welche jetzt den nördlichen Theil des Thierkreises bilden, werden dann im südlichen stehen, und umgekehrt.

Wenn also gleich die Sternbilder, wie oben bemerkt, ihre Gestalt und ihre gegenseitige Lage einen viel längeren Zeitraum hindurch behalten, so wird doch eine mit Aequator und Ekliptik versehene Sternkarte oder dergl. Globus rücksichtlich dieser und ihrer Gradeintheilung nur für eine bestimmte Epoche gelten können. So erfordern z. B. Vode's im J. 1780 publicirten Sternkarten jetzt schon eine Correction von 1 Grad in Länge, um den gegenwärtigen Ort des Sternes daraus zu entnehmen. So kann man für ältere Sternkarten und Sterngloben (vorausgesetzt daß eine genaue und treue Darstellung beabsichtigt war) die Epoche bestimmen, in der sie angefertigt wurden, und Aehnliches ist bei alten Angaben von Sternörtertern am Himmel ausführbar.

## Die Nebelflecke und die ihnen ähnlichen Bildungen.

Rebel-  
flecke.

Wie gigantisch auch immerhin der im Vorigen betrachtete, von der Milchstraße begrenzte Complex von Fixsternen erscheinen möge; dennoch würde man sehr irren, wenn man ihn für das Universum, ja selbst nur für den Theil desselben, der uns sichtbar ist, ansehen wollte. Außerhalb, weit außerhalb jenes großen Systems existiren andere Weltinseln zu Tausenden, und erweitern unseren Blick bis in Fernen, die nur noch durch das, was wir Lichtzeit genannt haben, einen Ausdruck finden, der einigermaßen überschaulich

ist. Doch wir wollen den Thatfachen nicht weiter vorgreifen. Wenige und nicht sehr ausgedehnte Regionen des Himmels ausgenommen, gewahrt man, jedoch in sehr verschiedener Frequenz, blasse Lichtflecke, gewöhnlich nicht bestimmt begrenzt, und häufig von teleskopischen Kometen nur dadurch zu unterscheiden, daß letztere schon nach kurzer Zeit eine Bewegung zeigen, erstere nie. Sind beiderlei Objecte nicht ganz schwach, so unterscheidet man sie leichter. Dem bloßen Auge sind nur 3 oder 4 einigermaßen sichtbar, und daher kam es, daß man eine lange Zeit wenig auf diese Körper achtete. Den ersten im Gürtel der Andromeda fand Simon Marius 1612, den Nebelfleck des Orion Huygens 1656. Halley hatte 1716 in allem nur sechs aufgeführt. Durch Lacaille 1750 kam die Zahl schon auf 28, Messier im J. 1771 brachte sie auf 103. Letzterer Astronom hatte sehr eifrig, aber nur mit einem  $3\frac{1}{2}$  f. Fernrohr nachgesucht, er verband damit noch insbesondere den speciellen Zweck, bei seinen Auffuchungen neuer Kometen (deren er 19 fand) nicht durch Nebelflecke irre geleitet zu werden.

Alles dies ward in großartigster Weise übertroffen durch W. Herschel's Arbeiten mit seinen selbstverfertigten mächtigen Teleskopen. Von 1786 bis 1802 stellte er, in drei verschiedenen Catalogen, nicht weniger als 2500 von ihm beobachtete und (bis auf jene 103) auch neu entdeckte Nebelflecke auf, und sein Sohn J. Herschel hat die Arbeit revidirt, mehrfach berichtigt, und während seines Aufenthalts am Cap noch gegen 2000 südliche Nebelflecke hinzugefügt. Der Reichthum der Natur ist durch diese grandiosen Entdeckungen so wenig erschöpft, daß selbst mit Fernröhren von etwas geringerer optischer Kraft als die, welche die beiden Herschel anwandten, noch immer Nachlesen gehalten werden können.

Allerdings ist nun aber das, was unter der allgemeinen Rubrik Nebelfleck aufgeführt wird, gar sehr verschieden. Helligkeit, Durchmesser, Gestalt, Verdichtung gegen die Mitte hin, mehr oder minder bestimmte Begrenzung und vieles Andere gäbe hinreichende Veranlassung, 40—50 verschiedene Klassen anzunehmen, die sich gleichwohl für die Gesamtheit als ungenügend zeigen würden, da einige der größeren Nebelflecke so eigenthümlich geformt und constituirt sind, daß sie sich jeder speciellen Classification entziehen.

Der ältere Herschel führte folgende Abtheilungen ein:

- 1) sehr schwache Nebelflecke,
- 2) schwache Nebelflecke,
- 3) glänzende Nebelflecke,
- 4) planetarische Nebelflecke,
- 5) sehr große und eigenthümlich geformte Nebelflecke,
- 6) sehr dichte Sternhaufen,
- 7) dichte Sternhaufen,
- 8) Gräber zerstreute Sternhaufen.

Die Abtheilung 1—3, so wie 6—8 sind, wie man sieht, nur graduell verschieden, und alles hängt hier von Schätzung ab, die dann auch selbst bei dem gleichen Beobachter an verschiedenen Abenden ungleich ausfallen. Bei Herschel II. kommen einige Nebelflecke als sehr schwach vor, die Herschel I. zu 2) oder 3) zählt, und auch der umgekehrte Fall ist nicht selten. Bei der Unmöglichkeit, zumal im gegenwärtigen noch so wenig vorgeschrittenen Stadium unserer Kenntniß, durch irgend eine Eintheilung der Mannichfaltigkeit der Natur zu entsprechen, ist es wohl am besten, sich auf 4 Klassen zu beschränken.

Nebel-  
flecke.

- 1) Nebelflecke gewöhnlicher Art,
- 2) Planetarische und ringförmige Nebelflecke,
- 3) sehr große und besonders geformte Nebelflecke,
- 4) Sternhaufen (aufgelöste Nebelflecke);

wo die erste Klasse in W. Herschel's Catalogen allein 2173 Nummern zählt.

Die dahin gehörenden Gebilde sind meist rundlich, oft aber auch elliptisch, ja bis zur Streifenform gehend. Zuweilen erscheinen sie gegen die Mitte hin verdichtet; meist jedoch nur sehr allmählich. Bei einer mehr plötzlichen Lichtverdichtung glaubt man einen von Nebel umhüllten Stern zu sehen; und da der letztere Fall auch wirklich vorkommt (Nebelstern), so muß eine aufmerksame Betrachtung bei günstiger und ruhiger Luft darüber entscheiden. Unter 5 Sec. Durchmesser möchte nicht leicht ein Nebelfleck als solcher erkannt werden, von da an aber hat man alle Größen bis zu mehreren Minuten aufwärts. Man findet Gegenden, wo zwei und mehrere Nebel dicht zusammentreten, ja in einander zu fließen scheinen, woraus, wenn die Durchmesser merklich verschieden sind, eine Birnform entsteht. Bisweilen ist die Schärfe der Begrenzung an verschiedenen Punkten des Umfangs deutlich verschieden. Bisweilen erblickt man einzelne Sterne in dem übrigens ganz unauflösbaren Nebel, wo sich denn nicht leicht entscheiden läßt, ob sie bloß perspectivisch vor, oder physisch im Nebelfleck stehen. In manchen Fällen ist letzteres sehr wahrscheinlich. So steht ein elliptischer Nebelfleck (Zerhältniß 2 : 1) in den Schützen, und in jedem Brennpunkte dieser Ellipse ganz symmetrisch 2 Sterne dicht neben einander. Ein sehr ähnlicher elliptischer Nebelfleck steht beim  $\delta$  des großen Bären, wo aber die beiden Doppelsterne in den Endpunkten der großen Axe stehen. In einem großen elliptischen Nebelfleck im Centauren bildet ein schöner Doppelstern gerade die Mitte. Besonders häufig sind indeß diese Fälle nicht, und wo sich kleine Sterne auf dem Grunde des Nebelflecks projeciren, stehen gewöhnlich auch einige ganz in der Nähe, aber außerhalb.

Noch einige besondere Bildungen mögen hier Platz finden.

Nr. 854 H. Im Löwen. Ein sehr länglichter Nebel, aus einem Kerne und zwei Armen bestehend, die in entgegengesetzter Richtung, allmählich schwächer werdend, gegen 12 Sec. jeder fortziehen. Das Ganze ist gegen 28 Sec. lang, von dunstigem Ansehen. Keine Sterne wahrnehmbar.

Nr. 2098 H. Ein Nebelfleck im Wassermann, elliptisch. Hier ist ausnahmsweise das Innere viel schwächer als die Begrenzung, die als ein Ring von ungleicher Intensität, nach außen scharf, nach innen verwaschen, sich darstellt. Das Innere sondert ein matter Streif in zwei Abtheilungen. Die beiden Durchmesser nach Lamont  $24''$ ,5 und  $18''$ ,3.

Nr. 2060 H. Nördlich bei  $\gamma$  des Pfeiles. Elliptisch. Um die Brennpunkte herum und bis zum Ende der großen Axe sehr schwach, weit heller in der Mitte, wo die kleine Axe den hellsten Theil durchzieht. Gegen diese kleine Axe ist das Ganze symmetrisch.

Nr. 2088 H. Südlich vom  $\epsilon$  des Schwans. Höchst schwach, fadenförmig, gekrümmt.

Nr. 2092 H. Nahe nordöstlich beim vorigen. Gleichfalls fadenförmig, nur noch länger und gestreckter.

Diese ganze Gegend erschien in Herschel's Teleskop wie mit feinen circusartigen Nebelmassen durchzogen, doch ist alles höchst schwach.

Nr. 444 und 445 H. Ein schwacher Doppelnebel, mit Castor und Pollux ein fast gleichzeitiges Dreieck bildend, an dessen Nordspitze Castor steht.

Nr. 1357 H. Ein Nebelstreif, 30 mal so lang als breit, und nach der Mitte zu kernartig verdichtet. Dicht neben ihm und völlig parallel ein zweiter Streif, kürzer aber schärfer als der Hauptstreif, und jenseit desselben, 2 Min. entfernt, ein Fixstern 9. Größe gerade in der Perpendiculare des Kernnebels. — Im Haar der Berenice.

Nr. 1252 H. Im nördlichsten Theil des Haars der Berenice. Zwei schwache, runde, ineinanderfließende Nebel, beide mit merklicher Verdichtung. Die Kerne stehen etwa 2 Min. auseinander, während der Durchmesser jedes Nebels 3 Min. beträgt.

Nr. 1202 H. In der Jungfrau. Ziemlich hell, von 3 Min. Durchmesser, allmählich zu einem Kern sich verdichtend. Nahe dabei ein zweiter schwächerer Kern mit einer sehr schwachen besonderen Umhüllung.

Nr. 1146 H. In den Jagdhunden. Ziemlich hell, gegen 50 Sek. Durchmesser, mit zwei gleichen etwas ineinanderfließenden Kernen, die gegen den Nebel nur sehr schlecht begrenzt sind.

Nr. 1414 H. Im Haar der Berenice. Zwei Nebelstreifen, die unter einem Winkel von  $120^{\circ}$  aufeinander treffen und sich zu durchschneiden scheinen. Beide Streifen zeigen etwas kernartiges und in die Länge Gestrecktes. Der südliche Streif etwas länger und heller; der nördliche streicht fast genau Ost-West.

Nr. 936 H. In der Jungfrau. Der größere länglicht und ziemlich schwach, etwas nach der Mitte zu verdichtet. Die Verlängerung seiner großen Aze trifft auf einen kleinen runden etwas helleren Nebel mit deutlichem Kern. Die Mittelpunkte stehen etwa 2 Min. auseinander.

Nr. 1191 H. Im Scorpion. Drei Nebelflecke von nahezu hyperbolischer Form, die Scheitel gegen den dunkleren mittleren Zwischenraum gerichtet. Die Mitte dieses Zwischenraums nimmt ein schöner Doppelstern ein. Das Ganze hat 7 Minuten Durchmesser.

Im Allgemeinen zählt Herschel:

146	Doppelnebel,
25	dreifache,
10	vierfache,
1	fünffache,
2	sechsfache.

## Planetarische Nebelflecke.

Sie führen diesen Namen nur deshalb, weil sie scharf (planetenartig) begrenzt sind. Doch ist dies nur relativ zu verstehen, denn kein einziger dahin gehörender Nebelfleck zeigt völlig scharfe Ränder, und oft ist die Schärfe an verschiedenen Punkten des Umkreises verschieden. Fast alle gehören zu den schwachen und schwer erkennbaren Gegenständen. Hier einige Beispiele:

Planeta-  
rische  
Nebel.

Nr. 1970 H. Sein Licht nicht gleichmäßig, der nordwestliche Theil heller; und nicht besonders scharf begrenzt. Lamont vermuthet, daß er aus einer großen Menge von Sternen bestehe.

Nr. 2047 H. Ungleichmäßiges Licht, doch lassen die einzelnen Abtheilungen, als zu wenig kontrastirend und ineinander übergehend, keine specielle Messung zu.

Nr. 2241 H. In der Andromeda. Einer der hellsten hierher gehörenden. Die Peripherie ist heller als die Mitte, doch nicht überall gleichmäßig. Auch zeigt er eine wiewohl nur geringe Excentricität.

Nr. 2075 H. Im Pfeile. Bleich, kreisrund, scharf begrenzt, von 50" Durchmesser. Gegen die Mitte zu wird er unmerklich heller und genau im Centrum steht ein punktförmiger Kern.

Nr. 2037 H. Ziemlich groß, von schwachem Lichte, rund und gut begrenzt. Er besteht aus einer großen Menge dicht gedrängter Sterne, gehört also eigentlich zu den Sternhaufen.

### Ringförmige Nebel.

Ring-  
förmige  
Nebel.

Sie umschließen eine dunkle Mitte, in der man in einigen Fällen gleichwohl einen schwachen Nebel bemerkt hat. Ihre Anzahl scheint nur gering zu sein.

Nr. 2023 H. In der Leyer. Der am besten erkennbare Ringnebel. Die Ränder sind etwas verwaschen. Nur mit großer Mühe erkennt man in ihm einige feine Sternchen. Nach Herschel II. ist auch das Innere mit einem höchst schwachen Nebellicht erfüllt. Die Ellipticität des Ringes im Verhältniß 5 : 6.

Nr. 218 H. Zwischen  $\beta$  Persei und  $\gamma$  Andromedae. Höchst schwach und stark elliptisch, fast wie 1 : 10. Von dem dunklen Inneren erscheint uns nur wenig, es ist ein von der Seite gesehener Sternerring, und nur in sehr starken Fernröhren als solcher zu erkennen.

### Größere eigenthümlich geformte Nebel.

Größere  
Nebel-  
fleck.

Der große Nebelfleck der Andromeda, seit fast  $2\frac{1}{2}$  Jahrhunderten bekannt, wird von seinem Entdecker Simon Marius mit einem Kerzenlichte verglichen, das durch einen halbdurchsichtigen Körper betrachtet wird. Er ist stark elliptisch und scheint aus concentrischen Schichten zu bestehen, die verschiedene Helligkeit zeigen. Der mittlere hellste Theil hat 7 Sek. Durchmesser und kann als Kern des Ganzen betrachtet werden. Eine Auflösung in einzelne Sterne ist noch nicht gelungen.

Der Nebelfleck des Orion, wohl der glänzendste des Himmels, ist von einer völlig irregulären Gestalt, die nur durch eine Figur verdeutlicht werden kann. Mit allen Anhängeln erstreckt sich das Ganze auf mehr als einen halben Grad. Höchst verschieden ist die Intensität der einzelnen Partien; glänzende, theilweis scharf begrenzte Gegenden wechseln fast plötzlich mit solchen ab, wo man große Mühe hat, etwas von einem nebligen Schimmer zu bemerken. Auf dem Grunde projectiren sich zahlreiche, theilweis ziemlich helle Sterne, auch einer der 4. Größe, der mit fünf anderen ein sechs-

faches, physisch verbundenes System bildet. Nach Lord Rosse's Beobachtung (er besitz das größte Teleskop der Welt) zeigen sich eine große Menge äußerst feiner Sterne, namentlich im Inneren des sechsfachen Systems.

Größere  
Nebelflecke.

Ein Nebelfleck in den Jagdhunden, südlich vom  $\eta$  des großen Bären (Nr. 1622 H.) besteht nach Lord Rosse's genauen Beobachtungen aus mehreren spiralförmigen Curven von sehr verschiedener Intensität, die sich sämmtlich in einem Lichtknoten vereinigen. Zwischen diesen Spiralen bemerkt man an einigen Stellen kleine Nebelmassen, die das Ansehen von feinen Cirruswolken haben. Am südlichen Ende einiger dieser Curven steht ein zweiter größerer Lichtkern. Neue feine Sternchen projectiren sich theils auf dem Nebelfleck selbst, theils in seiner unmittelbaren Nähe.

Ein spiralförmiger Nebelfleck im nördlichen Flügel der Jungfrau. In Rosse's Zeichnung unterscheidet man 4 Hauptbüschel, die zusammen gegen 30 Spiralen enthalten, deren Krümmungen alle nach der gleichen Seite concav sind. Die Büschel sind von verschiedener Länge und Intensität; sie vereinigen sich in einem hellen Centalknoten. An der Westseite zeigen sich 4 kleine Sterne.

Nach Rosse's Beobachtungen sind solche spiralförmige Nebel am Himmel nicht selten. Ihre Entdeckung (denn weder bei den beiden Herschel noch bei anderen Beobachtern kommen dergleichen vor) ist ein erfreulicher Beweis der Trefflichkeit dieses herrlichen Instruments. Es ist 53 Fuß lang, hat einen Spiegel von 6 Fuß Durchmesser und 7000 Pfund Gewicht; das Ganze wiegt gegen 70,000 Pfund. Es ist zu Parsonstown bei Dublin im Freien aufgestellt und der sehr schwierige Bewegungsmechanismus von hoher Vollkommenheit.

Ein großer, vielfach verzweigter Nebelfleck, den veränderlichen Stern  $\eta$  Argo umgebend. Mitten in seinem glänzendsten Theile zeigt sich eine ziemlich scharf begrenzte, ganz nebelfreie dunkle Lücke, fast wie eine Büste gestaltet. Außer  $\eta$  Argo projectiren sich gegen 50 feine Sterne, theils auf dem glänzenden Hauptnebel, theils auf den Verzweigungen. Das Ganze hat über einen Grad Durchmesser.

Ein großer weitverzweigter Nebelfleck zwischen dem Kopf und dem Bogen des Schützen. Er ist durch 8 dunkle Lücken von elliptischer Gestalt und verschiedener Größe unterbrochen, wodurch das Ganze ein aderartiges Ansehen erhält. Der hellste Theil bildet die Mitte; doch ist dieser ebenso unregelmäßig geformt als das Ganze. Man unterscheidet gegen 100 Sterne auf dem Grunde des Nebelflecks.

Ein großer Nebelfleck im Herkules, in einer an größeren Sternen armen Gegend (Nr. 2008 H.). Er hat die etwas verzogene Form eines griechischen  $\Omega$ . Der vorausgehende Arm ist der hellste und längste, und in dessen östlichen Theilen befindet sich ein heller, in Sternen auflösbarer Lichtknoten, und am Ende dieses Arms ein zweiter schwächerer. Die übrigen Theile sind sehr schwach und schwer wahrnehmbar, daher auch bei Messier nur dieser Arm als Nebelfleck verzeichnet ist.

Diese wenigen Andeutungen mögen einen allgemeinen Begriff von der reichen Mannigfaltigkeit der hierher gehörenden Bildungen geben. Leider giebt ihre Lichtschwäche wenig Hoffnung, daß der Photographie ihre Darstellung gelingen werde, und eine direkte Abzeichnung hat große Schwierigkeiten.

## Sternhaufen.

Stern-  
haufen.

Wenn ein Nebelfleck sich in stärkeren Fernröhren ganz oder größtentheils in einzelne Sternpunkte auflösen läßt, so wird er fortan zur Klasse der Sternhaufen gezählt. Viele Nebelflecke geben durch ihr Ansehen der Vermuthung Raum, daß sie durch kräftigere Werkzeuge oder bei günstigerer Luft eine Auflösung möglich machen möchten; Fälle dieser Art bezeichnet Herschel I. als „resolvable“, während die wirklich aufgelösten bei ihm als „resolved“ aufgeführt sind. Koffe hält es für sehr wahrscheinlich, daß alle Nebelflecke Sternhaufen seien, und in der That ist ihm bei nicht wenigen die wirkliche Auflösung zuerst gelungen. Doch mögen zuvor einige Beispiele aufgeführt werden.

Nr. 207 und 212 H. Zwei glänzende, einander nahe stehende Sternhaufen im Schwertgriffe des Perseus. Der erstere hat 27 Minuten Durchmesser, zwei seiner Sterne sind 7ter Größe, und einer derselben gehört zu einem schönen elliptischen Sternenzranze.

Der zweite ist kleiner, aber dichter und glänzender, einigermaßen schon mit bloßen Augen (als Nebel) sichtbar. Die Ränder verlaufen allmählich in einzelne Sterne; den Mittelpunkt bildet ein schöner röthlicher Stern.

Nr. 350 H. Im Fuhrmann, südlich von Capella. Ein aus sehr schwachen Sternen zusammengesetzter Haufen, in dessen Mitte ein orangefarbener Stern 7. Größe steht.

Nr. 369 H. Gegen 500 Sterne der 10. bis 12. Größe, auf einem Raume von  $\frac{2}{3}$  des scheinbaren Monddurchmessers. Ausläufer gehen nach verschiedenen Seiten; eine besondere Verdichtung nach der Mitte zu wird nicht bemerkt. Er steht gleichfalls im Fuhrmann und südöstlich vom vorigen, und ist nicht besonders schwierig zu beobachten.

Nr. 496 H. Im Einhorn. Ein prachtvoller Sternhaufen, 15 Minuten im Durchmesser. Der ganze Grund ist mit unendlich feinen Pünktchen, man möchte sie Lichtstaub nennen, besetzt; und in ihm unterscheidet man mehrere hellere Sterne 9. bis 12. Größe deutlich. Ein schöner Doppelstern steht im dichtesten Theile.

Nr. 1558 H. Im Haar der Berenice. Die Hauptmasse hat 5 Minuten Durchmesser, und ihre Mitte verdichtet sich zu einem hellen Lichtknoten. Die einzeln unterscheidbaren Sterne sind 10. bis 11. Größe; die noch kleineren sind unzählbar. Ausläufer ziehen sich nach allen Seiten und zerstreute größere Sterne stehen in der Nähe sehr häufig.

Nr. 1569 H. Nahe südöstlich vom vorigen. Sehr schwach, aber äußerst reich an kleinen Sternen, die in den stärksten Fernröhren so eben noch unterscheidbar sind. Durchmesser des Ganzen 10 Minuten; allmähliche Verdichtung gegen die Mitte. Nur die 4 oder 5 hellsten Sterne sind 11. bis 12. Größe.

Nr. 1663 H. In den Jagdhunden. Mehr als 1000 Sterne auf einem Raume von 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Minute Durchmesser. Gegen die Mitte hin ist die Verdichtung zu stark, um noch einzelne Sterne zu unterscheiden. Rädien gehen von dieser Centralmasse nach allen Seiten weit über die oben angegebene Grenze hinaus. Das Ganze ein stark glänzender Gegenstand, den Herschel selbst durch eine leichte Bewölkung hin noch sehen konnte.

Nr. 1746 H. Im Bootes. Schöner Sternhaufen von 7—8 Minuten Durchmesser. Von der 10. Größe herab bis zum neblichten Verschwinden kommen alle Sterngrößen vor. Das Ganze ist sehr stark verdichtet; ein eigentlicher Kern zeigt sich nicht. Die Abrundung ist nicht ganz regelmäÙig.

Stern-  
haufen.

Nr. 1916 H. Im nördlichen Theile der Waage. Ungemein glänzend, in einer sehr sternarmen Gegend. Der innere dichteste Theil fließt wie ein Schneeball zusammen und ist dadurch unauflöslich. In den äußeren Theilen erkennt man gegen 300 einzelne Sterne von verschiedener Größe. Das Ganze gegen 12 Minuten Durchmesser.

Nr. 1929 H. In der Schlange. John Herschel sah ihn anfangs nur als Nebelfleck, 2 Minuten Durchmesser und kreisförmig. Bei sehr schönem Himmel und aufmerksamer anhaltender Beobachtung zeigte er sich auflöslich, aber nur in die allerfeinsten Lichtpünktchen, die einzeln aufzufassen nicht möglich war.

Nr. 2125 H. Im Wassermann. J. Herschel vergleicht ihn mit einem Haufen glänzenden Sandes. Nur bei sehr günstigem Himmel ist er auflösbar. Es sind jedenfalls mehrere Tausend einzelne Sterne, am Rande etwas zerstreuter, in der Mitte mäÙig verdichtet.

Nr. 1968 H. Im Hercules. Einer der reichsten und prachtvollsten Sternhaufen von wenigstens 6000 Sternen, die fast bis zum Centro hin einzeln unterschieden werden können. Der Grad der Verdichtung gegen die Mitte hin läÙt auf eine kugelförmige Gestalt des Ganzen schließen. Die einzelnen Sterne von der 10. bis 12. und geringeren Größen. Durchmesser 7 bis 8 Minuten.

Nr. 415 H. In den Zwillingen. Ein spikwinkliches Dreieck von Sternen. Der gegen Osten gerichtete nachfolgende Winkel ist der schärfste, die gegenüberliegende westliche Seite ist dagegen sehr unbestimmt. Im Ganzen etwa 300 Sterne, die gegen die Mitte hin etwas dichter stehen.

Auch Farbenverschiedenheiten zeigen sich in diesen Bildungen. Dunlop gedenkt eines Nebelflecks im Schützen, der aus lauter bläulichen Sternen besteht, und eines andern näher dem Südpol, wo unter einer großen Menge weißer Sterne sich drei rotthe und ein gelber zeigen.

Zwei höchst merkwürdige Gebilde sind die beiden Capwolken (Magel-  
lanische Wolken). Dem bloÙen Auge erscheinen sie als Nebelflecke größter Dimension. John Herschel fand in der größeren über 900 verschiedene Objecte, einzelne Nebelflecke (gegen 300), einzelne Sterne und kleine Sternhaufen. Die kleinere, aber glänzendere Capwolke ist in ähnlicher Weise constituirt und enthält gegen 250 Objecte. Es sind dies die großartigsten Ansammlungen von Nebelflecken, welche am Himmel vorkommen. Für Europa sind sie unsichtbar.

Cap-  
Wolken.

Eine ähnliche, aber ohne Vergleich schwächere Ansammlung findet sich im nördlichen Theile der Jungfrau, von der das bloÙe Auge höchstens einen matten und unbestimmten Schimmer wahrnimmt.

Im Allgemeinen ist die Vertheilung der Nebelflecke und Sternhaufen am Himmel eine höchst ungleiche. Beschränkt man sich nur auf die in Mitteleuropa sichtbaren und ordnet sie nach Stunden der Rectascension, so finden sich in

Ungleich- verthei- lung am Himmel.	1 <sup>h</sup>	89	Nebelflecke und Sternhaufen.	13 <sup>h</sup>	441	Nebelflecke und Sternhaufen.
	2 <sup>h</sup>	109	"	14 <sup>h</sup>	214	"
	3 <sup>h</sup>	89	"	15 <sup>h</sup>	153	"
	4 <sup>h</sup>	24	"	16 <sup>h</sup>	42	"
	5 <sup>h</sup>	36	"	17 <sup>h</sup>	32	"
	6 <sup>h</sup>	32	"	18 <sup>h</sup>	18	"
	7 <sup>h</sup>	56	"	19 <sup>h</sup>	34	"
	8 <sup>h</sup>	55	"	20 <sup>h</sup>	37	"
	9 <sup>h</sup>	72	"	21 <sup>h</sup>	36	"
	10 <sup>h</sup>	110	"	22 <sup>h</sup>	45	"
	11 <sup>h</sup>	153	"	23 <sup>h</sup>	60	"
	12 <sup>h</sup>	271	"	24 <sup>h</sup>	98	"

Die beiden Magima für 2<sup>h</sup> und 13<sup>h</sup> fallen ziemlich genau mit den Polen der Milchstraße zusammen, doch ist das letztere 4 Mal stärker als das erstere. Die Minima dagegen liegen in der Milchstraße selbst und in ihrer Nähe.

Wir haben in möglichster Kürze eine Reihe von Thatfachen vorgeführt, um dem Leser einigen Anhalt zur Beurtheilung der Meinungen zu gewähren, welche rücksichtlich dieser merkwürdigen Gebilde laut geworden sind. Um mit einer völlig unhaltbaren zu beginnen und sie in der Kürze zu beseitigen, so sei erwähnt, daß unter anderen Pfaff sie für Analoge der Kometen hielt, mit denen sie nur eine gewisse Ähnlichkeit der äußeren Erscheinung, sonst aber nichts gemein haben. Ihre Unbeweglichkeit zeigt, daß sie mindestens um Fize Sternweite entfernt sein müssen, also wohl Millionen Mal weiter als je ein Komet gesehen werden könnte. Die ganze Vorstellung gehört zu denen, die nur durch das Zeitalter ihrer Entstehung entschuldbar sind.

Beschaffen-  
heit  
der Nebel-  
flecke.

Bessere Gründe sprechen für eine bereits von W. Herschel, wiewohl vorsichtig und keineswegs als allgemein geäußerte Ansicht. Nach dieser sind es werdende Welten, im Begriffe, aus den chaotisch verbünnten und durch ungehäure Räume verbreiteten Sternstoff sich zu consolidiren, sei es zu einem festen Körper oder zu einem Systeme derselben. Zu einer solchen, durch sehr verschiedene Stufen fortschreitenden Ausbildung gehören nun allerdings Millionen, vielleicht Milliarden von Erdjahren, allein einmal läßt sich durch nichts beweisen, daß alle Körper des Universums gleichzeitig auf gleicher Stufe der Entwicklung stehen, und dann erblicken wir ja in den Nebelflecken nicht sowohl den gegenwärtigen Zustand, als den, welchen sie zu der Zeit hatten, wo der jetzt unser Auge treffende Lichtstrahl von ihnen ausging. Wir werden aber weiterhin sehen, daß diese Zeit sich gar wohl auf Millionen von Jahren erstrecken könne. Was diese Meinung am meisten unterstützt, sind die von Rosse wahrgenommenen spiralförmigen Nebel. Sie lassen sich am natürlichsten so erklären, daß eine Masse gleichzeitig in Rotation und Concentration begriffen ist, so daß einzelne Ströme derselben Curven beschreiben müssen, die sich fortwährend einem Mittelpunkte nähern. Ganz in ähnlicher Weise hat Laplace die Entstehung des Sonnensystemes dargestellt.

Diese Ansicht führt von selbst darauf, daß diejenigen Nebelflecke, welche uns entweder näher sehen, oder früher zur Ausbildung gelangten, also namentlich alle in Sternhaufen auflösbare, sicher aber noch sehr viele andere, nichts Geringeres als Fize Sternwelten sind, und daß unser gesammter Fize Sterncomplex nebst der Milchstraße nichts weiter als eine einzelne dieser

Tausende von Weltinseln sei. Denn jene Sternhaufen, wo man auf einem Raume, der nur den zehnten Theil der Mondscheibe am Himmel einnimmt, gegen 20,000 Sterne sieht, lassen doch wohl keine andere Erklärung zu. Die Fernen, aus denen wir mit unseren mächtigsten Teleskopen diese Welten an's Licht ziehen, sind jedenfalls so ungeheuer, daß wir höchstens nur solche Sterne zu ihnen erblicken, als in unserer Fixsternwelt mit bloßen Augen gesehen werden. Wir können also aus den Tausenden, die uns zu Gesicht kommen, mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Millionen schließen, die wir sehen würden, wenn wir in der Nähe eines derartigen Sternhaufens ständen.

Beschaffenheit der Nebelflecke.

Rosse hat, wie wir aus vorläufigen Mittheilungen wissen, eine große Anzahl bisher durchaus unauflöslicher Nebelflecke durch sein Teleskop in Sterne aufgelöst, und er glaubt, daß alle Nebelflecke, wenn auch vielleicht nicht durch unsere jetzigen Hülfsmittel auflösbar, doch in der Wirklichkeit Sternhaufen sind. Man möchte' geneigt sein, von dieser Behauptung wenigstens die sehr großen und gleichzeitig höchst schwachen Nebel, die in einzelnen Fällen sich über mehrere Quadratgrade des Himmels erstrecken und durchaus nichts, als einen mit größter Schwierigkeit erkennbaren Lichtschimmer ohne alle Variation darbieten, auszunehmen. Im Allgemeinen aber hat die Ansicht dieses unermüdblichen und glücklichen Forschers die meiste Wahrscheinlichkeit. Ist sie die richtige, so besteht der von uns bisher erforschte Theil des Universums aus 4—5000 solcher Weltinseln, wie unsere Fixsternwelt Eine ist.

Eine so grandiose Erweiterung unseres Gesichtskreises ist wohl geeignet, unser Erstaunen zu erregen. Zwar werden es immer nur endliche Entfernungen sein, von denen uns Kunde wird, allein wenn schon die kleinsten kosmischen Entfernungen, wie die des Mondes z. B., unsere sinnliche Vorstellung weit überflügeln, um wie vielmehr solche Weiten, die unserer Zahlensysteme zu spotten scheinen.

W. Herschel schätzte die Zeit des Lichts für den entferntesten, durch sein Teleskop noch sichtbaren Nebelfleck auf zwei Millionen Jahre. Seine Zeitgenossen fanden die Behauptung zu kühn, aber es ist nicht schwer, zu zeigen, daß sie noch unter der Wirklichkeit bleibt.

Dem Halbmesser unserer Fixsternwelt kommt in ihren äußersten Grenzen 4—5000 Jahre, dem Durchmesser also gegen 8000 Jahre Lichtzeit zu. Die kleinsten Nebelflecke erscheinen uns unter Winkeln von 5 Sekunden. Da indeß möglicherweise dies wirklich kleinere Complexe sind, so wollen wir 20 Sekunden Durchmesser setzen, was eher über als unter dem Mittel ist, und annehmen, daß ein solcher Nebelfleck eine nahezu gleiche Größe mit unserer Fixsternwelt habe. Was 20 Sekunden groß erscheint, ist 10,313 Mal weiter entfernt als sein wahrer Durchmesser beträgt, nehmen wir in runder Zahl 10,000, so erhalten wir für seine Entfernung 80 Millionen Jahre Lichtzeit, was in Meilen ausgedrückt auf eine 21ziffrige Zahl führt.

Schätzung der durchschnittlichen Lichtzeit der Nebelflecke.

Wir können noch einen anderen Weg der Betrachtung einschlagen. Jeder dieser Nebelflecke und Sternhaufen bildet augenscheinlich ein selbstständiges System neben Tausenden von coordinirten Systemen. Sowohl unsere Planetenwelt als (soweit wir es beurtheilen können) auch die Fixsternwelt zeigt uns, daß die verschiedenen Systeme von einander durch Räume getrennt sind, die mindestens das Zweihundertfache ihres Durchmessers betragen. 4—5000 solcher Systeme durch den Raum vertheilt, werden also einen Theil desselben erfüllen, der mindestens  $20 \cdot 200 = 4000$  Mal größer, als ein einzelnes

System, z. B. unsere Fixsternwelt ist. Diese hat 8000 Jahre Lichtzeit, die Multiplication mit 4000 giebt also als Minimum 32 Millionen Jahre.

Die Art der Ermittlung dieser Zahlen zeigt zur Genüge, daß von Genauigkeit und Schärfe nicht die Rede sein kann. Unser Zweck war, nur zu zeigen, daß Zeiträume, wie Herschel sie annahm, weit entfernt sind übertrieben zu sein, daß vielmehr eine bedeutende Unterschätzung bei ihnen noch Statt gefunden habe.

Die große  
Lichtzeit  
der Nebel-  
flecke giebt  
Runde  
aus Zeiten,  
die  
um viele  
Millionen  
Jahre  
rückwärts  
liegen.

Mit Recht hat Humboldt diese Nebelflecke die ältesten Zeugnisse vom Dasein der Materie genannt. Jene Zeiten sind ein Theil des Alters der Welt, das wir selbst nie ermitteln werden, und für welches wir höchstens untere Grenzen feststellen können. Im vollen Einflange mit den hier gewonnenen Ergebnissen lehrt die Geologie, daß nicht blos das Alter der Welt, sondern speciell der Erde, sich auf Hunderte von Millionen Jahren erstrecken müsse, wohlverstanden jedoch, daß der Zeitpunkt der ersten Erscheinung des Menschen auf der Erde damit nicht gemeint ist. Hierüber müssen Forschungen ganz verschiedener Natur eine Entscheidung herbeiführen, wenn sie anders möglich ist.

Uebrigens geht aus der vorstehenden Darstellung wohl zur Genüge hervor, daß die innere Constitution der verschiedenen Systeme, die uns hier entgegengetreten, eine höchst verschiedene ist. Die Ellipticität läßt sich allerdings optisch erklären, zeigt aber jedenfalls, daß keine Kugelform Statt findet. Dies mag auch noch in vielen anderen Fällen, wo wir eine geringe oder auch gar keine Ellipticität wahrnehmen, der Fall sein. Bei einigen finden wir einen centralen Knoten; bei anderen einen Centralstern, der auch wohl durch Farbe sich auszeichnet; in noch anderen Fällen fehlt beides gänzlich. Einige schließen rund oder oval ab; andere haben kürzere oder längere Ausläufer und Nebentheile. In einigen erscheinen fast alle Sterne von nahezu gleichem Glanze, in anderen sind sie sehr verschieden. Und wie viele Mannigfaltigkeiten würden wir erst wahrnehmen, lägen nicht so ungeheure Weiten zwischen uns und diesen Objecten.

Seien wir nicht unzufrieden bei dem Gedanken, wie höchst dürftig unsere gegenwärtige Kenntniß, und wie überreich der Gegenstand sei, den sie betrifft. Noch vor wenigen Jahrzehenden besaßen wir nicht die Hälfte der heut' gewonnenen Thatfachen über die Welt der Nebelflecke, und vor einem Jahrhundert noch so gut als Nichts. Unsere Nachkommen werden ohne Zweifel reicheres Material besitzen und zu geläuterteren und besser begründeten Ansichten gelangen als wir, aber nie wird der Mensch, dieser Unermeßlichkeit gegenüber, an das letzte Ziel seiner Forschung gelangen. Könnten wir auch unser leibliches Auge so stark bewaffnen, daß wir in jene entlegenen Weltinseln so tief eindringen könnten, als jetzt in unsere eigene Fixsternwelt; unser geistiges Würde diesem Reichthum nicht gewachsen sein, so wenig sich unsere sinnliche Vorstellung zu jenen Weiten erheben kann, die nur durch unsere Zahlen darstellbar sind. Wir stehen hier an der Grenze unseres Wissens, doch noch lange nicht am Marksteine der Schöpfung. Jene wird jedes nachfolgende Geschlecht sich erweitern sehen, diesen wird kein Sterblicher jemals erreichen.

### III.

## Geschichtlicher Ueberblick.

Im Vorstehenden ist den Lesern ein Bild der Gegenwart, wie die Astronomie es bietet, vorgeführt worden, so weit Raum und Zweck es hier gestatteten. Es möge nun auch noch in kurzen Worten ihrer Vergangenheit gedacht werden, um den Gang kennen zu lernen, den sie von ihren ersten Anfängen aus eingeschlagen, um ihre gegenwärtige Höhe zu erreichen.

Wie die Cultur überhaupt, so erwuchs auch die Himmelskunde auf einem anderen Boden als dem, der sich heut' vorzugsweise ihrer Pflege günstig zeigt. Diese alten Culturländer (China, Indien, Babylon, Aegypten) boten den ersten Beschauern des Himmels eine reinere, durchsichtigere Atmosphäre und eine um Vieles vollständigere Ueberschau des Firmaments, als beides den mittel- und nordeuropäischen Gegenden vergönnt ist. Wie sehr diese Günst der atmosphärischen und geographischen Verhältnisse die Beobachtungen zu erleichtern und ihren Erfolg zu sichern geeignet ist, braucht nicht erörtert zu werden.

Fast durchgängig waren es die Priester, welche sich dem Cultus der Sternkunde widmeten. Allerdings ein noch sehr einseitiger, denn überall scheint man sich damit begnügt zu haben, Cyclen festzustellen, die man vorzugsweise dem Mondslaufe entnahm, Sonnen- und Mondfinsternisse zu beobachten, um wo möglich auch hier zu bestimmten Perioden der Wiederkehr zu gelangen, kurz, einen festen Regulator der Zeitrechnung zu gewinnen, da es sehr bald einleuchten mußte, daß die Vorgänge am Himmel viel gleichmäßiger und in viel strengerer Ordnung erfolgten, als die, welche sich auf der Erde darboten.

Durch lange Jahrhunderte blieb der Sternkunde dieser Charakter eigen, und da über die ältesten Beobachtungen nur sehr dürftige Berichte auf uns gelangt sind und sie überdies meistens den Charakter des Geheimnißvollen und Verborgenen gehabt zu haben scheinen, wie namentlich im alten Aegypten, so läßt sich wenig Sicheres darüber angeben. Für geographische Zwecke scheint nur in China schon in frühester Zeit ein bestimmter und fruchtbringender Gebrauch von den Himmelserscheinungen gemacht worden zu sein. In der Blüthenzeit des alten Hellas treffen wir zwar auf manche, größtentheils sehr verkehrte, philosophische Speculationen über den Weltbau, insbesondere über Sonne und Mond. So sollte beispielsweise der Mond bald eine Scapha sein, durch deren Wendungen die Phasen entstanden, bald ein halbdurchsichtiger oder zum Theil durchsichtiger Körper. Andere ließen die Sonne durch eine Oeffnung der Himmelskugel (diese letztere als wahren Kugelförper gedacht)

Ansichten  
der  
Griechen.

hindurchscheinen, und die Schließung dieser Oeffnung bewirkte die Finsternisse. Selbst die Winde erklärten einige dadurch, daß die Luft vom Monde gleichsam zurückpralle. Wohl kamen auch theilweis andere, eines gebildeten Volkes würdigere Meinungen in Griechenland vor. So bestimmte P o s i d o n i u s die Entfernung des Mondes zu 2 Millionen Stadien (50,000 Meilen), also ziemlich richtig; und die der Sonne auf 500 Mill. Stadien, fast um die Hälfte zu klein. Bei Nicetas und Aristarch treffen wir die ersten Anklänge an das wahre Sonnensystem — sie lehrten die Rotation der Erde und ihre Bewegung in einem schiefen Kreise um die Sonne. Aber sie vermochten dies weder sicher zu begründen, noch die anderen Himmelserscheinungen und namentlich den Planetenlauf consequent daraus abzuleiten, und so blieb diese frühe Blüthe ohne entsprechende Frucht, ihre allerdings noch unreifen, aber genialen und scharfsinnigen Conceptionen wurden bespöttelt und lächerlich gemacht, ja sie selbst vor Gericht der Gotteslästerung angeklagt (2000 Jahre vor Galiläi!); denn man fand es frevelhaft, die Ruhe der Erdgöttin (Hestia) zu stören. Zu allen Zeiten und bei allen Völkern war dies die Praxis derer, die für die Ehre der Gottheit zu kämpfen vorgaben.

Einige machten den Mond sogar größer als die Erde, ohne zu gewahren, daß dazu eine Entfernung von mehr als 200 Erdhalbmessern gehöre, was keine vortheilhafte Meinung von den mathematischen Kenntnissen dieser Autoren fassen läßt.

Alexandri-  
nische  
Schule.

In der alexandrinischen Schule erhielt die Himmelskunde zuerst einen wissenschaftlichen Charakter. Mit Hülfe zweckmäßiger, von den ersten Ptolemäern mit großen Geldopfern hergestellter Instrumente (nur Meßwerkzeuge, denn das Fernrohr war unbekannt\*) beobachteten Eratosthenes und Hipparch, wie vor ihnen schon Aristillus und Timocharis, mit Umsicht, Sorgfalt und Beharrlichkeit die Phänomene, aus denen sie zunächst schärfere Bestimmungen für die Jahreslänge, den Mondeslauf u. s. w., dann aber auch die Schiefe der Ekliptik, die Dörter von mehr als 1000 Fixsternen und vieles Andere, was noch heute seinen Werth hat und ihn stets behaupten wird, herleiteten. Auch die Ungleichheiten des Sonnens-, Mond- und Planetenlaufes untersuchte namentlich Hipparch sehr sorgfältig, und die Einrichtung, welche er seinen Sonnentafeln gab, dient noch heutiges Tages allen ähnlichen Tafeln zum Muster. Ein zu seiner Zeit neu erschienener Stern soll ihm Anlaß gegeben haben, seine so zahlreichen Sternörter zu bestimmen, „damit die Nachwelt wissen könne, ob und welche Veränderungen dort vorgegangen seien“. Er ist entschieden der größte Astronom des Alterthums, nur sind leider seine eigenen Schriften für uns fast sämmtlich verloren gegangen und nur durch den Almagest des viel späteren Ptolemäus die wichtigsten seiner Arbeiten uns überliefert worden.

Die Sternbilder, insbesondere auch den Thierkreis, haben dagegen die alexandrinischen Gelehrten bereits vorgefunden, und es ist wohl gewiß, daß

\*) Eine gewisse Philologenschule des vorigen Jahrhunderts konnte sich gar nicht mit dem Gedanken befreunden, daß die Neuzeit irgend etwas erfunden solle, was nicht die Alten schon gekannt hätten, und so haben ihnen Gaylus und Andere nach ihm auch die des Fernrohrs vindizirt. Aber ihre Tubi waren zuverlässig nichts als offene Röhren, um die Seitenstrahlen abzuhalten und z. B. den Mond am Tage besser zu sehen. Der sicherste Beweis, daß sie das Fernrohr nicht kannten, liegt wohl darin, daß nirgend, auch selbst im Almagest nicht, die geringste Erwähnung irgend eines Objects vorfindet, was dem bloßen Auge unsichtbar ist. Das allerschwächste Fernrohr wird auf den ersten Blick die Jupitersmonde zeigen, und doch wissen die Alten nichts von ihnen.

die meisten dieser Bilder alten Ursprungs sind. Niob und Homer erwähnen ihrer und auch die alten Indier, Chinesen und Japaner hatten ihren Zodiacus, wenn auch mit ganz andern Benennungen und Eintheilungen.

Von Hipparch schreibt sich ferner der noch heut übliche Gebrauch, die 24stündige Periode vom Mittage anfangen zu lassen. Er fand ferner die Präcession, indem er seine Sternörter mit den 150 Jahre älteren des Timocharis verglich, der seine Bestimmungen durch Beobachtung der Auf- und Untergänge erhalten hatte, wofür Hipparch die Culminationsbeobachtungen wählte.

Wenngleich Hipparch's nächste Nachfolger seine Arbeiten mehrfach benutzten, so haben sie doch wenig oder nichts zur Erweiterung der Wissenschaft beigetragen. Namentlich hat Rom, die damalige Weltstadt, nichts aufzuweisen, was die Astronomie wahrhaft gefördert hätte; man benutzte dort nur, was anderwärts erforscht worden. Als Julius Cäsar den Kalender reguliren wollte, mußte er dazu einen alexandrinischen Gelehrten berufen; und nach seinem Tode wußte man ihn nicht richtig anzuwenden, und wenig fehlte, daß die alte Verwirrung auf's Neue angebrochen wäre. Vieles freilich wurde an den Ufern der Tiber in Prosa und Versen über Astronomie geschrieben, allein dies war nur ein schwacher Widerschein des von Alexandria ausgehenden Lichtes. Nur die in Rom lebenden Griechen können als theilweise Ausnahme gelten, so der schon oben genannte Posidonius, der unter andern auch zu erklären versuchte, weshalb Mond und Sonne am Horizont größer erschienen (er dachte sich eine Vergrößerung durch die Dünste), und Cleomedes, der Entdecker der astronomischen Strahlenbrechung\*).

Claudius Ptolemäus, unter den Kaisern Hadrian und Antonin lebend, ist der zweite große Astronom des Alterthums, und von seinen zahlreichen, auch die Musik, Optik, Chronologie, Onomomik und Geographie umfassenden, aber größtentheils verlorenen Werken, ist uns glücklicherweise das für Astronomie Wichtigste, sein Almagest, fast ganz erhalten. Ihm verdanken wir die Erhaltung der Hipparch'schen Fixsternörter, die er auf seine Zeit, nur freilich mit einer zu geringen Präcessionconstante (36" statt 50") reducirte. Er verbesserte und verfeinerte die Mondstheorie, entdeckte die Ungleichheit des Mondes, welche wir Evection nennen, versuchte die Entfernung des Mondes durch ein neues von ihm erfundenes Instrument zu ermitteln und erbachte eine sinnreiche Weise, durch Beobachtung des Erdschattens bei Mondfinsternissen die Entfernung der Sonne zu bestimmen; eine Methode, die bei einem beträchtlich geringeren Abstände der Sonne zum Gelingen hätte führen können.

Daß Ptolemäus und die Alten überhaupt beim Monde entschieden mehr Glück als bei den übrigen Himmelskörpern hatten, rührt theils von seiner geringeren Entfernung, mehr aber noch von dem Umstande ab, daß es mit dem Lauf des Mondes um die Erde, den alle Systeme annehmen, seine Richtigkeit hat, während der Umlauf aller übrigen Gestirne um die Erde nur ein scheinbarer ist.

Er giebt eine im Wesentlichen mit unserem jetzigen Verfahren übereinstimmende Anleitung, Mond- und Sonnensfinsternisse im Voraus zu berechnen. Ob er selbst Urheber dieser Methode sei, ist ungewiß.

\*) Man hatte nämlich den verfinsterten Vollmond bereits über dem Horizont gesehen, bevor die gegenüberstehende Sonne ganz untergegangen war. Cleomedes erklärte dies anfangs für unmöglich; nachdem jedoch zuverlässige Zeugen ihm die Thatsache bekräftigt hatten, kam er durch Nachdenken auf die richtige Erklärung, und so verbannt ihm die Nachwelt die erste Idee der Refraktion.

Ptolemäus.

Zwar ist auch sein Sonnensystem, wie alle seine übrigen Arbeiten, ein erfreulicher Beweis seines Scharffsinns, aber freilich im Prinzip verfehlt. Denn, da er keine Bewegung der Erde anerkannte, vielleicht, weil ihm Aristarch's und anderer Alten Meinungen unbekannt waren, so mußte er ihre jährliche Bewegung auf die Sonne und Planeten, so wie die tägliche auf das gesammte Univerſum (das primum mobile) übertragen. Dadurch erhielten die Planeten eine Doppelbewegung (epicyclische Bahn) und zwar in verschiedenen Ebenen, um den Neigungen der Bahnen zu entsprechen. Daß trotz der großen Künstlichkeit und Verwickelung dieses Systems sich gleichwohl nicht alles daraus erklären lasse, entging ihm nicht, und seine eigenen Aeußerungen deuten zur Genüge an, daß er weit entfernt war, es für das absolut Richtige zu halten. Man hatte gegen ihn geltend gemacht, sein System sei nicht einfach genug; er erwiedert: „Soll und muß denn alles nothwendig einfach sein? Man muß freilich versuchen, mit einfachen Erklärungen auszureichen, wenn es aber nicht gelingt, sich auch mit einer zusammengesetzten begnügen.“ Es zeigt dies zur Genüge, wie wenig er selbst von seinen Erklärungen befriedigt war, und daß er nicht Schuld ist an der gleichsam abgöttischen Verehrung, die man anderthalb Jahrtausende ihm zollte. Bezeichnend ist seine Aeußerung, „daß Hipparch es nicht gewagt habe, ein System der Bewegungen aufzustellen, um seinen Ruhm nicht zu gefährden“.

Durch sein jezt nicht mehr haltbares System, dem aber zu seiner Zeit wohl kein besseres substituirt werden konnte, hat Ptolemäus seinen Ruhm bei der Nachwelt nicht gefährdet; denn er steht hoch über unseren gegenwärtigen Hellwissern, die mit dem Aufbauen neuer Systeme um so rascher bei der Hand sind, je weniger ihr Wissen und ihr Scharffinn ausreicht, alle Umstände gehörig zu erwägen und die Wahrheit vom Scheine zu sondern. Freilich gefährden auch sie nicht ihren Ruhm, aber nur deshalb, weil sie überhaupt keinen zu verlieren haben.

Mit Ptolemäus schließt das Zeitalter der großen Alexandriner ab, und es vergehen lange Jahrhunderte, bevor die Wissenschaft wieder einen neuen Aufschwung nimmt. Das Planisphärium des Bischofs Synesius, die astronomischen Tafeln der edlen unglücklichen Hypatia, endlich einige chronologische Arbeiten Behufs genauer Feststellung des Kirchenjahres und der christlichen Kirchenfeste sind das einzige Erwähnenswerthe während eines Zeitraumes von mehr denn sechs Jahrhunderten. So groß war der Verfall der Wissenschaft, daß die Behauptung, die Erde sei eine flache Scheibe, auf's Neue auftritt, und die von den Alten überkommene Lehre von den Antipoden als kezerisch und gottlos verboten wird (im 8. Jahrhundert). Auch erfolgte die Wiedererweckung der Himmelskunde nicht im Abendlande, sondern am Hofe der Kalifen zu Bagdad.

Verfehrungen.

Araber.

Durch die Bemühungen der Araber sind uns manche Schriften des Alterthums, deren Original für uns verloren ist, in Uebersetzungen erhalten, und auch an eigenen Arbeiten und Vereicherungen haben sie es nicht fehlen lassen. Doch mangeln uns über manche ihrer Leistungen sichere Nachrichten. So die von Almanon in der Ebene von Sinear veranstaltete Gradmessung, welche  $56\frac{1}{3}$  arabische Meilen für den Grad ergab. Da wir aber nicht genau ermitteln können, welches die wahre Länge der arabischen Meile sei, so fehlt uns jeder Anhalt zur Beurtheilung.

Al-Baten kann als der größte arabische Astronom bezeichnet werden. Er verbesserte die Sonnentafeln, fand, daß das Perihel der Erde vorrückte, und berichtigte die Präcessions-Conſtante. Er lebte um 860.

Jbn=Junis bestimmte die Schiefe der Ekliptik für das Jahr 1000 zu  $23^{\circ} 34' 26''$ .

Araber  
und  
Orientalen

Fügen wir noch hinzu die in Spanien von Arabern während ihrer dortigen Herrschaft ausgeführten Arbeiten, wo z. B. Alhazan die Theorie der Strahlenbrechung verbesserte, und Averroes und Alpetragius, aber ohne sonderliches Glück, das Ptolemäische System zu verbessern suchten; ferner die Arbeiten der Mittelasiaten (Perser, Tataren, Usboken), wo Dmar Chejam die Länge des Sonnenjahrs berichtigte (er fand 365 T.  $5^h 48' 48''$ , fast ganz genau richtig), Nasireddin Tafeln für die Sternörter gab; endlich des trefflichen Usbokenfürsten Ulugh Beigh neue und genauere Bestimmung der Hipparch'schen Sternörter und seine Bestimmung der Schiefe der Ekliptik, für das Jahr 1437  $23^{\circ} 31' 48''$ ; so haben wir alles Wesentliche angeführt, was wir den Arbeiten der Moslim in der Himmelskunde verdanken.

Wohl mag das, was die Orientalen in der Blüthezeit ihrer Cultur geleistet, mit den Arbeiten der großen Alexandriner verglichen, keine besonders hohe Bedeutung ansprechen. Aber das europäische Abendland hat nicht das mindeste Recht, ihnen deshalb Vorwürfe zu machen. Denn hier geschah über ein Jahrtausend hindurch nicht allein Nichts, sondern sogar weniger als Nichts. Die von den Chroniken jener Zeit uns überlieferten Himmelsbegebenheiten, namentlich die Kometenerscheinungen, strotzen von den albernsten und handgreiflichsten Erdichtungen, auf die allein man Werth legte. Einen Alphons X., König von Castilien, der den Versuch gemacht hatte, das Ptolemäische System zu verbessern, vermochte selbst die mit Ehren getragene Krone nicht vor der fanatischen Wuth der Mönche zu schützen — er ward abgesetzt und starb in Verbannung. Roger Baco schlug eine Kalenderverbesserung vor, um den Fehler der Julianischen Tafeln wegzuschaffen, und beschäftigte sich mit optischen Untersuchungen — genug um ihn als Zauberer auszuklagen und in ein enges Gefängniß zu werfen, wo er fast bis an sein Lebensende blieb.

Im Abendland  
König  
Alphons X.  
und Baco  
verbannt.

Die Geschichte hat die traurige Verpflichtung, auch die schlimmsten Verirrungen, denen das Menschengeschlecht verfiel, nicht zu verschweigen, denn sie müssen allen kommenden Zeiten als ernste Warnung vorgehalten werden. Sie darf es nicht mit Stillschweigen übergehen, daß die Astrologie (Sterndeuterei) ihr Haupt mit seiner Schamlosigkeit emporhob, die heute ganz unglaublich klingen muß, daß insbesondere die Kometomanie nicht allein die Masse, sondern selbst die gelehrtesten Männer gefangen hielt, so daß man es fast als eine Wohlthat preisen möchte, daß jenen Zeiten die Buchdruckerkunst noch unbekannt war —, aber freuen darf sie sich, daß in unseren Tagen solche Absurditäten kein Wort der Widerlegung mehr nöthig machen. Möchte recht bald ein Gleiches von allen ähnlichen Verirrungen gesagt werden können!

Unwesen  
der  
Sterndeu-  
terei.

Die Wiedererweckung der Astronomie im Abendlande erfolgte fast gleichzeitig mit Erfindung der Buchdruckerkunst, und augenscheinlich ist dies Zusammentreffen nicht ohne inneren Zusammenhang. Nürnberg, eine der Städte, welche am frühesten Druckereien anlegten, war auch die, von der aus die neuerwachte Himmelskunde ihre ersten Strahlen verbreitete. Denn Deutschland sah den ersten Astronomen des neuern Europa — Georg Peurbach. Seine mit großem Eifer unternommenen Arbeiten gelangten zu keinem Abschlusse, denn auf einer Reise nach Italien, um den Originaltext des Ptolemäus zu studiren, überraschte ihn der Tod 1461 im 38. Lebensjahre.

Wieder-  
erweckung  
der  
Astronomie  
in  
Deutsch-  
land.

Berichte-  
dene  
Astrono-  
men.

Joh. Müller aus Königsberg (Regiomontanus), sein Schüler, setzte diese Arbeiten fort, schrieb Ephemeriden auf 30 Jahre, versuchte auch eine Kalenderverbesserung, und fand einen Mäcen und Mitarbeiter in einem reichen Nürnberger Bürger, B. Walthar, der nach Regiomontanus' frühem (im 40. Jahre erfolgten) Tode die Beobachtungen allein fortsetzte, sich auch seit 1484 einer Uhr dabei bediente.

Fracastor zu Verona versuchte ein besseres System an die Stelle des immer weniger genügenden ptolemäischen zu setzen, doch verfehlten seine scharfsinnigen Combinationen das Ziel. — Er ist der erste, der die Verminderung der Schiefe der Ekliptik behauptete und nachwies. Auch Nicolaus von Cusa kann wie Fracastor in so fern ein Vorgänger des Copernicus genannt werden, als beide die Unhaltbarkeit des Ptolemäischen Systems erkannten, nur daß es ihnen nicht gelang, Besseres an seine Stelle zu setzen.

Coperni-  
cus.

Dies leistete erst Nicolaus Copernicus, Domherr zu Frauenburg in Preußen, geb. zu Thorn am 19. Febr. 1473. Sein System, das einzig mögliche und naturgemäße, ist das schönste und unvergänglichste Denkmal, was er sich selbst gesetzt. Wahrhaft wohlthuend ist es, in diesem Manne unsterblichen Andenkens zugleich einen der edelsten und besten Menschen, die je auf Erden lebten, zu erkennen. Echte ungeheuchelte Gottesfurcht, die strengste Pflichterfüllung, eine nie ermüdende Wohlthätigkeit — sein Wohnzimmer wurde fast nie leer von kranken Armen, denen er als kundiger Arzt nicht allein ohne Entgelt seine Sorgfalt widmete, sondern auch meist noch die Arzneien schenkte — die schlichteste Einfachheit und Regelmäßigkeit in seinem häuslichen Leben, endlich eine Bescheidenheit, die man fast übertrieben nennen möchte, da er trotz aller Bitten und Vorstellungen seiner Freunde sich erst 23 Jahre nach Auffindung seines Systems bewegen ließ, die Handschrift in Druck zu geben — dies ist sein Charakterbild, wie Zeitgenossen und Nachwelt es anerkannt haben. Auch hat er außer diesem Werke: „Nicolai Copernici libri sex de orbium coelestium revolutionibus, Norimbergae 1543“ nichts öffentlich erscheinen lassen. Wohl ihm, daß er gleichzeitig mit dem Erscheinen dieses Werkes — er empfing das erste Exemplar auf dem Sterbebette — aus dem Erdenleben in ein besseres überging. So hat die Geschichte der Wissenschaft eine Unthat weniger zu berichten. Hatte doch der Fanatismus schon während des Drucks seines Werkes den Pöbel in Nürnberg aufgehetzt, die Druckerei zu stürmen und das Werk wo möglich zu vernichten — es ward mit großer Mühe gerettet!

Unser Tadel trifft wahrlich nicht die, welche Copernicus auf dem Boden der Wissenschaft zu bekämpfen versuchten. Hatte er selbst doch manche Zweifel und Einwürfe sich nicht verhehlt. Nicht auf einen Tycho, Apianus oder Riccioli lastet die schwere Schuld des Zeitalters, sondern auf jene unwissenden Zeloten, die es gar nicht der Mühe werth hielten, mit Gründen zu kämpfen, sondern das System ohne weiteres als keckerisch, gotteslästerlich, schriftwidrig u. s. w. verdamnten und Schmähungen der unwürdigsten Art auf seinen Urheber häuften.

Die Einwürfe der Astronomen sind übrigens längst verstummt und seit 200 Jahren ist kein namhafter Gelehrter gegen Copernicus' System aufgetreten, was auch ohne gleichzeitige Verleugnung der gesammten Wissenschaft heut nicht mehr möglich ist. Dies wird nun freilich von denen nicht begriffen, die es noch immer für eine Hypothese halten, die man nach Belieben von der Himmelskunde abtrennen, verwerfen und ihr eine andere Hypothese substituiren könne.

Alle astronomischen Rechnungen, kleine wie große, die einfachsten Kalender- wie die schwierigsten und verwickeltesten Störungsrechnungen, legen das Copernicanische System zum Grunde, ohne es irgendwo verlassen zu können, denn eine richtige und genaue Rechnung ohne dasselbe ist unmöglich. Daraus würde für jeden, der als Zweifler oder Bekämpfer desselben auftreten will, die Verpflichtung erwachsen, nach einer andern Grundlage, und ohne die Konsequenzen des Copernicanischen Systems, astronomische Vorberechnungen durchzuführen. Diese sind der nothwendige Prüfstein jeder neuen Methode wie jedes neuen Systems. Man wird keiner neuen Heillehre Beifall schenken, wenn sie sich nicht an Kranken bewährt, und in keiner Wissenschaft ein neues System adoptiren, wenn es nicht Besseres leistet als das, was es verdrängen will.

Copernicus.

Eine consequente Ordnung und Folgerichtigkeit in alle Bewegungen der Himmelskörper zu bringen, war vor Copernicus unmöglich und ist es ohne sein System noch heut. Wie Kepler auf Copernicus, so stützt sich Newton auf Kepler, sie beide, wie alle ihre Nachfolger im 18. und 19. Jahrhundert, stehen und fallen mit Copernicus.

Daß es ihm gelungen war, eine solche Ordnung, wie man sie vor ihm nie gekannt, in die Bewegung der Himmelskörper zu bringen und, was Ptolemäus zu seinem eigenen Bedauern nicht gelungen war, alles auf einfache und ungekünstelte Verhältnisse zu reduciren; nichts unerklärt lassen zu müssen, was zu seiner Zeit bekannt war — dies waren die Beweise, welche Copernicus genügten, denn damals vermochte man andere noch nicht aufzustellen. Sie genügen auch in der That vollkommen: gleichwohl sind nach Copernicus noch viele Thatfachen hinzugekommen, die sich sämmtlich dahin vereinigen, noch neue Beweise für dasselbe zu bilden.

Zusammenstellung der neueren Beweise für die Richtigkeit des copernicanischen Systems.

Aus Copernicus' Lehre folgte, daß Venus und Merkur in Sichelgestalt erscheinen müßten, was dem freien Auge zu erkennen nicht möglich war. 60 Jahre nach seinem Tode wird das Fernrohr erfunden und augenblicklich erkennt man diese Sichelgestalten.

Huyghens verbessert die Uhren, indem er das Pendel anbringt. Aber als man eine solche Uhr von Paris, wo sie richtig ging, nach Cayenne transportirt, geht sie täglich 2 Minuten zu langsam. Man sucht nach einer Erklärung — sie findet sich im Umschwunge der Erdfugel um ihre Aze, und alle später in verschiedene Breiten transportirte Pendeluhren bestätigen dies.

Bradley findet Abweichungen in den Stellungen der Fixsterne in verschiedenen Monaten des Jahres, die vor ihm unbemerkt geblieben waren, da man so feine Beobachtungen früher nicht anstellen konnte, und die Erklärung ergibt sich durch die zusammengesetzte Bewegung der Erde und des Lichtstrahls.

Die Parallaxe der Fixsterne war sowohl von Copernicus als von allen seinen Nachfolgern dreihundert Jahre lang vergebens gesucht worden: ihre Nichtauffindung bildete sogar einen Einwurf, den Copernicus sich selbst machte. Gegenwärtig bilden die von Bessel, Struve, Maclear u. A. aufgefundenen äußerst kleinen Fixsternparallaxen die unverwerflichsten Zeugen der Bewegung der Erde um die Sonne.

Ein Einwurf Tycho's, der nicht einsehen konnte, wie ein Stein senkrecht fallen könne, wenn die Erde sich bewege, beruhte allerdings auf einer irrthümlichen Ansicht von der Zusammensetzung der Kräfte, denn der Stein hat ja vor dem Fallen die Bewegung mitgemacht, die er durch den hinzukom-

Beweise  
für das  
copernica-  
nische  
System.

menden Fall nicht verlieren kann. Allein eine genaue Erwägung zeigte, daß er allerdings beim Herabfallen auf die rotirende Erde etwas abweichen müsse, aber nicht wie Tycho glaubte nach Westen, sondern nach Osten, weil er in der Höhe, von der er fiel, z. B. einer Thurmspitze, einen größeren 24 stündigen Kreis zu beschreiben hatte, folglich sich schneller bewegen mußte, als ein Punkt am Fuße des Thurms. Die Versuche, die in den Schleichbuscher Kohlenstächten und im Michaelisthurm zu Hamburg von Benzenberg angestellt wurden, zeigen diese Abweichung nach Osten in der That.

Könnte der Fall länger als einige Sekunden dauern, so würden wir finden, daß er auch nicht einmal gradlinig ist, selbst nicht im luftleeren Raume, außer am Pol und am Aequator. Auf allen übrigen Punkten der Kugel entsteht durch die Rotation auch eine Veränderung der Lage, die freilich, um von uns an einem terrestrischen Gegenstande sinnlich bemerkt zu werden, wenigstens einiger Stunden bedarf. Aber ein freischwingender Pendel ohne Hemmung kann gar wohl sich stundenlang hin und her bewegen, und dies hat Foucault auf die Idee gebracht, einen solchen genau zu beobachten. Wie bekannt, hat er die Veränderung der Lage seiner Schwingungsebene deutlich wahrgenommen, und sie stimmt genau mit der, welche theoretisch aus der Erdbewegung folgt.

Wir müssen annehmen, daß diese und hundert andere Thatfachen den Bestreitern des Copernicanischen Systems entweder ganz und gar oder doch nach ihrem inneren Zusammenhange unbekannt geblieben sind, da wir sie bei ihnen gar nicht erwähnt, oder so mißverständlich erwähnt finden, daß sie sich selbst widerlegen; und daß sie überhaupt von der ungeheuren Aufgabe, die ihnen durch Leugnung eines so fruchtbaren Satzes erwächst, gar keine Vorstellung haben. Sie müssen in der That sich einbilden, die gesammte Himmelskunde sei nichts, als ein Aggregat vereinzelter Sätze und ihre Verbindung eine unwesentliche, die man willkürlich lösen könne, etwa so wie in der Zoologie die Beschreibung eines einzelnen fremden Thiers allenfalls auch fehlen kann, ohne Nachtheil für das Uebrige. Sie mögen sich eines Besseren belehren und vor allen Dingen erwägen, daß eine Wissenschaft nur auf ihrem eigenen Felde bekämpft werden darf, also z. B. ein mathematischer Satz auch nur mit mathematischen Gründen. Wollen sie aber, mit Verzichtleistung auf Wahrheit, nichts als ein System des Scheines haben, so mögen sie sich mit einem solchen begnügen, dann aber auch das Publikum unserer Tage, das, der alten Fabeln müde, nach gründlicher Belehrung verlangt, nicht weiter damit behelligen \*).

Copernicus hatte noch mit einem hölzernen Quadranten, auf dem er die Gradeintheilung mit Dintenstrichen zeichnete, beobachten müssen. Bald nach ihm war man auf Verbesserung der Werkzeuge bedacht. Nach Ebner's Erfindung des Messings kam dies in allgemeinen Gebrauch und ist es bis heute geblieben.

\*) Nur auf ausdrücklichen Wunsch des Herrn Verlegers habe ich diesen Excurs, wie man in meinen früheren Schriften keinen ähnlichen finden wird, hier gegeben. Ich glaubte in der That, ein Erweis für die Copernicanische Lehre sei in unseren Tagen völlig überflüssig. Allein ich kann ihn nicht mehr dafür halten, seitdem die so lange ganz verstummten Gegner anfangs schüchtern, allmählich aber immer lauter und anmaßender auftraten und die Ohnmacht ihrer Beweisführung durch das Ironisiren mit dreifachen, aber thatsächlich ganz unwahren Behauptungen verstopfen. Seitdem nun gar in neuester Zeit der perfide Versuch gemacht worden ist, den Kampf auf ein anderes Feld hinüber zu spielen, kann ich jenen Wunsch nur als einen wohlberechtigten und zeitgemäßen erkennen, und bin bemüht gewesen, ihm zu entsprechen.

Unwissen-  
heit  
der Gegner  
des  
Copernicus

Die von Hommel erfundenen Transversallinien, sowie der Nonius (nach seinem Erfinder Nonius benannt) ermöglichten genauere Theilungen und Ableitungen, und Tycho machte von diesen und eigenen Erfindungen den glücklichsten Gebrauch; er ist der erste genauere Beobachter vor Bradley, überhaupt der wahre Restaurator der praktischen Astronomie. Seine Sternörter, seine Kometenbeobachtungen und viele andere Arbeiten haben die Wissenschaft bedeutend gefördert, und sein Beispiel rief einen Wettseifer hervor, der die schönsten Früchte getragen hat. Insbesondere sind Wilhelm IV., Landgraf von Hessen-Cassel, und dessen Mitarbeiter Rothmann, Christmann, Hagecius hier namhaft zu machen. Von Tycho's theoretischen Arbeiten verdienen insbesondere die Berichtigung der Mondsbahn, in der er mehrere bis dahin unbekannte Ungleichheiten entdeckte und bestimmte, genannt zu werden. Sein in der That wunderliches, dem Copernicanischen entgegengesetztes System, selbst wenn es anfangs ernstlich gemeint gewesen, hat er mindestens nie angewandt, und ein von ihm verfaßtes, begeistertes Lobgedicht auf Copernicus, in dem ganz besonders des Systems desselben mit größter Anerkennung gedacht wird, läßt uns billig zweifeln, daß dieser Antagonismus gegen seinen großen Vorgänger von Dauer gewesen sei. Die meisten Beobachtungen machte er auf der vom Könige von Dänemark ihm errichteten Sternwarte Uraniburg auf der Insel Hvenen, die letzten zwei Jahre seines Lebens wirkte er in Prag. Er starb, 55 Jahre alt, am 24. October 1601.

Tycho  
de Brahe.

Johann Kepler, zu Weil in Württemberg am 27. December 1571 geboren, studirte aus Neigung die Astronomie und ward vom Kaiser Rudolph in Prag als Mathematiker angestellt. Sein Leben war ein Kampf mit Widerwärtigkeiten aller Art: seine Besoldung blieb in den unruhigen Zeiten aus; Krankheit und Kummer nagten an seinem Leben und endeten es 1630 zu Regensburg. Er fand die berühmten drei Gesetze der Planetenbewegung, die seinen Namen unsterblich machen. Er ist überhaupt einer der thätigsten Beobachter und Schriftsteller, und seine Rudolphischen Tafeln übertrafen bei Weitem alles Frühere: auch als Optiker hat er große Verdienste. Denkwürdig ist die Grabchrift, die er sich gesetzt:

Kepler.

Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras,  
Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.

Das sinnreiche Wortspiel ist nicht nachzuahmen, wir geben folgende Verdeutschung:

„Lebend maß ich die Himmel, jetzt meß' ich das Dunkel der Erde,  
Himmeln entstammte der Geist: Erde bedeckt nur den Leib.“

Zu seiner Zeit ward das Fernrohr erfunden, und zwar von Mehreren nahezu gleichzeitig. Die Priorität scheint indeß dem holländischen Brillenmacher J. Lippershey nicht streitig gemacht werden zu können. Rasch folgten nun die unerwartetsten Entdeckungen: die Trabanten Jupiters, die Sonnenflecken, die Sichelgestalten der Venus, die Mondsflecken und vieles andere: aber auch der Verfolgungsgeist ward auf's neue rege und in einer so widerwärtigen Gestalt, wie kaum je zuvor. Der große Galiläi war es hauptsächlich, der sie im vollsten Maße empfinden mußte. Ein unermüdlicher Forschergeist, dem schon im frühen Knabenalter die Ermittlung der Naturgesetze beschäftigte, umgeben, beaufsichtigt und beargwohnt von Menschen, denen nicht etwa diese und jene einzelne Lehre, sondern ohne Unterschied jedes Neue als Kezerei und Heidendreuel erschien; ein Mann, der das Auge fast gar nicht vom Fernrohr wegwenden kann, und sich dann sagen lassen muß, daß alles, was man durch dies gottverfluchte Rohr sehe, nichts als Teufelspud und höllisches Blendwerk sei!

Erfindung  
des  
Fernrohrs.

Galiläi.

Galiläi  
verkegert.

Für ewige Zeiten hat sich das römische Inquisitionstribunal gebrandmarkt durch die schmachliche Behandlung, die Galiläi in ihren Kerkeru erfahren mußte, durch die berüchtigte Abschwörungsformel vom Copernicanischen System, die man ihn nachzusprechen zwang. Sie lautete: „Ich schwöre ab, verfluche und verabscheue als Irrthum und Ketzerei die verdamnte Lehre, daß die Sonne unbeweglich sei und daß die Erde sich bewege. Ich verspreche, nie zu reden oder zu schreiben über die Bewegung der Erde, welche das heilige Gericht verdamnt als eine falsche, ungereimte, keckerische und schriftwidrige Meinung.“ Nachdem er sie zu Ende gebracht, konnte er seine Indignation nicht länger zurückhalten; er stampfte den Boden mit dem Fuße und rief: *E pur si muove!* (Und doch bewegt sie sich\*).

Galiläi's  
Ent-  
deckungen.

Eine der ersten seiner Entdeckungen war das Gesetz der Pendelschwingungen und des freien Falles — sein Lohn dafür war die Vertreibung von seiner Professur in Pisa. Mit großer Beharrlichkeit verfolgte er die Jupiterstrabanten und bestimmte ihre Laufbahnen. Die Berge und Thäler des Mondes hat er zuerst als solche bestimmt erkannt, auch einen nicht zu Stande gekommenen Versuch gemacht, den Mond zu zeichnen. Auch seine physikalischen und mathematischen Entdeckungen sind von hoher Bedeutung. Die Sonnenflecken, die Sichelgestalten der Venus, die ihm und seiner Zeit überhaupt noch räthselhaften Anhängel Saturns und vieles Andere hat er theils zuerst, theils in größerer Bestimmtheit und Vollständigkeit als früher beobachtet und dargestellt. Mit dem letzten Reste seines im Inquisitionskerker zu Grunde gerichteten Augenlichts entdeckte er noch die Vibration des Mondes (1637); bald darauf wurde er völlig blind und blieb es bis an sein Lebensende. „Ich grübele in meiner Finsterniß — so schrieb er einem Freunde — bald diesem, bald jenem Gegenstande der Natur nach, und kann meinen rastlosen Kopf nicht zur Ruhe bringen, so gern ich es auch möchte.“ Er starb 1642, dem Geburtsjahre Newton's, im 78. Lebensjahre.

Der scharfsinnige Descartes würde sich größere Verdienste um die Sternkunde erworben haben, wenn er mehr beobachtet und weniger speculirt hätte. Seine Untersuchungen über Brechung und Reflexion, so wie über Fern- und Vergrößerungsgläser, verdienen Anerkennung.

Hewel.

Die Oberfläche des Mondes, an der sich seit Galiläi so mancher erfolglos versucht hatte, wurde zum ersten Male von Hewel, und bald darauf, wiewohl unvollkommener, von Grimaldi dargestellt. Hewel war einer der thätigsten und unermülichsten Beobachter; leider kam sein Scharfsinn seinem Fleiße nicht gleich. Er unterhielt förmliche astronomische Schildwachen, um nichts, was am Himmel vorgehe, sich entschlipfen zu lassen. Mehrere Kometen und ein neuer Fixstern waren die hauptsächlichsten Früchte dieser Veranstaltungen.

Dlaus  
Römer.

Cassini.

Dlaus Römer ermittelte die Geschwindigkeit des Lichts durch Beobachtung der Trabantenverfinsterungen Jupiters, Richer fand den Unterschied der Pendellängen für verschiedene Breiten. Cassini, Ludwig XIV. Hofastronom, hat durch Anwendung sehr langer Fernröhre zahlreiche Entdeckungen gemacht: 4 Saturnsmonde, die Rotationsperioden mehrerer Planeten, das ausführliche Vibrationsgesetz für den Mond und vieles Andere. Huygens

\*) Ein interessantes Uebungsbeispiel für angehende Rechner: Angenommen, daß jedes Wort der Abschwörungsformel im Vor- und Nachsprechen zwei Sekunden erforderte, welchen Weg hat die Erde, die in jeder Minute 247 geogr. Meilen fortrückt, während dieses Actus zurückgelegt?

erklärte zuerst die sonderbaren Saturnsgestalten durch einen ihn umgebenden freischwebenden Ring, entdeckte den ersten (hellsten) Saturnsmond und führte den Gebrauch des Pendels bei den Beobachtungen ein. Huygens.

Mehrfach war der Entdeckung des Gravitationsgesetzes vorgearbeitet worden: Kepler's Gesetze, Dörffel's Ermittlung der wahren Gestalten der Kometenbahnen, Hooke's und Barrow's tief eindringende Ideen bahnten Newton den Weg, der ihn zum Ziele führte. Von jetzt ab ist nur noch Fortschritt möglich, denn sein Gesetz ist gleichzeitig der sichere Brüststein jeder speciellen Theorie, wie der treue und zuverlässige Führer auf der weiteren Bahn. Newton.

Hlamsteed bearbeitete das große brittische Sternverzeichnis, das nach seinem Tode erschien. Noch bessere Dexter würden die schönen Beobachtungen Claus Mömer's in Kopenhagen uns für jene Zeit geben, wenn nicht leider die große Feuersbrunst von 1727 sie im Manuscript vernichtet hätte. Einige wenige Tage, für welche die Beobachtungen gerettet sind, lehren uns nur die Größe des Verlustes kennen. Unter Hlamsteed's Nachfolgern ist Bradley der größte und sorgfältigste Beobachter, dessen Entdeckung und Darstellung der Nutation und Aberration bereits oben erwähnt ist. Hlamsteed.

Noch verdienen Erwähnung die wesentliche Verbesserung des Fernrohrs durch Dollond, der eine Idee Eulers praktisch ausführte, und durch Zusammensetzung des Objectivs aus einer Flint- und einer Kronglaslinse die Farbenzerstreuung aufhob. Jetzt leistete ein 5füßiges Fernrohr mehr als früher ein 80füßiges. Bradley.

Vor 1761 waren die Data, aus denen man die Entfernung der Sonne (und aller Körper des Sonnensystems) ableitete, so wenig genügend, daß die unvereinbarsten Resultate sich ergaben. Bald fand man 12, bald 17 Millionen Meilen Entfernung. Die Venusdurchgänge von 1761 und 1769, insbesondere der letztere, hoben die Ungewißheit so weit auf, daß sie nur noch etwa den 200ten Theil der Entfernung oder den doppelten Mondesabstand beträgt. Achromatische Fernrohre.

Die genauere Bestimmung möglichst zahlreicher Sternörter beschäftigte in der letzten Hälfte des 18. Jahrhunderts nicht bloß einzelne Astronomen mehr. Maskelyne, Valande, Piazzini und mehrere andere waren beharrlich thätig und haben uns ein ungleich reicheres Material geliefert, als je ein früherer Beobachter. Das neunzehnte Jahrhundert ist diesem Beispiel treu gefolgt, und hat die früher fast ganz von Sternwarten und Beobachtern entblöhten außereuropäischen, insbesondere auch südlichen Regionen in den Stand gesetzt, mit Europa zu wetteifern. Fortsschritte seit 100 Jahren.

Doch hier stehen wir an der Grenze der Neuzeit, deren gesonderte Darstellung hier nicht erforderlich ist, da sie zur Genüge im Vorhergehenden gegeben worden. Wenn eine Vergleichung der gegenwärtigen Leistungen mit denen der meisten früheren Epochen ein höchst erfreuliches Bild gewährt, so darf der Astronom nicht vergessen, welchen bedeutenden Antheil andere Wissenschaften und Künste, wie Mathematik in ihrer ganzen Ausdehnung, Physik, Mechanik, Optik, zum Theil selbst die Chemie und andere Zweige des Wissens an diesem glänzenden Zustande haben: eine Hülfe, welche die Astronomie der Zukunft in noch höherem Maaße wird in Anspruch nehmen müssen.

## IV.

# Der Kalender.

Eine eigenthümliche Eintheilung der altrömischen Monate, deren in jedem ein gewisser Abschnitt den Namen Calendae führte, hat Veranlassung zu dieser Benennung gegeben, die übrigens im Alterthum selbst ungebräuchlich war. Eine Eintheilung in Monate und Wochen findet sich nicht nur im höchsten Alterthum, sondern auch allgemein bei allen Völkern, die überhaupt eine bestimmte Zeiteintheilung haben. Der Himmelslauf, der den Alten Kalender und Uhr ersehen mußte, war für alle Nationen der gleiche: die Sonne vollendete in  $365\frac{1}{4}$  Tagen, der Mond in  $29\frac{1}{2}$  Tagen seinen Umlauf. Dadurch waren Jahr und Monat, so wie durch die nächste ganze Zahl der Tage von einer Hauptphase des Mondes zur nächsten (7 statt  $7\frac{3}{8}$ ) die Woche bestimmt. Für die Länge des Monats nahm man abwechselnd 29 und 30 Tage, da aber 12 solcher Monate das Jahr nicht füllten, und man sich auf Bruchzahlen begreiflicher Weise nicht einlassen konnte, so mußten Einschaltungen von Zeit zu Zeit die Incongruenz ausgleichen. Diese Einschaltungen einerseits möglichst einfach und bequem einzurichten, und andererseits die Zeitrechnung mit dem Himmel in Uebereinstimmung zu bringen, war das Bemühen der Astronomen von den ältesten Zeiten her.

Wir können hier nicht in eine detaillirte Darstellung des altägyptischen, altrömischen, altjüdischen u. a. Kalenders eingehen, um so weniger als die Nachrichten über dieselben vielfach unsicher und mangelhaft sind. Auch ist es wahrscheinlich, daß die frühesten Zeiten einer genau und völlig bestimmten Anordnung der Zeiteintheilung überall entbehrten. — Bestimmtere Nachrichten haben wir über die im 5. Jahrhundert v. Chr. zu Stande gekommene Regulirung des Kalenders in Griechenland durch Meton, Euctemon und Calippus\*).

Man hatte bemerkt, daß nach je 19 Jahren die Vollmonde wieder auf den gleichen Sonnentag fielen. In der That haben 235 Mondmonate 6939 Tage 16 Stunden 31 Minuten; und 19 Sonnenjahre ( $\approx 365\frac{1}{4}$  Tag) 6939 Tage 18 Stunden. Die nächste ganze Zahl von Tagen ist 6940, und so wurden 19 Jahre = 235 Monaten = 6940 Tagen gesetzt. Unter diesen 19 Jahren mußten also 7 vorkommen, die 13 Monate hatten; und unter den 235 Mondmonaten 125, die 30 Tage zählten. Es kam nun darauf an, die 30tägigen Monate mit den 29tägigen, so wie die 12monatlichen Jahre mit den 13monatlichen so abwechseln zu lassen, daß die Ungleichheit im Verlaufe der Periode möglichst wenig bemerkbar wurde. Und dies haben jene alten Astronomen in musterhafter Weise erreicht, namentlich indem Calippus den zuviel gezählten  $\frac{1}{4}$  Tag nach je 4 Perioden (also 76 Jahren) wieder ausfallen ließ.

\*) Ausführlicheres findet man in Idlers Chronologie.

Jahr,  
Monat,  
Woche,  
Tag.

Alt-  
griechischer  
Kalender.

Bald verbreitete sich diese Anordnung über Griechenlands Grenzen hinaus: der jüdische wie der römisch-alexandrinische Kalender ist im Wesentlichen derselbe und noch heute hat seine Geltung nicht ganz aufgehört.

Es scheint indeß, daß man in Rom nicht dahin gelangte, eine fest geordnete Zeitrechnung durchzuführen. Wenigstens klagte man wiederholt über vergessene Tage, und Julius Cäsar fand nicht weniger als 67 derselben nachzuholen. Um endlich Ordnung zu schaffen, setzte er ein Jahr (das 708. der Stadt) von 15 Monaten mit 445 Tagen fest; und um keine neue Verwirrung entstehen zu lassen, ordnete er auf den Rath des egyptischen Mathematikers Sosigenes ein reines Sonnenjahr mit einem alle 4 Jahre wiederkehrenden Schalttage an, wie es im alten Egypten schon in Gebrauch gewesen zu sein scheint. Dieser julianische Kalender, den auch die christliche Kirche adoptirte, bestimmt die Monate und Schaltjahre, so wie wir sie heute noch zählen. Um möglichst an das Alte anzuknüpfen, ließ er sein erstes Sonnenjahr noch mit einem Neumonde am 1. Januar anfangen. Der 1. Januar war schon seit einiger Zeit statt des früher gebräuchlichen 1. März zum Anfang des Jahres gewählt worden; der Quintilis wurde jetzt zum Julius, so wie später der Sextilis zum Augustus.

Julianischer  
Kalender.

Cäsars bald darauf erfolgter gewaltsamer Tod hatte zwar keine Aenderung in Beziehung auf den Kalender zur Folge, gab aber doch einem Mißverständnisse Raum, indem man den „quartus annus“ (das vierte Jahr) so verstand, daß man das 1., 4., 7. u. s. w. (statt des 1., 5., 9.) Jahr zum Schaltjahr machte. Erst unter Augustus Regierung, nach 40 Jahren, bemerkte man den Fehler und ließ die überzähligen Tage wieder fort.

Um das Jahr mit der Sonne in Uebereinstimmung zu halten, hatte Julius Cäsar festgesetzt, daß der Frühlingsanfang durchschnittlich durch den 21. März bezeichnet werden sollte. Im J. 325 auf dem Nicäischen Concil, das die Osterfeier auf den Sonntag anordnete, der dem ersten Vollmonde nach dem 21. März folgte (also zwischen dem 22. März und 25. April), ward bemerkt, daß er schon bis zum 18. März zurückgewichen war, Cäsar hatte nämlich jährlich 11 Min. 15,4“ zu viel eingeschaltet. Man ließ also 3 Tage fort, was freilich nur momentan helfen konnte. Man hatte die Uhr wohl gestellt, aber ihren Gang nicht berichtigt, und so geschah, was geschehen mußte: der Fehler erneuerte sich und war nach 1260 Jahren wieder auf 10 Tage angewachsen.

Aber das frühere Mittelalter wäre schwerlich im Stande gewesen, eine gründliche Verbesserung vorzunehmen. Das Ungeschick, mit welchem der römische Abt Dionysius Exiguus im 6. Jahrhundert die christliche Jahrzahl (das Jahr der Geburt Christi) zu fixiren versuchte (er gab, abgesehen von anderen Fehlern, Christo nur 30 Lebensjahre) und in Folge dessen wir noch jetzt 6—7 Jahre zu wenig zählen, würde sich auch bei der Jahreslänge und Eintheilung gezeigt haben. Seit dem 14. Jahrhundert ward ernstlich daran gedacht, allein erst nachdem Copernicus die Länge des Jahres berichtigt und dem ganzen System eine feste Grundlage gegeben hatte, konnten der Cardinal Clavius und seine Mitarbeiter mit einer gründlichen Verbesserung zu Stande kommen. Sie ward am 4. Oct. 1583 durch Gregor XIII. für die katholische Kirche gesetzlich, indem man nach diesem Tag gleich den 15. folgen ließ, und feststellte, daß es zwar bei der bisherigen Folge der Schaltjahre bleiben, diejenigen Jahre jedoch, welche durch ein volles Hundert bezeichnet sind, nur dann als Schaltjahre zählen sollten, wenn (wie 1600 und 2000) die vollen Hunderte als solche durch 4 theilbar sind, d. h. daß in 400 Jahren 3 Schalttage weggelassen werden sollten, also dreimal das 100. Jahr ein gemeines, das viertemal aber ein Schalt-

Gregorianischer  
Kalender.

jahr sein sollte. Dadurch kam die Frühlingsnachtgleiche wieder auf den 21. März. Eine mit dieser Verbesserung nothwendig zusammenhängende betraf den cyclischen Mondlauf, von dem die Osterrechnung abhing. Auch diese cyclischen Vollmonde wichen schon lange von den wirklichen ab (gegenwärtig 5 Tage), und eine Correction war nothwendig. Man führte also eine Mondgleichung ein, die nach je 300 Jahren 1 Tag betrug, und so blieben nur noch hauptsächlich die Ungleichheiten des Mondlaufes selbst übrig, die durch keinen einfachen Cyclus je compensirt werden können, aber auch höchstens 1 Tag Abweichung veranlassen.

Annahme  
des  
gregoriani-  
schen  
Kalenders  
durch  
die  
Protestan-  
ten.

Dies veranlaßte die protestantischen Stände, nachdem sie über ein Jahrhundert lang die Annahme des neuen (gregorianischen) Kalenders abgelehnt hatten, einen bezüglich dieser Mondgleichung noch mehr verbesserten einzuführen. Der Vollmond sollte jedesmal nach Kepler's Rudolphinischen Tafeln astronomisch berechnet und von einem Cyclus ganz abgesehen werden. Inbeß beschloß der Regensburger Reichstag 1777 die Wiederaufhebung dieser Einrichtung, und nahm einfach den Gregorianischen Kalender an.

Die deutschen protestantischen Stände nahmen 1700, England 1752, Schweden, Dänemark und Norwegen 1753 den gregorianischen Kalender an; so daß gegenwärtig nur Rußland (mit Ausschluß von Polen und Finnland) und Griechenland den julianischen Kalender beibehält, nur freilich nicht im Sinne Julius Cäsars, der das Frühlingsäquinectium durch den 21. März bezeichnet haben wollte. Im russischen Kalender fällt dies Aequinoctium jetzt meistens auf den 9. und zuweilen auf den 8. März. Da in neuester Zeit der Gegenstand in öffentlichen Blättern discutirt, und bei dieser Gelegenheit die Behauptung aufgestellt worden ist, daß auch der neue (gregorianische) Kalender an einem bedeutenden astronomischen Fehler leide, so wird es angemessen sein, das Sachverhältniß hier zu erörtern.

Das astronomische Jahr ist periodisch veränderlich; seinen größten Werth hatte es

3040 vor Christo, er betrug . . . . .	365 L. 5 St. 49' 20",
sein geringster Werth (7600 n. Chr.) . . . . .	365 L. 5 St. 48' 9",
sein gegenwärtiger . . . . .	365 L. 5 St. 48' 47",
der eigentlich mittlere . . . . .	365 L. 5 St. 48' 44,6;

er wird zunächst im J. 2360 eintreten; bis dahin nimmt die Länge in jedem Jahrhundert etwa eine halbe Sekunde ab.

Mit diesem mittleren Werthe müssen also die verschiedenen Kalender verglichen werden. Nun findet sich:

- Das julianische Jahr = 365 Tage 6 St.; zu groß um 11' 15",4.
- Das gregorianische = 365 Tage 5 St. 49' 12"; zu groß um 27",4.
- Der Kalender Dmar-Chejam = 365 L. 5 St. 49' 5,5; zu groß um 20",9.

Die Zeit, innerhalb welcher der Fehler zu einem Tage anwächst; beträgt

für a) 128 Jahre,
" b) 3153 "
" c) 4140 "

Der sub c) angeführte Kalender wurde in Persien von Dmar Chejam im 11. Jahrhundert eingeführt. Innerhalb eines Cyclus von 33 Jahren fallen 25 gemeine und 8 Schalttage. Die beste Einrichtung würde darin bestehen, daß man nach je 128 Jahren einen Schalttag wegließe. Dies giebt ein Jahr von 365 L. 5 St. 48' 45", also nur  $\frac{2}{5}$  Sekunden länger als das mittlere, so daß eine Correction von einem Tage erst nach 216,000 Jahren erforderlich wäre. Es würde dies um so mehr genügen, als die

astronomische Bestimmung, wie sie eben angeführt ist, für sehr entfernte Epochen doch nicht bis auf die letzte Sekunde verbürgt werden kann, überdies auch die in den einzelnen Jahrtausenden verschiedene Länge ein ganz genaues Zusammenfallen irgend welches festen Cyclus mit dem Himmel unmöglich macht; bei der hier vorgeschlagenen Einrichtung aber auch selbst in den spätesten Jahrtausenden die Abweichung nie erheblich anwachsen kann.

Einen Fehler hat also der gregorianische Kalender allerdings, allein er ist 25 Mal kleiner als der des julianischen (alten) Kalenders.

Es muß aber noch bemerkt werden, daß ein christlicher, also das Osterfest und die anderen davon abhängenden Feste bestimmender Kalender auch den Mondeslauf zu beachten hat. Die sogenannten julianischen Epakten weichen nach je 310 Jahren um einen Tag vom Mondeslauf ab, was seit dem Nicäischen Concil (315 n. Chr.) bis jetzt einen Fehler von fünf Tagen giebt. Dieser Kalender setzt also jetzt, wenn beispielsweise der wirkliche Vollmond auf den 6. April fällt, den cyclischen erst auf den 11. April an und berechnet nach diesem das Osterfest. Da nun überdies, obgleich der Frühling schon am 8. oder 9. März a. St. eintritt, dennoch der 21. März für die Osterrechnung als Frühlingsanfang festgehalten wird, so kann, wenn etwa der wirkliche erste Frühlings-Vollmond zwischen dem 9. und 21. März a. St. einfällt, das Osterfest sich um einen ganzen Monat verschieben.

Im gregorianischen Kalender ist nun eine Correction eingeführt, wonach alle 300 Jahre ein Tag des Mondalters weggelassen wird. Da es nun eigentlich 310 Jahre sein sollten, so folgt, daß nach 9300 Jahren die gregorianischen Epakten einer besonderen Correction bedürfen werden, die in einmaliger Weglassung der dreihundertjährigen besteht.

Bleibt Rußland bei der gegenwärtigen Einrichtung, so wird es in 47,000 Jahren (vom Nicäischen Concil an gerechnet) gerade ein Jahr zu wenig gezählt haben. Innerhalb dieser Periode wird also jedes der christlichen Feste durch alle natürlichen Jahreszeiten gewandert sein. So wird nach etwa 10,000 Jahren Weihnachten nahezu in die Frühlingsnachtgleiche und Ostern in die längsten Tage fallen. Den Sommeranfang wird dann der 23. März und den des Winters der 24. September bezeichnen.

Da voraussichtlich der gegenwärtige Unterschied von 12 Tagen (im J. 1900 auf 13 Tage anwachsend) bei der sich fortwährend steigenden Lebhaftigkeit des internationalen Verkehrs bald unerträglich werden wird, so wäre es gewiß das Wünschenswertheste, daß ein allgemeiner Congress aller christlichen Kirchen diese Angelegenheit gemeinschaftlich regelte. Denn so gering auch an sich betrachtet der Fehler des gregorianischen sich herausstellt, und so wenig Veranlassung die Gegenwart auch hätte, ihn jetzt schon zu corrigiren, falls er wirklich allgemein eingeführt wäre, so würde doch die so nothwendige Erstrebung einer Gleichförmigkeit den wenigsten Anstoß finden, wenn man auch, was ganz gut möglich ist, die Beseitigung jenes kleinen Fehlers gleich jetzt und nicht erst nach drei Jahrtausenden vornimmt. Der Weg zur allgemeinen Verständigung ist einfach, und klar vorgezeichnet; die Verständigung selbst ein nicht abzuweisendes Bedürfnis, und der Anerkennung aller Jahrhunderte würde diejenige Nation sich versichert halten können, von der der erste thatsächliche Schritt zur Verwirklichung dieses Zieles ausginge.

Bezeichnen  
der Fehler  
des  
noch in  
Rußland  
und  
Griechen-  
land  
gebräuch-  
lichen  
julianischen  
Kalenders.

Internatio-  
nales  
Bedürfnis  
eines  
allgemein  
gültigen  
Kalenders.

Die Jahreszeiten sind gleichfalls nicht immer so unterschieden worden wie gegenwärtig. Ursprünglich hatte man nur Sommer und Winter, und

Jahres-  
zeiten.

für die polaren Gegenden wäre dies auch noch jetzt das Wichtigste. In den eigentlich tropischen Zonen kann überdies von einem Winter nie die Rede sein, die Unterscheidung in die trockene und die Regenzeit ist hier die einzige der Natur entsprechende, wiewohl hier alles von lokalen Umständen abhängt. So giebt es am Maranhon Gegenden, die nur 2 trockene und 10 Regenmonate haben, während andere (in Afrika) zuweilen Jahre lang warten können, bevor ein einziger Regen fällt.

Indeß finden wir schon bei Homer den Frühling erwähnt; viel später erst den Herbst. Anfang und Dauer der Jahreszeiten waren übrigens nicht wie bei uns, noch auch überhaupt streng und gleichförmig festgestellt. Der Beginn gewisser Seefahrten, die Ernte, die Weinlese und Aehnliches, auch politische Einrichtungen (wie im alten Rom die Consulwahlen) bestimmten Jahresanfang und Jahreszeiten.

Die Tataren und einige andere Völker Mittelasiens interpoliren unseren vier Jahreszeiten noch einen Vor- und Nachsommer, so wie einen Vor- und Nachwinter; und bei den so wesentlichen Verschiedenheiten der Klimate unserer Erde möchte in diesem Punkte eine Gleichförmigkeit nicht zu erreichen, noch auch selbst erwünscht sein.

Tages-  
zeiten.

In Beziehung auf die Tageszeiten sei bemerkt, daß die älteste Unterscheidung die von Morgen und Abend ist, da in der That nur diese Zeiten durch den Auf- und Untergang der Sonne natürlich abgegrenzt sind. Später kommen Unterscheidungen nach gewissen Verrichtungen vor: so führt z. B. Homer eine Meilzeit auf. Beim Aristophanes ladet ein Athener seinen Gast ein „auf die Zeit des zehnfüßigen Schattens“ (einer Person). Auch der Mittag wird früh erwähnt, weit später erst die Mitternacht. Durch die Sonnenuhren, die nach und nach allgemein wurden und z. B. in Rom die Zeit official regulirten, kam zuerst eine Stundeneintheilung in Gebrauch, doch nur für die Dauer des Tages, nicht der Nacht. Man theilte die Zeit vom Anfang bis zum Untergang in 12 Stunden. Da nun z. B. in Rom die Länge des Tages zwischen 9 und 15, in Niederägypten zwischen 10 und 14 Stunden variirt, so mußte die Incongruenz sehr früh bemerkt werden, und so half man sich durch längere und kürzere Stunden oder auf andere meist unvollkommene Weise. Die Nacht wurde in 4 Nachtwachen (Vigilien) getheilt, eine noch zu Christi Zeiten ganz allgemeine Sitte. Dabei begann man den Cyclus mit dem Abend, so daß die Nacht zum folgenden, nicht zum vorhergehenden Tage gehörte, und eben so wenig zwei verschiedenen Tagen zugetheilt wurde.

Uhren.

Als man den Sonnengeigern die Wasseruhren (Clepsydren) und noch später, bald nach Karl des Großen Zeiten, die Räderuhren substituirt hatte, besaß man die Mittel, auch die Nacht in Stunden zu theilen, und diese ganz gleichförmig zu machen. Die Eintheilung wurde nun unabhängig vom Auf- und Untergange der Sonne. Aber eine Genauigkeit, welche auf längere Zeit hin die kleineren Theile verbürgte, besaßen die frühesten mechanischen Uhren noch nicht, und deshalb hielt man sich an den durch den Meridiandurchgang der Sonne bezeichneten (wahren) Mittag. Zu dem Ende waren an mehreren Orten, gewöhnlich in den Kirchen, die Meridiane durch polirte Metallstreifen auf dem Fußboden bezeichnet, und eine Oeffnung hoch oben in der Kirchenmauer ließ den Schein der culminirenden Sonne auf diesen Streifen fallen, wonach dann Jeder seine Uhr reguliren konnte.

So geschah es, daß nicht die mittlere, sondern die wahre (ungleichmäßige) Sonnenzeit von den Uhren angezeigt wurde, was auch am richtigsten war in einer Zeit, wo der genaue mittlere Gang, bis auf Bruchtheile von Minuten, doch noch der Mechanik unerreichbar blieb. Nachdem jedoch Huyghens durch Einführung des Pendels und die englischen Künstler durch immer weiter fortschreitende Vervollkommnung der Chronometer die gesammte Uhrmacherkunst auf einen höheren Standpunkt gehoben hatten, konnte man mit dem Vorschlage hervortreten, die mittlere Zeit zum Regulator der Tagesordnung zu machen, und gegenwärtig ist diese mittlere Zeit allgemein, und namentlich auch bei den Posten und Eisenbahnen, eingeführt.

Wahre Zeit.

Mittlere Zeit.

Die Feststellung des Jahresanfangs nach römischer Weise ist nicht immer und überall gültig gewesen. Namentlich die italienischen Städte wichen im Mittelalter vielfach ab. Ein Anfang zu Ostern, zur Herbstnachtgleiche, zum ersten Advent kommt verschiedentlich vor, und der letztere hat sich sogar noch jetzt für das sogenannte Kirchenjahr erhalten. — Der Kalender der Juden beginnt mit der Herbstnachtgleiche und der der Türken, die ein reines Mondjahr von  $354\frac{1}{2}$  Tagen haben, hat gar keinen nach den Jahreszeiten zu fixirenden Anfang, sondern dieser läuft in 33 Jahren rückwärts durch alle Zeiten des natürlichen Jahres.

Kalender der Juden und der Türken.

Es wäre endlich hier noch der Epochen zu gedenken. Allgemeine Epochen, wie die gegenwärtige christliche, das Jahr der Erbauung Roms, die Einführung der olympischen Spiele u. a. suchen wir in der frühesten Zeit des Menschengeschlechts vergebens. Man datirte häufig nach dem Regierungsantritt des Königs, und zählte nicht über seinen Tod hinaus, sondern fing von neuem mit 1 an. Auch die Römer haben ihre Jahre nicht eigentlich gezählt, sondern jedes nach den in denselben fungirenden Consuln bezeichnet, wie denn z. B. in Virgil's Georgica von dem entfernt vom Gestümmel der Weltstadt lebenden Landmann gesagt wird:

Epochen.

„Nicht nach dem Consul bestimmt er das Jahr, nach dem Wechsel der Ernten,“

und nur die Annalen können, so weit sie hinaufreichen, eine sichere Chronologie begründen, denn (wie Cicero ausdrücklich sagt) alles Frühere und namentlich die Königszeit ist später, so gut es eben noch anging, rückwärts berechnet worden.

Mit Hülfe der biblischen Daten hat man es vielfach versucht, ein Weltalter zu bestimmen und so nach Jahren der Welt (!) zu zählen, allein schon die große Verschiedenheit dieser Rechnungen beweist, wie unsicher der Erfolg ist. Wenn die Zeit des Aufenthalts der Israeliten in Egypten an einer Stelle zu 430, an einer anderen zu 215 Jahren angegeben wird, so kann Verschiedenes gemeint sein und beide Stellen können Recht haben; allein was ist gemeint und wie soll man rechnen? Die Unmöglichkeit einer sicheren Datirung für die ältesten Zeiten ist längst allgemein anerkannt und der Versuch vollständig aufgegeben; und so enthalten die egyptischen und andere Chronologien, die beträchtlich mehr Jahrtausende zählen, als die biblische nach herkömmlicher Auslegung, keinen Widerspruch gegen letztere, auch abgesehen davon, daß sie selbst an großer Unsicherheit leiden. Die wirklich ersten Anfänge aller Dinge, unser eigenes Geschlecht nicht ausgenommen, werden uns wohl, dem thatsächlichen Vorgange wie dem Zeitpunkte nach, für immer verborgen und unerforschlich bleiben.

Ueberein-  
stimmung  
der 7  
Wochen-  
Tage.

Gleichsam unabhängig von der sonstigen Zeitrechnung steht die Woche da, die auch in den verschiedenen Kalendern (gregorianischen, julianischen, jüdischen u. s. w.) ganz gleich datirt, so daß es z. B. gleichzeitig überall Sonntag ist, mag er auch hier als 20ster Januar, dort als 8ter Januar, 17ter Tebeth oder wie sonst bezeichnet werden. Wie schon oben bemerkt, haben die Mondphasen die Veranlassung zur allgemeinen sieben-tägigen Woche gegeben; die einzelnen Tage waren gewissen Gottheiten gewidmet: Apollo (Sol), Diana (Luna), Mars, Mercur, Jupiter, Venus, Saturnus, die wir sämmtlich auch als Himmelskörper finden und mit denselben Zeichen markiren. Die Astrologie und die ihr verwandte Alchymie hatte auch die Metalle mit ihnen in geheimnißvolle Verbindung gebracht. Daher haben wir herkömmllich:

○	Gold	Dies Solis	Sonntag.
∪	Silber	„ Lunae	Montag.
♂	Eisen	„ Martis	Dienstag (Thingstag, Gerichtstag).
♀	Quecksilber	„ Mercurii	Mittwoch.
♃	Zinn	„ Jovis	Donnerstag (Thorstag).
♀	Kupfer	„ Veneris	Freitag (Freya's Tag).
♄	Blei	„ Saturni	Sonnabend (auch Satertag).

Thor in der altnordischen Mythologie entspricht dem griechischen Jupiter, und Freya der Venus.

Diese Namen haben fast bei allen Völkern Stammesähnlichkeit. So beispielsweise:

Französisch.	Englisch.	Spanisch.
Dimanche	Sunday	Domingo.
Lundi	Monday	Lunes.
Mardi	Tuesday	Martes.
Mercredi	Wednesday	Miercoles.
Jeudi	Thursday	Gioves.
Vendredi	Friday	Viernes.
Samedi	Saturday	Sabado.

Der Versuch, statt der Woche von sieben Tagen eine zehntägige einzuführen, ward 1793 in Frankreich gemacht. Die Namen der einzelnen Tage reichten von Pridi, Duodi u. bis zu Decadi, daher auch diese Abschnitte Decades hießen. Drei Dekaden bildeten den Monat, und am Schluß der 36 Dekaden ließ man 5 oder 6 jours complementaires folgen, die keiner Dekade oder Monaten angehörten und das Jahr beschloßen.

Diese Einrichtung hat nie wahres Leben gewonnen. Keine andere Nation bequeme sich, trotz aller Bemühungen Calande's, zur Annahme; in Frankreich selbst begriff das Volk sie nicht, so wenig, als die Theilung des Tages in 10 statt 24 Stunden; sie brachte in den 13 Jahren ihres gesetzlichen Bestehens nur Verwirrung hervor, und ein Dekret Napoleons I. hob sie vom 1. Januar 1806 an völlig auf und stellte die frühere Zählung und Eintheilung wieder her.

## V.

# Die Sternbilder.

Die Sternbilder, wie sie uns das Alterthum überliefert hat, sind ägyptisch-hellenischen Ursprungs. Keine sichere Spur deutet auf indischen Einfluß, vielmehr führt uns die Deutung der einzelnen Benennungen stets auf die Mythologie des Heroenzeitalters. Mögen sie auch ihrer ersten Entstehung nach sehr verschiedenen Epochen angehören: es ist dennoch ein consequent festgehaltenes Prinzip nicht zu verkennen. Den Wandelsternen des Sonnensystems waren die eigentlichen Götternamen vorbehalten; die Sternbilder waren den Helden und ihren Attributen gewidmet; höfische Schmeichelei hätte in der besseren Zeit des klassischen Alterthums keinen Platz am Himmel gefunden: die Alexander und Cäsar mußten sich begnügen, ihre Namen auf der Erdfugel verewigt zu sehen. — In wahrhaft bedauerlicher Weise haben spätere Zeiten dieses Prinzip verkannt: ein Carlshertz und eine Friedrichsehre gehören eben so wenig als eine Elektrifirmaschine und eine Malerstaffelei an diesen Himmel; und wenn man es unthunlich fand, die alten Helden gestalten aus ihrem dreitausendjährigen Besitz zu vertreiben, so hätte man, wie man es bei den meisten der neuentdeckten Planeten gethan, das Fehlende im Sinne der Alten ergänzen sollen. So wird man aber kurz oder lang nicht umhin können, eine Reform des Sternbilderwesens eintreten zu lassen; ja sie hat theilweise schon begonnen: Valande's Krage, das Napoleonsgestirn und einige andere gar zu auffallende Ungehörigkeiten sind mit stillschweigender Uebereinkunft der Astronomen wieder vom Himmel getilgt, was leicht geschehen konnte, da sie nie Eigenthum des Volkes geworden waren.

Wir wollen in unserer Ueberschau zunächst die 48 alten Sternbilder aufführen und ihnen dann diejenigen neueren folgen lassen, welche durch Augenfälligkeit oder aus anderen Gründen eine besondere Erwähnung verdienen.

### A. Nördliche Sternbilder.

1. **Der kleine Bär.** Den alten Mythographen zufolge ist Arcas, Sohn der Callisto und Enkel Lyacons von Arkadien, unter diesem Bilde dargestellt. Er nimmt die dem Pol zunächst gelegene Gegend des Himmels ein, und seine kenntlichsten Sterne stellen im Kleinen nahezu ein umgekehrtes Bild des großen Bären dar. Der Polarstern (Cynosura) gehört zu diesem Bilde: er stellt die Deichselspitze des Wagens vor, dessen beide Hinterräder den Weinamen Wächter führen.
2. **Der Drache.** Es ist das von den Göttern zum Wächter des Gartens der Hesperiden gesetzte Monstrum. Der Haupttheil des Bildes umgiebt in großem Bogen den kleinen Bären und zieht sodann um den Pol der Ekliptik herum bis zum Kopfe, wo die beiden hellsten Sterne stehen, welche für das nördliche Deutschland im Zenith culminiren. Besonders sein mittlerer Theil ist mit kenntlichen Sternen dritter bis fünfter Größe reich besetzt.

Ursprung  
der  
Namen  
der alten  
Stern-  
bilder.

Nördliche  
Stern-  
bilder.

3.—6. **Cepheus, Cassiopeja, Andromeda, Perseus** (nebst dem Schwerte und dem Medusenkopfe). Cassiopeja, die hochmüthige Gemahlin des Cepheus, Königs von Aethiopien, hatte sich gerühmt, selbst die Nympfen an Schönheit zu übertreffen. Die Strafe der Götter blieb nicht aus: ein Seeungeheuer verkehrte die Klüften und sie mußte ihre Tochter Andromeda zum Opfer für dasselbe hingeben; an einen Felsen gefettet, sah diese dem gräßlichsten Tode entgegen. Da erblickte sie Perseus, und gerührt von ihrem Flehen und ihrer Schönheit, tödtete er das Unthier, entseffelte Andromeda und führte sie als seine Gattin heim.

Dieser alte Mythos hat zu zahlreichen älteren und neueren Darstellungen gedient: die glänzendste ist die genannte Sternbildergruppe, die den ganzen Raum zwischen dem Drachen, dem Pegasus, dem Fuhrmann und der Sklipsis ausfüllt.

Cepheus, zwischen Pol und Milchstraße gelegen, ist unter diesen Bildern das am wenigsten glänzende; die beiden hellsten Sterne sind dritter Größe.

Cassiopeja liegt fast ganz in der Milchstraße. Fünf helle, ein flaches W bildende Sterne machen sie leicht kenntlich. — Hier erschien im Jahre 1572 jener berühmte Tycho'sche Stern, dessen Glanz alle anderen Fixsterne weit übertraf, der aber 1574 wieder verschwand.

Andromeda, ausgezeichnet durch 3 helle, nahezu in einer Linie und gleichem Abstände liegende Sterne zweiter, so wie mehrere andere dritter und vierter Größe. Auch gewahrt man nordwestlich über dem mittelsten Sterne einen schon dem bloßen Auge deutlich sichtbaren Nebelfleck, der im Fernrohr eine stark länglichte Figur zeigt.

Perseus, östlich neben Andromeda und Cassiopeja, der Länge nach von der Milchstraße durchzogen. Der Hauptstern Algenib verlängert die Reihe der 3 hellen Andromedasterne noch um ein Glied, und um ihn gruppieren sich zahlreiche andere der dritten und vierten Größe. Im nördlichsten Theile, am Griffe des Schwertes, stehen nahe bei einander zwei schöne Sternhaufen, schon in mäßigen Fernrohren gut erkennbar. Der Medusenkopf, den Perseus in der linken Hand hält, und dessen Anblick der Sage nach das Seeungeheuer erstarren machte, enthält einen Stern zweiter Größe, Algol, dessen Veränderlichkeit merkwürdig ist, und dicht neben ihm noch drei Sterne der vierten Größe.

7. **Das Dreieck**, ein kleines Sternbild nahe südöstlich bei Andromeda. Es soll die Insel Sicilien vorstellen, und enthält nur schwache Sterne. Hevel hat überflüssiger Weise noch ein kleineres Dreieck von Sternen sechster Größe daneben gesetzt.
8. **Der Fuhrmann** nebst der Ziege (Capella). Unter diesem Bilde ist ein athenischer König Erichthonius, dem die Erfindung des Wagens zugeschrieben wird, an den Himmel versetzt; die Ziege, welche er hält, ist Amalthea, die ihr Sternendenkmal dem Umstande verdankt, daß sie Jupiter während seiner Kindheit an ihren Brüsten säugte. Capella ist unter den Sternen erster Größe der nördlichsten, und geht für Deutschland nicht unter, er ist schwach gelblich von Farbe und steht in Beziehung zum Polarstern der Vega fast gerade gegenüber. Links neben ihm ein heller Stern zweiter Größe, und südlich 3 kleine Dreiecke: ein rechtwinkliges von Sternen vierter, und zwei gleichschenkelige von Sternen fünfter Größe.
9. **Der große Bär** oder eigentlicher Bärin (Ursa major). Der Fabel zufolge Callisto, die Mutter des kleinen Bären. Die Grausamkeit ihres Vaters Lycæon hatte Juno dadurch bestraft, daß sie die Tochter in eine Bärin verwandelte. Jupiter versetzte sie darauf unter die Sterne. — Uralt ist auch die Benennung des Wagens, worunter aber nicht das ganze beträchtlich große Sternbild, sondern nur sein augenfälligster Theil, die bekannten 7 Sterne zweiter Größe, verstanden werden. Vier von ihnen bilden die Näder, die drei übrigen die Deichsel des Himmelswagens. Der mittlere von diesen, Mizar, hat in etwa 10 Minuten Abstand einen kleineren fünfter Größe, Alcor oder das Reuterlein, neben sich, den gute Augen auch ohne Bewaffnung unterscheiden. Die Araber nennen den kleinen Stern Suba und bemerken, daß nach ihm die Menschen ihr Gesicht prüfen. Uebrigens ist Mizar selbst ein Doppelstern. — Im übrigen Theile des Bildes, westlich und südlich von den Nädern, sind besonders die Sterne fünfter Größe zahlreich. Unter ihnen befindet sich der merkwürdige Doppelstern  $\xi$  mit einer Umlaufzeit des Begleiters von  $61\frac{1}{2}$  Jahren; dicht über ihm ein gleich großer  $\nu$ , ebenfalls doppelt, aber mit einer Umlaufzeit von wenigstens 8—10,000 Jahren.
10. **Bootes** (Bärenführer) nebst dem Berge Mánalus. Unter diesem Doppelbilde sind Icarus, Vater der Erigone, und ein Berg in Arcadien zu verstehen, auf welchem eine von Menelaus gegründete Stadt stand. — Der hellste Stern, der aber

von den Alten nicht eigentlich zum Bilde gerechnet wurde, ist Arcturus, ein rother Stern erster Größe. Er ist von vielen kleineren aber noch ziemlich kenntlichen Sternen umgeben, die Mayer als Arcturstrabanten bezeichnete, was sie aber im physischen Sinne gewiß nicht sind. Bootes ist eines der glänzendsten Sternbilder und enthält besonders viele zum Theil schönfarbige Doppelsterne.

Der südlich vom Arctur gelegene Berg Mánalus ist ein sehr unscheinbares, fast nur teleskopisches Sternbild, zwischen Bootes und der Jungfrau.

11. **Das Haar der Berenice.** Die Gemahlin des Ptolemäus Evergetes, Königs von Egypten, opferte, um das Leben ihres Gatten zu erhalten, ihr schönes Haar auf dem Altar der Venus, und man glaubte es in dem Gewimmel zahlreicher kleiner Sterne nördlich von der Jungfrau zu entdecken. Man findet unter diesen Sternen, deren keiner die fünfte Größe überschreitet, mehrere merkwürdige Doppelsterne und zahlreiche Nebelflecke.
12. **Die Krone,** bestimmter als nördliche Krone zu bezeichnen, da am südlichen Himmel gleichfalls eine solche vorkommt. Die einigermaßen in Form eines Diadem gruppirten Sterne sollen die Krone der Ariadne, Tochter des Minos und der Pasiphae, bezeichnen. Diesem über Creta herrschenden Königspaar mußte ein schrecklicher Tribut gebracht werden: atheniensische Jünglinge zum Opfer für den Minotaurus, der im Innern des Labyrinths haufete. Unter ihnen war Theseus, der durch Hülfe der Ariadne den Minotaurus tödtete, aus dem Labyrinth entkam und mit ihr entfloh, sie aber auf Naxos zurückließ. Hier fand sie Bacchus auf seinem Zuge und sie ward dessen Gemahlin. — Die Personen dieses Mythos werden am Firmament vermißt: er ist nur durch diese Krone repräsentirt. Unter den 8 kenntlicheren Sternen, welche den Keil der Krone bilden, glänzt Gemma (der Edelstein) als Stern zweiter Größe links neben Bootes, mit dessen Hauptsternen er die Figur eines Y bildet. Zu diesem Bilde gehören einige schöne Doppelsterne, unter ihnen 7 von 66 Jahren Umlaufzeit.
13. **Die Leyer.** Sie stellt die Leyer des Orpheus dar, durch deren Töne er selbst die wildesten Thiere zu bezähmen verstand. Ein kleines aber glänzendes Sternbild, ausgezeichnet durch einen der hellsten Sterne erster Größe, der im reinsten Weiß schimmernden Wega. Südlich von ihr die beiden nächststellten dritter Größe, und links nahe bei Wega ein Stern, der sich schon in kleinen Fernröhren doppelt, und bei stärkerer Vergrößerung jeden der beiden abermals doppelt, das Ganze also als vierfachen Stern zeigt.
14. **Hercules.** Wir können den Mythencycelus, der sich auf den berühmten Sohn Amphitritons und der Alcmene bezieht, als bekannt voraussetzen. Hercules ist das einzige Sternbild, welches die Karten in umgekehrter Stellung, den Kopf gegen Süden und die Füße gegen Norden gewendet, darstellt. Es nimmt einen großen, doch nicht besonders glänzenden Raum am Himmel ein. Der hellste Stern (Ras Algethi) steht am Kopfe im Süden. Er ist doppelt und nebst seinem Begleiter veränderlich. Die übrigen Sterne (die hellsten dritter Größe) formen sich meistens zu kleinen Gruppen und nehmen vorzugsweise den mittleren Theil des Bildes ein. Zwischen ihnen und dem Hauptstern am Kopfe ein fast leerer Raum, und ein ähnlicher im nördlichen Theile des Bildes.
15. 16. **Ophiuchus mit der Schlange.** Den Mythographen zufolge bezeichnet dieses Doppelbild den Aesculap, den berühmtesten Arzt, Sohn des Apollo und der Nymphe Coronis. Die Schlange ist als Symbol der Klugheit und Wachsamkeit hinzugefügt. — Beide Bilder, obgleich einander durchschlingend, werden in Karten und Sternverzeichnissen gesondert dargestellt. Ophiuchus ist durch seine Schlange in einen nördlichen und südlichen Theil getheilt. Im ersteren steht der Hauptstern (Ras Alhague) am Kopfe, nahe östlich beim Hauptstern des Hercules. Uebrigens kommen nur Sterne dritter und geringerer Größen hier vor. Der kleinere südliche Theil zieht sich bis nahe zum Antares hinab: er enthält die Stelle, wo 1604 ein neuer sehr glänzender, aber 1605 wieder verschwundener Stern erschien. Auch zeigen sich hier mehrere Nebelflecken und Sternhaufen.
- Die Schlange begreift in ihren Windungen die glänzendsten Theile des Gesamtbildes. Ihr Hauptstern zweiter Größe steht im westlichen Theile und um ihn bildet sich eine kleine Gruppe. Eine zweite und reicher besetzte steht nördlich am Kopfe der Schlange, die übrigen vereinzelte sich. Der östliche Theil beider Bilder wird von einem Arme der Milchstraße durchzogen.

Nördliche  
Stern-  
bilder.

17. **Der Adler.** Nach einigen Dichtern der Adler, welcher den schönen Jüngling Ganymedes, Sohn des phrygischen Königs Troas, vom Berge Ida entführte und ihn zum Sitze der Götter emporhob, um fortan dem Jupiter zu dienen. Er ist sehr kenntlich durch 3 helle in gleicher Linie stehende Sterne, deren mittelster (Athair) von erster, die beiden anderen dritter Größe sind. Andere Sterne dritter Größe stehen an verschiedenen Stellen des Bildes, das vom Äquator durchzogen wird und das größtentheils mit dem östlichen Arme der Milchstraße zusammenfällt.
18. **Der Pfeil.** Prometheus hatte für die Menschen das Feuer aus dem Himmel entwandt, und ward zur Strafe von Vulcan auf Jupiters Geheiß an einen Felsen des Kaukasus gefettet, wo ein Geyer seine stets aufs Neue sich wiedererzeugende Leber fraß. Von der schrecklichen Marter befreite ihn Hercules, indem er den Geyer durch einen Pfeilschuß tödtete. Dieser herculische Pfeil ward an den Himmel versetzt. — Durch 4 Sterne der vierten Größe, nördlich von Athair an der Grenze der Milchstraße, ist das Bild kenntlich; die übrigen sind mit wenigen Ausnahmen nur teleskopisch und das ganze Sternbild von geringem Umfange.
19. **Der Delfin.** Arion, der berühmte Harfenspieler, war von seinen Reisegefährten aus Reid und Lablucht ins Meer geworfen worden. Ein Delfin nahm ihn auf und trug ihn auf seinem Rücken ans Ufer. Zum Dank für die wunderbare Rettung setzte man sein Bild an den Himmel. Das kleine aber glänzende Sternbild ist leicht an einer Gruppe von 4 Sternen dritter Größe, zu denen in einiger Entfernung noch ein fünfter von gleicher Helligkeit hinzukommt, erkennbar; die nächste Umgebung ist ziemlich fernenleer. Es nimmt den Raum zwischen Adler und Pegasus ein.
20. **Der Schwan.** Orpheus war von den Priesterinnen des Bacchus getödtet worden: die Götter verwandelten ihn in einen Schwan und versetzten ihn in dieser Gestalt an den Himmel, wo man ihn neben seiner Leber erblickt. — Das große glänzende Sternbild liegt im hellsten Theile der Milchstraße und greift über beide Hügel derselben östlich und westlich hinaus. Die 5 augenfälligsten Sterne bilden ein großes Kreuz, diagonal gegen Meridian und Parallelen gerichtet; im Nordosten der hellste Deneb, fast so hell als Athair, und von vielen zur ersten Größe gerechnet. Das Sternbild ist reich an merkwürdigen Gegenständen: mehrere Sternhaufen, ein neuer Stern (1600), ein veränderlicher und endlich derjenige Fixstern, bei dem zuerst unter allen eine Messung seiner Entfernung gelang (61 Cygni). Für Norddeutschland gehen einige Theile desselben nicht mehr unter.
21. **Pegasus.** Die meisten identifiziren dieses Flügelroß mit dem berühmten Musenpferde, welches durch seinen Hufschlag die Quelle Helikon eröffnete. Andere lassen es von den Göttern dem Corinthier Bellerophon, dem Befieger der lycischen Chimæra, zum Geschenk machen. Vier Sterne der zweiten Größe bilden unter dem Namen des Fisches ein nahezu regelmäßiges Quadrat; doch gehören nur drei derselben dem Pegasus, der vierte ist der helle Stern am Kopfe der Andromeda. Westlich von diesem Quadrat finden sich mehrere weit umher zerstreute Sterne dritter und geringerer Größen; Gruppenbildung wird hier gänzlich vermisst.
22. **Das kleine Pferd.** Es ist das von Merkur dem Castor geschenkte Pferd Cellaris. Nur sein Kopf ist zur Seite des Pegasuskopfes als Sternbild dargestellt. Vier Sterne vierter Größe, südöstlich von den glänzenderen des Delfin, bilden seinen Haupttheil, die übrigen sind fast nur teleskopisch.

## B. Sternbilder des Thierkreises.

23. **Der Widder.** Zum Gedächtnisse des Widders, dessen Fell (Wolle) den Kriegszug der Argonauten nach Colchis veranlaßt. — Nur zwei seiner Sterne zeichnen sich durch Glanz aus. Der Hauptstern zweiter Größe und südwestlich neben ihm einer der dritten. Dicht südlich unter letzterem steht ein schöner Doppelstern vierter Größe, auch Mesarthim genannt. Die übrigen sind nur schwach und bilden hin und wieder kleine Gruppen.
24. **Der Stier.** Eine Metamorphose Jupiters, der in Gestalt eines Stiers die Europa, Tochter des phönizischen Königs Agenor, raubte und nach dem von ihr genannten Erdtheile hinüberführte. Eins der kenntlichsten und merkwürdigsten Sternbilder des Himmels. Hier stehen die Plejaden, die dichteste aller augenfälligen Sterngruppen des ganzen Firmaments und das allgemeine Attractionscentrum der Fixsternwelt. Leicht erkennt man 6 einzelne Sterne, schärfere Augen 10 bis 14,

bewaffnete mehrere hundert. Südöstlich von den Plejaden finden sich die Hyaden, Thierkreis. eine größere und hellere, aber bei weitem weniger dichte Gruppe; unter ihnen Aldebaran, ein rother Stern erster Größe und Hauptstern des Bildes. Isolirt stehen im Osten die beiden Hörner des Stiers, zweiter und dritter Größe. Noch andere, namentlich teleskopische Sterngruppen finden sich hier und da im Bilde.

Der Wortbedeutung nach bedeutet Hyaden Regensterne, wie Plejaden Schiffersterne. Ihr Wiedererscheinen am Morgenhimmel bezeichnete nämlich die Zeit der tropischen Regen und den Beginn gewisser Seefahrten. Die augenfälligeren Plejaden führen schon bei den Alten eigene Namen. Sie gelten für Töchter des Atlas, des einen dieser Sterne.

25. **Die Zwillinge.** Von einigen als Apollo und Hercules, meistens jedoch als Castor und Pollux bezeichnet, zwei Söhne des Jupiter, die ihrer brüderlichen Zärtlichkeit wegen an den Himmel versetzt wurden. Von den beiden Hauptsternen ist Castor (ein Doppeltstern) der nördliche, Pollux der südliche und etwas hellere. Noch ein hierher gehörender Stern zweiter Größe steht südwestlich nach dem Stiere hin an der Grenze der Milchstraße, die hier noch durch mehrere kenntliche Sterne bezeichnet wird. Auch die übrigen Gegenden des Bildes sind ziemlich reich besetzt, und es enthält mehrere schönfarbige Doppeltsterne.
26. **Der Krebs.** Die Deutung ist ungewiß. Auf den ältesten ägyptischen Darstellungen glaubt man eher einen Käser zu erblicken, und dies würde am wahrscheinlichsten auf den Scarabaos Saecr, der den Egyptern heilig war, zu beziehen sein. — Das nicht sehr umfangreiche Sternbild hat nur Sterne der vierten und geringeren Größen, aber diese in ziemlich starker Anzahl. Ein teleskopischer Sternhaufen, die Präsepe, erscheint in seiner Gesamtheit dem bloßen Auge wie ein Nebelfleck; mehr nördlich und südlich bei ihm stehen zwei Sterne vierter Größe, die den Namen der beiden Esel führen. Ein schöner dreifacher Stern  $\zeta$  (auch Regmine genannt) kommt in diesem Bilde vor.
27. **Der Löwe.** Bezeichnet den Nemeischen Löwen, dessen furchtbaren Verheerungen Hercules ein Ziel setzte, indem er ihn überwand und tödtete. Juno versetzte ihn darauf unter die Sterne. Das große Bild ist durch mehrere helle, aber durch den ganzen Raum grob zerstreute Sterne ausgezeichnet; Gruppenbildung wird hier ganz vermisst. Der Hauptstern Regulus erster Größe geht unter den helleren voran; der nächst hellere Denebola macht den Beschluß. Unter den übrigen befindet sich  $\gamma$  von der zweiten Größe, nördlich vom Regulus, der schönste Doppeltstern der Nordhemisphäre: ein goldgelber Hauptstern nebst einem blauen Begleiter, die Umlaufszeit etwa 1400 Jahr.
28. **Die Jungfrau.** Die mythologischen Deutungen sind verschieden. Nach Einigen ist es Ceres, die Göttin des Getreides; Andere setzen dafür Isis, Astraea oder Erigone. Auf den ältesten ägyptischen Darstellungen erblickt man einfach ein Schnittmädchen, daher man wohl einfach an ein Symbol der Ernten zu denken hat. Zunächst erblickt man im nördlichen Theile des Bildes 5 Sterne, die fast ganz symmetrisch die Figur eines Bechers bilden: der mittlere von ihnen,  $\gamma$ , ist ein schöner Doppeltstern von etwa 150 Jahren Umlaufszeit. Im südlichen Theile glänzt als Stern erster Größe Spica oder Azimech (die Kornähre). Nördlich über ihm noch ein Stern dritter Größe; weiterhin nur noch schwache. Im nördlichsten Theile auffallend viele Nebelflecke, die zwar einzeln dem bloßen Auge nicht sichtbar sind, deren Gesamtheit aber die Schwärze des Himmelsgrundes hier herum merklich vermindert.
29. **Die Waage.** In frühester Zeit bestand die Waage nicht als besonderes Sternbild, denn statt ihrer erscheinen auf dem älteren Thierkreise nur die Scheren des Scorpions, der jetzt einen kleineren Raum einnimmt. Man bezieht die Waage auf Mochoß, den Erfinder der Waage und der Gewichte. Vielleicht ist ganz einfach nur die Gleichheit der Tage und Nächte gemeint, die beim Eintritt der Sonne in das Zeichen der Waage Statt findet. — Zwei Sterne der zweiten Größe bezeichnen die Schalen der Waage; weiterhin folgen zahlreiche Sterne der dritten, vierten und geringerer Größen, die aber für das nördliche Deutschland schon zu tief stehen, um erhellend zu glänzen. In der Waage findet sich auch ein schöner dreifacher Stern.
30. **Der Scorpion.** Der gewaltige Jäger Orion hatte sich vorgenommen, alle Ungeheuer und reisenden Thiere der Erde zu vertilgen. Dies zog ihm den Zorn der Juno zu; sie beauftragte einen Scorpion, ihn tödtlich an der Ferse zu verwunden, und versetzte ihn dafür unter die Sterne. Veranlaßt wurde diese Deutung wohl dadurch, daß Orion, als am Himmel dem Scorpion ziemlich gerade gegenüberstehend,

**Thierkreis.** verschwindet, wenn dieser sichtbar wird. — Dieses glänzende Sternbild kommt im nördlichen Deutschland schon nicht mehr ganz zu Gesicht. Antares, der Hauptstern, ist erster Größe; im Nordost umgibt ihn ein Bogen von 5 hellen Sternen, die 3 mittelsten von zweiter und dritter Größe, während südlich vom Antares ein anderer noch reicher besetzter Bogen sich bildet, der aber erst in Italien recht zu Gesicht kommt.

**31. Der Schütze.** Er erscheint auf den Karten als Centaur, und stellt, den Mythographen zufolge, den Chiron, Sohn des Saturn und der Pheilyra, vor, dem die Erfindung des Reitens zugeschrieben wird. Von ihm kommt in nördlichen Gegenden nur wenig zu Gesicht. Seine hellsten Sterne sind dritter Größe, und diese stehen sehr tief im Süden, zum Theil im östlichsten Zuge der Milchstraße; die etwas höher hinaufsteigenden sind nur vierter und geringerer Größe. — Nebelflecke sind hier herum sehr häufig.

**32. Der Steinbock.** Nach einer nicht sehr wahrscheinlichen Deutung die Ziege Amalthea, die den Knaben Jupiter ernährte. Sicherer ist es wohl, in dem die äußersten Höhen ersteigenden Steinbock einfach ein Symbol des höchsten Sonnenstandes zu erblicken, der um die Jahreszeit eintritt, wenn der Steinbock um Mitternacht sichtbar ist. An helleren Sternen ist er noch ärmer als der Schütze; zwei Sterne dritter Größe, nahe über einander stehend, ein ähnliches Sternenpaar vierter Größe, nordöstlich vom vorigen, und ein kleines Sternendreieck vierter Größe im östlichsten Theile sind alles, was noch einigermaßen augenfällig ist. Viele Nebelflecke stehen hier herum.

**33. Der Wassermann.** Deukalion, Sohn des Prometheus, blieb nach der großen thessalischen Fluth mit seiner Gattin Pyrrha allein auf der Erde zurück, und ihm ist dieses Sternbild gewidmet. — Auch hier finden sich nur Sterne dritter und geringerer Größen. Die beiden hellsten, nahe südlich vom Aequator, bezeichnen die rechte und linke Schulter des Wassermanns. Sehr merklich tritt in diesem Sternbild wieder die Gruppenbildung auf, am meisten bei den Sternen fünfter Größe. Eine ziemlich glänzende Gruppe, zu der auch ein Stern dritter Größe zählt, wird vom Aequator durchschnitten.

**34. Die Fische.** Nach der Fabel wurden Venus und Cupido durch den Anblick des gewaltigen Riesen Typhon erschreckt, stürzten sich in den Euphrat, wurden hier in Fische verwandelt, und in dieser Gestalt an den Himmel versetzt. — Das Sternbild umfaßt am Himmel einen großen, aber verhältnißmäßig sternarmen Raum, der von glänzenderen Bildern (Pegasus, Andromeda, Widder, Wallfisch) umgeben ist. Nur ein Stern dritter, und nordwestlich von ihm drei Sterne vierter Größe treten hervor, sonst überall nur Sterne geringeren Glanzes. Der erwähnte Hauptstern ist doppelt.

Die 12 Thierkreisbilder behält man leicht durch folgende 2 Hexameter:

Sunt aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo,  
Libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.

### C. Südliche Sternbilder.

**35. Der Wallfisch.** Auch dieses Sternbild gehört noch zum Andromeda-Mythos. Es ist das Seeungeheuer, welches Neptun gesandt hatte, um die Königstochter zu verschlingen, und welches er, nach ihrer Rettung durch Perseus, unter die Sterne versetzte. — Ein kleiner Theil dieses Bildes liegt noch nördlich vom Aequator, und in diesem steht der Hauptstern zweiter Größe, Menkar, der mit den Plejaden und dem Hauptstern des Widders ein gleichseitiges Dreieck bildet. Mehrere Sterne vierter Größe umgeben ihn, die übrigen, unter ihnen zehn der dritten Größe, stehen südlich im übrigen Theile des Bildes zerstreut. Menkar bildet mit zwei anderen dieser Sterne eine südwestlich gerichtete Linie, und der letzte derselben, Mira Ceti, zeigt die stärkste bei Fixsternen vorkommende Veränderlichkeit, von der dritten, mitunter selbst bis zur zehnten Größe.

**36. Orion.** Zum Gedächtniß des gewaltigen Jägers, der auf Creta die Göttinnen Diana und Latona auf der Jagd begleitete, und zuletzt dem Stiche des Scorpions erlag. Es ist das glänzendste aller Sternbilder und gehört beiden Halbkugeln zu ziemlich gleichen Theilen an, da der Aequator mitten hindurchzieht. Wir gewahren in Nordost und Südwest des Bildes zwei Sterne erster Größe, den rothen Betelgeuze und den weißen noch glänzenderen Rigel. Rechts von Betelgeuze der glänzende Bellatrix zweiter Größe, und in der Mitte, auf halbem Wege zwischen beiden Hauptsternen, drei Sterne zweiter Größe in gerader Linie und gleichem Abstände dicht bei einander, von Einigen der Jacobsstab genannt; der südlichste von ihnen ist

- ein schöner Doppelstern. Dicht unter ihm  $\sigma$ , ein vielfacher Stern, und etwas weiter südlich der hellste Nebelfleck des gesammten Himmels und in ihm eine große Anzahl Sterne, zum Theil beträchtlich hell. Auch die Sterne dritter bis fünfter Größe sind zahlreich repräsentirt. Orion und einige andere helle Sternbilder werden schon im Buche Job namentlich erwähnt.
37. **Der Hase.** Deutlich ein Attribut des Jägers Orion, nahe südlich unter ihm stehend. Im mittleren Theile zwei Sterne dritter Größe und rings um sie herum acht der vierten nebst mehreren kleineren.
38. **Der Fluß Eridanus.** Eridanus soll der heutige Po sein. Jupiter ließ den Phaëton, zur Strafe für seine Verwegenheit, in diesen Fluß hinabstürzen. Nach anderen Mythographen soll es der ägyptische Nil sein. — Dieses Sternbild ist in unseren Gegenden nur zum Theil sichtbar, ja, die südlichsten Theile, in denen der Hauptstern erster Größe, Achernar, glänzt, bleiben selbst für Niederegypfen noch unter dem Horizont. In großen Windungen zieht dieser Sternenstrom vom Aequator bis zum 60sten Grad südlicher Declination herab. Im Allgemeinen jedoch ist sein nördlicher, bei uns sichtbarer Theil sternreicher, als der südliche. Von Rigel an kann man einen großen Bogen heller Sterne (den hellsten zweiter Größe) bis gegen den Wallfisch hin gegen Westen verfolgen; hier biegt er nach Süd und dann nach Ost um, wird aber hier schon merklich ärmer an Sternen, und nur sein äußerstes Ende ist, wie oben erwähnt, durch einen ausgezeichnet glänzenden Punkt bezeichnet.
39. **Der große Hund.** Am wahrscheinlichsten Anubis, eine ägyptische Gottheit, die mit einem Hundekopfe dargestellt wurde. Bei den Griechen ist er oder vielmehr sein Hauptstern das Symbol der Morgenröthe. Dieser Hauptstern, Sirius, ist der hellste Fixstern des ganzen Firmaments. Um ihn im vollen Glanze zu sehen, muß man südlichere Länder aufsuchen, wo er dem Zenith näher kommt. Den Bewohnern Oahiti's glänzt er im Scheitelpunkt. Noch fünf Sterne zweiter Größe zieren dieses Bild, einer westlich, die vier übrigen südlich vom Sirius. Das Wiedererscheinen dieses Sternes in der Morgendämmerung bezeichnete den alten Egyptern die heranahende Nilfluth.
40. **Der kleine Hund.** Am wahrscheinlichsten bildet dieser kleine Hund, ähnlich wie der Hase, nur ein Attribut des Orion, dem er östlich, wie jener südlich, zur Seite steht. Andere Deutungen sind weit gezwungener und können hier übergangen werden. Der Hauptstern erster Größe, Procyon, bildet mit Sirius und Veteigeuze ein gleichseitiges Dreieck von 26 Grad Seitenlänge (nur die Linie B. S. ist etwa einen Grad länger). Von seinen übrigen Sternen ist nur einer dritter Größe, nordwestlich bei Procyon, noch auszuzeichnen; die übrigen sind schwach glänzend. — Für die nördlich gemäßigte Zone geht Procyon beim Aufgange dem Sirius etwas voraus, daher wohl der Name.
41. **Die Argo.** Es ist das Schiff, welches der Thessalier Argus auf Befehl Neptune's und Minerva's erbaute, und welches Jason und seinen Begleitern zu ihrer berühmten Argonautenfahrt diente. Es kommt in unseren Gegenden nur zum kleineren Theile über den Horizont, und hier finden sich, östlich nahe beim großen Hunde, nur eine Gruppe von drei Sternen dritter und noch einigen anderen geringerer Größe. Westlich von dieser Gruppe erstreckt sich weithin der sternleerste Raum des ganzen Firmaments, eine wahre Himmelswüste, in der nur scharfe Augen ohne Verwahnung noch einige wenige Punkte herausfinden. — Die für unsere Breiten unsichtbaren Theile des großen Bildes sind mit helleren Sternen besetzt, unter ihnen der in Europa unsichtbare Canopus, der Glanz der zweite Fixstern des Himmels.
- 42.—44. **Die Hydra, der Becher und der Rabe.** Diese drei Sternbilder gehören mythologisch zusammen. Apollo wollte dem Jupiter eine Gabe darbringen und sankte den Raben aus, um in einem Becher Wasser zu schöpfen. Dieser vergaß seinen Auftrag, belustigte sich anderweitig, und gab als Grund seiner Verspätung bei der Rückkehr an, daß eine Schlange ihn am Wassers schöpfen gehindert habe. Zur Strafe ward der Rabe neben den Becher an den Himmel versetzt, und die Wasserschlange beauftragt, ihn am Trinken zu hindern. — Die Wasserschlange ist ein großes Sternbild, das sich 100 Grade weit am Himmel forterstreckt. Es begrenzt im N. O. die oben erwähnte sternleere Region, doch sind die Sterne auch hier noch ziemlich sparsam. Ein Stern zweiter Größe, Alphard, steht vereinsamt als einziger Hauptstern eines Raumes, der ziemlich den fünfzehnten Theil der ganzen Himmelskugel begreift; die übrigen, sparsam durch das Bild vertheilt, sind vierter und geringerer Größe. — Der Becher, dessen Gruppierung einigermaßen dieser Benennung ent-

Südl.  
Stern-  
bilder.

spricht, enthält keinen die vierte Größe überschreitenden Stern. — Etwas heller ist der östlich daneben stehende *Kabe*, durch ein gleichschenkeliges Dreieck von Sternen dritter Größe erkennbar. Die wenigen übrigen sind geringeren Glanzes. Die beiden letztgenannten Bilder stehen in einer Windung der Wasserschlange, die im Süden des Krebses beginnend, erst unterhalb des Sternbildes der Waage abschließt.

45. **Der Centaur.** Es ist nicht wahrscheinlich, daß ein bestimmter Centaur gemeint sei, sondern daß das Sternbild ein Symbol der thessalischen Nation, bei der das Reiten zuerst in Übung kam, darstelle. Nur wenige und nicht besonders glänzende Sterne überschreiten unseren Horizont; ein Stern zweiter Größe an der Schulter ist schon für Deutschlands Nordküsten unsichtbar; die glänzendste Partie erblickt man erst in Rubien und Arabien; hier stehen zwei Sterne erster Größe so nahe bei einander wie sonst nirgend am Himmel, und umgeben von hellglänzenden Armen der Milchstraße.

46. **Der Wolf.** Es ist *Ucaon*, König von Arcadien, der seiner Grausamkeit wegen in einen Wolf verwandelt und in dieser Gestalt an den Himmel versetzt wurde. Von diesem überhaupt nicht besonders glänzenden Sternbilde kommen im nördlichen Deutschland nur einige wenige Sterne südlich des *Scorpions* zu Gesicht.

47. **Der südl. Fisch.** Nicht zu verwechseln mit den beiden Fischen, aus welchen das letzte Thierkreisbild zusammengesetzt ist. Tief südlich unter dem Wassermann stehend, wird es in unseren Gegenden nur durch seinen Stern erster Größe *Fomalhaut* (corruptum *Fomahand*) erkennbar. Die übrigen dritter und vierter Größe bilden den ungefähren Umfang der Fischfigur. Seine Deutung ist ungewiß.

48. 49. **Altar und südl. Krone.** Hier noch aufzuführen, da sie uns von den Alten überkommen sind; für unsere Gegenden bleiben sie ganz unsichtbar. Erst jenseit der Alpen kommt die Südkrone, die übrigens der nördlichen an Glanz bedeutend nachsteht, erst in Egypten der *Altar* gut zu Gesicht.

Neuere  
Stern-  
bilder.

Unter den neueren, seit Anfang des 16. Jahrhunderts eingeführten, theilweise auch wieder beseitigten Sternbildern, wodurch die Gesamtzahl über 100 stiege, wollen wir hier nur diejenigen in Kürze anführen, die allgemein anerkannt und eingebürgert und in unseren Gegenden sichtbar sind. Mehrere neue Figuren sind bloße Anhängsel älterer Bilder, wie besonders Hevel sie hinzugefügt hat, so das kleine *Loth* in der Hand des großen, die *Jagdhunde* *Asterion* und *Chara* des *Bootes*, der *Cerberus* in der Hand des *Hercules* und andere ähnliche Zusätze.

**Das Camelopard** ist von Hevel eingeführt. Es füllt den ziemlich großen Raum zwischen dem Fuhrmann und dem Polarstern aus, und enthält außer wenigen Sternen vierter nur noch solche von geringeren Größen.

**Der Luchs** füllt den Zwischenraum vom großen *Bären* bis zum Fuhrmann. Hevel äußerte im Scherz, er habe ihn so genannt, weil man Luchsaugen haben müsse, um diese Sterne zu sehen. Die hellsten sind fünfter Größe und gruppieren sich nur in der Gegend des Kopfes etwas dichter; auch finden sich hier einige schöne Doppel- und dreifache Sterne unter ihnen.

**Antinous** besteht aus 5 Sternen dritter Größe südlich vom *Adler*, zu dem man früher alle diese Sterne rechnete. *Lycho* hat dieß Bild zuerst eingeführt.

**Die Gidechse**, zwischen *Andromeda* und dem *Schwan*, enthält nur Sterne bis zur fünften Größe. Von Hevel herrührend.

**Die Fliege**, von *Barth* eingeführt, enthält nur ein kleines Dreieck aus den Sterngrößen 3, 4, 4; nordöstlich vom *Widder*, zu dem auch diese Sterne gewöhnlich gezählt werden.

**Die Taube**, ein ziemlich helles Sternbild (der Hauptstern zweiter Größe) südlich vom *Hafen*. Es ist von Hevel eingeführt, aber in unseren Gegenden wenig sichtbar.

**Das Einhorn**, gleichfalls ein Hevel'sches Sternbild. Es füllt den Raum zwischen *Orion*, den beiden *Hunden* und dem *Kopfe* der *Wasserschlange*. Es enthält mehrere Sterne vierter Größe, ist aber sonst ziemlich steinleer.

**Der Sextant.** Mit ihm füllte Hevel einen Raum im Süden des Regulus bis zur Wasserschlange. Außer einer Gruppe von 4 Sternen fünfter Größe südlich vom Regulus und einem isolirten in der Mitte des Bildes ist das Uebrige fast nur teleskopisch.

Neuere  
Stern-  
bilder.

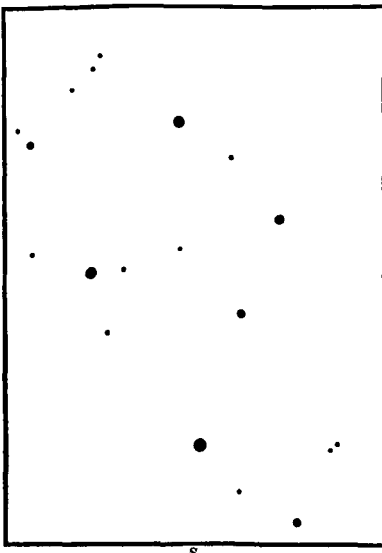
**Das Schild Sobiesky's,** von Hevel, und **der Stier Poniatowsky's,** von Boscobut eingeführt, zwischen Adler und Ophiuchus nahe bei einander, ersteres südlich, letzteres nördlich vom Aequator. In keinem derselben übersteigen die Sterne die vierte Größe.

**Der Fuchs mit der Gans,** dicht nördlich über dem Pfeil. Ziemlich dicht besetzt, aber nur von Sternen vierter und fünfter Größe.

Unter den (der Mehrzahl nach nicht sehr glücklich gewählten) neuen Sternbildern des bei uns unsichtbaren Südhimmels wollen wir nur eines hervorheben, das südliche Kreuz. Seit Jahrtausenden schon hat es den Völkern des Südens gedient, sowol die Zeit als die Richtung des Weges in dunkler Nacht zu bestimmen, allein einen eigenen Namen hat es erst seit den großen Seefahrten der Portugiesen erhalten. Die Alten zählten es zum Centauren, der auf diese Weise drei Sterne erster Größe enthielt. Erst jenseit der Milkatarakten kann man es ganz überschauen. Es geht in den letzten Märztagen um Mitternacht durch den Meridian und gehört am Cap zu den nicht mehr untergehenden Sternbildern. Die Stellung der Figur ist fast ganz die des christlichen Kreuzes. Den Fuß bildet ein Doppellstern erster Größe, die Spitze ein Stern der zweiten; die beiden Seitenarme sind zweiter und dritter Größe. Die Mitte nimmt ein Stern sechster Größe ein. Es wird von einem Arme der hier sehr eigenthümlich gegliederten Milchstraße durchzogen und begrenzt einen Raum, der so gut als ganz sternleer inmitten der rings umgebenden glänzenden Gebilde erscheint, und dadurch die Vorstellung einer tieferen Schwärze des Himmelsgrundes erregt. Er ist

Stellung des südlichen Kreuzes.

(Fig. 285.)



den Seefahrern unter dem Namen des Kohlsackes bekannt. — Bis vor 2500 Jahren konnte man es noch in Cadix beobachten, jetzt entfernt es sich immer weiter nach Süden; sein Hauptstern, der gegenwärtig noch 28 Grad vom Südpol steht, wird sich nach 3600 Jahren diesem bis zu 14 Grad genähert haben.

Neben einem so trefflichen und selbst dem rohesten Wilden verständlichen Weg- und Zeitweiser war es gewiß sehr überflüssig, daß Lacaille einen Compaß unter die Sterne setzte, nach dessen ganz unsymmetrischen Sternen sechster und geringerer Größen zuverlässig Niemand weder am Himmel noch auf Erden sich orientiren kann.

Einiges  
zur  
leichteren  
Orientirung  
am  
Himmel.

Zur leichteren Orientirung am Himmel, so wie zur ohngefährten aber raschen Lösung solcher Fragen, welche sich auf Bestimmung der Zeit und Richtung beziehen, ist es oft wünschenswerth, die Lage der wichtigsten Punkte und Kreise am Himmel durch Hülfe von Sternen ohne künstliche Vorrichtung sich vor Augen stellen zu können. Die gegenwärtigen Jahrhunderte genießen des wichtigen Vortheils, einen nicht zu verkennenden Polarstern zweiter Größe nur  $1\frac{1}{3}$  Grad vom wirklichen Pole abstehend zu erblicken, wodurch das weiter Folgende sehr vereinfacht und erleichtert wird.

Den ersten Stundenkreis des Himmels, der zur Zeit der Herbstnachtgleiche um Mitternacht culminirt, ziehe man durch

Polaris,  
β der Cassiopeja,  
α der Andromeda,

und nahe westlich vorbei an γ des Pegasus.

Verlängert man dann diese Linie nach Süden zu um eine Größe, welche dem Abstände der beiden letzten Sterne von einander gleich ist, so trifft man auf

den Punkt der Frühlingsnachtgleiche.

Von diesem Punkte aus kann man den Aequator (für das 19. Jahrhundert) durch folgende Sterne ziehen

	durch δ des Waßfisches,	(4ter Gr.)	
	" ε des Stiers,	(4)	
	" δ des Orion,	(2)	
	" 21 des Einhorn's,	(4)	
	" ι der Waßerschlange,	(4)	
	" υ des Löwen,	(4)	
	" η der Jungfrau,	(3)	
nahe über	γ der Jungfrau,	(3)	
" "	ζ der Jungfrau,	(3)	
nahe unter	η des Adlers,	(4)	
zwischen	{ und	π des Waßermannes,	(4)
		ς des Waßermannes.	(3)

Von demselben Punkte aus die Ekliptik (für das jetzige und künftige Jahrtausend)

	durch ζ der Fische,	(4)
	" x des Stiers,	(4)
	" A der Zwillinge,	(5)
	" δ der Zwillinge,	(3)
	" δ des Krebses,	(4)
	" Regulus,	(1)
	" ρ des Löwen,	(4)
dicht über	τ des Löwen,	(4)
etwas unter	β der Jungfrau,	(3)
" "	λ der Jungfrau,	(4)
" "	α der Waage,	(2)
durch	x der Waage,	(4)
" "	λ der Waage,	(4)
" "	υ des Schützen,	(4)
dicht über	λ des Waßermannes.	(4)

## Erläuterungen zu den Sternkarten.

Es sind hier die dem bloßen Auge sichtbaren Sterne des Firmaments, so weit sie im mittleren Europa (50° nördlicher Breite) zu Gesicht kommen, dargestellt. Augen von mittlerer Schärfe können in voller mondfreier und ganz heiterer Nacht Sterne bis zur 6., ausgezeichnet scharfe auch noch manche zur 7. Größe gehörende wahrnehmen.

Auf dem ersten Blatte sind diejenigen Sterne verzeichnet, welche im mittleren Europa (Falmouth, Dieppe, Mainz, Aichaffenburg, Bayreuth, Eger, Prag, Troppau, Ratibor, Krafau, Lemberg, Brody, Charkow) nie untergehen. Nördlich von der bezeichneten Linie muß der Kreis der hierher gehörenden Sterne erweitert, südlich verengert werden.

Das zweite und dritte Blatt stellt diejenigen Sterne dar, welche für die bezeichneten Gegenden auf- und untergehen, und zwar Blatt II. diejenigen, welche zwischen der Herbst- und Frühlingsnachtgleiche um Mitternacht culminiren, und Blatt III. die, für welche diese Culminationen zwischen der Frühlings- und Herbstnachtgleiche erfolgen. Erstere können als Wintersterne, letztere als Sommersterne bezeichnet werden.

Am unteren Rande der beiden Blätter sind die Tage verzeichnet, wo diese mitternächtlichen Culminationen für die einzelnen Stundenkreise Statt finden. So culminirt z. B.  $\alpha$  der Jungfrau am 10. April,  $\delta$  des Herkules am 8. Juni, die Gruppe der Plejaden am 16. November um Mitternacht; für jeden Monat später culminirt der betreffende Stern 2 Stunden früher u. s. w.

Die Hauptquelle für Auswahl der Sterne, wie für die Größenbezeichnung, bot Argelander's Uranometrie; die südlichsten, bei Argelander nicht mehr vorkommenden Gestirne sind nach Lubbock gegeben.

Außer dem Zeichen für den Stern selbst findet man nur noch die Grenzen der Constellationen, ihre Namen und die (meist griechischen) Buchstaben zur Benennung der wichtigsten Sterne. Ein Mehreres, wie namentlich die Verzeichnung der Sternbildfiguren, hätte die Uebersichtlichkeit erschwert, ohne merklichen Nutzen zu gewähren.

Aus dem gleichen Grunde fehlen auch die Namen, welche einzelnen Sternen meist schon von Alters her (besonders Griechen und Arabern) gegeben worden sind. Da indeß alle diese Sterne auch Buchstaben zur Bezeichnung haben, so wird eine Zusammenstellung der letzteren mit den entsprechenden Namen, so weit sie in allgemeinerem Gebrauche sind (es existiren überhaupt gegen 500), hier am Orte sein.

Im kleinen Bären.

$\alpha$  Polarstern, Cynosura.  
 $\beta$  Kochab.

$\delta$  und  $\gamma$  die beiden Wächter.

Im Drachen.

$\gamma$  Etanin.

Im Cepheus.

$\alpha$  Alderamin.

In der Cassiopeja.

$\alpha$  Schedir.

Im Perseus.

$\alpha$  Algenib.  
 $\beta$  Algol (Medusenkopf).

In der Andromeda.

$\beta$  Mirach.  
 $\gamma$  Alamak.

Im Fuhrmann.

$\alpha$  Capella (Ziege).

Im großen Bären.

$\alpha$  Dubhe.  
 $\epsilon$  Alioth.  
 $\zeta$  Mizar, dicht neben ihm Alcor.  
 $\gamma$  Benenach.

Im Bootes.

$\alpha$  Arcturus.  
 $\epsilon$  Mirac.  
 $\mu$  Alcaulrops.

In den Jagdhunden.

$\alpha$  Carl's Herz.

In der Krone.

$\alpha$  Gemma.

Im Herkules.

$\alpha$  Ras Algethi.  
 $\omega$  Cajam.  
 $\pi$  Marsic.  
 $\lambda$  Maasym.

Stern-  
karten.

Stern-  
Namen.

Stern-  
Namen.

## Im Ophiuchus.

 $\alpha$  Ras Alhague.

## Im Adler.

 $\alpha$  Athair.

## Im Schwan.

 $\alpha$  Deneb. $\beta$  Albireo. $\pi$  Azelfafage.

## Im Pegasus.

 $\alpha$  Markab. $\beta$  Scheat. $\gamma$  Algenib. $\epsilon$  Enif.

## Im Widder.

 $\alpha$  Hamel. $\beta$  Sheratan. $\gamma$  Mesarthim.

## Im Stier.

 $\alpha$  Aldebaran. $\beta$  Nath.

Die Plejadensterne führen besondere Namen, sie sind von W. nach D. gerechnet folgende:

Celeno.

Electra.

Maja.

Taygeta.

Merope.

Asterope I. und II.

Alcyone ( $\gamma$  des Stiers).

Atlas.

Plejone.

## In den Zwillingen.

 $\alpha$  Castor. $\beta$  Pollux.

## Im Krebs.

 $\gamma$  Asellus borealis. $\delta$  Asellus australis. $\epsilon$  Praesepe (ein Sternhaufen). $\zeta$  Tegmine (dreifacher Stern).

## Im Löwen.

 $\alpha$  Regulus. $\beta$  Denebola. $\gamma$  Ras-al-Asad.

## In der Jungfrau.

 $\alpha$  Spica, Azimech. $\epsilon$  Vindemiatrix.

## In der Waage.

 $\alpha$  Zubeneschemali. $\beta$  Zubenelgemubi. $\gamma$  Zubenhakrabi. $\gamma'$  Zubenelgubi.

## Im Scorpion.

 $\alpha$  Antares. $\mu$  Lesath. $\lambda$  Shaula.

## Im Steinbock.

 $\gamma$  Deneb Algedi.

## Im Wassermann.

 $\delta$  Scheat. $\rho$  Ancha. $\pi$  Situla.

## Im südlichen Fisch.

 $\alpha$  Fomalhaut.

## Im Wallfisch.

 $\alpha$  Menkar. $\zeta$  Baten-Kaitos. $\circ$  Mira. $\beta$  Deneb Kaitos.

## Im Orion.

 $\alpha$  Beteigeuze. $\beta$  Rigel. $\gamma$  Bellatrix.

## Im Eridanus.

 $\alpha$  Dalim. $\nu$  Theemim.

## Im großen Hunde.

 $\alpha$  Sirius. $\gamma$  Aludra.

## Im Schiffe.

 $\circ$  Markeb.

## Im kleinen Hunde.

 $\alpha$  Procyon.

## In der Wasserschlange.

 $\alpha$  Alphard.

## Im Becher.

 $\alpha$  Alkes.

## Im Raben.

 $\delta$  Algorab.

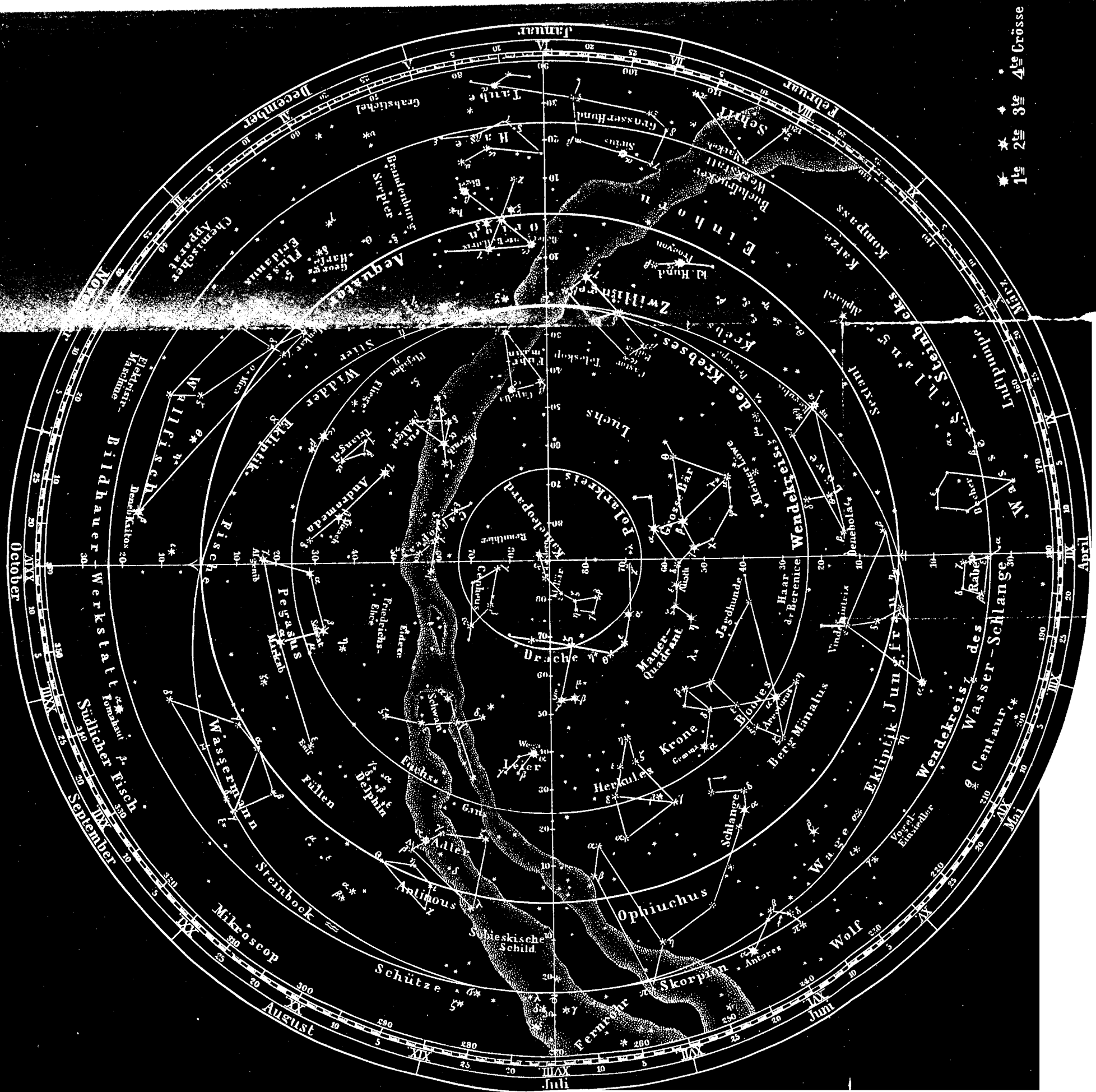
## In der Taube.

 $\alpha$  Phact.

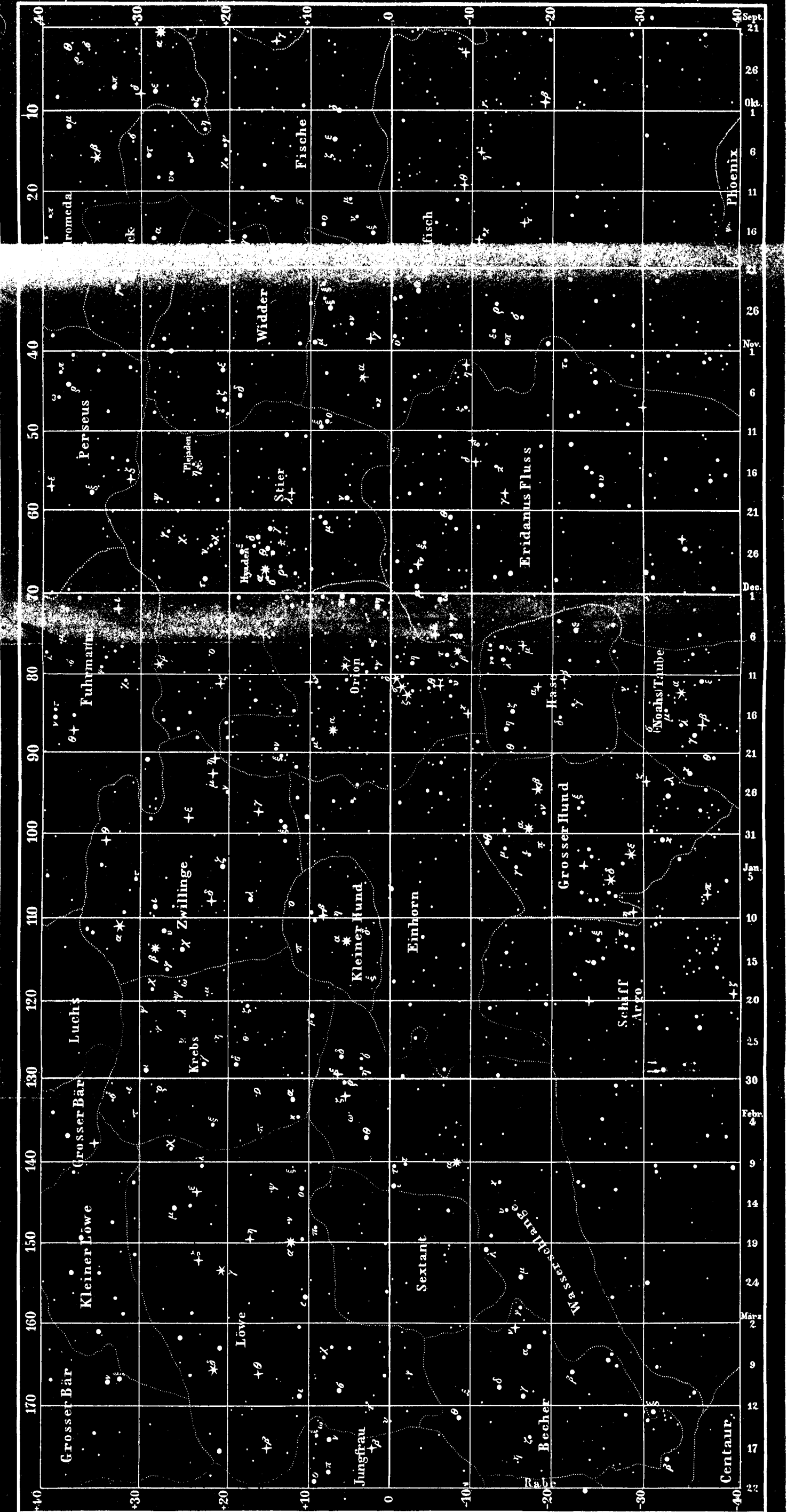
Unter den in Europa nicht sichtbaren Sternen bemerken wir hier nur die beiden hellsten:

Achernar (Hauptstern des Eridanus).

Canopus (Steuerruder des Schiffes).



1<sup>te</sup> 2<sup>te</sup> 3<sup>te</sup> 4<sup>te</sup> Grösse  
 \* \* \* \* \*



Sept. 21  
26  
Ok. 1  
6  
11  
16  
4  
26  
Nov. 1  
6  
11  
16  
21  
26  
Dec. 1  
6  
11  
16  
21  
26  
31  
Jan. 5  
10  
15  
20  
25  
30  
Febr. 4  
9  
14  
18  
24  
März 2  
9  
12  
17  
22

Phoenix

Widder

Perseus

Fuhrmann

Zwillinge

Luchs

Grosser Bär

Kleiner Löwe

Grosser Bär

Stier

Kleiner Hund

Einhorn

Jungfrau

Sextant

Eridanus Fluss

Grosser Hund

Schiff Argo

Hasen

Noahs Taube

Wasserschlang

Becher

Fische

fisch

Centaur

