Der Rathgeber bei mathematischen Beschäftigungen

Stöpel, August

Stendal, 1819

Vierte Abtheilung. Astronomie.

urn:nbn:de:hbz:466:1-63556

Vierte Abtheilung.

Astronomie.

I. Erklärungen, Zeitgleichung, sphärische Astronomie, Strahlenbrechung u. s. w.

§. 734. Die Wissenschaft vom Weltgebäude, von darin vorhandenen Weltkörpern, ihren Erscheinungen und Bewegungen, Größen, Entfernungen und Beschaffenheiten, heißt Astronomie oder Sternkunde, und zerfällt

a. in die sphärische, welche die scheinbare Bewegung der Weltkörper berechnet;

b. in die theoretische, welche die wahren Bewegungen der Weltkörper, ihre Größen und Entfernungen aus Beobachtungen und Rechnungen kennen lehrt;

c. in die physikalische, welche die Kräfte und Wirkungen, die das Weltall zusammenhalten, entwikkelt, und über die natürliche Beschaffenheit der Himmelskörper aus Beobachtungen urtheilt.

Anmerk. Vergleiche über dieses: Hrn. Bode's Erläuterungen der Sternkunde ꝛc., welches unübertroffene Werk alle Zweige dieser Wissenschaft mit großer Deutlichkeit und Gründlichkeit abhandelt, und bei dem Folgenden mit zum Grunde gelegt ist. Freunden der Sternkunde ersetzt es jede andere Anweisung. Der Preis ist 5 Rthlr. für beide Bände.

§. 735. Jeder Mensch glaubt sich im Mittelpunct des großen runden Gewölbes, welches der Himmel rings um ihn und um die Erde bildet, zu befinden. Die am blauen Himmelsgewölbe blinkenden Sterne scheinen ihm gleich fern zu seyn, und ihre gemeinschaftliche Bewegung von Osten nach Westen statt zu haben. Daß diese Himmelskörper in sehr ungleichen Entfernungen hinter einander stehen, daß das blaue Himmelsgewölbe nichts, als ein sinnlicher Schein, ist, so wie der tägliche scheinbare Auf- und Untergang eigentlich von der Umwälzung der Erde von Westen nach Osten herrührt — alles dies ändert in der Berechnung der Aufgaben aus der spärischen Astronomie nichts. Denn das hohle Himmelsgewölbe, in dessen Mittelpunct wir uns zu befinden glauben, wird von ihr als eine hohle Kugel betrachtet, an deren innerer Fläche sie Kreise und Linien zieht, durch die und auf welchen die scheinbaren Bahnen der Himmelskörper gehen müssen.

§. 736. Der kleine Kreis azpqns Fig. 258. sey die Erdkugel, in c ihr Mittelpunct, p der Nordpol, s der Südpol und aq der Äquator. Zwischen dem Äquator und dem Nordpol befinde sich in z ein Zuschauer, der wegen der unermeßlichen Entfernung des Himmelsgewölbes und der Kleinheit der Erde eigentlich in c steht, folglich die scheinbare tägliche Umwälzung des Himmels aus dessen Mittelpunkt c betrachtet. Sieht er aus z gerade in die Höhe, so erblickt er am Himmelsgewölbe einen Punct Z, welcher sein Scheitelpunct oder Zenit heißt.

Die verlängerte Linie Zz trifft den Mittelpunct der Erde, und geht von da verlängert durch n nach dem senkrecht über n befindlichen Himmelsgewölbe in N, welcher Punct der Fußpunct oder Nadir genannt wird.

Ein Zuschauer in a hat sein Zenit in A, sein Nadir in Q; und so wird jeder Punct auf der Erdkugel sein besonderes Zenit und Nadir haben.

Denkt man sich die Erdaxe sp bis zum Himmelsgewölbe verlängert, so trifft sie in P den nördlichen und in S den südlichen Weltpol. Eben so wird der erweiterte Äquator aq in A und Q zwei Puncte am Himmelsgewölbe treffen, die im Äquator des Himmels liegen.

Bei der einmaligen Umwälzung der Himmelskugel um die Weltaxe PS bleiben die Pole P und S selbst unbeweglich, allein Q bewegt sich nach A in einem Bogen über qCa, während A sich hinterhalb der Figur über aCq nach Q, und dann diesseits über qCa wieder nach seiner Stelle in A bewegt. Die Linie AQ beschreibt demnach einen größten Kreis, dessen Centrum C, und dessen Pole die Weltpole sind. Man nennt ihn Äquator des Himmels. — Bei dieser Bewegung bleibt der Punct Z auch nicht im Zenit von z, sondern ist nach 12 Stunden in V; der Punct N aber in O. Dem Beobachter erscheinen innerhalb 24 Stunden alle Puncte, die in einem Kreise liegen, dessen Radius PZ ist, im Zenit. Alle Kreise, deren Ebenen durch den Mittelpunct der Erde gehen, heißen größte Kreise; folglich ist ein Kreis, den der Punct Z um den Pol P beschreibt, nur ein kleinerer Kreis; eben dies gilt auch von dem Punct N. Die Erde wird bei dieser Vorstellung stillstehend gedacht.

§. 737. Wenn man sich aber den Himmel stillstehend denkt, und die Erde um ihre Axe sp sich schwingen läßt, so scheint es einem Beobachter auf derselben, weil er die Umdrehung nicht merkt, daß sich der Himmel in entgegengesetzter Richtung um sie schwinge. Der Punct a muß sich dann in 12 Stunden über C nach q bewegen; z rückt in eben derselben Zeit nach v; n nach o. Kurz alle Erscheinungen erfolgen in gleicher Ordnung, als vorher bei veststehender Erde.

§. 738. Wir betrachten nun die Himmelskugel in Fig. 259. allein, und versetzen uns in ihren Mittelpunct. Es sey in P der nördliche und in S der südliche Weltpol, so ist AQ der Äquator, der hier, wie jede Linie auf einer Kugeloberfläche, als ein Bogen erscheint. Wenn nun in Z das Zenit eines Ortes ist, so wird HOR der Horizont oder Gesichtskreis seyn, durch den der Himmel in 2 Halbkugeln getheilt wird. Alle Kreise, die durch das Zenit Z gehen, und den Horizont senkrecht durchschneiden, heißen Scheitelkreise oder Vertikalkreise. Es sind unzählig viele möglich; alle sind größte Kreise.

Der Äquator wird von einem andern größten Kreise EK unter einem Winkel von 23° 27′ 50″ durchschnitten, welcher Ekliptik oder Sonnenbahn heißt, weil die Sonne in 365 Tagen 6 Stunden denselben zu durchwandeln scheint.

Anmerk. Man denke sich den Horizont HR an dem Gestelle HLGR, und eine Kugel PASQ so bevestigt, daß sie sich um PS drehen läßt, so hat man eine Vorstellung von einem Himmelsglobus.

§. 739. Alle größte Kreise auf einer Kugel durchschneiden einander auf zwei um 180° von einander abstehenden Puncten. Weil nun der Horizont ein größter Kreis ist, so ist auch von jedem andern größten Kreise stets die Hälfte über dem Horizonte sichtbar.

§. 740. Es bewege sich nun die Himmelskugel um die Axe SP, während der Horizont HR unbeweglich bleibt, so beschreibt der Punct E z. B. den mit dem Äquator gleichlaufenden Kreis EmM; der Punct K aber den Kreis ktw; der Punct d beschreibt um den Nordpol P den Kreis dc; und der Punct e den Kreis ef; welche zur Hälfte in der Figur erscheinen, sämmtlich mit dem Äquator parallel und kleinere Kreise sind.

Der Kreis EmM heißt der nördliche Wendekreis, und liegt größtentheils über dem Horizont; aber der Kreis ktw, der südliche Wendekreis, liegt größtentheils unter demselben. Bei anderer Stellung der Himmelskugel würde von diesen Parallelkreisen mehr oder weniger über dem Horizont erscheinen.

Der kleinere Kreis cd heißt der nördliche Polarkreis, wird von dem um 23° 27′ 50″ vom Pol abstehenden Pol der Ekliptik beschrieben, und ist stets über dem Horizont; hingegen der vom andern Pol der Ekliptik beschriebene Kreis ef liegt beständig unter demselben, und heißt der südliche Polarkreis.

§. 741. Die Sonne folgt nun dem täglichen Umschwung des Himmels, verändert aber unterdessen täglich ihren Platz etwa um 1°, und ist z. B. am 21sten März im Äquator in ♈; am 22sten Junius aber in E, am

23sten

23sten September wieder im Äquator (in der Figur hinter ♈), und am 22sten December in k.

Ist sie in ♈, so ist sie gerade halb so lange über dem Horizonte, als unter demselben, folglich ist Tag und Nacht gleich lang auf der Erde. Nach 3 Monaten, wenn sie auf ihrer Bahn in E ist, beschreibt sie ihren Tagbogen in EmM, von welchem der größte Theil, nämlich Em, über dem Horizont liegt; folglich sind dann die Tage viel länger, als die Nächte. Das Gegentheil geschieht, wenn sie sich am 22sten December in K befindet, und ihr täglicher Umlauf in kw ist.

§. 742. Bei dieser Stellung der Himmelskugel wird jeder Himmelskörper täglich einmal auf den größten Kreis HAEZP gelangen, und daselbst seinen höchsten Standpunct haben. Dieser Kreis, welcher durch das Zenit und beide Weltpole geht, und auf dem Äquator und Horizont senkrecht steht, heißt Meridian- oder Mittagskreis. Jeder Ort auf der Erde, der nicht unter demselben liegt, hat einen andern Meridian.

Anmerk. An Himmels- und Erdkugeln stellt diesen Meridian ein messingner Ring vor, der in 4 mal 90° eingetheilt, und mit der Kugel im Gestelle zugleich verschiebbar ist. — Man hat auch auf einem dünnen Messingblech einen in 90° getheilten Viertelkreis, der im Zenit an den Meridianring angeschraubt, und nach allen Richtungen an der Kugelfläche zum Horizont herab bewegt werden kann. Man nennt ihn Höhenquadrant. Sein Zweck ist, die Höhe eines Sterns über dem Horizont bei einer gegebenen Stellung der Kugel zu messen. In Fig. 259. stellt ihn ZV vor.

§. 743. Der Abstand eines Himmelskörpers vom Äquator heißt seine Abweichung, Declinatio. Z. B. ab oder AE. Sie ist nördlich oder südlich, je nachdem das Gestirn auf der nördlichen oder südlichen Halbkugel sich befindet. Z. $\alpha\beta$ oder QK.

Der Winkel A♈E, oder Q♈K, den die Sonnenbahn mit dem Äquator macht, heißt die Schiefe der Ekliptik; sein Maaß ist AE oder QK.

Das Maaß eines jeden sphärischen Winkels ist der Bogen, welcher in einem Abstande von 90° der Winkelspitze gegenüber steht.

§. 744. Unter Polhöhe versteht man die scheinbare Erhöhung des Pols über den Horizont, oder den Winkel POR.

Äquatorhöhe ist der Winkel AOH, oder die Erhöhung des höchsten Äquatorpunctes im Meridian; sein Maaß ist AH = der Ergänzung der Polhöhe zu 90°.

Für jeden Ort auf der Erde, der den Pol höher oder tiefer sieht, wird auch das Zenit, der Horizont und jeder Kreis gegen Z eine andere Stellung haben. — (Die Polhöhe ist stets der geographischen Breite eines Orts, oder seinem Abstande vom Erdäquator gleich.).

§. 745. Den Horizont theilt man in 4 Hauptabtheilungen: Morgen, Mittag, Abend, Mitternacht, oder Ost, Süd, West, Nord. (Außerdem beim Seewesen wol in 32 oder 64 Unterabtheilungen, die bekannt genug sind.). Die Entfernung eines Punctes in einem Vertikalkreise vom Ostpuncte heißt Morgenweite; vom Westpuncte — Abendweite; die Entfernung vom Südpuncte (oder der Winkel, den ein Vertikalkreis mit dem Meridian macht) heißt das Azimuth; es ist östlich oder westlich, je nachdem es auf der Ost- oder Westseite des Meridians genommen wird.

Alle Kreise und Winkel an der Himmelskugel werden in Graden angegeben, deren bekanntlich jeder Kreis 360 hat. Weil die kleinern Kreise auch kleinere Grade haben, so mißt man sie durch Grade der größten Kreise, welche alle gleichgroß sind; und daher bestehen alle sphärische Dreiecke aus Bogen größter Kreise.

§. 746. Höhe eines Himmelskörpers. Jeder Vertikalkreis ist ein größter Kreis, und also beträgt der Quadrant vom Scheitel bis zum Horizont 90°. Null-Grad liegt im Horizont; 90° im Zenit. Der Abstand vom Horizont ist die Höhe, welche das Complement oder die Ergänzung zu 90° des Abstandes vom Zenit ist.

Almucantarats oder auch Höhenkreise laufen mit dem Horizont parallel, werden immer kleiner, je näher

näher sie dem Zenit kommen (wo sie = Null sind) und sind kleinere Kreise. Sterne auf einerlei Almucantarats haben einerlei Höhe, welche auf den Vertikalkreisen gemessen wird, und nicht über 90° betragen kann.

Die Abend- und Morgenweite, so wie das Azimuth mißt allemal ein Bogen am Horizont.

§. 747. Derjenige Punct, in welchem die Sonnenbahn am 21sten März in ♈ den Äquator durchschneidet, ist der Anfangspunct, von welchem die Grade des Äquators nach Morgen hin gezählt werden. Innerhalb 24 Stunden bewegen sich alle 360° desselben durch den Meridian; und eben so auch die Grade seiner Parallelen. Folglich gehen in einer Stunde 15° des Äquators oder seiner Parallelen durch den Meridian, oder culminiren. Die Grade, welche den Unterschied eines Sterns zwischen der Culmination desselben und des Anfangspunctes ♈ angeben, heißen gerade Aufsteigung. Ein Himmelskörper, der z. B. mit dem 120sten Grade des Äquators zugleich durch den Meridian geht, hat eine gerade Aufsteigung von 120°. Die Grade der geraden Aufsteigung werden allemal auf dem Äquator von 0° ♈ bis 360 fort gezählt.

Durch den Äquator wird der Himmel in die nördliche und südliche Halbkugel getheilt. Von demselben bis zum Pol sind 90°; folglich kann ein Stern nicht über 90° Abweichung haben. Die Abweichung wird auf den Meridianen, welche alle senkrecht auf dem Äquator stehen und durch beide Weltpole gehen, gemessen.

Jeder Kreis, den ein Stern bei einer Umwälzung des Himmels am Firmament beschreibt, ist mit dem Äquator parallel.

§. 748. Ein sehr merkwürdiger Kreis ist die Ekliptik oder Sonnenbahn. Vom Durchschnitt ♈ fängt man an zu zählen, und zählt die Grade derselben nach Osten hin durch die

Frühlingszeichen: Widder, Stier, Zwilling, je-
♈ ♉ ♊

des zu 30 Grad, in welchen die Sonne eine nördliche Abweichung hat, und bei uns die Tage länger, als 12 Stunden, sind.

Vom

Vom 22sten Junius an nähert sich die Sonne dem Äquator wieder, und durchläuft die

Sommerzeichen: Krebs, Löwe, Jungfrau, jedes ♋ ♌ ♍ zu 30°, in welchen, wegen ihrer nördlichen Abweichung, bei uns die Tage ebenfalls länger, als 12 Stunden, sind.

Am 23sten September ist sie abermals im Äquator, wo Tag und Nacht einander gleich sind, und durchwandelt von nun an die

Herbstzeichen: Waage, Scorpion, Schütze, jedes ♎ ♏ ♐ zu 30°, in denen die Sonne eine südliche Abweichung hat, und auf der südlichen Halbkugel der Erde die Tage länger, als 12 Stunden, bei uns aber kürzer sind.

Der kürzeste Tag für uns ist am 22sten December, von welchem Tage an die Sonne durch die

Winterzeichen: Steinbock, Wassermann, Fische, ♑ ♒ ♓ jedes zu 30°, geht, noch eine südliche Abweichung hat, und unsre Tage kürzer, als 12 Stunden, macht.

Der Abstand der Sonne vom Widderpunct (0° ♈) wird ihre Länge genannt. Man zählt sie nach Zeichen und Graden; z. B. wenn ihr Abstand vom Widderpunct 80° beträgt, so spricht man: die Länge der Sonne = 2 Zeichen 20°; oder sie steht im 20° ♊.

Anmerk. Im grauen Alterthum theilte man die Sterne, bei welchen die Sonne auf ihrer jährlichen Bahn erschien, in 12 Sternbilder, Sternhaufen, denen man die Namen Widder, Stier, Zwilling, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Scorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische, gab, weil die Phantasie Aehnlichkeit zwischen den Sternhaufen und den genannten Thieren zu finden wußte. Die Sonne war bei Frühlingsanfang im Widder, und durchlief etwa alle Monat eins dieser Sternbilder; allein aus physischen Gründen trifft dies jetzo nicht mehr zu; und man unterscheidet jetzt genau die Zeichen von den gleichnamigen

gen Sternbildern. Unter Zeichen versteht man nämlich allemal den 12ten Theil der ganzen Ekliptik. Der Widderpunct liegt jetzt im Sterndilde der Fische.

§. 749. Durch die 4 Hauptpuncte der Sonnenbahn 0° ♈, 0° ♋, 0° ♎, 0° ♑ zieht man auch zwei größte Kreise, welche durch die Pole gehen, den Äquator senkrecht durchschneiden, und Coluren heißen. Sie bezeichnen den Frühlings- Sommer- Herbst- und Winterpunct.

§. 750. In der Fig. 261. ist der Äquator als eine gerade Linie, und die Ekliptik als eine sich um ihn schlingende krumme Linie vorgestellt. Aus dieser Vorstellung ersieht man, wie die Sonne, wenn sie sich am 21sten März bei ♈ vom Äquator nördlich wendet, in ihrer Abweichung anfangs schnell zunimmt; wie diese Zunahme immer geringer wird, je näher sie dem ♋ kommt, wo ihre Abweichung mehrere Tage hindurch nur um Sekunden verschieden ist; wie die Sonne mit beschleunigter Abnahme ihrer Abweichung zum Äquator zurückkehrt und in eben dieser Form die südliche Bahn durchläuft.

Die aus ♉, ♊, ♋ rc. auf den Äquator gefällten Perpendikel schneiden nicht gleichgroße Stücke von demselben ab; denn ♈a ist kleiner, als bc oder cd, welches eine natürliche Folge der fast parallelen Lage der Ekliptik in der Gegend des ♋ ist. Demnach machen die 30° des ersten Zeichens in der Sonnenbahn nicht auch 30° auf dem Äquator, sondern nur 27° 54′ 18″; indessen treffen die Puncte 90°, 180°, 270° und 360° zusammen.

§. 751. Die Grade der Ekliptik und ihrer Parallelen heißen Längengrade. Der Abstand eines Himmelskörpers von der Ekliptik heißt seine Breite, welche nördlich oder südlich seyn kann, je nachdem derselbe dem Nord- oder Südpol der Ekliptik näher steht, und wird auf den Breitenkreisen gemessen, welche auf der Ekliptik senkrecht stehen und durch die Pole derselben gehen. Die Breite kann niemals über 90° seyn.

§. 752. Der sogenannte Thierkreis besteht aus den angeführten 12 Sternbildern, durch welche die Sonnenbahn geht. In diesen bewegen sich auch die den Alten be-

bekannten Planeten; allein seit der Entdeckung der 4 neuen Planeten würde ein Thierkreis, der die sämmtlichen Bahnen aller einschließen soll, über 100° Breite haben müssen.

§. 753. Knoten nennt man diejenigen Puncte in der Ekliptik, wo die Bahn eines Planeten dieselbe durchschneidet. Diese Knoten sind in Beziehung auf die Ekliptik das, was die Durchschnittspuncte der letztern und des Äquators sind, und auch eben so veränderlich.

§. 754. Alle bisher beschriebene Kreise lassen sich auf einem Himmelsglobus mit einem Blick übersehen. In Ermangelung eines solchen kann eine kleinere Kugel von einigen Zollen im Durchmesser, auf der man diese Linien, wie sie beschrieben sind, zieht, einstweilen gute Dienste leisten. — Zeichnungen von Kugelkreisen und Dreiecken auf dem Papiere erfordern viel Einbildungskraft des Schülers, und geben nicht selten falsche Begriffe.

Anmerk. Sehr gute und brauchbare Himmels- und Erdgloben von 8 bis 10 Zoll Durchmesser sind im Industriecomptoir zu Weimar für 10 bis 15 Rthlr. zu haben.

Die vollständigste Anleitung zum Gebrauch der Himmels- und Erdkugel giebt

Scheibel in seinem Vollständigen Unterricht vom Gebrauche der k. Himmels- und Erdkugel, und in dessen Erläuterungen und Zusätzen, mit Kupfern und astronomischen Tafeln. Preis 1 Rthlr. 18 Gr.

Bode in seinen Erläuterungen der Sternkunde rc. und seiner Anleitung zur Kenntniß der Erdkugel rc.

§. 755. Für jeden, der astronomische Beobachtungen anstellen will, ist die Lage des Meridians, oder desjenigen größten Kreises, der durch beide Pole und das Zenit, durch den wahren Süd- und Nordpunct geht, das wichtigste Erforderniß. Alle Himmelskörper gehen täglich einmal südlich und einmal nördlich durch den Meridian oder culminiren, und haben daselbst ihren höchsten Standpunct und die Hälfte ihres Tagbogens erreicht;

richt; denn der Meridian theilt den Äquator und alle seine Parallelen und Tagbogen in 2 Theile.

Man hat mannigfaltige Mittel, die Lage des Meridians oder der Mittagslinie zu finden; aber nicht alle sind gleich genau und ausführbar. Dem ersten Anblick nach scheint dies Geschäft leicht; denn die Sonne wird alle Mittage um 12 Uhr im Meridian seyn, und es kommt hauptsächlich darauf an, den Augenblick des wahren Mittags recht genau zu finden.

Man findet die Mittagslinie

1. Mit Hülfe eines Compasses, dessen Abweichung bekannt ist. Man stellt ihn so, daß die Nadel in ihre Abweichung einspielt, und zieht an der Seite des viereckigen Käßchens eine gerade Linie über eine Ebene, so ist diese die Mittagslinie. Siehe Beschreibung des Compasses §. 392, 10.

2. In den Monaten Mai, Junius und Julius, am besten im Junius, wo die Sonne ihre Abweichung nicht merklich ändert, lege man eine gerade Fläche von Holz, Metall oder Stein wagerecht an einen Ort, der Vor- und Nachmittags von der Sonne beschienen werden kann. Aus einem Punct auf der Fläche ziehe mehrere concentrische Kreise, und errichte im Centrum ein senkrechtes, etwa 1 Zoll breites und 3 Zoll hohes, gerades, dünnes Messingblech, in welchem oben, genau über dem Centrum ein feines Loch befindlich ist, durch welches die Sonne auf die Kreise scheinen kann. Nun ist anzunehmen, daß die Sonne in gleich weit vom Mittage entfernten Stunden, gleich hoch erscheinen, und ihr Bild durch das kleine Loch gleich weit vom Mittelpunct der Kreise fallen wird. Dieser Abstand wird aber durch die Kreise gemessen. Man gebe also Acht, wann das helle Pünctchen Vor- und Nachmittags die Kreise berührt, und bemerke die Puncte mit einem feinen Nadelstich. Wenn dies geschehen, so ziehe man die Durchschnittspuncte in jedem Kreise durch eine gerade Linie (Chorde) zusammen, halbire sie, und ziehe durch die Mitte der Chorden und durch das Centrum eine gerade Linie, so ist sie die Mittagslinie; und die Chorden gehen verlängert nach Morgen und Abend.

Diese

Diese Verfahrungsweise ist um so zuverlässiger, je höher das kleine Loch über dem Centrum ist, und je genauer man die Sache betreibt; übrigens leicht, und allenthalben auszuführen.

3) Hat man einen Sextanten oder andern Höhenwinkelmesser und eine gleichförmig gehende Pendeluhr, so mißt man (am besten im Junius) des Vor- und Nachmittags übereinstimmende Sonnenhöhen, und bemerkt dabei, was die Uhr zeigte. Addirt man beide Zeiten und halbirt sie, so ergiebt sich der Augenblick des wahren Mittags. Z. B. Es sey Sonnenhöhe

des Vormittags 40°, um 8 Uhr 11′ 20″
des Nachmittags 40°, um 3 — 48′ 56″
+ 12

24 St. 0′ 16″

2)————

Mittag war es, als die Uhr zeigte 12 Uhr 0′ 8″ und sie ging also 8″ vor.

Setzt man diese Messung mehrere Tage hinter einander fort, so wird der Gang der Uhr bekannt, und man kann nun im Voraus den Augenblick des wahren Mittags bestimmen. Der Schatten eines lothrecht hängenden Körpers giebt dann genau die Richtung der Mittagslinie an.

(Wie man aus einer einzigen Messung den Augenblick des wahren Mittags finden könne, wird in der Folge vorkommen).

§. 736. Man habe nun auf die eine oder andere Weise die Mittagslinie gefunden, so sind immer noch Vorrichtungen zu treffen, um den Durchgang oder die Culmination der Himmelskörper zu beobachten.

Den Freunden astronomischer Beschäftigungen ist folgendes Meridianinstrument zu empfehlen.

AB Fig. 260. ist ein starkes hölzernes oder metallnes Lineal, an dem in B ein Diopter BD (worin ein feines Loch L) und in A ein anderes in der Mitte gespaltenes Lineal AC senkrecht aufgerichtet ist. In C sey an einem dünnen Faden ein Loth bevestigt, dessen Bleikugel in P frei in einer runden Versenkung schwebt.

Das Instrument bringe man auf die Mittagslinie und schraube es in S vest, daß es sich schwer drehen läßt. Die Seite AC stehe nach Süden. Legt man nun das Auge an das Diopter, so sieht man alle Himmelskörper nach und nach hinter dem Lothfaden vorbeigehen oder culminiren.

Bringt man einen Tubus LT, in dessen Augenglases Brennpuncte ein Fadenkreuz befindlich ist, so an, daß er sich in der Öffnung CP auf und nieder bewegen läßt, während das Augenglas immer über B bleibt, so läßt sich die Culmination viel genauer beobachten.

Will man die Culmination der nahe am Scheitelpunct vorbeigehenden Sterne beobachten, so muß von C nach G noch ein ähnliches Lineal mit einer Öffnung angebracht seyn.

§. 757. Nachdem man sich mit den bisher beschriebenen Kreisen einigermaßen vertraut gemacht, kann man mit Hülfe einer allgemeinen Himmelscharte, oder eines Globus, und des vorhin beschriebenen Meridianinstruments die Sternbilder bald kennen lernen. Zu diesem Zweck ist die große *Planisphäre zu Bode's Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels*, welche auch einzeln nebst einer Anweisung zum Gebrauch für 12 Gr. zu haben ist, sehr empfehlenswerth. Sie stellt die Gestirne der nördlichen Halbkugel ganz, und von denen der südlichen so viel vor, als in unsern Gegenden über den Horizont kommen, den Pol in der Mitte, wie es diese Projection erfordert. Beim Gebrauch halte man sie über den Kopf, so trifft die Lage der Sterne mit dem Himmel überein. Mit Hülfe dieser Karte kann man in kurzer Zeit *ohne mündlichen Unterricht* die Gestirne kennen lernen, und viele Aufgaben mit ziemlicher Genauigkeit lösen.

§. 758. Der *Himmelsglobus* stellt die Gestirne am richtigsten vor, und giebt die deutlichste Anschauung. Über seinen Gebrauch, allerlei Aufgaben aus der sphärischen Astronomie zu lösen, sehe man die §. 754. empfohlnen Schriften von *Bode* und *Scheibel* nach. Eine Hauptsache ist, daß man (für unsre Halbkugel) den Nordpol des Globus so hoch über den Horizont erhebt,

hebt, als an dem Beobachtungsorte der Weltpol über dem Horizont erscheint, welche Erhöhung allemal der geographischen Breite gleich ist, und am messingnen Meridianringe gemessen werden kann. Alsdann liegt die Axe des Globus der Weltaxe parallel, und alle Kreise und Puncte auf demselben haben eine übereinstimmige Lage mit dem Sternhimmel. Das Auge des Beobachters muß eigentlich im Mittelpunct der Kugel ruhen, von wo es die Erscheinungen, welche durch die Umwälzung der Kugel entstehen, betrachtet. Für diejenigen, welche sich von der täglichen Bewegung der Gestirne und allen sie begleitenden Umständen noch keine deutliche Begriffe machen können, ist ein Himmelsglobus der beste Lehrmeister.

§. 759. Allein so genau man auch bei mechanischen Auflösungen der Aufgaben mit Hülfe des Globus oder der Planisphäre verfahren mag, so kann man doch nur eine Erscheinung mit einer Sicherheit von etwa 2 Minuten in der Zeit, oder $\frac{1}{2}$ Grad im Bogen angeben, womit der Astronom nicht zufrieden ist, und deshalb seine Zuflucht zur Rechnung nimmt, welche ihm die höchste Genauigkeit gewährt.

In dem Folgenden wollen wir diese Rechnungen kennen lehren, und die nöthigen Formeln geben, damit Freunde der Sternkunde sie selbst anstellen können, und sich frühzeitig an Genauigkeit gewöhnen.

---

§. 760. Zeitgleichung. Die Zeit, welche ein Fixstern von einer Culmination zur andern gebraucht, heißt ein Sternentag; alle Puncte des Himmels sind unterdessen durch den Meridian gegangen. Ein Sonnentag hingegen ist um 3′ 56″, 56 länger, weil die Sonne nicht an zwei auf einander folgenden Tagen wegen ihrer Fortrückung am Himmel mit einerlei Punct culminirt, und wird in 24 gleiche Stunden getheilt. Sonnen- und Sternenzeit sind daher sehr verschieden. Theilt man den Sternentag in 24 Stunden, so müssen in einer solchen Sternenstunde genau 15°; in einer Sternenminute 15 Raumminuten; in einer Sternensecunde 15 Raumsekunden durch den Meridian gehen. Hingegen braucht 1°

vier Zeitminuten, 1 Raumminute vier Zeitsekunden, durch denselben zu gehen. Man kann sich also eine Hülfstafel entwerfen, in welcher für eine ganze Umwälzung, oder 24 Sternstunden, berechnet ist, wie viel Grade, Minuten und Sekunden in einer gegebenen Zeit durch den Meridian gehen. Die Tafel I. im Anhange ist eine solche, deren Benutzung wir an einigen Beispielen zeigen wollen.

1. Der Unterschied der Culminationszeit zweier Sterne beträgt 7 St. 4′ 15″; wie viel ist der Unterschied ihrer geraden Aufsteigung?

Nach Tafel I. geben 7 Stund. im Bogen 105°
4′ — — — 1
15″ — — — — 3′ 45″

Unterschied der geraden Aufsteigung = 106° 3′ 45″

2. Der Unterschied der geraden Aufsteigung zweier Sterne beträgt 83° 10′ 12″; wie viel macht dies in der Zeit?

Die 2. Hälfte d. Taf. I. giebt für 80° = 5 St. 20′
3° = — 12′
10′ = — — 40″
12″ = — — — 48‴

Zeitunterschied = 5 St. 32′ 40″ 48‴

Uhren, welche so eingerichtet sind, daß sie genau 24 Stunden zählen, von einer Culmination eines Fixsterns bis zur andern, heißen Sternuhren und sind bei astronomischen Beobachtungen äußerst bequem. (Schraubt man die Pendellinse einer Sekundenuhr um 2,31 Pariser Linien höher, so zeigt sie Sternenzeit).

§. 761. Unsere gewöhnlichen Stunden sind $\frac{1}{24}$ der Zeit, welche von einer Culmination der Sonne zur andern verfließt. Ein Sonnentag ist aber wegen der ungleichen Bewegung der Sonne nicht genau eben so lang, als der andere; denn sie bewegt sich zu einer gewissen Jahreszeit täglich 57′ im Bogen von Westen nach Osten, zu einer andern 61′. Aber in 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten 45 Sekunden legt sie alle 360° der Ekliptik zurück, woraus sich ihre mittlere tägliche Bewegung zu 59′ 8″,33 ergiebt. Daher heißt die Zeit, in der der ganze Äquator

und

und diese 59′ 8″,33 durch den Meridian rücken, ein mittlerer Sonnentag, an welchem in 1 Stunde 15° 2′ 28″ des Äquators den Meridian passiren. — Ein Sternentag dauert also nur 23 Stunden 56′ 4″ mittlerer Sonnenzeit, und die Fixsterne kommen täglich um etwa 4′ früher in den Meridian, als die Sonne, daher sie in 1 Jahr 366 mal culminiren.

Will man Sternenzeit in mittlere Sonnenzeit verwandeln, so bedarf es einer Reduction, welche die Tafel II. enthält.

1. Wie viel betragen 9 St. 10′ Sternenzeit in mittlerer Sonnenzeit?

Nach Tafel II. geben 9 St. Reduction = — 1′ 28″,5
10 Min. — = — 0′ 1″,6

Reduction = — 1′ 30″,1

also sind 9 St. 10′ Sternz. nur 9 St. 10′ weniger 1′ 30″,1 = 9 St. 8′ 30″ mittlere Sonnenzeit.

Will man mittlere Sonnenzeit in Sternenzeit verwandeln, so muß man die Reduction addiren.

§. 762. Die Zeit, welche von einer Culmination der Sonne bis zur andern verstreicht, heißt die wahre Zeit.

Als Ursachen der Ungleichheit unserer Sonnentage findet man

1. die ungleiche Bewegung der Sonne in der Ekliptik;
2. die Schiefe der Ekliptik; denn gleiche Bogen der Sonnenbahn geben nicht wieder gleiche Bogen, wenn sie auf den Äquator, den allgemeinen Zeitmesser, reducirt werden.

Daher besteht die Ausgleichung der wahren und mittlern Zeit aus 2 Theilen, nämlich

1. aus dem Unterschied der wahren und mittlern Länge,
2. und aus dem Unterschied der wahren Länge und wahren geraden Aufsteigung der Sonne.

Beide Unterschiede in Zeit verwandelt geben die Zeitgleichung, oder den Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Zeit.

Z. B. es sey am

1sten Jan. die mittlere Länge der Sonne	9 Z.	10°	26′
wahre Länge	9	10	28′
Erster Theil =		+	2′
Wahre Länge =	9 Z.	10°	28′
gerade Aufsteigung =	9	11	23′
Zweiter Theil =		+	55′
Erster Theil =		+	2
Summe =		+	57′

diese 57′ nach Tafel I. in Zeit verwandelt, geben 3 Minuten 48 Sekunden Zeitgleichung.

Am 15ten April, 16ten Junius, 1sten September und 25sten December trifft die mittlere Zeit mit der wahren genau zusammen. Hingegen im November beträgt der Unterschied der wahren und mittlern Zeit an 16 Minuten. Der längste natürliche Tag ist 24 St, 0′ 30″ (den 21sten Decbr.; der kürzeste dauret 23 St. 59′ 39″ (den 19ten September).

Gut gemachte Sonnenuhren folgen dem ungleichen Lauf der Sonne, und zeigen stets die wahre Zeit; allein unsere Pendeluhren, die um so vollkommner sind, je gleichförmiger sie gehen, vermögen dies nicht, und müssen daher oft gestellt werden, wenn sie mit den Sonnenuhren übereintreffen sollen. Es ist also vernünftiger, alle Pendeluhren die mittlere Sonnenzeit weisen zu lassen, wie in Berlin und a. O. geschieht. Der tägliche Unterschied zwischen dem wahren und mittlern Mittage kann fürs ganze Jahr berechnet, und in eine Tafel gebracht werden, welche Tafel der Zeitgleichung heißt. Die Tafel III. im Anhange ersetzt sie in den Jahren, die zwischen 2 Schaltjahren liegen, ganz, als 1818, 1822, 1826 rc., in den andern Jahren trifft sie beinahe zu. Um mittelst derselben die wahre Zeit in mittlere zu verwandeln, addire oder subtrahire man die bei jedem Tage angegebene Verbesserung zu oder von der wahren Zeit, je nachdem es die Zeichen + oder — erfordern. Z. B. Man beobachtet am 10ten Jan. eine Himmelsbegebenheit um 12 Uhr 46′ wahrer Zeit, so findet man in der ersten mit Januar über-

überschriebenen Spalte für den 10ten Tag die Zahl 7′, 49″, welche zu 12 St. 46′ addirt 12 Uhr 53′ 49″ mittlere Zeit geben.

Anmerk. Die mittlere Zeit liegt bei Sonnen- und Planetentafeln zum Grunde — Ist mittlere Zeit in wahre zu verwandeln, so verwechsle man die Zeichen. — Im Schaltjahr ist die Zeitgleichung am

1. Jan. = + 3′ 37″	1. April = + 3′ 58″	1. Jul. = + 3′ 23″
1. Febr. = + 13′ 53′	1. Mai = − 3′ 3″	1. Aug. = + 5′ 57″
1. März = + 12′ 39′	1. Jun. = − 2′ 56″	1. Sept. = − 0′ 12″
	1. Oct. = − 10′ 22″	
	1. Nov. = − 16′ 16″	
	1 Dec. = − 10′ 39″.	

Formeln für die Aufgaben aus der sphärischen Astronomie.

§. 763. (Zum Messen der Höhen der Himmelskörper kann ein Quadrant, Halbkreis oder Sextant, der die gehörige Schärfe giebt, gebraucht werden.) (S. §. 455. bis 458.).

Die Abweichung der Sonne aus ihrer Länge und der Schiefe der Ekliptik zu finden.

Im sphärischen △ ♈Ad Fig. 261. ist ♈d die Länge, dA die Abweichung; und < d♈A = ♋C die Schiefe der Ekliptik. Man nenne die Länge = l = ♈d; die Schiefe der Ekliptik = k = < d♈A; so ist die

Formel: $$\frac{\text{Sin. l . Sin. k}}{\text{Sin. tot.}} = \text{Sin. a} = \text{Abweichung.}$$

und $$\frac{\text{Sin. tot. . Sin. a}}{\text{Sin. k}} = \text{Sin. l} = \text{Sonnenlänge.}$$

und $$\frac{\text{Sin. tot. . Sin. a}}{\text{Sin. l}} = \text{Sin. k} = \text{Schiefe der Ekliptik.}$$

Die Schiefe der Ekliptik ist gegenwärtig 23° 27′ 52″ = k.

§. 764. Die gerade Aufsteigung der Sonne ♈A aus der Länge, und der Schiefe der Ekliptik zu finden.

Formel: $\frac{\text{Tang. l . Cos. k}}{\text{Sin. tot.}}$ = Tang. g = geraden Aufsteigung.

und $\frac{\text{Tang. g . Sin. tot.}}{\text{Cos. k}}$ = Tang. l = Sonnenlänge.

und $\frac{\text{Tang. g. Sin. tot.}}{\text{Tang. l}}$ = Cos. k = Schiefe der Ekliptik.

Anmerk. Da sich die 4 Quadranten der Ekliptik gleich sind, so wird die Berechnung der Größen g, l, k, a in den übrigen 3 Quadranten eben so geführt; nur merke man wohl, daß man unter l (Sonnenlänge) allemal den Bogen verstehen muß, der zwischen dem gegebenen oder gefundenen Punct d, und dem nächsten Durchschnitt der Ekliptik mit dem Aequator liegt. So ist z. B. im 2ten Quadranten die Größe l = dem Abstand von ♎ Fig. 261. nach ♋ zu gerechnet. Gesetzt, man sucht die gerade Aufsteigung der Sonne, wenn ihre Länge 5 Zeichen, d. i. = 150° in ♍ ist. Man ziehe 150° von 180 ab, so bleibt der Bogen ♎ ♍ = 30° = l. Die Rechnung giebt die Größe 180 e = g, welche wieder von 180 subtrahirt die gerade Aufsteigung übrig läßt. — Ueberhaupt lehrt der Anblick der 26sten Figur, wie man sich in jedem Quadranten zu benehmen habe.

In den Kalendern und astronomischen Jahrbüchern findet man für den Augenblick des wahren Mittags, als den Anfang des astronomischen Tages, die Länge der Sonne (in den Jahrbüchern von Bode auch noch die Abweichung, gerade Aufsteigung und alles, was den Lauf der Sonne, des Mondes, und der Planeten betrifft, aufs genauste) angegeben. — Die Länge der Sonne wird aus den sogenannten Sonnentafeln, wovon im Anhange Tafel XI. eine Probe vorkommt, berechnet.

§. 765. Die Polhöhe des Beobachtungsortes zu finden.

1. Miß mit einem Quadranten oder andern Winkelmesser die Höhe der Sonne im Augenblick ihrer Culmination,

tion, ziehe davon ihre Abweichung ab, wenn sie diesseit des Äquators (vom 21sten März bis 23sten September), oder addire die Abweichung dazu, wenn sie jenseit des Äquators (vom 23sten Sept. bis 21sten März) ihren Tagbogen beschreibt: in beiden Fällen erhält man die **Äquatorhöhe**, deren Ergänzung zu 90° die **Polhöhe** ist.

Dies Verfahren ist leicht und genau, wenn man dabei folgende Umstände berücksichtigt:

Da man eigentlich den Mittelpunct der Sonne messen sollte, welcher sich durch nichts kenntlich macht, so mißt man gewöhnlich die Höhe des obern oder untern Sonnenrandes, und zieht davon ab, oder addirt dazu den halben Durchmesser der Sonne, wodurch man den Mittelpunct derselben erhält. Wie viel Minuten und Sekunden der Sonnenhalbmesser an jedem Tage hat, zeigt Tafel IV. im Anhange.

Ein zweiter, nicht zu übergehender Umstand ist die **Strahlenbrechung**, welche macht, daß ein Himmelskörper stets höher erscheint, als er wirklich ist. Wie viel sie bei einer gemessenen Höhe beträgt, kann aus Tafel VI. ersehen werden. Der Betrag der Strahlenbrechung muß allemal von der scheinbaren Höhe abgezogen werden, um die wahre zu erhalten.

Wegen der **Parallaxe** erscheinen solche Himmelskörper, bei denen sie noch merklich ist, niedriger, als sie wirklich sind, daher muß der Betrag derselben, welchen die Tafel V. für die Sonne angiebt, zu der gemessenen Höhe addirt werden. (Mehreres davon unten §. 808. f.)

Z. B. Man habe am 2ten Mai des Mittags die Culminationshöhe d. obern Sonnenrand. gefund. = 53° 9′ 51″
so ist die Strahlenbr. Tafel VI. abzuziehen — — 45″
wahre Höhe des obern Sonnenrandes = 53° 9′ 6″
davon den Halbmesser der Sonne, Taf. IV. = — 15′ 55
Höhe des Mittelpuncts = 52° 53′ 11″
Hievon die Abweichung der Sonne = 15° 24′ 53″
Höhe des Äquators = 37° 28′ 18″
also Polhöhe = 52° 31′ 42″
dazu die Parallaxe = — — 5″
Wahre Polhöhe = 52° 31′ 47″

2. Oder man messe die Culminationshöhe eines Sterns, ziehe davon die Strahlenbrechung ab, und addire oder subtrahire seine Abweichung, je nachdem sie südlich oder nördlich ist, so kommt die Äquatorhöhe. Die Fixsterne erscheinen als Puncte; und ihre Parallaxe (davon später unten) verschwindet ganz; daher sind solche Messungen sehr brauchbar, aber wegen der Dunkelheit der Nacht doch nicht so leicht auszuführen, als man glaubt. Denn man muß Vorrichtungen zur Erleuchtung des Limbus, und des Kreuzschnitts im Brennpunct des Augenglases treffen. Erstere (die Erleuchtung des Gradbogens) kann durch eine seitwärts stehende Lampe; letztere durch einen breiten Pappring, der in geringer Entfernung vor dem Objectivglase angebracht ist, rückwärts erleuchtet wird, und sein Licht mit in den Tubus wirft, erlangt werden.

Um den starken Glanz der Sonne zu mildern, hält man ein stark gefärbtes, oder am Licht schwarz angelaufenes Glas zwischen das Auge und den Tubus oder das Diopter.

3. Beobachtet man in langen Winternächten die Culmination eines Sterns diesseit, und 12 Stunden nachher jenseit des Pols (unter demselben), zieht von der größeren Höhe die kleinere ab, so bleibt eine Differenz, in deren Mitte der Weltpol liegt; addirt man nun die halbe Differenz zur kleinern Höhe, oder zieht sie von der größern ab, so erhält man die Polhöhe. Der Stern muß nicht untergehen, also in unserer Gegend nicht über 50° vom Pol abstehen. Die Strahlenbrechung wird von jeder Höhe abgezogen.

§. 766. Die Abweichung der Sonne oder eines Sterns zu finden, wenn die Polhöhe bekannt ist.

Miß die Culminationshöhe der Sonne oder des Sterns, und ziehe davon die Strahlenbrechung ab; so ist der Unterschied zwischen der beobachteten Sonnenhöhe und der bekannten Äquatorhöhe die Abweichung. Sie ist nördlich, wenn die gemessene Höhe mehr beträgt, als die Äquatorhöhe; im Gegentheil südlich.

§. 767. Den Unterschied der geraden und schiefen Aufsteigung zu finden, wenn die Abweichung der Sonne und die Polhöhe bekannt sind.

Dieser Unterschied ist aus Figur 262. der Bogen OD des Äquators AQ. Es befinde sich die Sonne in S, dem nördlichen Wendekreise, am Horizont, so geht mit ihr zugleich der Punct O im Äquator auf; aber der Punct D kommt mit ihr zugleich in den Meridian. SD ist ihre Abweichung $=$ a. Wäre die Sonne im Äquator in O, so brauchte sie 6 Stunden bis zum Meridian in A; allein jetzt wird der Bogen OD auch noch dazu gehören.

Im rechtwinklichten Dreieck OSD ist $<$ K $=$ der Äquatorhöhe; SD $=$ a $=$ Abweichung; bei D der rechte Winkel; daher die

Formel: Sin. tot. : Tang. a $=$ Cot. k : Sin. OD,

also $\dfrac{\text{Tang. a . Cot. k}}{\text{Sin. tot.}} \left\{ \begin{array}{l} = \text{Sin. OD} \\ = \text{Sin. u} \end{array} \right\}$ = Unterschied der geraden und schiefen Aufsteigung.

Z. B. Es sey die Abweichung

SD $=$ a $= 23° 28'$, log. Tang. a $=$ 9.6376106
d. Äquatorh. $=<$ k $= 37° 28'$, log. Cot. k $=$ 10.1155428

Unt. der ger. und schief. Aufst. log. Sin. $=$ 19.7531534
u $= 34° 30' =$ OD

nach Tafel I. in Zeit verwandelt, giebt 2 St. 18'; werden diese zu 6 Stunden addirt, so erhält man den halben Tagbogen der Sonne $=$ 8 St. 18'; folglich wird die Tageslänge 16 St. 42'; der Aufgang der Sonne um 3 Uhr 42'; und ihr Untergang um 8 Uhr 18' seyn.

Hat die Sonne eine südliche Abweichung (vom 23sten Sept. bis zum 21sten März), so wird der gefundene Bogen in Zeit verwandelt und von 6 Stunden abgezogen. Der Rest ist die halbe Tageslänge.

Aus der vorigen Proportion fließen noch die Formeln:

$\dfrac{\text{Sin. tot. Sin. u}}{\text{Tang. a}}$ $=$ Cot. k $=$ der Äquatorhöhe, oder Tang. der Polhöhe.

$\dfrac{\text{Sin. tot. Sin. u}}{\text{Cot. k}}$ $=$ Tang. a $=$ der Abweichung der Sonne.

§. 768.

§. 768. Die Morgen- und Abendweite zu finden, wenn Polhöhe und Abweichung der Sonne bekannt sind.

Nach Fig. 262. ist O der wahre Ostpunct; OS die Morgen- oder Abendweite im Sommer; of im Winter; man sucht den Bogen OS = m am Horizont.

Formel: Sin. k : Sin. a = Sin. tot. : Sin. m.

und $\frac{\text{Sin. tot. Sin. a}}{\text{Sin. k}}$ = Sin. m = Morgen- und Abendweite.

so wie $\frac{\text{Sin. tot. Sin. a}}{\text{Sin. m}}$ = Sin. k = Äquatorhöhe.

und $\frac{\text{Sin. k . Sin. m}}{\text{Sin. tot.}}$ = Sin. a = Abweichung.

Anmerk. In den Sommermonaten liegt die Morgen- und Abendweite von Osten und Westen nach Norden; in den Wintermonaten von Osten und Westen nach Süden zu.

§. 769. Die Höhe der Sonne für eine gegebene Zeit zu finden, wenn Abweichung und Polhöhe bekannt sind.

Es sey Fig. 263. HR der Horizont; AQ Äquator; in Z das Zenit, in P der Pol; in a die Sonne; so ist pa ihre Abweichung, aP die Ergänzung zu 90°; na die Sonnenhöhe, aZ ihre Ergänzung zu 90°; ZP der Abstand des Zenits vom Pol = der Äquatorhöhe; HP der Meridian; < h der Stundenwinkel, dessen Maaß der Bogen pA.

In dem schiefwinklichten Dreieck ZaP ist bekannt ZP = dem Abstand des Zenits vom Pol; aP die Ergänzung zur Abweichung pa, und der Stundenwinkel h, dessen Maaß pA (die in Bogen verwandelte Zeit vor oder nach der Culmination in A); man sucht aZ.

Fälle das Perpendikel ZC, so entstehen zwei rechtwinklichte Dreiecke. Dann ist das Stück x oder CP zu finden:

Formel: Tang. x = Tang. ZP . Cos. h; aber aP — x = aC = y;

und

und Cosin. x : Cos. ZP = Cos. y : Cos. aZ.
und $90° - aZ$ = der gesuchten Sonnenhöhe.

Anmerk. Wenn die Sonne eine südliche Abweichung hat, so ist Pa größer, als 90°; bei nördlicher Abweichung hingegen kleiner. Im erstern Fall ist der Abstand Pa = 90° + der Abweichung, und im letztern Fall 90° − der Abweichung.

§. 770. **Die Polhöhe aus der Höhe und Abweichung der Sonne zu einer gegebenen Zeit zu finden.**

Im △ ZaP Fig. 263. ist bekannt aP die Ergänzung zur Abweichung; aZ die Ergänzung zur Sonnenhöhe, und der Stundenwinkel h; man sucht ZP die Ergänzung zur Polhöhe. Auf die verlängerte Seite PZ fälle das Perpendikel ad, wodurch das rechtwinklichte Dreieck Pad entsteht, in welchem die

Formel: Tang. Pd = Cos. h . Tang. aP;
und Cos. aP : Cos. Pd = Cos. Za : Cos. dZ;
aber Pd − dZ = PZ = dem Abstand des Zenits vom Pol, oder der Äquatorhöhe.

§. 771. **Die Zeit (oder den Abstand der Sonne vom Meridian) zu finden, wenn Pol- und Sonnenhöhe, nebst ihrer Abweichung bekannt sind.**

Im schiefwinklichten △ PZa, Fig. 263. sind alle 3 Seiten bekannt; denn ZP = der Äquatorhöhe; aZ = der Ergänzung der Sonnenhöhe; aP = dem Abstand derselben vom Pol, welcher sich aus der Abweichung ergiebt. Man sucht den Stundenwinkel h.

Man nenne die Seite aZ = A; ZP = B; aP = C; Fig. 264;

Formel:

$$\text{Sin.}\ \tfrac{1}{2}\,h^2 = \left[\frac{\text{Sin.}\left(\frac{A+B-C}{2}\right).\ \text{Sin.}\left(\frac{A+C-B}{2}\right)}{\text{Sin. B . Sin. C}}\right]$$

Z. B. Es sey der Abstand der Sonne von P, oder Seite $C = 83° \; 19'$

der Cosinus der Polhöhe, oder Abstand des Zenits vom Pol, Seite $B = 38° \; 53'$

der Cosinus der Sonnenhöhe, oder die Seite $aZ = A = 70°$ —

so ist $\frac{70° + 38° \; 53' - 83° \; 19'}{2} = \frac{25° \; 34}{2}$

$= 12° \; 47'$, log. Sin. $= 9,3449124$

und $\frac{70° + 83° \; 19' - 38° \; 53'}{2} = \frac{114° \; 26'}{2}$

$= 57° \; 13'$, log. Sin. $= 9,9246535$

Decadische Ergänzung des log. Sin. $38° \; 53'$ dazu addirt $= 0,2022225$

Decadische Ergänzung des log. Sin. $83° \; 19'$ dazu addirt $= 0,0029613$

log. $\frac{1}{2} h^2 = 19,4747497$

daraus die $\sqrt{\;} = 2$:

log $\frac{1}{2}$ h $= 9,7373748$

$\frac{1}{2}$ h $= 33° \; 7'$ (.2

also $< h = 66° \; 14'$

Verwandelt man nach Tafel I. den Bogen 66° 14′ in Zeit, so ergiebt sich 4 St. 24′ 56″, um welche Zeit die Sonne vom Meridian absteht. Es war also entweder um 7 Uhr 35′ 4″ Vormittags, oder um 4 Uhr 24′ 56″ Nachmittags.

Bei südlicher Abweichung ist 90° + der Abweichung; bei nördlicher aber 90° — Abweichung = der Seite aP = C; die Berechnung dieselbe.

§. 772. **Das Azimuth aus der bekannten Pol- und Sonnenhöhe für eine gegebene Zeit zu finden.**

Nach Fig. 263. ist ZP = dem Cos. der Polhöhe; folglich AZ = der Polhöhe; der Stundenwinkel h giebt den Bogen Ap, den Abstand der Sonne vom Meridian (die Zeit in Grade verwandelt nach Tafel I.), und aZ = dem Cosin. der Sonnenhöhe; na = Sonnenhöhe.

Man

Man sucht den Winkel m, dessen Maaß Hh, das Azimuth ist.

Formel: Tang. h . Cos. ZP = Cot. w,

und Cot. ZP : Cos. w = Cot. aZ : Cos. r.

Nun machen < m + < w + < r = 180°; also ist 180° — (w + r) = < m = dem Azimuth.

§. 773. Den parallatischen Winkel (den der Vertikalkreis mit dem Abweichungskreise macht) aus der Sonnen- und Polhöhe und der Tageszeit zu finden.

Dieser Winkel ist in Fig. 263. der Winkel ZaP. Bekannt ist ZP; Za und < h (den die in Grade verwandelte Zeit giebt).

Formel: Sin. aZ : Sin. h = Sin. ZP : Sin. ZaP.

(wobei aZ die Ergänzung der Sonnenhöhe zu 90°; ZP = Äquatorhöhe).

§. 774. Die Zeit zu finden, wenn Azimuth, Polhöhe und Abweichung der Sonne bekannt sind.

In Fig. 265. ist < m = 180° — n, und < n = Azimuth; man sucht < h. Auf die nach G verlängerte aZ fälle ein Perpendikel PG.

Formel: Sin. tot. : Cos. ZP = Tang. m : Cot. o.

und Tang. aP : Tang. ZP = Cos. o : Cos. aPG.

Aber aPG — o = h = dem Stundenwinkel, welcher in Zeit zu verwandeln ist.

§. 775. Die Polhöhe desjenigen Ortes zu finden, wo die Dämmerung anfängt, im Sommer die ganze Nacht zu dauren.

Addire zur größten Abweichung der Sonne = 23° 27′ 52″
den Sehnungs- oder Dämmerungsbogen,
welcher = 18°

so giebt die Summe des Ortes Äquatorhöhe = 41° 27′ 52″
folglich seine Polhöhe = 48° 32′ 8″

§. 776. Die Zeit zu finden, in welcher an einem Orte, dessen Polhöhe größer, als 48°

48° 32′ 8″ ist, die ganze Nacht die Dämmerung dauret.

Von der Äquatorhöhe ziehe den Dämmerungsbogen ab, so giebt der Rest die Abweichung der Sonne, welche an dem Tage statt findet, wo die Dämmerung die ganze Nacht dauret.

Z. B. Es sey Polhöhe $= 52° 32′$; Äquatorhöhe $= 37° 28′$
Dämmerungsbogen $= 18°$

Abweichung der Sonne $= 19° 28′$

Diese Abweichung hat die Sonne am 17ten Mai und 26sten Juli, wenn ihre Länge 3 Zeichen 15° ist. Im Ganzen dauret die Zeit der nächtlichen Dämmerung 70 Tage.

§. 777. Die Zeit der kürzesten Dämmerung zu finden.

Multiplicire den Sinus der Polhöhe mit der Tang. 9 Grad; das Product ist der Sinus der südlichen Abweichung der Sonne, zur Zeit der kürzesten Dämmerung.

Z. B. Polhöhe 52° 31′ log. Sin. $= 9{,}89956$
Tang. 9° $= 9{,}19971$

Sin. der südlichen Abweichung $= 19{,}09927$
$= 7° 13′$

Diese Abweichung der Sonne findet am 2ten März und 12ten October statt, wo die Dämmerung 1 St. 59′ dauret.

§. 778. Die Dauer der kürzesten Dämmerung zu finden.

Dividire den Sin. 9° durch den Cos. der Polhöhe; multiplicire den sich ergebenden Sinus mit 2, und verwandle ihn in Zeit.

Z. B. log. Sin. 9° $= 9{,}19433 + 10$
Cos. 52° 31′ $= 9{,}78428$

log. Sin. $= 9{,}41005 = 14° 54′$
(.2

29° 48′

in Zeit verwandelt nach Tafel I. = 1 St. 59′ kürzesten Dämmerung.

§. 779.

§. 779. **Die Länge der Dämmerung an einem gegebenen Tage für eine bekannte Polhöhe zu finden.**

Nach Beobachtungen beginnt die Dämmerung, wenn die Sonne noch 18° tief unter dem Horizont steht; also ist im $\triangle$ ZSP Fig. 266. die Seite $ZS = 90^\circ + 18^\circ = 108^\circ$; PS ist der Abstand der Sonne vom Pol; ZP die Entfernung des Zenits vom Pol; folglich alle 3 Seiten bekannt. Man sucht den Stundenwinkel h.

Nennt man die 3 Seiten A, B, C, so ist die

Formel:

$$\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}h^2 = \sqrt{\frac{\text{Sin.}\left(\frac{A+B-C}{2}\right).\ \text{Sin.}\left(\frac{A+C-B}{2}\right)}{\text{Sin. B . Sin. C}}}$$

(Die Auflösung dieser Formel ist §. 771. gezeigt.)

Wird der gefundene Bogen in Zeit verwandelt, und von ihm der halbe Tagbogen subtrahirt, so bleibt im Rest die Dauer der Dämmerung.

Z. B. Wenn $SP = C = 83^\circ\ 12'$
$ZP = B = 37^\circ\ 28'$,
$ZS = A = 108^\circ$

so findet man $h = 131^\circ\ 50'$, in Zeit 8 St. 47′ 20″. Der halbe Tagbogen ist 6 St. 35′, folglich Dauer der Dämmerung = 2 St. 12′ 20″.

§. 780. **Den Tag zu finden, an welchem unter einer gegebenen Polhöhe die Sonne zu einer bestimmten Zeit aufgeht.**

Mit der bestimmten Zeit ist auch zugleich der Unterschied der geraden und schiefen Aufsteigung gegeben, d. h. ab Fig. 267. ist entweder der Überschuß über 6 Stunden, oder das Fehlende, je nachdem die Sonne vor oder nach 6 Uhr aufgeht.

Im rechtwinklichten $\triangle$ abc ist bekannt ab = u = Unterschied der geraden und schiefen Aufsteigung; $<$ abc = k der Äquatorhöhe; man sucht ca die Abweichung der Sonne, und findet daraus den Ort derselben und den Monatstag.

For-

Formel: Sin. tot. : Sin. u = Tang. k : Tang. a (= Abweichung).

Z. B. Wann geht die Sonne unter hiesiger Polhöhe um 7 Uhr auf?

Der Aufsteigungsunterschied ist 1 Stunde oder 15° = u.

log. Tang. k 37° 28′ = 9,8844572
log. Sin. u 15° = 9,4129962

log. Tang. a = 19,2974534 = 11° 13′ = Abweichung der Sonne, welche am 19ten April und 22sten October statt findet.

Anmerk. Aus der Abweichung der Sonne kann man ihre Länge nach der 2ten Formel bei §. 763. finden, und in einem Kalender oder Jahrbuch nachsehen, auf welchen Tag sie fällt.

§. 781. Den Winkel, welchen ein Punct der Ekliptik mit dem Meridian eines Ortes macht, zu finden.

Suche den Positionswinkel durch: Cosin. der geraden Aufsteigung, multiplicirt mit der Schiefe der Ekliptik, giebt im Product den Sin. des Positionswinkels. Die Ergänzung dieses Winkels zu 90° ist der verlangte Winkel.

Oder: Multiplicire den Cos. der Länge mit der Tangente der Schiefe, so giebt das Product die Cot. des Winkels mit dem Meridian (oder die Tagente des Positionswinkels).

Im 1sten und 4ten Quadranten liegt dieser Winkel östlich, im 2ten und 3ten westlich.

§. 782. Die Höhe und Länge des 90° der Ekliptik, und den Winkel der Ekliptik mit dem Horizont, für eine gegebene Zeit und Polhöhe zu finden.

Die Ekliptik schneidet den Horizont an sehr verschiedenen Stellen und unter verschiedenen Winkeln, aber allemal so, daß die Winkel am West- und Osthorizonte einander gleich sind. Der von beiden Puncten (Ost und West) gleichweit abstehende Punct der Ekliptik ist der 90ste Grad und höchste Punct der Eliptik, dessen Höhe das Maaß der Winkel am Horizont ist.

Nach

Nach Fig. 271. ist id die Ekliptik, sd das über dem Horizont auf der Morgenseite liegende Stück, welches größer, als 90° ist. ZAdR ist der Meridian, und u der höchste 90° von s abstehende Punct der Ekliptik. Vom Pol der Ekliptik e ist durch Z, u und w ein Scheitel- oder Breitenkreis auf den Horizont gezogen; wu ist die Höhe des 90sten Grades = Ze = dem Abstand des Zenits vom Pol der Ekliptik.

Der < uws ist ein rechter; < usw mißt auch die Höhe des 90sten Grades; u♈ ist sein Abstand vom Widderpunct westlich; d culminirt, und A ist der höchste Punct im Äquator, welcher eben culminirt, und die Mitte des Himmels heißt. Zu dieser läßt sich d finden, welcher Punct mit ihr gleiche gerade Aufsteigung hat. (Aus der geraden Aufsteigung die Sonnenlänge oder einen Punct d in der Ekliptik, so wie dessen Abweichung zu finden, lehrt §. 764. und 763.) Also ist auch die Abweichung Ad, und mithin die Höhe Rd zu erhalten.

Der Winkel der Ekliptik mit dem Meridian, nämlich SdR, ergiebt sich nach §. 781.

Nun ist im rechtwinklichten Dreieck dRs, die Seite Rd und < sdR bekannt; folglich giebt die

Formel: Cosin. Rd . Sin. SdR = Cos. dsR = dem Winkel der Ekliptik mit dem Horizont, die Höhe des 90sten Grades. Und die

Formel: Cot. Rd . Cos. SdR = einer Cot., die in diesem Falle von 180° subtrahirt, Sd giebt.

Folglich ist ud = Sd — 90°; daher auch du zum culminirenden Punct der Ekliptik addirt, die Länge des 90°, und damit dessen Abstand von ♈; us zur Länge von u addirt, giebt die Länge des aufgehenden Puncts der Ekliptik.

Anmerk. Culminirt 0° ♑ und ♋, so ist der 90° zugleich mit im Meridian; bei der Culmination des ♑, ♒, ♓, ♉ und ♊ liegt er mit dem größten Theil der Ekliptik auf der Ostseite; culminiren hingegen die 6 übrigen Zeichen, so liegt er mit dem größten Theil derselben auf der Westseite; wenn 0° ♎ unter, und

0°

$\approx \gamma$ aufgeht, so ist der Winkel mit dem Horizonte der kleinste; umgekehrt, ist er der größte; in beiden Fällen der Höhe des culminirenden Puncts der Ekliptik gleich.

§. 783. Die Zeit, welche die Sonne gebraucht, sich um ihren Durchmesser vertikal zu erheben, zu finden.

Dividire die Dauer der Culmination durch den Sinus des parallatischen Winkels. (Siehe §. 773. und 784.)

§. 784. Die Zeitdauer der Culmination der Sonnenscheibe zu finden.

Verwandle den scheinbaren Durchmesser der Sonne in Zeit (15′ auf 1 Zeitminute); multiplicire sie mit der Sekante der Abweichung, und dividire das Product durch den Cosinus der Abweichung.

Oder: Der Diameter ($=$ D) der Sonne in Sekunden, mit 15 und dem Cosinus der Abweichung ($=$ a) dividirt, zeigt im Quotienten, wie viel Zeitsekunden ($=$Z) der Sonnendurchmesser zur Culmination gebraucht.

Formel: $\dfrac{D}{15 \cdot \text{Cos. a}} = Z.$

Z. B. es sey am 1sten April der Durchmesser der Sonne $= 32' \, 5'' = 1925'' = D$; die Abweichung $= 4° \, 24' \, 30'' = a$, so ist

$$\begin{array}{rl} \log. 1925 & = 3{,}2844307 \\ \log. \quad 15 & = 1{,}1760913 \\ \log. \text{Cos. } 4° \, 24' \, 30'' & = 9{,}9987133 \end{array} \Big\} \text{ addirt}$$

$$\text{Summe} \quad 1{,}1748046 \text{ abgezogen}$$

$$\log. Z = 2{,}1096261 = 128{,}75 \text{ Sekunden} = 2' \, 8'', 75.$$

§. 785. Die Zeit zu finden, welche der Sonnendurchmesser anwendet, durch einen Vertikalkreis zu gehen.

Dividire die Dauer der Culmination durch den Cosinus des parallatischen Winkels. §. 773.

§. 786. Die Höhe zu finden, in welcher ein Himmelskörper gerade in Osten oder Westen erscheint.

Formel: $\frac{\text{Sin. a}}{\text{Sin. P}}$ = Sin. H = der Höhe. (a = Abweichung; P = Polhöhe.)

§. 787. Die Zeit zu finden, in welcher ein Himmelskörper gerade in Osten oder Westen erscheint.

Formel: Cot. P . Tang. a = Cos. h = Stundenwinkel. (a = Abweichung; P = Polhöhe.)

Der Stundenwinkel ist in Zeit zu verwandeln nach Tafel I., wenn von der Sonne die Rede ist; bei Firsternen ist die gefundene Zeit Sternenzeit. Tafel II.

§. 788. Die Zeit zu finden, in welcher ein Himmelskörper seine Höhe am schnellsten ändert.

Hat derselbe eine südliche Abweichung, so geschieht dies (für unsern Horizont) bei seinem Auf- und Untergange; hat er eine nördliche Abweichung, so ändert er seine Höhe gerade in Ost und West am schnellsten; ist aber die Abweichung größer, als die Polhöhe, so culminirt er zwischen dem Pol und Scheitel, und der Stundenwinkel wird durch die

Formel: Cot. a . Tang. P = Cos. h = dem Abstand des Sterns vom Meridian, gefunden. (Hiebei ist a = Abweichung; P = Polhöhe.)

§. 789. Die stündliche Veränderung der geraden Aufsteigung und die stündliche Veränderung der Abweichung der Sonne zu finden.

Nenne die gerade Aufsteigung der Sonne = g; Abweichung = a; Schiefe des Ekliptik = k; stündliche Veränderung der geraden Aufsteigung = m; Veränderung der Abweichung = n.

Formel: m . Tang. k . Cos.^{2} a . Cos. g = n, stündliche Veränderung der Abweichung;

n . Cos

$$\frac{n \cdot \mathrm{Cot.}\, k}{\mathrm{Cos.}^2\, a \cdot \mathrm{Cos.}\, g} = m =$$ stündlichen Veränderung der geraden Aufsteigung.

Anmerk. Wenn eine von den Größen n und m bekannt ist, so ergiebt sich die andere aus der Formel. Die Bewegung der Sonne innerhalb 24 Stunden kann aus den Sonnentafeln gefunden werden, und ist ziemlich gleichförmig; folglich kann man auch ihre stündliche Veränderung in der geraden Aufsteigung aus dem Unterschiede finden, welcher in der täglichen Veränderung statt findet. Man suche z. B. die Länge der Sonne für 2 auf einander folgende Tage, berechne daraus nach §. 764. die gerade Aufsteigung für beide Tage, und theile den Unterschied in 24 Theile, so hat man die stündliche Veränderung der geraden Aufsteigung = m; auch die Abweichung kann so gesucht werden.

§. 790. Die Fixsterne behalten eine veste (fixe) Stellung gegen einander, und sind in unabsehbarer Menge an allen Orten des Himmels, vorzüglich aber in der sogenannten Milchstraße oder Glanzstraße ausgestreut. Ihr scheinbarer Abstand vom Widderpunct, im Bogen auf den Äquator reducirt, ist ihre gerade Aufsteigung; ihr Abstand vom Äquator ihre Abweichung.

§. 791. Die gerade Aufsteigung und Abweichung eines Fixsterns zu finden.

Beobachte den Zeitunterschied zwischen der Culmination des Widderpunctes und des Sterns, nach einer Sternenzeit weisenden Uhr, und verwandle diesen Zeitunterschied nach Tafel I. in Grade, Minuten rc.

(Die Culmination des Widderpunctes findet man, indem man die gerade Aufsteigung der Sonne in Zeit verwandelt, und von 12 Uhr Mittags abzieht; in Bode's Jahrbuch ist die Culmination des Widderpunctes für jeden Tag angegeben.)

Oder: beobachte die Zeit der Culmination des Sterns nach der wahren Zeit; verwandle die seit dem vorhergehenden Mittage verflossene Zeit in Grade, und addire sie

zur

zur geraden Aufsteigung der Sonne, wobei jedoch auf die Reduction in Tafel II. zu achten ist.

Zieht man die Culminationshöhe eines Sterns und die Äquatorhöhe von einander ab, so giebt der Rest die Abweichung des Sterns. Ist erstere größer, so ist die Abweichung nördlich, im Gegentheil südlich.

In den Sternverzeichnissen (von Bode und Piazzi) sind die Fixsterne nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung genau bestimmt.

§. 792. Die Länge und Breite eines Fixsterns zu finden, wenn seine gerade Aufsteigung und Abweichung bekannt ist.

Wenn Fig. 268. in T der Stern, so ist ♈y seine gerade Aufsteigung $=$ a; yT seine Abweichung $=$ d; ♈x seine Länge $=$ l; xT seine Breite $=$ b; A♈ der Äquator, und ♈♋ die Ekliptik; $\angle$ e die Schiefe derselben; $\angle$ n ein Hülfswinkel. —

Formel: Sin. a . Cot. d $=$ Tang. n, dem Hülfswinkel,

und $\dfrac{\text{Sin. d . Cos. }(e+n)}{\text{Cos. n}}$ $=$ Sin. b, der Breite des Sterns.

und Tang. b . Tang. (e+n) $=$ Sin. l, der Länge.

Ob die Breite nördlich oder südlich, ob der Bogen der Länge vor oder nach dem Widder- oder Wagepunct genommen wird, ist aus den Umständen leicht zu erkennen.

§. 793. Die gerade Aufsteigung und Abweichung eines Sterns zu finden, wenn seine Länge, Breite und Schiefe der Ekliptik bekannt sind.

Hier sind die im vorigen §. bezeichneten Werthe b, l und e bekannt; man sucht a und d.

Formel: Sin. l . Cot. b $=$ Cot. n; und n $\pm$ e $= \angle$ T♈y.

Cos. l . Cos. b $=$ Cos. ♈T.

Cos. T♈y . Tang. ♈T $=$ a $=$ der geraden Aufsteigung.

Aus

(Anmerk. Im ersten Quadranten ist a die gerade Aufsteigung selbst; im zweiten muß das gefundene a von 180° abgezogen; im dritten zu 180° addirt; und im vierten von 360° abgezogen werden.)

Sin. T♈y . Sin. ♈T = Sin. yT = d = Abweichung.

Aus der Länge, Breite und Abweichung ergiebt sich die gerade Aufsteigung auch durch

Cos. d : Cos. l = Cos. b : Cos. a, geraden Aufsteigung.

Aus Länge, Breite und gerader Aufsteigung ergiebt sich die Abweichung durch

Cos. a : Cos. b = Cos. l : Cos. d, der Abweichung.

§. 794. Den Abstand zweier Sterne von einander zu finden, wenn gerade Aufsteigung und Abweichung beider bekannt sind.

Es mögen nach Fig. 269. in r und t Sterne seyn, Prm und Ptm Abweichungskreise, welche hier Quadranten sind, indem AQ den Äquator vorstellt. mr und mt sind die bekannten Abweichungen, rP und tP ihre Ergänzungen zu 90°; Winkel P, dessen Maaß m m, ist der Unterschied in der geraden Aufsteigung; also im △ Prt bekannt rP, tP und der eingeschlossene Winkel P; man sucht rt die 3te Seite. Fälle (nach dem 10ten Fall der Auflösung schiefwinklichter Dreiecke Tafel XIII.) das Perpendikel tn, dann ist die

Formel: r : Tang. Pt = Cos. P : Tang. Pn.
und Pr — Pn = nr,
Cos. Pn : Cos. nr = Cos. Pt : Cos. rt, dem gesuchten Abstande.

§. 795. Den Positionswinkel eines Sterns aus seiner Breite und geraden Aufsteigung zu finden.

Unter Positionswinkel versteht man die Neigung des Breiten- und Abweichungskreises, oder Fig. 268. den Winkel xTy, wenn in T der Stern ist.

Es stehe ein Stern in t Fig. 270.; P der Weltpol; e der Pol der Ekliptik EK, so ist tu seine Breite; mt seine Abweichung, Pe der Abstand genannter Pole = 23° 27′ 52″; Winkel tPe seine gerade Aufsteigung oder dessen Abstand vom nächsten Äquinoctialpunct oder Colur; so verhält sich

Cosin. der Breite zum Cosin. der geraden Aufsteigung, wie der Sin. der Schiefe zum Sin. des Positionswinkels; oder nach der

Formel: Sin. et : Sin. P = Sin. Pe : Sin. Pte = Cos. b : Cos. a = Sin. k : Sin. des Positionswinkels; wobei auf die nördliche oder südliche Breite, und Eigenschaft des Winkels zu achten ist.

§. 796. Die Zeit der Culmination eines Sterns zu finden.

Es sey die gerade Aufsteigung der Sonne = A; des Sterns = a; der Unterschied beider = u; 24 stündliche Veränderung der geraden Aufsteigung der Sonne = v.

Formeln: a — A = u;
24 St. : v (in Zeit verw.) = u (in Zeit verwandelt) : x,
und u — x = der Culminationszeit d. Sterns.

Z. B. Wenn die gerade Aufsteigung
der Sonne = 51° 32′ 43″ = A
des Sterns Spica = 198° 51′ 16″ = a

a — A = 147° 18′ 33″ = u
in Zeit = 9 St. 49′ 14″

24stündl. Veränd. = 59′ 13″ — in Zeit = 0 St. 3′ 57″ = v

Nun 24 St. : 3′ 57″ = 9 St. 49′ 14″ : x, und findet x = 1′ 37″; aber 9 St. 49′ 14″ — 1′ 37″ = 9 Uhr 47′ 37″ = Culminationszeit der Spica. (Am 15ten Mai).

Anmerk. Ist a kleiner als A, so wird a um 360° vermehrt.

§. 797. Den Unterschied der geraden und schiefen Aufsteigung eines Sterns, dessen halben Tagbogen, Auf- und Untergang zu finden.

Formeln: Multiplicire die Tangente der Abweichung mit der Tangente der Polhöhe, so ist das Product der Sinus des Aufsteigungs-unterschiedes.

Wird dieser Bogen in Zeit verwandelt und zu 6 Stunden addirt oder davon subtrahirt, nachdem die Abweichung nördlich oder südlich ist, so hat man den halben Tagbogen.

Zieht man den halben Tagbogen von seiner Culminationszeit ab, so ergiebt sich der Aufgang; addirt man ihn zu derselben, so erfährt man den Untergang.

§. 798. Den Stundenwinkel eines Sterns aus seiner und der Sonne geraden Aufsteigung zu finden.

Ziehe von der Summe der geraden Aufsteigung der Sonne, und der in Grade reducirten wahren Zeit die gerade Aufsteigung des Sterns ab, so ist der Rest der Stundenwinkel.

§. 799. Die Zeit der Nacht aus der beobachteten Höhe eines Sterns zu finden, wenn seine Culmination, Abweichung und die Polhöhe bekannt sind.

Wenn nach Fig. 264. der Stern in a; in Z das Zenit; in P der Pol ist, so ist bekannt

Za die Ergänzung der Höhe = A.
ZP der Abst. des Zenits vom Pol = B.
und aP der Abst. des Sterns vom Pol = C.

Man sucht < h, oder den Abstand vom Meridian.

Formel:

$$\text{Sin.}\ \tfrac{1}{2}\,h^2 = \left[\frac{\text{Sin.}\ \dfrac{A+B-C}{2}\ .\ \text{Sin.}\ \dfrac{A+C-B}{2}}{\text{Sin. B . Sin. C}}\right]$$

Der so kommende Stundenwinkel ist in Zeit, und diese mittelst der Tafel II. in mittlere Sonnenzeit zu verwandeln.

Dieser Abstand vom Meridian wird zur Culminationszeit des Sterns addirt, oder davon subtrahirt; je nachdem derselbe auf der West= oder Ostseite des Meridians steht.

§. 800. Die Zeit der Nacht aus der Culmination eines Sterns zu finden.

Berechne nach §. 796. die Zeit der Culmination, und beobachte sie nach einer guten Uhr, so ergiebt sich die Abweichung der Uhr und mithin die wahre Zeit.

Wenn man gleichgroße Höhen des Sterns vor und nach seiner Culmination mißt, und allemal die Zeit der Uhr bemerkt, so ist das Mittel zwischen beiden beobachteten Zeiten, die Culminationszeit.

§. 801. Wie viel ein Stern seine Höhe in einer Zeitminute ändere, zu finden.

Multiplicire 15′ mit dem Sinus der Äquatorhöhe und dem Cosinus der Morgen= oder Abendweite, so giebt das Product die Antwort.

---

§. 802. Die Mittagsverbesserung zu finden.

Bei übereinstimmenden Sonnenhöhen nimmt man an, daß die Sonne z. B. Vormittags 8 Uhr dieselbe Höhe, als Nachmittags 4 Uhr habe. Diese Voraussetzung ist nur um die Zeit der Sonnenwende gegründet; in der übrigen Zeit ist die Höhe der Sonne bei gleichem Abstand vom Meridian Vor= und Nachmittags nicht gleich, weil sie unterdeß ihre Abweichung ändert, welcher Umstand um so merklichern Einfluß hat, je weiter die gemessenen Höhen vor oder nach 12 Uhr abstehen, und je näher man den Monaten März und September ist.

Man findet die Mittagsverbesserung, wenn man

1. aus der vormittägigen Zeit und Abweichung, und
2. aus der nachmittägigen Zeit und Abweichung den Stundenwinkel berechnet. Die Hälfte des Unterschiedes beider Stundenwinkel, in Zeit verwandelt, giebt die Verbesserung des wahren Mittags.

Hält sich die Sonne zwischen Steinbock und Krebs auf, so wird diese Mittagsverbesserung davon subtrahirt; in den andern Zeichen dazu addirt.

§. 803. Tafeln, welche die Mittagsverbesserung angeben, findet man in allen guten astronomischen Schriften. Die VII. Tafel besteht aus 2 Theilen, und ist nach Bode's Anleitung so zu berechnen:

Die Veränderung der Sonnenabweichung in der Zeit zwischen den Beobachtungen (aus der 24stündlichen hergeleitet) wird mit der Tangente der Abweichung zu Mittage multiplicirt, und das Product mit 30 mal der Tangente der halben Zwischenzeit (in Grade verwandelt) dividirt. Der Quotient ist der erste Theil.

Der zweite Theil wird gefunden, wenn man die Veränderung der Abweichung durch das Product 30 mal den Sinus von der halben Zwischenzeit (in Grade verwandelt) dividirt. Der letztere Quotient wird beim Gebrauch noch mit der Tangente der Polhöhe multiplicirt.

Zur scharfen Bestimmung der Zeit nimmt man gern diejenige Tagsstunde, wo sich die Sonnenhöhe am schnellsten ändert; nahe am Mittag ändert sich die Sonnenhöhe wenig. Siehe §. 788.

§. 804. **Gebrauch der Tafel VII.** Man habe z. B. unter der Polhöhe 52° 32′ am 21sten März, wo die Sonne im 0° ♈ steht, durch übereinstimmende Sonnenhöhen um 8 und 4 Uhr die wahre Mittagszeit = 11 Uhr 56′ 39″

gefunden, so giebt der erste Theil der Tafel VII. dazu die Mittagsverbesserung . . .	=	+ 0″
Aber der zweite Theil enthält dazu 18″, 2, welche mit der Tangente der Polhöhe = 1,304 . . . multiplicirt werden müssen, die Verbesserung	=	− 23″,7
Folglich verbesserte mittlere Sonnenzeit im wahren Mittag . . .	=	11 Uhr 56′ 15″,3

---

§. 805. **Das Zurückweichen der Äquinoctialpuncte, und die Veränderung in der geraden Aufsteigung und Abweichung der Fixsterne.**

Ob=

Obgleich die Fixsterne unter sich beständig einerlei Stellung behalten, so rücken alle doch gemeinschaftlich mit der Ekliptik und ihren Parallelen von Westen gegen Osten, zwar langsam, aber in 72 Jahren etwa 1 Grad vorwärts. Diese Erscheinung entsteht dadurch, daß der Durchschnitt der Ekliptik mit dem Äquator jährlich um 50″, 15, rückwärts nach Westen geht, wodurch die Länge der Fixsterne um eben so viel größer wird. In 25848 Jahren (welche Zeit man das Platonische Jahr nennt) werden sie einen Umlauf um die Pole der Ekliptik vollenden. Die Breite bleibt dabei unverändert.

Eine nothwendige Folge davon ist, daß die gerade Aufsteigung und Abweichung der Fixsterne Veränderung erleidet. Diese Veränderung ist bei jedem Fixstern verschieden, und wird folgendermaßen berechnet:

addire log. 50″,15 = 1,7002709
log. Cos. d. Schiefe d. Ekl. = 9,9625551

1,6628260 = 46″,

so hat man den ersten, allen Sternen gemeinschaftlichen Theil der jährlichen Veränderung in der geraden Aufsteigung.

Den zweiten Theil findet man also:
addire die log. der jährlichen Längen-
zunahme = Z = 50″, 15
log. Sin. d. Schiefe d. Ekl. = E = 23° 27′ 52″
log. Sin. d. ger. Aufst. des Sterns = A
log. Tang. der Abweich. desselben = D.

Von der Kennziffer des kommenden Logarithmen ziehe 30 ab, so bleibt im Rest der Logarithme einer Anzahl Sekunden, welche zum 1sten Theil (46″) addirt werden, wenn die Sterne zwischen 0° und 180° gerader Aufsteigung eine nördliche Abweichung haben; und davon subtrahirt, wenn die gerade Aufsteigung zwischen 180° und 360° fällt.

Bei südlicher Abweichung findet das Gegentheil statt.

Z. B. Wie viel beträgt die jährliche Veränderung der geraden Aufsteigung des Sterns Algol? Seine gerade Aufsteigung = 43° 57′ 36″; Abweichung 40° 12′ 53″.

log.

$$\log. Z = 50'', 15 = 1,7002709$$
$$\log. \sin. E = 23^\circ 27' 52'' = 9,6000793$$
$$\log. \sin. A = 43^\circ 57' 36'' = 9,8414200$$
$$\log. \mathrm{Tang}. D = 40^\circ 12' 53'' = 9,9273389$$
$$31,0691091 - 30 = 11'', 7$$
dazu den 1sten Theil $= 46''$

Algol's jährliche Veränderung in der gerad. Aufst. $= 57'', 7$.

Die Veränderung in der Abweichung nimmt im 1sten und 4ten Quadranten zu, bei den nördlichen Sternen; im 2ten und 3ten ab. Bei den südlichen Sternen ändern sich die Zeichen. Man findet die jährliche Veränderung in der Abweichung:

addire d. Logarith. d. Längenzunahme $= Z = 50'', 15$
Log. der Schiefe der Ekliptik $= E = 23^\circ\ 27'\ 52''$
Log. Cos. der gerad. Aufst. $= A$; Cos.

vom kommenden Logarithmen ziehe 20 ab, der Rest ist der Logarithme der Anzahl Sekunden der jährlichen Veränderung.

Z. B. Algol's jährliche Veränderung in der Abweichung zu finden.

$$\log. Z = 1,7002709$$
$$\log. \sin. E = 9,6000793$$
$$\log. \cos. A = 9,8572400$$
$$21,1575902 - 20 = 14'', 37$$ jährliche Veränderung.

In den Sternverzeichnissen findet man die jährliche Veränderung der geraden Aufsteigung und Abweichung zwar angegeben, allein weil durch sie selbst der Stand der Sterne nach einigen Jahren anders wird, so muß auch die jährliche Veränderung wenigstens alle 10 Jahre auf's Neue berechnet werden.

§. 806. Der Polarstern steht gegenwärtig etwa $1^\circ 39'$ vom Weltpole ab, und wird der jährlichen Veränderung der Abweichung wegen, im Jahr 2105 denselben bis auf $28'$ nahe kommen, sich dann wieder entfernen, und einem andern (γ am Knie des Cepheus) die Ehre, Polarstern zu heißen, überlassen. Ein Kreis, der $23\frac{1}{2}$ Grad vom Pol der Ekliptik absteht, geht durch alle Sterne, die

die nach und nach dem Pole nahe kommen und Polarstern heißen können.

Die Ursache des Zurückgehens der Äquinoctialpuncte liegt in dem Monde und der sphäroidischen Gestalt der Erde, und ist ein Gegenstand der physischen Astronomie, welche ihn glücklich erklärt.

§. 807. Verzeichniß der vornehmsten Fixsterne nach gerader Aufsteigung und Abweichung, nebst jährlicher Veränderung für den 1sten Januar 1820.

Namen oder Buchstaben der Sterne.	Größe.	Gerade Aufsteig. ° ′ ″	Jährl. Veränder. + ″	Abweichung. ° ′ ″	Jährl. Veränder. ″
Algenib im Pegasus	3	0.59.37	46,1	14.10.56.N.	+ 20.
Schedir Cassiop.	3	7.35. 7	49,6	55.22.58. —	+ 19,9
β im Wallfisch	2	8.23. 1	44,9	18.58.32. S.	—19,8
Polarstern	3	14.14. 4	214,7	88.20.56.N.	+ 19,5
Mirach Androm.	2	14.55. 1	49,4	34.39.53.	+ 19,4
Alamak .	2	28.13.15	54,2	41.27.40.	+ 17,1
Menkar Wallfisch	2	43.12.59	46,5	3.22.44.	+ 14,6
Algol Perseus	4	44. 7.12	57,6	40.15.17.	+ 14,4
Algenib .	2	47.52.40	63,0	49.12.44.	+ 13,5
γ Eridan .	2	57.23.19	41,7	14. 1.30. S.	—10,9
Aldebaran Stier .	1	66.23.58	51,4	16. 8.20. N.	+ 7,9
Capella Fuhrmann .	1	75.51. 3	66,1	45.48. 9.	+ 4,6
Rigel Orion	1	76.28.19	43,1	8.25. 1. S.	— 4,8
β Stier	2	78.43.42	56,6	28.26.47.N.	+ 4
Bellatrix Orion .	2	78.52. 6	48	6.10.42.	+ 3,9
δ Orion .	2	80.42. 5	45,8	0.26.20. S.	— 3,3
Beteigeize	1	86.21.24	48,6	7.21.53.N.	+ 1,4

Namen

Namen oder Buchstaben der Sterne.	Größe.	Gerade Aufsteig. ° ′ ″	Jährl Veränder + ″	Abweichung. ° ′ ″	Jährl. Veränder. ″
β gr. Hund	2	93.41.28	39,5	17.52.26. S.	+ 1,2
Sirius großer Hund .	1	99.18.13	39,7	16.27.47.	+ 2
δ gr. Hund	2	105.15.56	36,5	26. 6.49.	+ 5,2
Castor Zwill.	2	110.46.25	57,7	32.16.26.N.	— 7
Procyon kl. Hund .	1	112.28. 5	47,2	5.41.26.	— 6,6
Pollux Zwill.	2	113.34.10	55,2	28.27.10.	— 7,9
Alphrat Schlange	2	139.40.41	43,9	7.52.53. S.	+ 15,2
Regul. Löwe	1	149.41.35	48,1	12.50.37.N.	—17,3
β gr. Bär	2	162,43.28	55,4	57.20.44.	—19,1
Dubhe großer Bär	2	163. 8. 0	57,4	62.43.17.	—19,1
Denebola gr. Löwe	2	174.57.52	45,8	15.34.47.	—19,9
Spica Jungfr.	1	198,55.48	47,1	10.13. 4. S.	+ 19
Arctur Bootes . .	1	211.51.46	41	20. 8.46.N.	—15,1
β Waage .	2	226.49.54	48,1	8.42.37. S.	+ 13,8
Gemma Krone .	2	231.46. 1	38,1	27.19.41.N.	—12,4
α Schlange	2	233.50.57	44,0	6.59.56.	—11,9
Antaras Scorpion	1	244.35.48	54,6	26. 1.18. S.	+ 8,6
β Drache .	2	261.35.29	20,1	52.26.20.N.	— 3,0
α Schlangenträger .	2	261.38.32	41,4	12.42. 6.	— 3
γ Drache .	2	268. 6.22	20,7	51.30.53.	— 0,7
Wega Leier	1	277.42.38	30,4	38.37.18.	+ 2,9
Atair Adler	1	295.29.58	43,9	8.24. 4.	+ 8,9
Deneb Schwan	2	308.49.19	30,5	44.38.32.	+ 12,5
Seheat Wassermann	3	341.16. 9	47,9	16.46.26. S.	—18,9

Namen

Namen oder Buchstaben der Sterne.	Größe.	Gerade Aufsteig. ° ′ ″	Jährl. Ver- änder. + ″	Abweichung. ° ′ ″	Jährl. Ver- änder. ″
Fomahand südl. Fisch	1	341.55.14	50,1	30.34.26.	−18,9
Scheat Pegas.	2	343.45.34	43,0	27. 6.31.N.	+19,2
Markab Peg.	2	343.56.47	44,4	14.14.23.	+19,2
α Andromeda	2	359.46.28	46,1	28. 5.46.	+19,8
β Cassiopeja	2	359.54.17	46,7	58. 9.22.	+19,8

Gesetzt, man wünscht am 1sten Januar 1830 zu wissen, wie groß die gerade Aufsteigung und Abweichung des Sirius sey?

Vorstehende Tafel giebt für 1820 seine gerade Aufsteigung . . . . . . $= 99° \, 18' \, 13''$
für 10 Jahr 10. 39,7 $= 397'' = 6'37'' =$ $6' \, 37''$

gerade Aufsteigung des Sirus 1830 $= 99° \, 24' \, 50''$

Seine südl. Abweichung ist 1820 $= 16° \, 27' \, 47''$
für 10 Jahr 10. $2'' = 20''$ Zunahme $=$ $20''$

Südl. Abweichung des Sirius 1830 $= 16° \, 28' \, 7''$

Für einzelne Wochen eines Jahres läßt sich die Veränderung leicht aus der jährlichen berechnen.

Freunde der Sternkunde, welche die Culmination der Sterne beobachten, um die Zeit der Nacht zu finden, wählen dazu gern die der ersten und zweiten Größe, weil sie stark in's Auge fallen. Daher kann ihnen vorstehende Tafel gute Dienste leisten.

---

§. 808. Strahlenbrechung in der Atmosphäre der Erde.

Alle Lichtstrahlen, welche aus dem Weltall durch den Äther in die viel dichtere Erdatmosphäre kommen, müssen in letzterer eine Brechung erleiden, die derjenigen ähnlich ist, welche bei Luft und Wasser oder Glas statt findet; nur muß sie viel geringer seyn. Die neuern und besten Beobachtungen geben den Satz:

daß

daß sich der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des gebrochenen Winkels (in unserer Atmosphäre) verhalte, wie 3201 : 3200.

Ein senkrecht einfallender Lichtstrahl wird nicht gebrochen, daher haben Sterne im Zenit keine Strahlenbrechung. Bei dem möglichst größten Einfallswinkel, wenn der Stern im Horizont steht, muß die Brechung am größten seyn.

Da nun die Atmosphäre keine gleichförmig dichte Flüssigkeit ist, indem der untere Theil, vom obern gedrückt, viel dichter ist, und die Luftschichten in unendlich vielen Abstufungen von unten nach oben, sowol an Schwere, als an Dichtigkeit abnehmen, so erleidet ein schief darauf fallender Lichtstrahl in jeder Luftschicht eine neue Brechung, und gelangt eigentlich auf einem krummen Wege zur Erde. Indessen ist diese krumme Linie wenig von einer geraden verschieden.

§. 809. Wir sehen also nur die im Zenit befindlichen Himmelskörper an ihrem wahren Orte, in allen andern Puncten des Himmels um die Wirkung der Strahlenbrechung höher in dem durch sie gezogenen Scheitelkreis. Sie gehen daher früher auf und später unter; auch ist die wohlthätige Dämmerung eine Folge der Strahlenbrechung.

§. 810. Wenn die Polhöhe eines Orts genau bekannt ist, so läßt sich die Höhe eines Sterns für eine gegebene Zeit genau berechnen. Mißt man nun im berechneten Augenblick die Höhe desselben, so findet man die Größe der Strahlenbrechung für diese Höhe, wenn man die berechnete Höhe von der gemessenen (scheinbaren) abzieht, welche letztere allemal größer ist, als die berechnete oder wahre.

Die größte Strahlenbrechung im Horizont beträgt 33′, woraus man die Strahlenbrechung für jede Höhe findet:

Formel: $\text{Cos. } 6 \,.\, 33' \,.\, \text{Sin. } Z = \text{Sin } w$; wobei $Z =$ Zenitabstand und $w =$ einem Hülfswinkel.

$$\frac{Z - w}{6} = \text{Strahlenbrechung für jede Höhe.}$$

Z. B.

Z. B. Man sucht die Strahlenbrechung für die Höhe 31° (oder den Zenitabstand = Z = 59°).

log. Cos. 6 . 33′ = 3° 18′ = 9.9992793
log. Sin. Scheitelabstand
= 59° = Z = 9.9330656

log. Sin. w, Hülfswinkel = 9,9323449 = 58° 50′ 32″,1
von 59°
— 9′ 27″,9
6 :)
Mittlere Strahlenbrechung = 1′ 34″,6

Nach dieser Formel ist die erste Hälfte der Tafel VII. berechnet.

§. 811. Die Strahlenbrechung ist nicht immer gleich, woran theils chimische Mischungen, größere Elasticität der Luft, theils vermehrte Wärme schuld sind. Man muß daher zugleich auf den Stand des Thermometers und Barometers bei Beobachtungen Rücksicht nehmen, und eine Verbesserung anbringen, welche der zweite Theil der Tafel VI. angiebt. Die mittlere Strahlenbrechung findet bei einem Barometerstand von 27 Zoll 9,3 Linien, und Thermometerstand + 8 nach Reaumür statt. Zeigen nun Barometer und Thermometer auf andere Puncte, so sucht man sie in der Tafel auf (oder nimmt die ihnen am nächsten kommenden) und multiplicirt mit dem dabei stehenden Decimalbruch die mittlere Strahlenbrechung; das Product ist die wahre Strahlenbrechung, welche allemal von einer gemessenen scheinbaren Höhe eines Himmelskörpers abgezogen werden muß.

Z. B. Man habe bei einem Thermometerstand = + 15°, und Barometerstand = 27 Zoll 4 Linien eine Höhe der Sonne = 31° gemessen, so giebt die Tafel VI. dazu mittlere Strahlenbrechung . . = 1′ 34″, 6
die zweite Hälfte enthält für den Barometerstand 27. 4, und Thermometerstand = + 15 den Decimalbruch 0,946, welcher mit 1′ 34″,6 = 94″,6 multiplicirt, die wahre . . . = 1′ 29″, 5
giebt, die, von 31° Höhe abgezogen, = 30° 58′ 30″, 5
wahre Höhe der Sonne übrig läßt.

§. 812.

§. 812. Die Vergrößerung des halben Tagbogens eines Himmelskörpers durch die Strahlenbrechung giebt die

Formel: $\frac{\text{Sin. P}}{\text{Cos. a}} = \text{Sin. x}$; und $\frac{33' (= 1980'')}{\text{Cos. x . Cos. a . 15}}$; der Quotient giebt Sekunden.

(wobei P = Polhöhe; a = Abweichung; x = einem Hülfswinkel; 33′ oder 1980″ die horizontale Strahlenbrechung bedeutet.)

Z. B. Wie viel wird der halbe Tagbogen der Sonne am 21sten Junius, da ihre Abweichung = 23° 27′ 52″ ist, unter der Polhöhe 52° 32′ durch die Strahlenbrechung vergrößert?

$$
\begin{array}{rl}
\text{log. Sin. } 52^\circ\, 32' & = 9{,}8996604 + 10 \\
\text{log. Cos. } 23^\circ\, 27'\, 52'' & = 9{,}9625076 \\
\hline
\text{log. Sin. x} & = 9{,}9371528 = 59^\circ\, 55', \\
\text{dessen Cosin.} & = 9{,}7000622 \\
\text{log. Cos. a} & = 9{,}9625076 \\
\text{log. Cos. 15} & = 1{,}1760913 \\
\hline
 & 0{,}8386611 \\
\text{diesen Logar. abgez. vom log. 1980} & = 3{,}2966652 \\
\hline
 & 2{,}4580041 = 287''
\end{array}
$$

Also Verlängerung des halben Tagbogens = 4′ 47″.

§. 813. Die Veränderung der Morgen- und Abendweite durch die Strahlenbrechung giebt in Sekunden die

Formel: $\frac{\text{Sin. P}}{\text{Cos. a}} = \text{Sin. x}$; und $\frac{1980'' . \text{Sin. P}}{\text{Cos. x . Cos. a}}$ = Verl. der Morgen- und Abendweite,

wobei P = Polhöhe; a = Abweichung; x = Hülfswinkel.

Wenn a nördlich ist, so wird die Abend- und Morgenweite größer, und wenn sie südlich, geringer.

---

§. 814. Von der Parallaxe (Nebensicht).

Wird ein freistehender Körper a Fig. 272. aus zwei verschiedenen Orten c und n betrachtet, so scheint er von c aus in m, von n aus betrachtet in h zu seyn. Der Unterschied der scheinbaren Orte hm, oder der Winkel can = ham heißt die Parallaxe von a.

Wenn c der Mittelpunct der Erde, n ein Punct auf ihrer Oberfläche; a der Mond, und HJ das scheinbare Himmelsgewölbe, so ist der Bogen hm, oder < ham = can, unter welchem der Halbmesser der Erde vom Monde aus erscheint, die Parallaxe desselben.

Es befinde sich ein Himmelskörper a Fig. 273. im scheinbaren Horizont des Ortes n, so erscheint er um die Wirkung der Parallaxe niedriger, als aus dem Mittelpunct der Erde. Der Unterschied ist hm; in m ist sein wahrer Ort, der bei allen Berechnungen zum Grunde liegt; in h sein scheinbarer. Der Winkel nac ist die horizontale Parallaxe des Himmelskörpers.

Befindet sich hingegen derselbe in b, in der Höhe hnh, so ist < nbc seine Höhenparallaxe. Im Zenit Z fällt die Gesichtslinie durch cnaz, folglich verschwindet die Parallaxe ganz.

§. 815. Der leichteste Fall, die Parallaxe eines Himmelskörpers zu finden, ist, wenn derselbe von zwei Beobachtern in n und d zu gleicher Zeit beobachtet wird, der Unterschied der scheinbaren Örter, hm, ist seine horizontale Parallaxe. Dann ist im △ cna bei n der rechte Winkel, cn der Halbmesser der Erde, und < a bekannt. Folglich ergiebt sich sein Abstand vom Mittelpunct der Erde durch

Sin. a : cn = Sin. tot. : ac = dem Abstand von der Erde,

ac : Sin. tot. = cn : Sin. a = der horizontalen Parallaxe.

Folglich ergiebt sich aus dem Abstande eines Himmelskörpers seine Parallaxe.

§. 816. Multiplicirt man den Cosinus der scheinbaren Höhe = H mit der in Sekunden ausgedrückten horizonzontalen Parallaxe = P, so giebt das Product die Höhenparallaxe.

Formel: Cos. H . P = Höhenparallaxe.

Die Größe der Parallaxe hängt von der Entfernung ab; und verschwindet, wenn diese unendlich ist. Aus vielfachen Untersuchungen über die horizontale Parallaxe der Himmelskörper fand man die des Mondes 60′ (in seiner mittlern Entfernung); die der Sonne = 8″ 5.

Die Höhenparallaxe des Mondes für die Höhe = 30° zu finden.

Hier ist $H = 30°$; $P = 60'$ oder $3600''$

$$\begin{array}{rl} \log.\ 3600 & = 3{,}5563025 \\ \log.\ \text{Cos.}\ 30° & = 9{,}9375306 \\ \hline & 3{,}4938331 = 3117'',7 \end{array}$$

Höhenparallaxe = 52′ 17″, 7.

§. 817. Die Entfernung des Mondes aus seiner horizontalen Parallaxe zu finden.

Formel: $\frac{R}{\text{Sin. P}}$ = Entfernung des Mondes von der Erde.

$$\begin{array}{rl} \log.\ R\ (= 859{,}5\ \text{Meil.}) & = 2{,}9342459 + 10 \\ \log.\ \text{Sin.}\ P = 1° & = 8{,}2418553 \\ \hline \log.\ \text{des Abstandes} & = 4{,}6923906 = 49249\ \text{Meilen.} \end{array}$$

Anmerk. Der Mond wird wegen seiner starken Parallaxe etwa um 1° niedriger im Horizont, und wegen der Strahlenbrechung um 33′ höher, folglich im Ganzen um etwa 27′ niedriger gesehen, wodurch sein halber Tagbogen verkürzt wird, welches bei keinem andern Himmelskörper der Fall ist, weil die Parallaxe der andern nur wenige Sekunden, und die Strahlenbrechung bei allen gleich viel beträgt.

§. 818. Den Abstand der Sonne aus ihrer horizontalen Parallaxe zu finden.

Formel: $\frac{R}{\text{Sin. P}}$ = Abstand der Sonne.

log. 859,5 = R = 2,9342459 + 10
log. Sin. 8″,5 = P = 5,6149938

log. des Abstandes = 7,3192521 = 20857000 Meilen.

Der Radius der Erde von 859½ Meile ist der kleinste brauchbare Maaßstab, die Entfernungen nicht sehr entfernter Himmelskörper zu finden. Bei größeren Messungen legen die Astronomen ein Stück, oder den ganzen Durchmesser der Erdbahn = 41714000 Meilen zum Grunde.

§. 819. Aus der Höhenparallaxe und der scheinbaren Höhe den Abstand eines Himmelskörpers zu finden.

Formel: Sin. p. : Cos. H = R : Abstand des Himmelskörpers.

(wobei p = Höhenparallaxe; H = scheinbare Höhe; R = Radius der Erde).

§. 820. Die Entfernung der Fixsterne aus ihrer jährlichen Parallaxe zu finden.

Die Astronomen beobachten die Fixsterne zu verschiedenen Jahrszeiten, und finden (jedoch nicht übereinstimmig) die Größe der jährlichen Parallaxe der nächsten kaum einige Sekunden, wobei ihre Standlinie = R = dem Erdbahnhalbmesser = 20857000 Meilen, dessen Logarithmen wir §. 818. fanden = 7,3192521.

Formel: $\frac{\text{R . Sin. tot.}}{\text{Sin. P}}$; wobei P = der jährlichen Parallaxe.

Z. B. die Parallaxe des Procyon = 3″; wie groß ist sein Abstand?

log. R = 7,3192521 + 10
— log. P = 3″ = 5,1626961

12,1565560 = 1 Billion 434000 Millionen Meilen.

II. Copernikus' Lehre
oder
das wahre Verhältniß der Erde zur Welt.

§. 821. Lange hatten die Menschen den prächtig gestirnten Himmel betrachtet, und die scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper berechnet, ohne vom wahren Verhältniß der Erde zur Sonne einen richtigen Begriff zu haben. Der Schein siegte. Ihm zufolge hielt man die Erde für das Centrum der Welt, für unbeweglich, und das Hauptwerk des Schöpfers; die Sonne, Planeten und Fixsterne für ein der Erde nothwendiges Bedürfniß; vom sogenannten Himmel hat man zum Theil noch jetzt sehr kindische Begriffe.

Im scheinbaren Laufe des Mondes und der Sonne finden alle Völker der Erde so viel Regelmäßiges, daß sie dieselben als Zeitmesser anerkennen müssen. Aber der unregelmäßig scheinende Lauf einiger sehr auffallenden Sterne, als der des Merkur, der Venus, des Mars, Jupiter und Saturn, ist und war eine unauflösliche Aufgabe für Alle, die sich vom sinnlichen Schein nicht losmachen können. Copernikus machte seinen Namen unsterblich, indem er das Verhältniß der Erde zum Sonnensystem entwickelte, und alle Erscheinungen im Laufe der Planeten Merkur, Venus rc. auf's Einfachste, Natürlichste und Bestimmteste erklärte. Obgleich religiöser Wahn seiner Lehre entgegen arbeitete, so drang dennoch die Wahrheit derselben unbezwingbar durch, und Männer, wie Kepler und Newton, bewiesen sie mit mathematischer Strenge.

§. 822. Nach Copernikus' Lehre sind alle Sterne, mit Ausnahme einiger, die man Planeten oder Wandelsterne nennt, Sonnen, behalten gegen einander eine gleiche Stellung, und schweben frei im unendlichen Raume in unabsehbarer Menge. Unsre Sonne ist eine von jener Menge. Wegen ihrer größern Nähe erscheint sie größer und glänzender, als die andern Sonnen oder Fixsterne, und nimmt den Mittelpunct aller Planetenbahnen ein. Die Planeten sind dunkle Körper, gleich unserer Erde, empfangen ihr Licht von der Sonne, und bewegen sich in kreisförmigen Bahnen, und verschiedenen Abständen und Zeiten um die veststehende Sonne in folgender Ordnung: Merkur, Venus, Erde mit dem Monde, Mars, Jupiter, Saturn.

Auf diese Weise versetzte Copernikus die Erde selbst unter die Sterne. Sie blieb nicht mehr Hauptzweck des Weltschöpfers, sondern trat in die Reihe einer untergeordneten Klasse der himmlischen Körper, der Planeten, und mußte der Sonne die Würde überlassen, die man ihr so lange erhalten hatte. Ob die Erde den neuen niedern Rang verdiene, wird man aber erst dann richtig beurtheilen, wenn man sich mit dem Sonnensystem etwas näher bekannt gemacht hat.

§. 823. Die unnatürliche tägliche Umwälzung des Himmels mit allen großen und herrlichen Weltkörpern um die kleine Erde, welche vorher angenommen werden mußte, um die Erscheinung eines Tages zu erklären, verwandelte Copernikus in eine einmalige Umwälzung der Erde um ihre Axe von Abend gegen Morgen, wodurch für ihre Bewohner nothwendig der sinnliche Schein entstehen muß, als drehe sich der Himmel vom Morgen zum Abend täglich einmal um die Erde.

Weil man auf der Oberfläche einer Kugel allenthalben oben steht, und die verlängerte Richtung nach dem Mittelpunct der Erde unten heißt; weil wir durch die Gesetze der Schwere an den Erdkörper unauflöslich gekettet sind, und bei dem täglichen Umschwunge desselben unsre Atmosphäre, als ein dünnes Gewand, mitnehmen: so ist begreiflich, daß wir von der Axendrehung unsers Wohnplatzes weder etwas gewahr werden, noch von demselben abfallen können, wie die Einfalt, die mit den Begriffen von unten und oben noch nicht auf dem Reinen ist, gemeiniglich glaubt.

§. 824. Ein Jahr ist der einmalige Umlauf der Erde um die Sonne, während sie sich, gleich einer fortrollenden Kugel, $365\frac{1}{4}$ mal um ihre Axe wälzt. Sie beschreibt in dieser Zeit einen Kreis (eigentlich eine Ellipse), dessen Radius ihr Abstand von der Sonne ist, und der die Erdbahn heißt. Da es nun scheint, als bewege sich

die

die Sonne in dem der Erde gegenüberstehenden Theil der Erdbahn, so nennt man sie auch **Sonnenbahn** oder **Ekliptik**. Steht für uns z. B. die Sonne im ♈, so sieht man von ihr aus die Erde in ♎, also in einem 180° entfernten Puncte.

§. 825. **Den Wechsel der Jahreszeiten** erklärt **Copernikus** dadurch, daß die Erdaxe bei ihrer täglichen und jährlichen Bewegung stets eine unverrückte schräge Lage gegen die Erdbahn von 66½ Grad behalte, und daher im Sommer der Nordpol und im Winter der Südpol beständig die Sonne sehen müsse.

§. 826. **Der unordentlich erscheinende Lauf der Planeten, ihr Vor- und Rückwärtsgehen und Stillstehen im Thierkreise, ihre sichelähnliche Erleuchtung, so wie ihre bald größer, bald kleiner scheinenden Durchmesser** — alles dies ist begreiflich, wenn man bedenkt, daß wir die Planeten nicht aus der Sonne, dem Mittelpunct ihrer Bahnen, sondern aus der Erde, die, wie jene, täglich ihren Platz im Weltraum verändert, betrachten, wodurch wir bald diesem, bald jenem viel näher kommen, wobei die untern Planeten wegen ihres schnellern Laufs der Erde voreilen, diese hingegen den obern wieder zuvorkommt, und ein scheinbares Zurückgehen der letztern bewirkt. — Aus Fig. 274. wird dies noch deutlicher.

Es sey in S die Sonne. Zunächst um sie bewege sich Merkur, dann Venus, und darauf die Erde. Letztere befindet sich am 21sten Junius in ♑; Merkur in w; so hat er von der Erde aus gesehen seinen weitesten Abstand von der Sonne. Der Winkel S♑w beträgt nur 28° und heißt seine **größte westliche Ausweichung** von der Sonne. Er kann uns in dieser Stellung nur etwa die Hälfte seiner von der Sonne erleuchteten Seite zeigen. Je näher er nach n rückt, je näher kommt er der Erde, und je weniger sehen wir von der erleuchteten Seite. In n steht er vor der Sonne, culminirt mit ihr zugleich und kann nicht sichtbar seyn. Nach ungefähr 16 Tagen steht er in o, hat dort seine größte **östliche Ausweichung** und ist in der Morgendämmerung sichtbar. Von w durch n nach o ist seine scheinbare Bewegung **rückgängig**.

(Die ganze Bahn des Merkur wird demnach von der Erde aus unter einem Winkel von $2 . 28° = 56°$ gesehen.)

Dieselbe Erscheinung giebt die Venus. Ihre größte westliche Ausweichung ist in a, ihre östliche in b; der $< S \mathfrak{Z} a$ beträgt 48°, und ihre ganze Bahn muß unter einem Winkel von 96° erscheinen. Sie kann daher, wie Merkur, nur des Abends oder Morgens, niemals um Mitternacht, oder nach M hin gesehen werden. Steht die Venus in a, so ist ihre erleuchtete Seite nur zum Theil von uns zu sehen, in v gar nicht, wo sie uns am nächsten ist; in y sehen wir sie wieder sichelförmig erleuchtet, und in p ganz, wo sie hinter der Sonne steht, und wegen ihrer großen Entfernung nur klein erscheint.

Die scheinbaren Durchmesser der Planeten nehmen zu oder ab, je näher oder entfernter sie sind. Die Pfeile zeigen die gemeinschaftliche Richtung; die tägliche Umwälzung geschieht nach eben derselben Richtung ihres Laufs; folglich sehen wir die Puncte b und o früher, als die Sonne; aber w und a nach derselben.

Die rechtläufige Bewegung, worin die Planeten nach der Ordnung der himmlischen Zeichen fortrücken, findet beim Merkur in dem Theil seiner Bahn, der zwischen o, f und w liegt; bei der Venus von b nach p und a statt. In w, o, a und b stehen diese Planeten scheinbar still, weil sie sich entweder gerade nach der Erde zu, oder von ihr weg bewegen, und man sie eine Weile in einerlei Gesichtslinie sieht. Ihre Bewegung wird in n und f, v und p scheinbar am schnellsten seyn.

Rückt nun auch die Erde in ihrer Bahn, z. B. von $\mathfrak{Z}$ nach Z in eben der Zeit fort, in welcher Merkur von w nach o, und Venus von a nach y gehen, so werden die Puncte b und o dahin treffen, wo die Pfeile stehen.

§. 827. Man stelle sich vor, die Bahn des Merkur sey die Erdbahn, die Bahnen der Venus und Erde mögen aber die der obern Planeten Mars und Jupiter vorstellen, so lassen sich alle Erscheinungen, die bei dem verschiedenen Stande dieser Himmelskörper eintreten können, auf eben diese Weise beurtheilen. Befindet sich z. B. die Erde in n, so können Mars und Jupiter in v und $\mathfrak{Z}$, also zur Mitterternachtsstunde, im Meridian erscheinen; und weil die Erde schneller läuft, als die obern Planeten, so kann sie nach 2 Monaten schon in o seyn, während Jupiter erst in x ist, und deshalb rückwärts zu gehen scheint, weil die Gesichtslinie von der Erde nach ihm den Punct N am Firmament trifft, der weiter rückwärts liegt, als M, wo er vor 2 Monaten war.

§. 828. Die Bahnen der Planeten sind zwar keine Kreise, sondern Ellipsen; allein weil ihre Abweichung vom Kreise bei den meisten nur gering ist, so kann man sie sich zu desto leichterer Zeichnung in einer Figur als Kreise vorzustellen, deren Mittelpuncte nicht genau in der Sonne zusammentreffen, als excentrische Kreise. Derjenige Punct, welcher dann am weitesten von der Sonne absteht, heißt das Aphelium (Sonnenferne); der ihm entgegengesetzte Punct, welcher der Sonne am nächsten liegt, heißt das Perihelium (Sonnennähe); beide Puncte sind etwas veränderlich. Der Abstand des Kreismittelpuncts von der Sonne ist die Eccentricität (in der Ellipse der Abstand des Brennpuncts vom Mittelpunct derselben). Weiß man die Zeit des ganzen Umlaufs, und den Punct des Apheliums, so läßt sich der wahre Ort eines Planeten, an welchem er von der Sonne aus erscheint, oder seine heliocentrische Länge, für jede folgende Zeit bestimmen. Von der Erde aus betrachtet erscheint der Planet an einem andern, dem geocentrischen Orte, dessen Abstand von 0° ♈ seine geocentrische Länge heißt.

Weil die Planetenbahnen nicht genau in einerlei Ebene mit der Erdbahn liegen, sondern kleine Winkel mit derselben machen, so liegt die Hälfte einer jeden über, und die andere Hälfte unter der Ekliptik oder Erdbahn. Die Durchschnittspuncte heißen Knoten; und werden mit den Zeichen ☊ und ☋ (aufsteigender und niedersteigender Knoten) bemerkt. Auch die Knoten sind veränderlich. Ist ein Planet in einem seiner Knoten, so hat er keine Breite; in jedem andern Puncte seiner Bahn hat er eine Breite, welche, von der Sonne aus betrachtet, heliocentrisch; und von der Erde aus gesehen, geocentrisch heißt.

Die

Die Astronomen haben die heliocentrischen Örter der Planeten auf viele Jahre voraus berechnet und in Tafeln gebracht, die man Planetentafeln nennt. Ihre Berechnung gründet sich auf das copernikanische System, und stimmt so vortrefflich mit der Beobachtung, daß diese Übereinstimmung allein schon der schönste Beweis für die Wahrheit desselben ist.

§. 829. Diejenigen Stücke, die zur vollständigen Darstellung einer Planetenbahn gehören, nennt man Elemente, und sie sind folgende:

1) die Umlaufszeit;
2) die Länge für eine bestimmte Zeit;
3) der Punct der Sonnenferne und seine Bewegung;
4) der Abstand von der Sonne;
5) die Eccentricität;
6) die Neigung der Bahn gegen die Erdbahn;
7) die Knoten und deren Bewegung.

§. 830. Man unterscheidet den tropischen Umlauf (nach dessen Vollendung ein Planet, von der Sonne aus gesehen, wieder dieselbe Länge hat, und der bei Planetentafeln zum Grunde gelegt wird), und den siderischen Umlauf, nach welchem ein Planet wieder bei einem und demselben Fixstern erscheint. Dieser letztere Umlauf dauert etwas länger, weil die Länge der Fixsterne unterdessen zugenommen hat. Ein synodischer Umlauf aber ist die Zeit, welche ein Planet anwendet, um mit der Erde und Sonne wieder in eine Linie zu kommen. Er wird um so länger dauren, je weniger die Umlaufszeiten der beiden Planeten von einander verschieden sind, denn sie rollen dann geraume Zeit neben einander her, ehe der schnellere dem langsamern einen Vorsprung abgewinnt, und ihn endlich wieder einholt.

Den tropischen und siderischen Umlauf findet man aus Beobachtungen; den synodischen Umlauf durch die Regel:

der Unterschied der Bewegung der Erde und des Planeten in einer gewissen Zeit,

z. B.

z. B. in 100 Jahren, verhält sich zu eben dieser Zeitdauer, wie 360° zum synodischen Umlauf.

Z. B. In wie langer Zeit wird Jupiter mit der Erde und Sonne in eine Linie kommen, wenn die Säkularbewegung

der Erde	= 100 Uml.	0 Zeich.	0 Gr.	46 M.
des Jupiter	= 8	5	6	17′30″ ist?
Unterschied	91	6 Z	24°	28′30″, in

Graden $3444\frac{1}{2}°$ beinahe.

Proportion $3444\frac{1}{2}°$: 100 Jahren = 360° : 1 Jahr, 33 Tage, 14 St.

§. 831. Die Erscheinung des Gegenscheins (wo Sonne, Erde und Planet in einer geraden Linie stehen) wird von den Sternkundigen genau beobachtet, um daraus den Unterschied in der Säkularbewegung, die genauere Umlaufszeit, und aus letzterer wieder den Abstand des Planeten von der Sonne zu berechnen; denn aus der Umkehrung der Proportion im vorigen §. findet sich jener Unterschied der Säkularbewegung.

Vergleiche hiemit und mit dem Folgenden §. 708 bis 710.

§. 832. In der folgenden Tafel sind die Elemente aller bis jetzt bekannten 11 Hauptplaneten für den 1sten Januar 1820 Berliner Meridian enthalten, wornach sich ein Sonnensystem zeichnen, und so manche Aufgabe mechanisch lösen läßt (ein Geschäft, das Freunden der Sternkunde recht sehr zu empfehlen ist).

Sonnen-

	Sonnenferne.	Jährliche Beweg.	Eccentricität; den Abstand der Sonne v. d. Erde = 100000	Abstand der Planeten von der Sonne, den der Erde = 100000 = halben großen Axe.			Ort des aufsteigenden Knotens.	Jährliche Beweg.
	Z. G. M. Sek.	Sek.		kleinster,	mittlerer,	größter,	Z. G. M. Sek.	Sek.
Merkur	8 14 40 41	56,2	7959	30751	38751	46669	1 16 11 57	43,3
Venus	10 8 53 13	48,6	498	71835	72333	72831	2 15 2 59	31,0
Erde	9 9 50 4	62,1	1681	98319	100000	101681		
Mars	5 2 46 44	67	14204	138165	152369	166573	1 18 10 58	28
Vesta	2 9 50 32		20137	215377	235514	255651	3 13 18 28	
Juno	7 23 14 54		68197	198722	266919	335115	5 21 9 59	
Ceres	10 26 41 47		21682	255059	276741	298423	2 20 58 30	
Pallas	10 1 3 11		67845	209052	276897	344742	5 22 28 57	
Jupiter	6 11 28 12	56,7	25013	495266	520279	545292	3 8 36 37	35,7
Saturn	8 29 27 19	66,1	53640	900432	954072	1007712	3 22 8 17	33,3
Uranus	11 17 39 18	52,8	89556	1828806	1918362	2007918	2 12 56 28	15,7

Tro=

	Tropischer Umlauf.					Siderischer Umlauf.					Mittl. synodischer Umlauf d. Jahr = 365¼ Tag.			Heliocentrische Länge 1sten Jan. 1820.				Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik.		
	Jahr.	T.	St.	M.	S.	Jahr.	T.	St.	M.	S.	J.	T.	St.	Zeich.	Gr.	M.	Sek.	Gr.	M.	Sek.
Merkur	—	87	23	14	33	—	87	23	15	44		115	21	4	23	37		7	0	0
Venus	—	224	16	41	27	—	224	16	49	11	1	218	16	10	28	39		3	23	35
Erde	—	365	5	48	48	—	365	6	9	12	—	—	—	3	10	1	32	—	—	—
Mars	1	321	16	18	27	1	321	17	30	36	2	49	22	3	18	55		1	51	3
Vesta	3	224	9	15	47	3	224	13	41	17	1	139	19	0	8	—		7	8	11
Juno	4	131	10	30	21	4	131	16	57	51	1	108	17	4	4	—		13	4	0
Ceres	4	220	5	52	6	4	220	13	3	39	1	101	9	3	29	9		10	37	35
Pallas	4	221	15	35	51	4	221	22	47	44	1	101	6	3	18			34	37	41
Jupiter	11	312	20	39	2	11	314	20	26	31	1	33	13	10	25	28		1	19	2
Saturn	29	154	13	16	15	29	166	19	51	11	1	12	20	0	0	47		2	29	55
Uranus	83	274	8	38	—	84	8	18	14	—	1	4	10	8	24	52		0	46	16

Jahr=

	Jährl. tropische Bewegung zu 365 Tagen.				Säkularbewegung, tropische.				Mittlere tägliche tropische Bewegung.			24stündliche Bewegung: im Perihelio.			im Aphelio.		
Merkur	49 Z.	23°	43′	3″	415 Uml.	2 Z.	14°	4′	4°	5′	32″,6	6°	20′	47″	2°	45′	19″
Venus	19	14	47	30	162	6	19	12	1	36	7,8	1	37	27	1	34	49
Erde	11	29	45	40	100	0	0	46	0	59	8,3	1	1	10	0	57	11
Mars	6	11	17	10	53	2	1	42	0	31	26,6	0	38	4	0	26	12
Vesta	3	9	32	3	27	8	7	4	0	16	21,7	0	19	30	0	13	50
Juno	2	22	30	54	22	11	7	9	0	13	33,8	0	23	40	0	8	19
Ceres	2	18	9	23	21	8	21	—	0	12	50,8	0	15	5	0	11	1
Pallas	2	18	5	28	21	8	14	28	0	12	50,2	0	21	50	0	8	2
Jupiter	1	0	20	32	8	5	6	18	0	4	59,3	0	5	31	0	4	33
Saturn	0	12	13	37	3	4	23	32	0	2	0,6	0	2	16	0	1	48
Uranus	0	4	17	44	1	2	9	51	0	0	42,4	0	0	46	0	0	38

§. 833.

§. 833. Beim Anfertigen eines Sonnensystems verfahre man also: Auf einem großen Bogen ziehe man aus einem Puncte S, welcher die Sonne vorstellt, einen Kreis so groß, als es der Raum verstattet, und theile denselben in 12 Zeichen, jedes in 30° und kleinere Theile. Dieser Kreis stellt die Ekliptik vor. Um nun die Bahn eines Planeten, z. B. des Merkur, ziehen zu können, lege man ein Lineal an S und den Punct seiner Sonnenferne = 8 Z. 14° 41′ in der Ekliptik, und ziehe mit Bleistift von S aus eine Linie, auf welche die Eccentricität = 7959 nach einem beliebigen Maaßstabe getragen wird. (Man wählt, wo möglich, einen solchen Maaßstab, nach welchem auch die Bahn des Uranus mit auf die Zeichnung zu bringen ist; schneidet man von den in der Tafel angesetzten Zahlen rechts zwei Zahlzeichen ab, so können alle Planetenbahnen nach einem gewöhnlichen tausendtheiligen Maaßstabe verzeichnet werden.) Aus dem gefundenen Punct ziehe mit dem Radius = dem mittlern Abstande von der Sonne = 38710 einen Kreis, welcher die Bahn des Merkur seyn wird. Der Sonnenferne gegenüber liegt die Sonnennähe. Die Knoten liegen einander ebenfalls gegenüber, und ein Lineal an S und 1 Z. 16° 11′ 57″ in der Ekliptik gelegt, durchschneidet die Merkurbahn im aufsteigenden Knoten, und rückwärts im niedersteigenden.

Völlig eben so zeichnet man nach Angabe der Tafel die Bahnen der andern Planeten.

Weiß man nun für eine gewisse Zeit den heliocentrischen Ort eines Planeten und der Erde, so lege man abermals ein Lineal an S und den Punct der heliocentrischen Länge in der Ekliptik, und bezeichne den Punct, wo es die Planetenbahn durchschneidet, mit einem verwischlichen Strich. Auf diese Weise sind die Puncte, in denen sich Planet und Erde befinden, im richtigen Verhältniß, und man kann ihre Entfernung mit Zirkel und Maaßstab mechanisch finden. Will man sie in Meilen haben, so setze man auf

100000 (oder 1000) : $20\frac{1}{2}$ Million Meilen = wie der mit dem Zirkel gefundene Abstand : gesuchten in Millionen Meilen. Oder man mache sich einen Maaßstab, auf welchem der Radius der Erdbahn in Meilen abgetheilt ist, worauf die Abstände der

Pla-

Planeten in ihren sehr verschiedenen Stellungen leicht gemessen werden können.

Auch läßt sich beurtheilen, an welchem Ort in der Ekliptik ein Planet, von der Erde aus betrachtet, erscheinen wird. Allein dabei ist zu bedenken, daß der Kreis, welcher die Ekliptik vorstellen soll, eigentlich unendlich groß gegen die Erdbahn, oder letztere gegen erstere als ein Punct gedacht werden muß, woraus dann folgt, daß parallele Linien von der Sonne und Erde nach der Ekliptik gezogen genau einerlei Punct treffen.

§. 834. Der elliptische Lauf der Planeten um die Sonne.

Es befinde sich die Sonne im Brennpunct S der Ellipse AePd Fig. 275., so ist A das Aphelium oder die Sonnenferne, P das Periphelium oder die Sonnennähe, AP große Axe oder Absidenlinie, C das Centrum, de die kleine Axe.

Wenn der Planet sich in o befindet, so ist Ao der Abstand desselben vom Aphelio; der Winkel ASo heißt die wahre Anomalie; die eccentrische Anomalie ist der Winkel Acu; der Punct u liegt da, wo eine Ordinate ro verlängert den mit CA beschriebenen Kreis AuPa in u treffen wird.

Bewegte sich der Planet in diesem Kreise, so würde er in gleichen Zeiten gleichviel Grade zurücklegen, und z. B. nach dem 6ten Theil seiner Umlaufszeit 60° von A abstehen und in x seyn. Der Abstand Ax heißt die mittlere Anomalie, welche in dieser östlichen Hälfte der Ellipse stets größer, als die wahre seyn wird, indem sich der Planet zwischen A und o langsamer, als zwischen eP und Pa bewegt. Hingegen wird auf der andern Seite von P nach a bis A die wahre Anomalie größer seyn, als die mittlere. In A, wo sich der Planet am langsamsten, und in P, wo er sich am schnellsten bewegt, werden beide Anomalien zusammentreffen. Der Unterschied zwischen der wahren und mittleren Anomalie oder zwischen den Winkeln ASo und ASx heißt die Mittelpunctsgleichung.

§. 835. Sobald man diesen Unterschied weiß, so läßt sich die Länge des Planeten in der Ellipse, oder der

Winkel

Winkel ASo bestimmen. Dieser Unterschied müßte vom mittlern Orte abgezogen werden, so lange sich der Planet zwischen A oder Null Grad und 180° befindet, und dazu addirt werden, wenn er von P nach d und A läuft.

Bode giebt in seinen Erläuterungen folgende Regel, die wahre Anomalie und Mittelpunctsgleichung zu finden:

$$SA : SP = \text{Tang.}\ \tfrac{1}{2}\ ASx : \text{Tang.}\ \tfrac{1}{2}\ ASo.$$

d. h. der Abstand der Sonnenferne verhält sich zum Abstand der Sonnenhöhe, wie die Tangente der halben mittlern Anomalie zur Tangente der halben wahren Anomalie.

Z. B. die Mittelpunctsgleichung der Venus zu finden, wenn ihre mittlere Anomalie 60° ist.

Nach §. 832 ist $AS = 72831$; $SP = 71835$.

$$72831 : 71835 = \text{Tang.}\ 30° : \text{Tang.}\ \tfrac{1}{2}\ ASo.$$

$$\begin{array}{rl} \log.\ \text{Tang.}\ 30° & = 9.7614394 \\ \log.\ 71835 & = \underline{4.8563361} \\ & \ 14.6177755 \\ \log.\ 72831 & = \underline{4.8623163} \\ \log.\ \text{Tang.}\ \tfrac{1}{2}\ ASo & = 9.7554592 = 29°\ 39'\ 38'' \\ & \ \underline{}\ (.2 \end{array}$$

Wahre Anomalie $= 59°\ 19'\ 16''$
von der mittlern $= \underline{60°}$ abgezogen

giebt die Mittelpunctsgleichung $= -\ 40'\ 44''$.

Allein dies leichte Formular ist nur bei den Planeten sicher anzuwenden, deren Eccentricität gering ist.

Setzt man die wahre Anomalie voraus, so erhält man die mittlere durch folgende Formel:

1) $\sqrt{(SP)} : \sqrt{(SA)} = \text{Tang.}\ \tfrac{1}{2}\ ASo : \text{Tang.}\ \tfrac{1}{2}\ ACu.$

2) $\dfrac{206265''\ .\ CS}{CP} .\ \text{Sin.}\ ACu = y$; und $y + ACu = < ASx.$

Der Unterschied der mittlern und wahren ist die Mittelpunctsgleichung.

Anmerk. Die Zahl 206265 ist der in Bogentheilen ausgedrückte Halbmesser eines Kreises; denn derselbe $= 57°\ 17'\ 45'' = 206265''$.

§. 836. Wenn man aus dem Punct S mit einem Radius, welcher die mittlere Proportionallinie zwischen der halben großen und halben kleinen Axe ist, einen Kreis zieht, so durchschneidet dieser die Ellipse da in i und l, wo die größte Mittelpunctsgleichung statt findet, und die wahre Geschwindigkeit der mittlern gleich ist.

§. 837. Den jedesmaligen Abstand eines Planeten von der Sonne oder den Radius vector So giebt die Formel:

> der Sinus ASo (wahren Anomalie) verhält sich zum Sinus ACu (eccentrischen Anomalie), wie die halbe kleine Axe (die halbe große Axe = 100000), zum Radius vector.

Wenn der Planet sich in e oder d am Endpuncte der kleinen Axe befindet, so ist der Radius vector = der halben großen Axe, und der Planet in der mittleren Entfernung von der Sonne.

§. 838. Die geocentrische Länge und Breite der Planeten zu finden,

Könnten wir den Lauf der Planeten aus der Sonne betrachten, so würden wir sie stets an ihrem wahren Orte sehen; allein, da wir ihn von der Erde aus betrachten, so erscheinen sie uns in andern Puncten des Thierkreises. Aus ihren Abständen von der Sonne und ihrer heliocentrischen Länge und Breite wird sich aber ihr geocentrischer (von der Erde aus gesehener) Ort berechnen lassen.

Es stehe z. B. Jupiter in ♃ Fig. 276., und seine heliocentrische Länge in der Ekliptik sey ♈J = 5 Zeichen 10° 19′ 9″; die Erde in ♁ = 7 Zeichen 10° 53′ 21″, so ist im Dreieck S♃♁ bekannt S♃ = dem Abstand des Jupiter von der Sonne; S♁ = dem Abstand der Erde und Sonne; und < a = dem Unterschied der heliocentrischen Länge beider Planeten. (Die heliocentrische Länge der Erde ist allemal gleich der Länge der Sonne + oder − 6 Zeichen.) Die Abstände der Planeten von der Sonne nimmt man aus §. 832., wobei man noch darauf achten muß, ob sie sich in der Sonnennähe oder Sonnenferne befinden. Nach §. 837. ergeben sich diese Abstände am sichersten.

Hier

Hier ist S♃ = 540770
S♁ = 100840

und 7 Z. 10° 53′ 21″
— 5 10 19 9

2 Z. —° 34′ 12 = 60° 34′ 12″ = < a.

man sucht den Winkel b, unter welchem Jupiter von der Sonne der Länge nach erscheint. Folglich sind im ebenen △ zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel bekannt, man sucht einen der beiden unbekannten Winkel, b.

Seiten	540770	< C + < b = 180° — < a	
	100844	a =	60° 34′ 12″
Summe	641614	Summe der beiden	119° 25′ 48″
Unterschied	439926	halbe Summe =	59° 42′ 54″.

641614 : 439926 = Tang. 59° 42′ 54″ : Tang. x.

log. = 10,2335549
5,6433796

15,8769345
5,8072738

10,0696607 = 49° 34′ 36″
dazu addirt = 59° 42′ 54″

Winkel b an der Erde = 109° 17′ 30″

d. h. 3 Zeichen 19° 17′ 30″ = geocentrischen Länge des Jupiter.

< a heißt Commutationswinkel,
< b — Elongationswinkel,
< c — Parallaxe der Erdbahn vom Planeten aus gesehen.

Durch obige Rechnung sind alle Winkel bekannt geworden, denn < a + < b von 180° abgezogen, giebt < c.

§. 839. Die geocentrische Breite zu finden dient die Formel:

Sin. a : Sin. b = Tang. der heliocentrischen Breite : Tang. der geocentrischen Breite.

Z. B. Es sey die heliocentrische Breite des Jupiter in Fig. 276. = 1° 9′ 24″ nördlich.

log.

$$\log.\ \text{Tang.}\ 1^\circ\ 9'\ 24'' = 8{,}305133$$
$$\log.\ \text{Sin.}\ b = 109^\circ\ 17'\ 30'' = 9{,}974908$$
$$18{,}280041$$
$$\log.\ \text{Sin.}\ a = 60^\circ\ 34'\ 12'' = 9{,}939996$$
$$\text{Tang.} = 8{,}340045 = 1^\circ\ 15'\ 12''$$
nördliche Breite.

§. 840. Ein Planet kommt, von der Erde aus gesehen, zum Stillstande, wenn die Tangente seines Entfernungswinkels von der Sonne (Abstand der Erde $= 1$) gleich ist dem Halbmesser seiner Bahn, dividirt durch die Quadratwurzel dieses Halbmessers $+ 1$, und wird nun rückgängig, oder wenn er rückgängig war, wieder rechtläufig. Die kommende Tangente ist negativ, weil der Entfernungswinkel stumpf wird, und muß von 180° abgezogen werden, dann giebt sie diesen Winkel an.

Formel: $\frac{R}{\sqrt{R+1}} = \text{Tang.}\ b =$ Elongationswinkel, in dem der Planet zum Stillstand kommt.

§. 841. Aus den Planetentafeln findet man für jede gegebene Zeit die mittlere heliocentrische Länge, den Ort des Apheliums und des aufsteigenden Knotens. Zieht man von der mittlern Länge den Ort des Apheliums ab, so bleibt die mittlere Anomalie, wozu die Tafeln die Mittelpunctsgleichung geben, die in den ersten 6 Zeichen von der mittlern Länge subtrahirt, in den andern 6 Zeichen dazu addirt, die wahre Länge in der Planetenbahn geben. Zieht man hievon die Länge des aufsteigenden Knotens ab, so erhält man das Argument der Breite, woraus man die Reduction auf die Ekliptik, und damit die heliocentrische Länge und Breite des Planeten in derselben findet.

§. 842. Die wahre Entfernung eines Planeten von der Erde giebt die

Formel: Sin. des Elongationswinkels verhält sich zur abgekürzten Entfernung des Planeten von der Sonne, wie der Commutationswinkel zur

zur abgekürzten Entfernung desselben von der Erde; letztere durch den Cosin. der geocentrischen Breite dividirt, giebt die wahre gesuchte Entfernung in solchen Theilen, deren der Abstand der Erde von der Sonne 100000 hat.

Z. B. die Entfernung des Jupiter nach den Angaben im §. 838. zu finden:

Sin. b : S♃ = Sin. a : ♃♁

log. Sin. a = 60° 34′ 12″	= 9.939996	
log. S♃ = 540770	= 5.733013	
	15.673009	
log. Sin. b = 109° 17′ 30″	= 9.974908	
	5.698101	= 499000
geocentr. Breite, Cos. 1° 15′ 12″	= 9,999896	
log. der wahren Entfernung	= 5.698205	= 499120.

Verlangt man diese Entfernung in Meilen, so gilt:

100000 : 20857000 Meilen = 499120 : Entfernung in Meilen.

§. 843. Als eine Probe von astronomischen Tafeln können die im Anhange mitgetheilten Tafeln des scheinbaren Sonnenlaufs A, B, C dienen, aus welchen Freunde der Sternkunde die Länge der Sonne für jede Zeit von 1810 bis 1869 mit einer für sie hinreichenden Genauigkeit finden können.

Z. B. Man sucht für Berlin am 8ten Januar 1818 Mittags wahrer Zeit die Länge der Sonne.

D. i. astronomisch	= 1818 J. 0 M. 8 T. 0 St. 0 M. 0 Sek.
Zeitunterschied der Meridiane v. Berlin und Paris	— — — 44′ 10″ abgez.
Wahre Zeit zu Paris .	= 1818 J. 0 M 7 T. 23 St. 15′ 50″
Zeitgleichung aus Tafel III.	+ 6′ 59″
Mittl. Zeit zu Paris	= 1818 J. 0 M. 7 T. 23 St. 22′ 49″

Mittlere Länge der Sonne.		Länge d. Erdferne.
Tafel A giebt für 1818	= 9 Z. 9° 32′ 45″	3 Z. 9° 48′ 32″
Taf. B giebt f. 7 Tage	= 0 6 53′ 59″	1″
für 23 Stunden	= 0 0 56′ 40″	3 Z. 9° 48′ 33″
für 22 Minuten	= — — — 54.	
für 49 Sekunden	= — — — 2.	
Mittl. Länge d. Sonne	= 9 Z. 17° 24′ 20″	
Länge d. Erdf. abgez.	= 3 9 48 33	
Mittlere Anomalie	= 6 Z. 7° 35′ 47″	
Hiezu giebt Taf. C die Mittelpunctsgleichung	= + 15′ 35″	
Mittl. Länge d. Sonne	= 9 Z. 17° 24′ 20″	

Wahre Länge d. Sonne = 9 Z. 17° 39′ 55″ am 8ten Januar zu Berlin. Nach Bode's Jahrbuch ist sie = 9 Z. 17° 39′ 54″, also um 1″ genauer.

III. Natürliche Beschaffenheit der Sonnen- und Planetenoberfläche.

§. 844. Unsere Sonne ist ein Fixstern, der seine Lage gegen die übrigen Fixsterne entweder gar nicht, oder doch nur äußerst unmerklich verändert, und gehört mit zu dem Fixsternenheer, welches Milchstraße, Glanzstraße heißt. Letztere erscheint uns als ein unregelmäßiger Kreis am Himmel, weil unser Sonnensystem nicht in der Mitte, sondern unfern dem einen Ende derselben liegt. Nach Herschel gehören alle sichtbare Sterne am Himmel zur Milchstraße; die mit Hülfe der besten Sehwerkzeuge entdeckten, und nach allen Richtungen hin befindlichen sogenannten Nebelflecke sind gleichfalls solche Sonnenheere oder Milchstraßen, die für sich Ganze ausmachen, und nur wegen ihrer ungeheuern Entfernung uns so klein und zusammengehäuft erscheinen. Unsre Sonne wird von Planeten begleitet, daher wird jede andere Sonne ebenfalls dergleichen Weltkörper bei sich haben, und ihnen Licht und Wärme mittheilen. Was wir gegenwärtig von der physischen Beschaffenheit der Sonne und Planeten wissen,

wissen, verdanken wir vornehmlich den rastlosen Bemühungen der unsterblichen Männer unsrer Zeit, Herschel und Schröter, deren Entdeckungen Brandes in seinen „Briefen an eine Freundinn" trefflich zusammengetragen und kritisch beleuchtet hat.

§. 845. Aus der Erscheinung unregelmäßiger Flecke auf der Sonne, die sich von Zeit zu Zeit einfinden, berechnet man ihre Umwälzung zu 25 Tagen, 14 Stunden, 8 Minuten; weil sich aber die Erde indessen in ihrer Bahn fortbewegt, so zeigt sie uns erst nach 27 Tagen, 12 Stunden, 20 Minuten dieselbe Seite wieder. Die Sonne dreht sich wirklich von Westen gegen Osten, allein die uns jedesmal zugekehrte Halbkugel scheint sich in entgegengesetzter Richtung fortzuschieben. Die Ebene des Sonnenäquators macht mit der Ekliptik einen Winkel von $7\frac{1}{2}$ Grad, folglich die Sonnenaxe einen von $82\frac{1}{2}$ Grad.

§. 846. Die Atmosphäre der Sonne erstreckt sich über die Erdbahn hinaus, und heißt Zodiokallicht (Thierkreislicht), welches besonders im Herbst und Frühjahr am östlichen und westlichen Himmel im Thierkreise sichtbar wird, weil dann die Stellung der Ekliptik gegen den Horizont sich der senkrechten nähert, und die kürzeste Dämmerung statt findet.

Die Sonne ist kein Feuer, wie man ehedem irrig glaubte, sondern mit einer leuchtenden Lichthülle umgeben, durch deren Öffnungen (Sonnenflecke genannt) man die planetenartige Oberfläche derselben mit ihren Unebenheiten sieht. Diese Lichthülle soll, nach Herschel's Meinung, an 350 bis 600 Meilen vom vesten Sonnenkörper abstehen, und einer Verdichtung und Anschwellung fähig seyn. Letztern Umstand beweisen die zu einerlei Jahreszeit in vielen Jahren hinter einander beobachteten Durchmesser der Sonne, woraus hervorging, daß sie in den Jahren 1783 bis 1786 an 31′ 59″, und in den Jahren 1804 bis 1809 an 32′ 6″ im horizontalen Durchmesser hatte, folglich um 700 Meilen größer geworden war. Eine solche Erscheinung läßt große periodische Veränderungen in der Lichtatmosphäre derselben vermuthen, und ist reich an Folgerungen.

§. 847. Mit trefflichen Sehwerkzeugen erkannte man unter den Lichtwolken der Sonne noch andere dunkle Wolken, welche das Durchscheinen der erstern verhindern, und daher auf dem Sonnenkörper eine fortdauernde milde Erleuchtung erlauben, wodurch er zur Bewohnbarkeit geschickter wird.

Nach Schröter's Beobachtungen hat die Sonne Gebirge, die mit ihren Spitzen in die Lichtwolken reichen, also mehrere 100 Meilen hoch sind.

Daß die Lichtmasse, so wie die darunter befindliche dunkele Wolkenschicht, von äußerst flüssiger Natur, und unsrer Atmosphäre sehr ähnlich sey, beweisen die äußerst schnellen Veränderungen, die darin vorgehen. Sonnenflecke, die viele tausend Meilen im Durchmesser haben, sind nichts seltenes (besonders seit 1813); den Bewohnern desjenigen Landstrichs, über dem sich die Lichtwolken weggezogen haben, ist dann ein Blick in die Schöpfung vergönnt. Vielleicht ist dies die einzige Nacht der dort ewig im Lichte Wandelnden!

§. 848. Der Durchmesser der Sonnenkugel beträgt über 113 Erddurchmesser oder 194000 Meilen; ihr Umfang 611000 Meilen; und ihre Größe übertrifft die der Erde über 1448000 mal. Ein Punct auf ihrer Oberfläche unter dem Äquator schwingt sich $\frac{611000}{25 \text{ Tage } 14 \text{ St.} = 614 \text{ St.}}$ = 995 Meilen in einer Stunde, und daher $4\frac{1}{2}$ mal schneller, als ein Punct des Erdäquators bei ihrer 24stündlichen Umdrehung.

Stände die Erde im Mittelpunct der Sonne, so könnte der Mond in einem doppelten Abstande um sie in der hohlen Sonnenkugel laufen. Die Erde wird von der Sonne aus als ein ganz kleiner Stern, dessen Durchmesser 17 Sekunden beträgt, gesehen, der Mond aber nur mittelst der Fernröhre aufgefunden werden können.

§. 849. Merkur, der nächste Planet an der Sonne, beschreibt seine sehr excentrische Bahn in beinahe 88 Tagen, und da er 9400 Erdhalbmesser (etwas über 8 Millionen Meilen) in seiner mittlern Entfernung von ihr absteht, so sieht er sie $2\frac{2}{5}$ mal, und im Flächenraum 7 mal grö=

größer, als wir. Er erscheint bei seiner größten Ausweichung kurz nach Sonnenuntergang, oder vor ihrem Aufgange als ein lebhaft glänzender Stern; gewöhnlich verschwindet er in der Dämmerung, indem er sich höchstens 28° von der Sonne entfernen kann.

Aus den Beobachtungen geht hervor, daß Merkur eine ziemlich dichte Atmosphäre hat, in welcher wolkenähnliche Erscheinungen vorgehen; daß seine Umdrehungszeit 24 St. 1 Minute, sein Äquator gegen seine Bahn etwa 20° geneigt ist, und also die dortigen Jahreszeiten ungefähr eben so, wie auf der Erde, abwechseln aber nur von einer 22tägigen Dauer sind. Die Gebirge auf dem Merkur sind von erstaunlicher Höhe; denn aus der Zeit, die sie gebrauchen, um ganz in den Schatten oder in die Nachtseite zu treten, läßt sich berechnen, daß ihre Höhe $2\frac{2}{5}$ Meilen betragen muß. — Der scheinbare Durchmesser ist in seiner Erdnähe, wo er zwischen der Sonne und Erde steht, 12 Sek.; aber in der Erdferne, wo er jenseit der Sonne steht, nur 5 Sekunden. Sein wahrer Durchmesser beträgt 697 Meilen; also ist er 16 mal kleiner, als die Erde.

§. 850. Venus, der schönste Stern am Himmel, steht etwa 17500 Erdhalbmesser oder 15 Millionen Meilen von der Sonne ab, läuft in 224 Tagen um sie, und sieht sie $1\frac{2}{5}$ mal im Durchmesser, und etwa noch 1 mal so groß im Flächenraum, als wir. Wenn Venus nach Sonnenuntergang am Abendhimmel erscheint, so heißt sie Abendstern; erscheint sie vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel, so nennt man sie Morgenstern. Ihr Licht ist weiß und sehr lebhaft, aber, wie das aller Planeten, nicht flimmernd. Einer alten Gewohnheit zufolge wird ihre scheinbare Oberfläche in 12 Zoll getheilt. Steht sie jenseit der Sonne, so sehen wir sie ganz erleuchtet, aber wegen ihres großen Abstandes (von 35 Millionen Meilen) nur 9″ im scheinbaren Durchmesser; befindet sie sich zwischen Sonne und Erde, so sehen wir ihre dunkle Seite, aber 61″ im scheinbaren Durchmesser, denn ihr Abstand beträgt dann kaum 6 Millionen Meilen. In allen übrigen Stellungen erscheint sie, wie Merkur, mit zunehmendem und abnehmendem Lichte. Sie glänzt am lebhaftesten, und ist sogar dem unbewaffneten Auge bei Tage sichtbar, wenn sie 3 Zoll erleuchtet scheint.

Die Größe der der Erde zugekehrten erleuchteten Seite bei dem Merkur und der Venus steht im Verhältniß mit dem Cosinus des Winkels an diesen Planeten. Ist dieser Winkel zwischen Null und 90°, so wird der Cosinus noch zum Halbmesser addirt; hingegen zwischen 90° und 180° davon subtrahirt.

Daß man durch gute Fernröhre auch noch einen kleinen Theil ihrer Nachtseite erleuchtet sieht, setzt eine Strahlenbrechung und Dämmerung in ihrer (der unsrigen ähnlichen) Atmosphäre voraus. Ihre Oberfläche scheint sehr bergig; besonders findet man auf ihrer südlichen Halbkugel Berge von 4 bis 5 Meilen Höhe. Ihre Tage dauren 23 St. 21 M., und ihre Axenneigung kommt der der Erde gleich, folglich können auch ihre Jahreszeiten nicht sehr von den unsrigen unterschieden seyn.

Der wahre Durchmesser der Venus beträgt 1688 Meilen; also ist sie etwa um $\frac{1}{20}$ kleiner, als die Erde.

§. 851. Die Erde ist der 3te Planet unsers Sonnensystems, und bewegt sich in einem Abstande von $20\frac{1}{2}$ Million Meilen in $365\frac{1}{4}$ Tagen um die Sonne. Ihr Halbmesser von $859\frac{1}{2}$ Meile ist der allgemeine Maaßstab des Astronomen, womit er die Abstände der Planeten mißt. Die Dichtigkeit, Masse und Fallkraft der Erde dient als Vergleichungsmaaß für die übrigen Planeten. Ihre Axendrehung bestimmt den Tag, ihr Umlauf um die Sonne das Jahr. Jeder Planet, also auch die Erde, wird von der Sonne etwas mehr, als zur Hälfte erleuchtet, weil letztere viel größer ist, und die Planeten Atmosphären haben, in welchen die Lichtstrahlen gebrochen werden. Auf der Erde wird es an einem Orte schon etwas hell, der noch 8 bis 9° von der Erleuchtungsgrenze absteht, welcher Zustand die Dämmerung genannt wird.

Die Axe der Erde ist gegen ihre Bahn $66\frac{1}{2}$ Grad geneigt, und behält diese Stellung unverrückt bei ihrer jährlichen Reise um die Sonne, wodurch die wohlthätige Abwechselung der Jahrszeiten entsteht. Der Winkel, welchen der Äquator mit ihrer Bahn macht, ist die Ergänzung von $66\frac{1}{2}°$, also $= 23\frac{1}{2}°$, und heißt die Schiefe der Ekliptik.

Anmerk. Vor 3000 Jahren war die Schiefe der Ekliptik größer und = 23° 52′ 51″; gegenwärtig ist sie nur noch 23° 27′ 51″, und es kann seyn, daß sie in der Zukunft einst ganz verschwindet, wo alsdann auch der Wechsel der Jahreszeiten aufhören würde. Nach der Meinung einiger Astronomen ist diese Abnahme nur eine Schwankung; allein es scheint glaublicher, daß sie eine Folge der Attraction der Sonne und ein nothwendiges Ereigniß sey, durch welches der Erdkörper einem gewissen Ziele entgegen geführt wird, das ihm der Schöpfer setzte.

Nach Berechnungen, welche über die Dauer der Dämmerung angestellt worden sind, ergiebt sich die Höhe der Erdatmosphäre auf 10 Meilen. Wolken und andere Lufterscheinungen sind Gährungen, Auflösungen, und überhaupt chimische Prozesse in dem flüssigen Wesen der Atmosphäre.

Die Unebenheiten der Erde sind im Vergleich mit ihrem Durchmesser und denen der andern Planeten äußerst unbedeutend. Denn nur ein einziger Bergrücken Asiens erhebt sich über eine deutsche Meile. (Nach den neuern Messungen der Engländer beträgt die Höhe des Himalajagebirges 28000 Fuß über der See.)

§, 852. Der Mond ist ein Trabant oder Nebenplanet der Erde, und schwingt sich in einem Abstande von etwa 60 Erdhalbmessern oder 51000 Meilen in 27 Tagen 8 St. um sie, welches sein periodischer Umlauf genannt wird. Weil aber unterdessen die Erde in ihrer Bahn mit dem Monde zugleich fortgerückt ist, so ist der Mond noch nicht wieder in derselben Lichtgestalt, sondern erhält sie erst nach 29 Tagen 12 St. 44′ 3″. Letzterer Umlauf heißt der synodische. Seine mittlere tägliche tropische Bewegung ist 13° 10′ 35″.

Da er sein Licht von der Sonne empfängt, so wendet er seine erleuchtete Seite auch stets derselben zu. Nun sey Fig. 277. E die Erde; a, b, c, d, e, f, g, h die Mondbahn; nach S hinaus die Sonne, und der Mond in a, dann sehen wir von der Erdoberfläche in m den Mond und die Sonne zusammen am Himmel; er zeigt uns seine dunkle Seite, und heißt Neumond. Nach $3\frac{1}{2}$ Tagen ist er in b; wir sehen etwas von der erleuchteten Seite, sichelförmig, wie es bei einer Kugel seyn muß. In c sehen wir von ihm nach $7\frac{1}{3}$ Tagen die erleuchtete Seite halb, und nennen dies das erste Viertel, wobei der Mond Abends gegen 6 Uhr culminirt. In d ist er nach $10\frac{1}{2}$ Tagen etwa $\frac{3}{4}$ erleuchtet sichtbar; und in e nach $14\frac{1}{2}$ Tagen im Vollmond, wo wir die uns zugewandte Seite ganz erleuchtet sehen, und er Nachts um 12 Uhr culminirt. Von nun an sehen wir die helle Seite nicht mehr ganz; in g ist sie wieder zur Hälfte sichtbar, und heißt letztes Viertel, wobei er gegen 6 Uhr Morgens culminirt. Ehe der Mond wieder nach a kommt, ist unterdessen die Erde von E nach V gerückt, und der Mond ist nach 27 Tagen 12 St. noch nicht wieder bei der Sonne. Er muß noch den Bogen as (etwa 27°) zurücklegen, um wieder im Neumond (bei der Sonne) zu seyn.

Aus der Figur sieht man leicht, daß der Mond vom Neumond zum Vollmond hinter, und vom Vollmond zum Neumond, vor der Erde hergeht. In dem Theil ceg seiner Bahn ist er weiter, und in dem Theil gac näher an der Sonne, als die Erde.

§. 853. Die Bahn des Mondes um die Erde ist eine Ellipse, aber weil beide Körper gegen einander eine, wiewol ungleiche, Schwere haben, und gemeinschaftlich um die Sonne rollen, so ist die Bahn des Mondes im Weltraum eigentlich eine Radlinie oder Cykloide, und die gemeinschaftliche Bahn beider Weltkörper in der Richtung des gemeinsamen Schwerpuncts, welcher näher an der Erde, als am Monde liegt, weil erstere größer ist.

§. 854. Aus verschiedenen scheinbaren Durchmessern des Mondes, welche von 29′ 22″ auf 33′ 31″ steigen können, so wie aus der verschiedenen Geschwindigkeit desselben folgt, daß er in einer Ellipse, in deren Brennpunct die Erde ist, um letztere läuft. Die Eccentricität beträgt 5505 solcher Theile, deren die halbe große Axe 100000 hat. Hiernach läßt sich, wie bei den Planeten die Mittelpunctsgleichung und wahre Anomalie berechnen. Allein da so vielerlei Ursachen auf den Mondlauf einwirken, so erhält man durch die elliptische Berechnung den wahren Ort des Mondes lange noch nicht genau, und es

ist

ist erst den neuern Astronomen gelungen, nach Anwendung der tiefsten analytischen Rechnungen, zu einer großen Sicherheit zu gelangen. In den Mondtafeln muß daher auf folgende Umstände hauptsächlich Rücksicht genommen werden.

1. Die große Axe der Mondbahn bewegt sich täglich 6′ 41″ von Westen nach Osten.
2. Die Eccentricität, folglich auch die Mittelpuncts-gleichung, ist einer periodischen Veränderung unterworfen, die auf 1° 20′ 34″ gehen kann, und Evection heißt.
3. Die Variation oder Veränderung der Geschwindigkeit des Mondes ist am größten, wenn derselbe etwa 45° von den Syzygien (Voll- oder Neumond) und den Quadraturen (erstem und letztem Viertel) absteht, und beträgt höchstens 37′ 4″.
4. Die jährliche Gleichung richtet sich nach dem verschiedenen Abstande der Erde und Sonne, und beträgt bei 90° und 270° Anomalie 11′ 16″.
5. Die Knoten der Mondbahn verändern ihren Ort in 24 Stunden um 3′ 10″, 6 von Osten nach Westen, folglich ist die Gestalt und Lage der Mondbahn gegen die Erdbahn einem veränderlichen Winkel unterworfen, welcher von 5° auf 5° 17′ gehen kann.

Außerdem giebt es noch mancherlei kleine Verbesserungen, deren Grund in der gegenseitigen Anziehung zu suchen ist, welche in genauen Mondtafeln von Bürg und Triesnecker vorkommen.

§. 855. Der scheinbare Durchmesser des Mondes verhält sich stets zur horizontalen Parallaxe P, wie 6 : 11, oder wie 32′ 45″ zu 60′, oder 131 : 240. In einer

Formel: $D : P = 131 : 240$.

Den scheinbaren Durchmesser für jede Höhe findet man, wenn man den horizontalen Durchmesser mit 1 + Sin. P (horizontalen Parallaxe) und dem Sin. der scheinbaren Höhe multiplicirt. In einer

Formel: $D . (1 + Sin. P) . Sin. H = d =$ dem scheinbaren Durchmesser in jeder Höhe H, welcher vom Horizont bis zum Scheitel zuweilen $37''$ zunehmen kann.

§. 856. Weil uns der Mond beständig eine und dieselbe Seite zuwendet (bis auf eine geringe Schwankung), so dreht er sich während eines synodischen Umlaufs auch um seine Axe. Ein Mondentag ist also auch ein Mondenjahr, und die dortigen Tageszeiten fallen mit den Jahreszeiten zusammen.

§. 857. Zufolge der Schwankung (Libration) sehen wir während eines Monats seine Kugel sich etwas rechts und links neigen, so daß seine Flecke 13 bis 14 Tage lang etwas nach der Ost- und eben so lange wieder nach der Westseite rücken, wodurch wir monatlich etwas mehr, als die Hälfte des Mondes zu sehen bekommen. Diese Erscheinung kommt daher, daß der Mond in seiner elliptischen Bahn dem zweiten Brennpuncte stets vollkommen einerlei Seite zeigt, und die Erde den ersten einnimmt. Eine Folge der Schwankung ist, daß der erste Mondmeridian, von dem an alle Mondflecke gezählt werden, nur im Perigeo und Apogeo (Mondnähe und Mondferne) mit unsrer Gesichtslinie zusammenfällt, und als eine gerade Linie erscheint. Von 0 bis 90° Anomalie liegt er als eine halbe Ellipse westwärts, und von 180° bis 360° Anomalie, ostwärts vom Mittelpunct des Mondes. Der Breitenkreis durch des Mondes Mittelpunct, und der erste Mondmeridian liegen allemal um den Unterschied zwischen dem wahren und mittlern Ort des Mondes, im Bogen der Mondoberfläche auf deren Äquator gerechnet, aus einander. Die Schwankung kann dort 8° betragen, und hat eine Veränderung der Mondflecke in der Breite zur Folge, die bis auf 6° 46′ gehen kann.

§. 858. Wie viel wir jederzeit in den verschiedenen Lichtgestalten des Mondes von ihm erleuchtet sehen, ergiebt sich durch die

Formel: $Cos. b . Cos. l = Cos. E =$ Erleuchtungsgrenzbogen vom Mittelpunct des Mondes. Hiebei ist $b =$ Breite, und $l =$ Längengenabstand des Mondes von der Sonne. Der Cos. E ist zugleich der wahre Entfernungsbogen des Mondes und der Sonne.

§. 859. Die Mondbahn läßt sich in einer Ellipse darstellen, in welcher die halbe große Axe = 100000; halbe kleine = 99848; die Eccentricität = 5505 ist. Alsdann ist der Mond in der Erdnähe = 48125 Meilen (seine Parallaxe = 61′ 24″) und in der Erdferne = 67645 Meilen (Parallaxe = 55′) von der Erde entfernt.

§. 860. Der Halbmesser des Mondes hat 232, und sein Durchmesser 464 Meilen: um so merkwürdiger sind die Berge desselben, von denen einige über eine deutsche Meile hoch sind. Die Berechnung der Berghöhen des Mondes beruht darauf, daß man die Länge des Schattens mittelst äußerst genauer Mikrometer in Theilen des Monddurchmessers mißt, darauf die Sonnenhöhe für den Ort des Berges berechnet, und in dem Dreieck, welches die Länge des Schattens und die Höhe des Berges, als beide Catheten, bilden helfen, die Höhe trigonometrisch sucht. Man kann auch die dortigen Berge dadurch messen, daß man die Zeit beobachtet, wann ihre Gipfel von der aufgehenden Sonne zuerst beschienen werden.

§. 861. Schon dem unbewaffneten Auge erscheinen auf der Mondoberfläche dunkle und hellere Flecke, denen die Astronomen größtentheils Namen (nach berühmten Mathematikern) gegeben haben. Weil man die dunklen Gegenden für Meere hielt, so gab man ihnen auch Meeresnamen. Mittelst ganz gemeiner Fernröhre erkennt man folgende merkwürdige Flecke:

A. Auf der westlichen Hälfte zur Zeit des Vollmondes:

1. mare crisium, ist ein auf der nördlichen Halbkugel nahe an der Westseite abgesonderter schwarzgrauer Fleck.

2. mare tranquillitatis, links neben dem vorigen, ein sehr großer schwarzgrauer Fleck, nahe am Äquator nördlich.

3. mare fecunditatis, südlich rechts vom vorigen, mit ihm zusammenhängend.

4. mare nectaris, südlich unter den vorigen.
5. mare serenitatis, links nördlich über dem mare tranquillitatis.
6. mare vaporum, nahe am Äquator und 1sten Meridian, etwa vom 10° bis 20° nördl. Breite.
7. Das mare frigoris, nahe am Nordpol des Mondes, erstreckt sich auch auf die

B. östliche Halbkugel des Mondes, wo
8. mare imbrium, ein sehr großer dunkler Fleck, welcher mit hellleuchtenden Gebirgsadern eingeschlossen ist, worin die hellsten Puncte Copernicus und Aristarch sind; von 20 bis 49° nördlicher Breite.
9. mare nubium, und
10. mare humorum liegen auf der südlichen Halbkugel links vom 1sten Meridian.

§. 862. Die Gebirge reflectiren das Licht sehr stark, und erscheinen daher als weiße Streifen, und die einzelnen Bergspitzen als helle Lichtpuncte. Besonders ist die südliche Halbkugel sehr bergig. Der kenntlichste Fleck, von welchem viele Gebirgsketten auszugehen scheinen, ist das Wallgebirge Tycho (44° südlicher Breite und 10° östlicher Länge). Es ist ein Ringgebirge mit einer 10 Meilen weiten und 9700 Fuß tiefen Versenkung, in deren Mitte sich ein Centralberg 3400 Fuß hoch erhebt. Die Höhe dieses merkwürdigen Wallgebirges beträgt an 10100 Fuß. Es giebt außer diesem noch eine Menge Ringgebirge, die ein ziemlich zerfallenes Ansehen haben, und Ebenen von einigen 20 Meilen im Diameter einschließen. Der helle Fleck Copernicus (10° nördliche Breite und 20° östliche Länge) ist der Anfang mehrerer Gebirgsketten, die sich in die Gegend des mare imbrium erstrecken, und schließt einen Crater von 15000 Fuß Tiefe und 7 Meilen Breite ein. Fast alle Berge des Mondes schließen ungeheure Crater in sich, und scheinen Producte der dortigen unterirdischen Kräfte zu seyn.

Schröter fand eine gewaltige Kluft, die an 20000 Fuß tief, 6 Meilen breit und 25 Meilen lang ist, und ihm am Mondrande wie ein Ausschnitt erschien.

Manche Berge sind schroff und zackig und gleichen einem Zuckerhute, wie z. B. der Spitzberg am Rande des mare frigoris, welcher 9000 Fuß hoch ist, und wie alle Mondberge, die nicht Crater sind, aus solchen Schichten und Zacken zusammengesetzt ist, wie wir in den Alpen sehen. Die Berge Dörfel und Leibnitz haben eine Höhe von 25000 Fuß und erscheinen am Mondrande als kleine Hervorragungen. Plinius Crater unter dem mare serenitatis, 6800 Fuß tief, wird durch ein Ringgebirge von 13000 Fuß Höhe eingeschlossen. Er scheint mit Calippus Crater nördlich an dieser schönen Gegend durch 500 Fuß hohe Bergadern verbunden zu seyn, welche das Ansehen haben, als wären sie communicirende Canäle, und von den dort wirksamen Naturkräften entstanden.

§. 863. Große Meere giebt es im Monde nicht; denn die mit dem Namen mare belegten dunkeln großen Flecke sind ebene schöne Landschaften. Man bezweifelt sogar das Daseyn des Wassers; allein neuere Beobachtungen des Hrn. Gruithusen beweisen, daß es auf diesem Weltkörper Flußbetten giebt, die ihren Ursprung an bergigen Gegenden haben, wie unsere Ströme, allerlei Krümmungen, um Berge und Anhöhen zu umgehen, machen, Seitenflüsse aufnehmen, und sich in den Wallebenen endigen, welche wahrscheinlich Wasserbehälter sind, und mit unsern Landseen viel Ähnlichkeit haben. Die Wallebene Archimedes ist an 10 Meilen im Durchmesser, und so eben, wie die Oberfläche unsrer Landseen.

§. 864. Es gehen noch fortdaurend Veränderungen auf der Mondoberfläche vor, woraus man theils auf Bewohnung derselben, theils auf Revolutionen schließen kann. Dahin gehören die Veränderungen der Gestalt und Farbe mancher Plätzchen und Merkmale, und das Entstehen und Vergehen mehrerer kleinen Crater, die man sorgfältig beobachtete.

Merkwürdig ist der Umstand, daß die Masse der Ringgebirge ziemlich dem kubischen Inhalt ihrer Crater gleich kommt, und also zu der Vermuthung berechtigt, jene Crater seyen durch Corruptionen, wie unsere Vulkane, entstanden. Schröter sah in der Nachtseite des Mondes einen Crater Feuer speien und mehrere Vulkane entstehen und sich verändern.

§. 865.

§. 865. Lange zweifelte man an dem Daseyn einer Mondatmosphäre, bis man endlich unter sehr günstigen Umständen Beobachtungen anstellte, woraus sich eine Dämmerung und Dunstwolken nachweisen lassen. Indessen muß die Mondatmosphäre von der unsrigen sehr verschieden seyn; denn so lange es dort Tag ist, erblickt man keine Spur von Wolken oder Dünsten (wenige Fälle in den Gegenden des mare crisium und mare imbrium ausgenommen), und da überdies die Höhe der Atmosphäre nur $\frac{1}{3}$ Meile oder 8000 Fuß, die der meisten Mondberge aber zwischen 9 bis 25000 Fuß beträgt, so mag wohl nie eine Dunstwolke ihre Scheitel berührt haben, und daher die blendend weiße Farbe derselben entstanden seyn.

§. 866. Aus der äußerst geringen Mondatmosphäre läßt sich's erklären, warum das Daseyn der dortigen Flüsse und Wasserbehälter so lange bezweifelt werden konnte. Weil die Sonne einem jeden Orte des Mondes $14\frac{3}{4}$ Tage lang scheint, und wegen der geringen Schiefe der Ekliptik die Tage alle von ziemlich gleicher Länge sind, so ist sehr wahrscheinlich die Hitze des dortigen Mittags sehr groß, und die Verdampfung und Austrocknung der Gewässer (besonders bei so geringem Druck der Atmosphäre) eine nothwendige Folge der langsamen Axendrehung. Das in Luft verwandelte Wasser wird auf der Nachtseite des Mondes seine Tropfgestalt wieder annehmen, und auf eine uns unbekannte Weise die Vegetation befördern. Alle Beobachtungen, welche das Daseyn des Wassers beweisen, wurden bei dortigem Auf- oder Untergang der Sonne angestellt.

§. 867. Ob der Mond eine völlige Kugel oder ein Sphäroid sey, ist nicht leicht zu bestimmen. Daraus aber, daß er im Ganzen der Erde, als seinem Centralpuncte, immer einerlei Seite zuwendet, schließt man auf eine längliche Gestalt desselben. Wäre dies, so muß die Spitze der großen Axe gegen den andern Brennpunct seiner elliptischen Bahn stehen. Könnten wir ihn einmal rotiren sehen, so würde sich dieser Umstand leicht berichtigen lassen.

§. 868. Die Bewohner des Mondes sehen die Sterne eben so, als wir, auf- und untergehen. Aber ein

Stern vollendet seinen scheinbaren Umlauf um den Mond erst in 27 Tagen und die Sonne den ihrigen in 29 Tagen, folglich muß das scheinbare Fortrücken der Himmelskörper dort sehr langsam vor sich gehen.

Aber einen seltsamen Anblick gewährt den Mondbewohnern die Erde. Sie steht ewig der Mitte der uns zugewendeten Mondoberfläche im Scheitel, den Mondsrändern im Horizont, und schwankt monatlich nur ein wenig auf und nieder. Ihr Licht ist 14 mal stärker, als das Mondenlicht, und wechselt wie dieses; ist der Mond im Vollicht, so steht die Erde bei der Sonne und ist im Neulicht; zur Zeit des Neumonds leuchtet dort die Erde mit vollem Lichte. (Nicht jeder Theil der Erdoberfläche leuchtet dem Monde gleich stark. Wir sehen z. B. den dunkeln Theil des Mondes 3 Tage nach dem Neumond nicht so stark von der Erde beleuchtet, als 3 Tage vor dem Neumond; im erstern Fall wird er vom atlantischen Meere, und im letztern von Asien beschienen.) — Hinter der scheinbar veststehenden Erde rücken andere Himmelskörper langsam vorbei; die Bewohner der von der Erde abgewendeten Seite des Mondes sehen die Erde niemals über ihrem Horizont. Wegen der feinern, leichtern und reinern Mondatmosphäre haben die dortigen Wesen einen überaus heitern Himmel und klaren Anblick der Sterne; dem Aufgang der Sonne geht nur eine sehr geringe Dämmerung vorher, worauf sie plötzlich erscheint, und viel dunklere Schatten, als bei uns, hinter den Bergen macht.

Die Mondkugel ist 50 mal kleiner, als die Erde; ihre Dichtigkeit ist nur $\frac{3}{4}$ von der der letztern; die dortige Fallkraft der Körper in einer Sekunde beträgt $3\frac{1}{10}$ Fuß.

§. 869. Mars steht an 37000 Erdhalbmessern oder $31\frac{1}{3}$ Millionen Meilen von der Sonne ab, läuft um sie in 1 Jahr 322 Tagen, und ist $\frac{1}{6}$ mal so groß, als die Erde. Die Sonne erscheint ihm im Durchmesser $1\frac{1}{2}$ mal, und im Flächenraum $2\frac{1}{4}$ mal kleiner, als uns. Er dreht sich um seine Axe in 24 Stunden 40 Minuten, und ist an seinen Polen um $\frac{1}{16}$ abgeplattet. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt, wenn er, der Erde am nächsten, Nachts 12 Uhr culminirt, 26 Sek.; aber wenn er jenseit der Sonne steht, nur 4 Sek. Im erstern Fall ist er etwa 12700, und im letztern 61200 Erdhalbmesser entfernt. (Wegen seiner großen Eccentricität kann er der Erde bis auf 9265 nahe kommen, und sich auf 64665 Erdhalbmesser entfernen.) Er erscheint bei 90° Abstand von der Sonne sichelförmig erleuchtet.

Bei der dortigen großen Schiefe der Ekliptik von 28° 42′ ist die Abwechselung der Jahreszeiten und Tageslängen viel größer, als bei uns. Örter, die von seinem Äquator 60° entfernt liegen, sehen im Winter die Sonne gar nicht. Daher sind auch seine Pole beträchtlich weit mit Schnee bedeckt, welcher auf der Halbkugel, die gerade Sommer hat, fast ganz wegthaut, wie vielfache Beobachtungen einstimmig bestätigen. Seine Atmosphäre gleicht fast der unsrigen; denn es zeigen sich Wolken, die mit verschiedener Geschwindigkeit (etwa 20 Fuß in 1″) über seine Oberfläche hinstreichen; oft bedeckt ein Wolkengürtel den Mars in der Nähe des Äquators. Diese Wolken erscheinen meistentheils rosenroth oder blutroth, zuweilen auch grau; die Oberfläche des Mars aber ist glänzend weiß. Er glänzt am Himmel mit ruhigem feuerfarbenem Licht gewöhnlich als ein Stern erster Größe.

§. 870. Ceres, ein kleiner, dem unbewaffneten Auge unsichtbarer Planet, wurde 1801 von Piazzi zu Palermo zufällig entdeckt; steht im Mittel 67100 Erdradien, oder $57\frac{1}{4}$ Millionen Meilen von der Sonne, läuft um sie in 4 Jahren 220 Tagen, sieht sie im Durchmesser $2\frac{4}{5}$ mal, und im Flächenraum 8 mal kleiner, als wir, und hat nur etwa 35 bis 40 Meilen im Durchmesser, aber eine über 100 Meilen hohe Atmosphäre, welche diesem Planeten ein cometartiges Ansehen giebt.

§. 871. Pallas, ein eben so kleiner Planet, wurde von Olbers im Jahr 1802 entdeckt. Sein Abstand von der Sonne ist fast dem der Ceres gleich, aber seine Bahn sehr stark gegen die Ekliptik geneigt. D. Gauß hatte kaum die in den ersten 20 Tagen gemachten Beobachtungen vernommen, als er diesem Weltkörper, wie auch der Ceres, seine Bahn mit einer überraschenden Genauigkeit anwies. Die Bahnen der Ceres und Pallas durchschneiden sich fast; folglich müssen sich diese Planeten zuweilen erstaunlich nahe kommen, eine Erscheinung, welche die

Astro-

Astronomen auf den Gedanken brachte, daß beide kleine Weltkörper die Trümmer eines größeren wären, und vielleicht noch andere Stücke vorhanden seyn könnten. Durch die Entdeckung der Juno und Vesta wurde diese Vermuthung bestätigt. Auch Pallas hat eine Atmosphäre von 100 und mehr Meilen Höhe.

§. 872. Juno, von Harding 1804 entdeckt, steht der Sonne etwas näher, als Pallas und Ceres, im Mittel 64600 Erdhalbmesser, läuft in 4 Jahren 131 Tagen in einer sehr eccentrischen Bahn um die Sonne. Ihr Durchmesser wird wahrscheinlich nur 25 bis 30 Meilen betragen; ihre Atmosphäre ist zwar kleiner, als die der vorigen, allein es gehen schnelle Wechsel, Aufheiterungen und Verdichtungen auch in ihr vor, wodurch das Aufsuchen von dergleichen Körperchen selbst mit guten Fernröhren sehr erschwert wird.

§. 873. Vesta, von Olbers 1807 entdeckt, ist der Sonne noch näher, als Juno, und läuft um sie in 3 Jahren 7 Monaten. Sie gleicht der Juno an Größe und atmosphärischen Erscheinungen.

Lange vor der Entdeckung dieser 4 kleinen Planeten hatten die Astronomen eine Lücke zwischen Mars und Jupiter bemerkt, und Bode zeigte vor 30 Jahren schon, daß hier ein Planet fehle, dessen Umlaufszeit er zu 4½ Jahr bestimmte. Um so merkwürdiger bleibt es, daß gerade da diese 4 kleinen Körperchen gefunden wurden, wo man nur einen Hauptplaneten vermuthete. Weil aber durch dieselben wegen ihres geringen körperlichen Inhalts die Lücke eigentlich doch nicht ausgefüllt wird, so ist glaublich, daß in einem Abstande von 60 bis 70 Millionen Meilen noch mehrere von dieser Beschaffenheit befindlich sind. — Über die Axendrehung und Neigung gegen ihre Bahnen läßt sich wegen ihrer großen Entfernung und hohen Atmosphäre wohl nicht leicht etwas Gewisses bestimmen. Sie scheinen erst jüngst dem chaotischen Zustande entrissen, und noch im Werden begriffen zu seyn.

§. 874. Jupiter, der größte Planet, ist 1474 mal größer, als die Erde, steht 126200 Erdhalbmesser oder 108 Millionen Meilen von der Sonne ab, legt in 11 Jahren 314 Tagen seine Reise um dieselbe zurück, sieht sie im Durchmesser $5\frac{1}{2}$ mal, und im Flächenraum 27 mal kleiner, als wir. Er schwingt sich in 9 St. 55′ 40″ um seine Axe, welche um $\frac{1}{14}$ kürzer ist, als sein Äquatorialdurchmesser. Ein Punct auf seiner Oberfläche unter dem Äquator schwingt sich $\frac{11,4 \,.\, 24 \text{ St.}}{9 \text{ St. } 55'} = 27,6$ mal schneller fort, als ein Punct des Erdäquators, denn sein Durchmesser ist $= 11,4$ Erddiameter. Sein Äquator ist nur wenige Grad gegen seine Bahn geneigt, folglich wird die Abwechselung der Tages- und Jahreszeiten sehr gering seyn. Der scheinbare Durchmesser beträgt 30″, wenn er Mittags 12 Uhr culminirt, und 49″, wenn er Nachts 12 Uhr durch den Meridian geht.

Man unterscheidet auf seiner Oberfläche nahe am Äquator 3 oder 4 beständige Streifen, in welchen jedoch atmosphärische Erscheinungen und Veränderungen vorgehen. Zuweilen sieht man andere Gegenden mit grauen dünnen Nebelstreifen und Fleckchen bedeckt, oft die Oberfläche gekräuselt, welches man für Wolken hält. Schon aus den veränderten Gestalten, die seine Monde annehmen, so bald sie sich hinter demselben verbergen, folgt, daß Jupiter eine Atmosphäre habe. Merkwürdig sind aber jene Streifen am Äquator, welche eine gewisse Regelmäßigkeit oder vielmehr Einförmigkeit in die dortige Witterung bringen, die mit seiner geringen Schiefe gut harmonirt. Sie scheinen eine Folge der schnellen Axendrehung des Jupiter zu seyn, und Ähnlichkeit mit dem auf der Erde in der heißen Zone regelmäßigen Ostwinde zu haben. Man beobachtet aber auch dunkle Flecke, die sich mit einer unbegreiflichen Schnelligkeit (7 bis 10000 Fuß in 1 Sek.) über den Jupiter meist von West nach Ost bewegen. Sind dies Wolken, woran fast nicht zu zweifeln ist, so übersteigt die Heftigkeit des zuweilen dort herrschenden Sturmwindes alle unsre Vorstellungen.

§. 875. Jupiter wird von 4 Monden begleitet, welche ihm mit abwechselndem Lichte leuchten, wie uns unser Mond. Den Jupitersbewohnern erscheint der erste Mond ziemlich eben so groß, als uns der unsrige; der zweite und dritte etwa halb, und der vierte nur $\frac{1}{4}$ so groß im Durchmesser. Diese Monde bewegen sich wegen der erstaunstaunlichen Anziehungskraft des Jupiter überaus schnell um denselben, wie folgende Übersicht beweist:

1. Mond in	1 T.	18 St.	28'	36	, Abst. 57307 Meil	u. 560 M. Durchm.
2 —	— 3	13	17	54	— 92840 —	— 460 — —
3. —	— 7	3	59	36	— 147114 —	— 820 — —
4. —	— 16	18	5	7	— 262721 —	— 570 — —

Außerordentlich seltsam würde uns der Himmel erscheinen, wenn wir auf diesen Monden verweilen könnten. Die Bewohner des ersten Trabanten sehen den Jupiter am Himmel als einen mit mildem Lichte glänzenden Körper, dessen Durchmesser 19° hält, also ganze Sternbilder bedeckt. Welch ein Anblick! Auch diese Monde wenden dem Jupiter als Centralpunct stets eine und dieselbe Seite zu, und weil man diese Erscheinung bei allen Nebenplaneten bestätigt findet, so scheint eine starke Centripetalkraft der Axendrehung entgegen zu wirken. — Auf den Oberflächen der Jupiterstrabanten erblickt man dunkle Stellen, und auf den ihrem Kraftpuncte abgewandten Seiten atmosphärische Erscheinungen.

§. 876. Die Bahnen dieser Monde liegen ziemlich in der Ebene der seinigen: daher erleiden sie wenigstens die 3 ersten) bei jedem Umlauf Verfinsterungen, indem sie durch den Schatten des Jupiter gehen müssen. Aus dem Ein- oder Austritt eines Trabanten in oder aus dem Schatten, welche Erscheinung auf der halben Erde in gleichen Augenblicken gesehen werden kann, läßt sich die geographische Länge eines Ortes berechnen. (Der Schatten des Jupiter ist 12 Millionen Meilen lang.)

Jupiter erscheint in jeder Stellung als ein Stern erster Größe mit weißgelblichem Lichte, am schönsten, wenn er um Mitternacht culminirt. Durch gemeine gute Fernröhre sind seine 4 Monde zu sehen, die rechts und links in einer Linie sich zeigen. Er nimmt mit seinem Gefolge am Himmel einen halben Grad ein.

Anmerk. In Bode's astronom. Jahrbuche findet man für jeden Tag die Stellung der Jupiterstrabanten abgebildet, und ihre Verfinsterungen angezeigt.

§. 877. Saturn steht an Größe dem Jupiter wenig nach, denn er ist 1030 mal größer, als die Erde; ist 231400 Erdhalbmesser oder 199 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, sieht sie im Durchmesser $9\frac{1}{2}$ mal, und im Flächenraum 91 mal kleiner, als wir, und läuft in 29 Jahren 166 Tagen um dieselbe. Wegen seiner schnellen Axendrehung, die nur 9 St. 16 Min. dauert, ist er an den Polen um $\frac{1}{11}$ seines Durchmessers abgeplattet. Ist er um Mitternacht im Meridian, so erscheint sein Durchmesser $21\frac{1}{2}$ Sek.; ist er bei der Sonne, aber nur $15\frac{1}{2}$ Sek. Die dortige Schiefe der Ekliptik beträgt 31° 20′, wodurch die Jahreszeiten (welche $7\frac{1}{2}$ unsrer Jahre dauern) sehr verschieden seyn müssen.

Auf seiner Oberfläche sieht man 4 bis 5 dunkle dem Äquator parallele Streifen, wie beim Jupiter, in denen ebenfalls atmosphärische Veränderungen vorgehen; die Schneefarbe seiner Polargegenden nimmt im Sommer ab, und im Winter zu, welches bei allen Planeten, deren Axenneigung beträchtlich ist, bemerkt wird. Übrigens muß sowol die Oberfläche, als die Atmosphäre des Saturn sehr geschickt seyn, das Sonnenlicht zurückzuwerfen, weil er bei so schwacher Erleuchtung dennoch so hell erscheint.

§. 878. Den Saturn umschweben zwei äußerst dünne, aber sehr breite Ringe, deren scharfe Kante in der Ebene seines Äquators liegt. Beide Ringe sind durch einen schmalen Zwischenraum von einander getrennt, und erscheinen durch gewöhnliche Fernröhre und Telescope nur als ein Ring, welchen wir als eine Ellipse sehen, weil er gegen uns eine schiefe Lage hat. Alle 15 Jahre ist sie eine Linie, und alle $7\frac{1}{2}$ Jahre am meisten geöffnet. Der Ring ist eine veste Masse, die das Licht, besonders auf der breiten Fläche, stark reflectirt; nach einigen Astronomen dreht sich der Ring innerhalb 10 St. 32′ 15″ um den Saturn. Der innere Rand des Ringes steht vom Saturn 5800 Meilen ab, seine Bereite beträgt 3940, seine Dicke 80 bis 100 Meilen; der Durchmesser muß 40500 Meilen, und sein Umfang 127000 Meilen betragen. Weil er eigentlich aus 2 Ringen besteht, so kann man zwischen beiden zuweilen durchsehen, und daraus den Abstand beider bestimmen. Herschel fand denselben = 570 Meilen, und die Breite des äußeren Ringes 1380 Meilen.

Man

Man leitet die Entstehung dieses Doppelringes von der erstaunlich schnellen Axendrehung des Saturns her, wodurch bei seiner Bildung die Theile unter dem Äquator in Folge der Fliehkraft sich vom Planeten absondern mußten.

§. 879. Den Saturnsbewohnern unter dem Äquator erscheint der Ring als ein durch das Zenit gehender breiter dunkler Streif, hinter welchem sich die Sonne in dem dortigen Frühjahr und Herbst Monate lang verbirgt. Zu andern Zeiten fällt der ungeheure Schatten des Ringes auf diejenige Halbkugel des Saturn, welche Winter hat, und verursacht daselbst Jahre lang Sonnenfinsternisse. Die andere Halbkugel sieht den Ring als einen breiten hellleuchtenden Streifen über dem Äquator schweben; und die Polargegenden sehen ihn gar nicht. Folglich ist, nach irdischer Weise zu urtheilen, den Saturnsbewohnern von diesem Ringe wenig oder gar keine Begünstigung zu versprechen; vielmehr vermehrt sein gewaltiger Schatten die Unfreundlichkeit des langen Winters, der über $7\frac{1}{2}$ Jahre dauert.

Ob der Ring bewohnt sey, ist eine schwer zu lösende Frage. Von der Weisheit des Schöpfers läßt sich erwarten, daß auch er ein Wohnplatz lebender Wesen seyn werde. Ohne die schnelle Axendrehung des Ringes, wodurch die Schwere gegen den Saturn sehr vermindert wird, wäre wenigstens die Seitenfläche desselben gar nicht bewohnbar; denn unbevestigte Gegenstände würden in krummen Linien zu dem, ihnen zur Seite stehenden, Saturn hinfallen. Übrigens müßten sie gewohnt seyn, die Sonne 15 Jahre lang zu entbehren, und dann eben so lange fast ununterbrochen zu sehen. Die einzige Lichtabwechselung an einem so langen Tage ist die Sonnenfinsterniß, welche der Saturnsschatten auf dem Ringe täglich macht, und die nur einige Stunden dauert.

Wenn die Saturnsbewohner mit uns in Hinsicht der Geistes- und Körperkräfte gleiche Stufe einnehmen, so wissen sie von dem Daseyn des Merkur, der Venus und Erde nichts, weil selbst die letztere sich, von dort aus betrachtet, nie über 6° von der Sonne entfernt, also ewig in der Dämmerung verborgen bleibt.

§. 880. Außer diesem großen Ringe bewegen sich um den Saturn noch 7 Monde von sehr ungleicher und schwer zu bestimmender Größe. Der 5te hat 260, und der 6te 680 Meilen im Durchmesser; die innern sind viel kleiner; alle 7 bewegen sich in der erweiterten Ebene des Ringes. Mit ihnen nimmt Saturn am scheinbaren Himmelsgewölbe einen Raum von 18′ 56″ ein.

Umlaufszeit.					Abstand der Monde vom Saturn.	
I. Mond	0 T.	22 St.	37′	23″	24133	Meilen.
II.	— 1	8	53	9	30817	—
III.	— 1	21	18	55	41451	—
IV.	— 2	17	45	51	54430	—
V.	— 4	12	27	55	75959	—
VI.	— 15	23	15	23	176137	—
VII.	— 79	22	3	13	513481	—

Die Nähe dieser Monde und ihr schneller Umlauf ist erstaunlich; aber der Anblick des Saturn und seines Ringes von einem seiner Monde übersteigt die kühnste Phantasie. So erscheint z. B. den Bewohnern des ersten Mondes der Saturn als eine hellleuchtende Kugel von 41° scheinbarem Durchmesser, oder 80 mal breiter, als uns die Sonne; und der Ring als ein breiter Streifen von 112° Länge. Die großen Mannigfaltigkeit in der wechselseitigen Erleuchtung des Saturnsystems würde einem geübten Astronomen, der sich auf einem dieser Monde befände, viel zu schaffen machen. — Auch diese 7 Monde wenden ihrem Hauptplaneten beständig einerlei Seite zu, zeigen dunkle Stellen auf ihrer Oberfläche, und sogar atmosphärische Erscheinungen.

§. 881. Uranus, der letzte bekannte Planet, wurde 1781 von Herschel durch ein 7 füßiges Telescop entdeckt. Er vollendet in der erstaunlichen Entfernung von 465000 Erdhalbmessern oder fast 400 Millionen Meilen in 84 Jahren 9 Tagen seine Laufbahn um die Sonne, welche ihm nur 1′ 40″, oder 19 mal kleiner im Durchmesser, und im Flächenraum 368 mal kleiner, als uns, erscheint. Sein scheinbarer Durchmesser in der Erdnähe = 4″, 3; in der Erdferne 3″, 6; das unbewaffnete Auge sieht ihn als einen kleinen Stern 6ter Größe.

Die

Die Axendrehung ist bis jetzt noch unbekannt, aber aus der Abplattung desselben folgt, daß seine Axe mit seiner Bahn fast zusammenfällt, folglich die dortige Schiefe der Ekliptik so groß ist, daß die Sonne sowohl den Polargegenden als dem Äquator im Zenit erscheinen kann. Wie verschieden muß dort die Abwechselung der Tages- und Jahrszeiten seyn! So bald sich die Sonne vom Aequator entfernt, versinkt der eine Pol in eine 40 Jahre dauernde Nacht, die sich in 20 Jahren bis zum Äquator verbreitet, und also die ganze Halbkugel bedeckt. Wären die dortigen Bewohner von unsrer Körperbeschaffenheit, so würden sie bei Annäherung der langen Nacht den Wanderstab ergreifen, und auf diejenige Halbkugel ziehen müssen, welche Tag hat.

§. 882. Uranus ist fast 85 mal größer, als die Erde, und hat, so viel bis jetzt bekannt, 6 Monde, deren Beobachtung zu den feinsten gehört, die jemals gemacht sind; nur Herschel's 40füßiges Telescop zeigt sie alle. Sie bewegen sich in einer fast senkrechten Richtung gegen seine Bahn um ihn, in der Ebene des Äquators.

	Umlaufszeit.				Abstand vom Uranus.	
I.	Mond	5 Tage	21 St.	25′	49000	Meilen.
II.	—	8	17	1	64000	—
III.	—	10	23	4	74000	—
IV.	—	13	11	5	85000	—
V.	—	38	1	49	169000	—
VI.	—	107	16	40	338000	—

§. 883. Schwerlich wissen die Uranusbewohner etwas von den Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars, Vesta, Ceres, Pallas und Juno. Nur Jupiter und Saturn sind ihnen zuweilen des Morgens und Abends sichtbar, und entfernen sich nie weit von der Sonne. Aber zur Beobachtung der Fixsternparallaxe ist ihr Wohnplatz sehr geschickt, denn sie verändern ihren Standpunct in 42 Jahren um die Größe einer Standlinie von 800 Millionen Meilen, welche unsre Standlinie (von 42 Mill. Meilen) fast 20 mal übertrifft. Folglich muß ein Fixstern, dessen Parallaxe bei uns 1″ austrägt, dort seinen scheinbaren Ort um 20″ verändern. Übrigens ist diese scheinbare Veränderung in der Stellung der Fixsterne so äußerst unbedeutend, daß sie

sie nur dem stark bewaffneten Auge bemerklich wird, und der Fixsternhimmel dort eben so, wie hier uns, erscheint.

§. 884. Wir haben unsre Erde im Verhältniß mit den andern Planeten zwar nicht als einen der bedeutendsten, doch aber auch nicht als den kleinsten Weltkörper kennen gelernt, und gefunden, daß sie in unsrer Sonnenwelt eine gute Mittelstufe einnimmt. Ueberraschend ist bei aller Verschiedenheit, welche der ungleiche Abstand von der Sonne in der Erleuchtung und Erwärmung hervorbringt, dennoch die Aehnlichkeit, welche alle Planeten mit der Erde haben. Auf ihrer Oberfläche wechseln Tag und Nacht, Sommer und Winter, Regen und Sonnenschein, Gebirge und schöne Ebenen. Man kann daher mit eben den Gründen, welche uns das Daseyn eines Weltenschöpfers beweisen, auf die Bewohnbarkeit aller Planeten schließen. Es würde bei dem gegenwärtigen Zustande unsrer Kenntnisse sündlichen Irrwahn verrathen, zu glauben, daß nur der 3te Hauptplanet (die Erde) ein Wohnplatz vernünftiger Wesen sey. Zwar denkt der Kurzsichtige an glühende Hitze auf dem Merkur, an erstarrende Kälte auf dem Saturn und Uranus: allein diese Räthsel lösen sich, wenn man erwägt, daß die Sonnenstrahlen an sich nicht heiß sind, sondern nur die Kraft haben, den vorhandenen Wärmestoff aus den Körpern zu entwickeln. Der Merkur braucht nur in eben dem Grade weniger eigenthümliche Wärme zu besitzen, als er von der Sonne stärker, wie die Erde erleuchtet wird, um eine eben so milde Temperatur zu haben, wie diese. Die Erleuchtung eines Planeten durch die Sonne nimmt bekanntlich mit dem Quadrat der Entfernung ab, folglich läßt sich der Erleuchtungsgrad für jeden berechnen. Empfängt demnach auch Uranus $20^2 : 400^2 = 400$ mal weniger Licht, als die Erde, so wird darum dort nicht Finsterniß und erstarrende Kälte herrschen. Denn es ist wahrscheinlich, daß seine Masse mit mehr eigenthümlichem Licht- und Wärmestoff versehen ist, als die Erde, folglich eben so gut, wie diese, zur Erhaltung lebender Wesen geschickt sey. Uebrigens ist auch nicht zu bezweifeln, daß es der Allmacht des Schöpfers werde gefallen haben, selbst in der Organisation sämmtlicher Planetenbewohner Mannigfaltigkeit herrschen zu lassen.

§. 885. Zu unserm Sonnensystem gehört noch eine beträchtliche Anzahl anderer Himmelskörper, die man Kometen nennt. Sie erscheinen gemeiniglich mit langen Lichtschweifen, nicht in der Ebene der andern Planeten, sondern unter allerlei Richtungen an jedem Punct des Himmels, und sind, wie die Planeten, beständige Weltkörper, die sich nur durch sehr längliche Bahnen, lange dauernde Umlaufszeiten, und, wie es scheint, durch eigenes Licht von den Planeten unterscheiden. Die Sonne liegt in dem einen Brennpuncte ihrer sehr elliptischen Bahn. Wenn sie sich in der Nähe derselben befinden, schwillt ihre leuchtende Dunstmasse zuweilen so stark an, daß ihr Raum viele Millionen Kubikmeilen beträgt. In diesen sogenannten Schweifen, deren scheinbare Länge bei einigen wohl an 80 Grad hält, gehen schnelle und auffallende Veränderungen vor. Gemeiniglich erblickt man einen kleinen festen Kern, an welchem sich der Schweif, der stets das Sonnenlicht flieht, fächerartig hängt.

Man kennt bereits über 100 Kometen, deren Bahnen alle berechnet sind, und deren Sonnennähe innerhalb der Marsbahn liegt. Aber nach sehr wahrscheinlichen Gründen giebt es deren weit mehrere, welche in ungünstigen Stellungen ihre Sonnennähe passiren, und nicht beobachtet werden konnten. Einige haben eine Umlaufszeit von mehrern tausend Jahren. — In jetzigen Zeiten vergeht fast kein Jahr, in welchem die Astronomen nicht einen oder mehrere entdecken. Nach Lambert's Berechnung gehören über 4000 Kometen zu unserm Sonnensystem. Demnach scheint die gesammte Planetenwelt nur ein sehr geringer Theil desselben, und die Hauptsache die Kometenwelt zu seyn. — Herschel hält die Kometen für werdende Weltkörper!

§. 886. **Den wahren Durchmesser d eines Himmelskörpers zu finden**, wenn der scheinbare Durchmesser d′, und die horizontale Parallaxe p desselben, so wie der Durchmesser der Erde D bekannt sind.

Formel: $2p : d' = D : d =$ wahren Durchmesser in Erddurchmessern.

Z. B. den wahren Durchmesser des Mondes zu finden.

Hier ist D = 1

$d' = 32'\,45'' = 1965''$
$p = 60'$ also $2p = 7200''$ so ist $\frac{1 \cdot 1965}{7200} = 0{,}27$

des Erddurchmessers.

§. 887. Aus der gegenseitigen Anziehung der Planeten, und der Kraft, mit der sie ihre Monde um sich schleudern, berechneten die Astronomen die Masse (welche nicht mit ihrem kubischen Inhalte verwechselt werden muß) und Dichtigkeit der Planeten.

Z. B. Wenn die Dauer des Mondumlaufs = 655 St.
die Dauer des Umlaufs der Erde = 8766 St.
Entfernung des Mondes von der Erde = 1
— der Erde von der Sonne = 400,

so giebt $\frac{400^3}{1^3} : \frac{655^2}{8766^2} = 357000 : 1$,

woraus folgt, daß die Sonne 357000mal mehr Masse hat, als die Erde. Da sie aber 1448079mal größer ist, so müßte sie, wenn ihre Dichtigkeit eben so groß, als die der Erde wäre, auch so viel mal mehr Masse haben. Sie hat aber nur 357000mal mehr Masse, folglich ist ihre Dichtigkeit $= \frac{357000}{1448079} = 0{,}24$, oder fast 4mal geringer, als die der Erde.

§. 888. Die Fallkraft in einer Sekunde giebt folgendes Formular:

$$\frac{15{,}1 \text{ Fuß} \cdot \text{Masse des Planeten}}{\text{Quadrat des Halbmessers}}.$$

Z. B. für Jupiter, welcher 309mal mehr Masse, und 11,4 mal größer im Halbmesser ist:

$$\frac{15{,}1 \cdot 309}{11{,}4^2} = \frac{4666}{130} = 35{,}9 \text{ Fuß Fall in } 1'' \text{ auf}$$

dem Jupiter.

Folgende Tafel enthält die Dichtigkeit, Masse und Fallkraft der bekanntesten Planeten und der Sonne.

	Dichtigkeit.	Masse.	Fallkraft in 1 Sekunde	Größe im Verhältniß zur Erde.		Durchmesser in Meilen.
Merkur	2,56	0.16	15,1 Fuß	16 mal	kleiner.	697
Venus	1,03	0 95	15,2 —	$\frac{1}{20}$ —		1688
Erde	1,00	1,00	15,1 —	—		1719
Mond	0 75	0,015	3,1 —	50		465
Mars	0 64	0,10	5,2 —	$6\frac{2}{3}$		920
Sonne	0,23	329800	389,0 —	1448079 mal	größer.	194490
Jupiter	0,21	309,1	35,9 —	1474 —		19566
Uranus	0,20	16,9	13,8 —	85 —		7564
Saturn	0,095	98,2	14 5 —	1030 —		17362

Die Größe der Sonnenkugel übertrifft die gesammte Größe aller Planeten um 559mal, woraus sich die Größe ihrer Anziehungskraft, welche das ganze System in Ordnung hält, erklart.

IV. Leichte und sichere Verfahrungsweise, Sonnenuhren zu zeichnen.

§. 889. Auf einer ebenen rechtwinklichten Fläche von Messing, Zinn oder Holz ziehe man für eine

horizontal- oder wagerechtliegende Sonnenuhr

die Parallelen CA und DB Fig. 278. in einem Abstande, der der Dicke des Zeigers gleich ist. Auf CA errichte das Quadrat CAEG, und auf DB das Quadrat DBFH, in beliebiger Größe, doch so groß, als es die Uhrfläche nur immer erlaubt, und daß eine Seite dieser gleichen Quadrate genau 1000 Theile eines verjüngten Maaßstabes mißt.

Die Linien CA und DB liegen so, daß C und D nach Süden, A und B nach Norden zeigen; dann fällt der Schatten des zwischen AC und DB befindlichen Zeigers des Vormittags auf das Quadrat DBFH, und des Nachmittags auf das Quadrat CAEG, und geht nach der Ordnung der Zahlen über dieselben.

Wohin der Schatten für jede beliebige Zeit fallen wird, läßt sich berechnen, sobald man die Polhöhe desjeniges nigen Ortes kennt, für welchen die Uhr bestimmt ist. Um 12 Uhr fällt der Schatten auf die Fläche CDAB, um 1 Uhr auf die Linie Cb, um 2 Uhr auf die Linie C2 ꝛc. und macht also zu jeder Zeit mit der Mittagslinie CA einen Winkel bCA, oder 2CA u. s. w. welcher Stundenwinkel, oder Winkel mit dem Meridian heißt. Sieht man CA als den Radius an, so ist die Linie AE eine Tangente, und GE die Cotangente. Trägt man nun nach dem Maaßstabe, wonach die Quadrate gezeichnet sind, von A aus auf die Tangente AE die Tangententheile, welche einem Stundenwinkel z. B. bCA zukommen, so erhält man den Punct b, von dem eine gerade Linie nach C gezogen, die Richtung des Schattens zur verlangten Stunde anzeigt.

Wie groß nun das Stück Ab, Ac, Ad für die Stunden 1, 2, 3 und auf der andern Seite, für 11, 10, 9 u. s. f. seyn muß, findet man für jede Viertelstunde in der Tafel VIII. des Anhanges, für verschiedene Polhöhen berechnet. Man suche also in der obern Querspalte die Polhöhe, die der des Orts gleich, oder nahe ist, und trage die in der senkrecht darunter stehenden Spalte angegebenen Tangententheile nach dem Maaßstabe auf die Zeichnung, z. B. für die Polhöhe 52° 30′ ist Ab = 212,5 um 1 Uhr; Ac = 458,2 um 2 Uhr u. s. w., welche Theile auch auf die andere Seite BF eben so von B aus getragen werden.

Die Cotangententheile werden von G aus auf GE, und von H aus auf HF getragen.

Die 6te Stundenlinie ist = 0 und die GH. Weil nun aber eine solche Uhr auch noch nach 6 Uhr, und des Morgens vor 6 Uhr die Zeit angeben kann, so verlängere man die Linie MD nach N, und X nach Y, so bekommt man die 7te und 8te Stunde des Abends. Eben so verfahre man mit den Stunden früh vor 6 Uhr.

Nachdem so die Lage der Stundenlinien bestimmt ist, kann man der Uhr eine beliebige Einfassung, z. B. einen Kreis, ein Parallelogramm u. dgl. geben, und die Zahlen hinzufügen.

§. 890. Ein wichtiger Umstand an jeder Sonnenuhr ist der Zeiger CMm Fig. 279, bei welchem es darauf ankommt, daß der Winkel Mcm, welchen die zeigende oder schattende Kante CM mit der Uhrfläche macht, gleich der Polhöhe des Ortes sey. Diesen Winkel erhält man, indem man einen rechtwinklichten Triangel CRP Fig. 279. und 280. zeichnet, worin PR = dem Sin. und CP = dem Cosin. der Polhöhe gemacht wird. In der Tafel VIII. findet man unter jeder Spalte die Größe der Catheten PR und CP angegeben. Die Größe des Zeigers ist willkührlich; damit er aber keine unnütze Höhe erhalte, trage man den Abstand der 12ten Stunde vom Uhr=Centro auf die verlängerte CP des Zeigers (in der Figur 279. ist cz = c 12 Fig. 278.), und beschreibe das gleichseitige Dreieck NCZ, dessen eine Seite ZN die Hypotenuse CR in M durchschneiden wird; in M kann dann das Ende des Zeigers seyn.

Die beiden Kanten CM und DO müssen recht scharf und glatt, und die Puncte CD genau an das Centrum der Uhr CD anschließen. Er kann mit Zapfen V, oder Schrauben in der Uhr bevestigt werden; aber nie vergesse man, ihn in Hinsicht der Uhrfläche senkrecht zu stellen. Die zeigende Fläche eines jeden Sonnenuhrzeigers, also CMDO muß der Erdaxe parallel, folglich CM nach dem Nordpol des Himmels gerichtet seyn.

Horizontalsonnenuhren sind die brauchbarsten, denn sie zeigen den ganzen Tag die wahre Zeit mit einer Genauigkeit von etwa 1 Minute. Man legt sie wagerecht, und so, daß die 12te Stundenlinie im Meridian, mit dem Uhrcentro nach Süden weist.

§. 891. Die Vertikal= oder hangende Sonnenuhr, deren Fläche auf einer Horizontale senkrecht steht, wird eben so, wie die vorige gezeichnet. Man zieht auch hier zwei um die Dicke des Zeigers von einander abstehende Parallelen, auf welche der Schatten um 12 Uhr fällt, errichtet auf jeder Seite ein Quadrat, und trägt die Tangententheile für jede ganze, halbe und Viertelstunde auf die Seiten des Quadrats, die an der 12ten Stundenlinie und ihr gegenüber liegen, wie sie für 7 verschiedene Polhöhen in der Tafel IX. des Anhanges angegeben sind. Eine solche Uhr kann höchstens bis 6 Uhr die Stunden zeigen, und ihr Centrum ziemlich oben auf der zur Uhr bestimmten Platte genommen werden. Ihr Zeiger CRP

Fig. 280.

Fig. 280. macht mit der Uhrfläche einen Winkel, welcher mit der Äquatorhöhe, oder deren Cosinus der Polhöhe gleich ist. Man kann ihn durch ein rechtwinklichtes Dreieck CRP bekommen, wie bei der Horizontaluhr, aber der Winkel x bei R liegt im Uhrcentrum auf der 6ten Stundenlinie, und P in der Nähe von 12 Uhr. RP ist senkrecht und geht nach dem Mittelpunct der Erde; CR nach den Weltpolen und zeigt mit dem äußersten Schattenrande die Zeit an.

Beim Aufstellen der Uhr sehe man dahin, daß die Uhrfläche völlig senkrecht auf der Morgen- und Abendlinie, und der Zeiger in der Ebene des Meridians liege.

Runde Zeiger taugen nichts, und zeigen falsch. Daher ist auch die in den Lehrbüchern vorkommende geometrische Construction der Sonnenuhren in der Ausübung ganz unbrauchbar. Es würde nämlich zu einer solchen Uhr ein Zeiger ohne alle Dicke erfordert, welches ein unmögliches Ding ist; anderer großen Unbequemlichkeiten bei Auftragung der Stundenlinien nicht zu gedenken.

§. 892. Oriental- und Occidentalsonnenuhren stehen mit ihren Flächen gegen Morgen oder Abend, und senkrecht auf der horizontalen AB Fig. 281. Wenn A Süden und B Norden ist, so ist Winkel x = Äquatorhöhe des Aufstellungsortes. In der 6ten Stundenlinie ist der Zeiger abcd Fig. 282. auf der Fläche CB senkrecht bevestigt, und so hoch, daß er (niedergelegt) von 6 bis 9 auf der Uhr reicht. Die Abtheilung der Stundenlinien hängt also von der Zeigerhöhe, oder dem Abstand 6 — 9 ab. Man theile den Abstand 6 - 9 in 100 Theile. Wieviel solcher Theile jeder Viertelstunde, von 6 Uhr an, als dem Zeigerplatz und Uhrcentro, zukommen, findet man in der Tafel X. des Anhanges.

Je näher die Stunden dem Mittage kommen, desto länger wird der Schatten, und um 12 Uhr unendlich seyn. Die obere Fläche ab am Zeiger zeigt mit ihrem Schatten die Stunden an.

Eine Occidental- oder Abenduhr wird eben so gezeichnet, nur erhält sie die Zahlen in umgekehrter Ordnung; wo 11 steht, muß 1 stehen; anstatt 10 eine 2 u. s. w.

An einem Würfel von beliebiger Größe lassen sich diese 4 Sonnenuhrgattungen, so wie auch eine Mitternachtuhr anbringen, welche letztere wie eine Mittagsuhr gezeichnet wird; allein ihr Zeiger steht mit der Spitze unten, und die Stundenzahlen folgen in umgekehrter Ordnung von 3 bis etwa 7, und 5 bis 9 Uhr.

§. 893. In den Tafeln VIII. bis X. kommen nur die Tangententheile aller Viertelstunden vor. Man kann aber leicht die Stundenwinkel und ihre Tangententheile für einzelne Minuten haben. Zu einer solchen Rechnung sind zwei Stücke zu wissen nöthig:

1) die Polhöhe des Ortes,
2) die Äquinoctialdistanz.

Unter letzterer versteht man den Theil des Äquators, der sich in einer gegebenen Zeit (von 12 Uhr an gerechnet) durch den Mittagkreis bewegt. Innerhalb 24 Stunden bewegt sich der ganze Äquator mit seinen 360 Graden durch den Meridian, folglich in 1 Stunde 15°, in 30 Minuten $7\frac{1}{2}°$, in 5 Minuten 1° 15′ u. s. w. (S. Tafel I.). Nun findet man den Stundenwinkel bei Horizontalsonnenuhren dadurch:

$$\text{Sin. tot.} : \text{Sin. P} = \text{Tang. A} : \text{Tang. S},$$

wobei P = Polhöhe, A = Äquinoctialdistanz; S = Stundenwinkel.

Z. B. Man sucht den Stundenwinkel für 5 Minuten nach 12 oder vor 12 Uhr, unter der Polhöhe 52° 30′, so ist

$$\text{Sin. tot.} : \text{Sin. } 52° \ 30' = \text{Tang. } 1° \ 15' : \text{Tang. S.}$$

$$\begin{array}{rl} \text{log. Tang. } 1° \ 15' = & 8{,}3403020 \\ \text{log. Sin. } 52° \ 30' = & \underline{9{,}8994667} \\ = & 18{,}2397687 \\ \text{log. Sin. tot.} = & \underline{10{,}0000000} \\ \text{log. Tang. S.} = & 8{,}2397687 = 59' \ 40'', \end{array}$$

wozu man in den trigonometrischen Tafeln die natürliche Tangente 0,0173692 findet, wovon man aber nur die 3 ersten Zahlen, und allenfalls eine Decimalstelle nehmen kann, weil der Maaßstab, nach welchem die Uhr gezeichnet wird, nur 1000theilig ist. Daher ist der Punct, auf den der Schatten 5 Min. vor oder nach 12 Uhr hinfällt, um 17,3 solcher Theile entfernt, deren die Tangente 1000 hat. — Sobald der Stundenwinkel über 45° wächst, ist die Tangente über 1000, daher suche man in den Tafeln die Cotangententheile zu demselben.

§. 894. Die Stundenwinkel und Tangententheile zu einer Vertikal- oder Mittagsuhr werden eben so gefunden, nur mit dem Unterschiede, daß man statt des Sinus der Polhöhe, den Cosinus derselben nimmt, und daher die Formel hat

$$\text{Sin. tot} : \text{Cosin. } P = \text{Tang. } A : \text{Tang. } S.$$

(worin P = Polhöhe, A = Äquinoctialdistanz, S = Stundenwinkel).

Mittelst der gegebenen Formeln kann man sich nöthigenfalls solche Tafeln, wie VIII und IX. selbst verfertigen, wenn die Polhöhe, unter welcher man wohnt, nicht darin zu finden ist. Eine Sonnenuhr ist brauchbar, wenn auch die Polhöhe, für welche sie gemacht, von der des Aufstellungsortes um 5′ verschieden ist.

§. 895. In der Tafel X findet man durch die Formel Sin. A : 100 = Cosin. A : Abstand der Stundenlinien, vom Zeiger auf der 6ten Stunde an gerechnet.

Z. B. wie weit reicht der Schatten auf einer Abenduhr um 2 Uhr Nachmittags?

Hier ist $A = 2 \cdot 15° = 30°$, daher

$$\text{Sin. } 30° : 100 = \text{Cos. } 30° : S$$

$$\begin{array}{rl} \log. \text{Cos. } 30° = & 9{,}9375306 \\ \log. 100 = & 2 \\ \hline & 11{,}9375306 \\ \log. \text{Sin. } 30° = & 9{,}6989700 \\ \hline & 2{,}2385606 = 173{,}21, \end{array}$$

d. h. die 2te Stundenlinie ist von dem Zeiger um 173,2 solcher Theile entfernt, deren er 100 hat.

Die Polhöhe hat auf die Abend- und Morgenuhren weiter keinen Einfluß, als daß sie unter dem Winkel der Äquatorhöhe aufzustellen sind.

Anhang.