[illegible]

Lehrbuch

der

Astronomie,

von

Abel Bürja.

Erster Band.

Berlin,
bei Schöne 1794.

Einleitung.

§. I.

Lob der Astronomie.

Die Astronomen pflegen ihre Wissenschaft als die erste und vorzüglichste unter allen anzupreisen. Wenn man aber auch diese Erhebung zum höchsten Range nicht wollte gelten lassen; wenn auch andere Gelehrten nicht ohne Grund behaupten, daß ihre verschiedenen Gegenstände ebenfalls große Vorzüge haben; so muß man doch der Sternkunde allemal einen sehr ehrenvollen Platz unter den menschlichen Kenntnissen einräumen. Ihr Gegenstand ist erhaben; denn sie beschäftiget sich nicht mit einzelnen Werken der Natur, sondern mit dem Welt-All, mit der Einrichtung dieser unermeßlichen Maschine, welche man destomehr bewundert, jemehr man sie kennen lernet. In Betrachtung der Fähigkeiten, die sie von ihren Schülern verlanget, zeiget sie sich groß in ihren Forderungen; sie enthüllet ihre wichtigsten Geheimnisse nur den geistreichsten Köpfen, nur denen die es nicht eher wagen in ihr Heiligthum einzutreten, als wann sie sich hinlänglich mit allen Kenntnissen der reinen Größenlehre und der Bewegungslehre ausgerüstet haben: die übrigen unter ihren Liebhabern, die nur Augen und Beharrlichkeit nöthig haben, indem sie weiter nichts thun, als die Himmelskörper anschauen, und das Gesehene erzählen, werden von ihr bloß als nützliche Handlanger erkannt, die dem mathematischen Astronomen

men den Stoff zu seinen Rechnungen liefern. Wenn wir den Gebrauch der Astronomie betrachten, so ist es unverkennbar, daß sie von jeher der Schiffarth die größten Dienste geleistet hat. Schon in uralten Zeiten richteten sich die Seefahrer nach dem Laufe der Sterne, und heut zu Tage ist kein anderes Mittel auf langen Seereisen die geographische Länge und Breite der Stellen wo man ist, zu erfahren, als die Beobachtung der Fixsterne, der Sonne, der Planeten und ihrer Trabanten. Im gemeinen Leben erfahren wir täglich den Einfluß der Astronomie, durch der eingeführte regelmäßige Eintheilung der Jahre, Monate, Tage und Stunden, welche Eintheilung von der Kenntniß der scheinbaren Bewegungen der Sonne abhänget. Jedesmal wenn man in einem Kalender das Alter des Mondes suchet, hat man Gelegenheit den Nutzen der Astronomie zu erkennen. Jedesmal wenn man seine Räder-Uhr nach einer Sonnen-Uhr stellet, kann man sich erinnern, daß nur ein Astronom die erste Sonnen-Uhr einzurichten im Stande war.

§. II.

Nachricht wegen dieses Lehrbuchs.

Eine so vorzügliche und so nützliche Wissenschaft, wie die Astronomie ist, hat zu allen Zeiten Liebhaber in beträchtlicher Menge gefunden. Und diesen hat es nie an Mitteln gefehlet ihre Wißbegierde zu befriedigen. Ausser dem mündlichen Unterrichte, gab es, seitdem Wissenschaften in der Welt getrieben werden, immer Astronomen, die sich die Mühe gaben Lehrbücher zu verfertigen, in welchen sie so weit gingen, als man zu ihren Zeiten gekommen war, und den ältern Entdeckungen die neuesten hinzu fügten. Auch heut zu Tage haben wir keinen Mangel an guten und vortrefflichen Lehrbegriffen der

der Astronomie. Wie viel deutsche Jünglinge haben nicht schon zum Beispiel in des Herrn Professors Bode **Erläuterungen der Sternkunde** eine gründliche und faßliche Anleitung zur Erlernung dieser Wissentschaft gefunden!

Ich hätte mich nicht entschlossen die Anzahl der astronomischen Lehrbücher zu vermehren, wenn ich mir nicht seit dem Anfange meiner mathematischen Schriften vorgenommen hätte, ein etwas vollständiges Ganzes zu liefern; und bei dieser Absicht konnte ich die Astronomie nicht weglassen. Sie ist, so zu sagen, die Krone aller mathematischen Wissenschaften; sie erborget Sätze von allen; sie dienet zur Prüfung, ob man sie alle gehörig studiret hat; sie dienet zur Wiederholung der meisten mathematischen Lehrsätze. Eine Reihe mathematischer Lehrbücher verfertigen, ohne die Astronomie abzuhandeln, hieße ein Haus bauen, ohne das Dach darauf zu setzen.

Ob nun gleich dasjenige was in diesen Werke gesaget wird, meistens schon oft und gut gesaget worden, so habe ich es doch wenigstens nach reifem Durchdenken in meiner eigenen Art gesaget. Diese Astronomie kann also von denen mit Nutzen gebrauchet werden, die meine übrigen Schriften gelesen haben und an meine Darstellungs-Art gewöhnt sind. Auch unter denen die nicht in dem Falle sind, werden sich vielleicht Leser finden für die ich es eben recht getroffen habe, und deren Fassungskraft meinem Buche genau angemessen sein wird. Die Leser sind so verschieden, daß es nicht überflüssig ist, wenn die nämlichen Sachen auf vielerlei Art und durch mehrere Schriftsteller vorgetragen werden. Aus einer Küche lassen sich nicht alle Gaumen befriedigen.

Ueber den inneren Werth oder Unwerth dieser Arbeit geziemet es mir nicht zu urtheilen. Auch will ich von meinem Buche weiter nichts bemerken, als daß ich darin, nach dem Beispiele anderer Schriftsteller statt der sonst gangbaren lateinischen Nennwörter sehr oft deutsche gebrauchet habe, die meistens schon mehr oder wenig häufig in astronomischen Büchern angetroffen werden. Indessen da manche wegen ihrer Neuheit noch etwas auffallend sein könnten, so habe ich mich zur Abwechselung auch der alten Wörter bedienet. Man wird also hier finden, bald Aequator, **Meridian**, **Vertikalzirkel**, u. s. w. bald aber **Gleicher**, **Mittagskreis**, **Scheitelkreis**, u. s. w. Longitudo & latitudo wird freilich allgemein durch **Länge** und **Breite** übersetzt; allein diese Wörter scheinen mir wegen ihrer Zweideutigkeit eben nicht die passendsten zu sein, hauptsächlich wann von der Erde die Rede ist. Wenn ich mich bei jemandem nach der Länge von Berlin erkundige, so wäre es ihm gar nicht zu verdenken, wenn er stat 31 Grad, $\frac{3}{4}$ Meilen antwortete. Also statt **Länge** und **Breite** im astronomischen und geographischen Verstande sage ich oft bestimmter die **Standlänge** und die **Standbreite**, oder ich setze bei Oertern auf der Erde das Wort geographisch hinzu: **geographische Breite**, **geographische Länge**. Dann und wann nehme ich mir auch wohl die Freiheit die geographische Länge und Breite nach astronomischer Art durch **Aufsteigung** und **Abweichung** auszudrücken, hauptsächlich, wann die Rede sich zugleich auf die Himmels- und Erdkugel beziehet. Ascensio recta, ascensio obliqua, ist schon längst durch **gerade Aufsteigung** und **schiefe Aufsteigung** übersetzt. Indessen um der Kürze Willen sage ich dann und wann bloß **Aufsteigung**, statt **gerade Aufsteigung**, weil die schiefe doch nur selten vorkömmt. Altitudo et Azimuthum, wird gemeiniglich durch die **Höhe** und das **Azimuth** gegeben, ich sage manchmal **Standhöhe** und **Standschräge**. Dieses wird ohngefähr alles sein, was ich in Absicht der Sprache neues

gewagt

gewagt habe. Sonst habe ich, wie schon erinnert worden, entweder die aus dem lateinischen entlehnten Wörter beibehalten, oder solche deutsche Wörter gebraucht die nicht mehr ganz neu sind.

§. III.

Kurze Geschichte der Astronomie.

Seitdem es Menschen auf der Erde giebt, fanden sich vermuthlich hier und da einige, die den Himmel etwas aufmerksamer als andere betrachteten. Diese ersten Beobachter haben den hellesten Sternen und den auffallendsten Sternbildern Namen gegeben; sie haben die Planeten von den Fixsternen unterschieden, den Thierkreis worin die scheinbare Sonnenbahn lieget, bemerket; die Dauer des Jahres bis auf einige Tage und die Zwischenzeit von einem Vollmonde zum andern bis auf etwa einen Tag bestimmet. Alles dieses war aber noch nicht eigentliche Astronomie. Diese Wissenschaft nahm nur erst dann ihren Anfang, da sich gewisse Menschen ganz besonders der Betrachtung des Himmels widmeten, und dessen scheinbare Bewegungen mit möglichster Genauigkeit beobachteten, zu welchem Ende sie verschiedene Werkzeuge erfanden.

Es ist schwer zu bestimmen, bei welchem Volke man den Ursprung der Astronomie oder der künstlichen Beobachtung des Himmels suchen muß. Die Aegypter, Chaldäer und Indianer machten sich vor alten Zeiten die Ehre dieser Erfindung streitig. Sie mögen wohl alle das ihrige zur Vervollkommung der ersten rohen Beobachtungen beigetragen haben. Auch die Juden machen Anspruch auf diese Ehre; und man kann ihnen ohne Ungerechtigkeit nicht ihren Antheil daran versagen; ihr Kalender zeiget, daß sie richtig genug die Dauer des Jahres und des Mondes-Monats bestimmet hatten, welches in jenen alten Zeiten kein geringes Verdienst war. Bailly behauptet, alle diese alten Völker haben ihre astronomischen Kenntnisse von einem noch älteren erhalten, welches in der jetzigen Tartarei gelebet haben soll; seine Beweise sind aber so schwach, daß sie wohl nicht leicht jemanden der Sachkentniß besitzet überzeugen werden, zumal da in der Geschichte nicht die geringste Spur, auch nicht einmal der Name dieses vermeinten Volkes anzutreffen ist.

Von den Chaldäern weiß man nichts gewisses, als daß sie schon seit uralten Zeiten die Sonnen und Mondfinsternisse beobachteten; jedoch steigen die wirklich brauchbaren unter diesen Beobachtungen nicht weiter hinauf, als bis ins 719te oder 720te Jahr vor Christi Geburth. Den Chaldäern wird die Erfindung einer Periode von 18 Jahren und 10 Tagen oder genauer von 6585 Tagen 8 Stunden, oder von 223 Mondes-Monaten zugeschrieben. Diese bringet die Finsternisse beinahe in derselbigen Ordnung wieder zurück. Man nennet sie die **Chaldäische Periode**. Von den Chaldäern rühret die **Nabonassarische** oder **Babylonische Zeitrechnung** her. **Nabonassar**, auch **Belesus** und bei den Juden **Baladan** genannt, regierte zu Babylon, und unter seiner Regierung fingen erst die brauchbaren Beobachtungen der Chaldäischen Sternkundigen an; daher die späteren griechischen Astronomen eine nabonassarische Jahrzahl eingeführet haben, die 746 Jahre vor der christlichen anfängt. Die nabonassarischen Jahre sind alle von 365 Tagen. Vermuthlich war dieses die Dauer des bürgerlichen Jahres bei den Chaldäern; aber die Sternkundigen kannten wahrscheinlich die Dauer des tropischen Jahres viel genauer, wie aus der Periode von 18 Jahren und 10 Tagen zu schließen ist.

Die

Die astronomischen Kenntnisse der Aegyptischen Priester scheinen zwar bis zu einem sehr hohen Alterthume zurück zu steigen; allein diese Kenntnisse müssen meistens ziemlich schwankend, und die Beobachtungen wenig genau gewesen sein. Nur etwa 400 Jahre vor Christi Geburth machten die Aegypter merklichere Fortschritte in der Astronomie. Sie erkannten alsdann, daß das Jahr, dem sie bisher nur 365 Tage gegeben hatten, ohngefähr 6 Stunden mehr enthalte; sie entdeckten auch, daß Venus und Merkur sich um die Sonne bewegten, während, daß diese, ihrer Meinung nach, ihren Kreis um die Erde beschrieb. Es ist wahrscheinlich, daß einige unter ihnen sogar die Bewegung der Erde um die Sonne und die Bewohnbarkeit der Planeten vermutheten. Man glaubet, daß sie schon weit genug waren, um Finsternissen vorher anzukündigen.

Vor alten Zeiten, da keine gedruckte Bücher, keine Akademien, keine Universitäten waren, bestand das einzige Mittel viele Kenntnisse zu sammlen darin, daß man zu den Völkern oder einzelnen Männern hinreisete, die durch ihre Wissenschaft berühmt waren. Da nun die Aegypter, besonders ihre Priester, in dem allgemeinen Rufe der Weisheit standen, so pflegten die Griechen nach Aegypten zu reisen, um ihre Lehrbegierde zu befriedigen. Auf diese Art geschahe es daß die Sternkunde aus Aegypten nach Griechenland verpflanzet wurde.

Thales, welcher ohngefähr 640 Jahre vor Christi Geburt zur Welt kam, ward einer von diesen gelehrten Reisenden. Obgleich die Aegyptische Astronomie vielleicht dazumal noch nicht so weit gekommen war, als etwa 200 Jahre später, so lernte Thales doch von den Priestern manches, was er nachher durch seine eigenen Beobachtungen und Entdeckungen verbesserte. Er erkannte die kugelrunde Gestalt der Erde, und theilte sie in fünf Zonen mittelst der Wendekreise und Polarkreise;

er erfand die Sphaera armillaris oder Vorstellung der Himmelskreise durch zusammengefügte Ringe. Er erklärte ganz richtig die Ursachen der Mondwechsel und der Sonnen- und Mondfinsternisse, er soll sogar eine totale Sonnenfinsterniß vorher verkündiget haben, vermuthlich mittelst der chaldäischen Periode. Er führte das Sternbild des kleinen Bären ein, da man sich vorher bei der Schiffarth mit dem großen Bären beholfen hatte. Er soll am ersten die Schiefe der Ekliptik bestimmet haben. Er lehrete, daß die Sonne ein Klumpen brennender Materie wäre. Vor ihm wurden Sonne, Mond und Sterne vermuthlich nur als leichte undichte Flammen betrachtet, die sich am Firmamente bewegten.

Anaximander, ein Schüler des Thales, wurde 610 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung geboren. Er verfertigte die ersten Landkarten, errichtete in Sparta eine Sonnenuhr, und einen Gnomon, welcher zur Beobachtung der Nachgleichen und der Sonnenwenden dienete. Er bestimmte die Schiefe der Ekliptik genauer als Thales. Er lehrete, daß die Sonne größer wäre als die Erde; und soll die Bewegung der Erde gemuthmaßet haben.

Nach Anaximander wurde die Wissenschaft des Thales fortgesetzet und erweitert durch **Anaximenes**, und nach ihm durch **Anaxagoras**. Dieser prophezeiete eine große Sonnenfinsterniß, welche im Jahr 431 vor Christi Geburt eintraf, vermuthlich mittelst der chaldäischen Periode.

Pythagoras, wurde geboren ohngefähr 540 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung. Er gab sich viel mit der Sternkunde ab; allein weil man keine Schriften von ihm hat, und weil er seine Lehren überhaupt in tiefe Dunkelheit verhüllete, so läßt sich von seinen Entdeckungen nichts bestimmtes sagen. Jedoch kann man seine Meinungen aus denen seiner Nachfolger Philolaus, Nicetas, Eudorus, und anderer erkennen: Sie lehreten, daß die Erde und die Planeten sich um die Sonne herum bewegen, daß die Milchstraße aus einer unermeßlichen Anzahl von Fixsternen bestehet, daß die Kometen dauerhafte Körper sind, welche aber vor unseren Augen verschwinden, wenn sie in dem entferntesten Theile ihrer Bahn sind. Diese Lehren findet man in des Aristoteles Schriften angeführet, wo dieser sie zu wiederlegen suchet. Auch in des Archimedes Standrechnung stehet ausdrücklich, daß sich die Erde um die Sonne herum beweget, und es wird sogar nach damaligen Einsichten die Größe ihrer Bahn angegeben. Aristoteles und Archimedes sind keine eigentliche Astronomen; auch hat der letztere später gelebt als einige der hier noch folgenden Sternkundigen. Ich führe diese beiden Gelehrten nur als Zeugen des Systemes der Pythagoräer an.

Methon, ein Athenienser erfand den Mondzirkel, oder die 19jährige Mondperiode.

Timochares und **Aristillus** lebten in Aegypten unter dem Ptolomäus Philadelphus. Sie beobachteten fleißig den Himmel und sollen schon ein Verzeichniß der Fixsterne entworfen haben.

Aratus, ein Mazedonier, verfertigte ein Gedicht betitelt die **Erscheinungen** oder **Phänomene**, worinn er die Sternbilder beschreibet, und die Zeit wann sie sichtbar werden oder **erscheinen** angiebt.

Calippus, aus Kleinasien, verbesserte Methons Periode, und setzte eine andere von 76 Jahren an die Stelle.

Aristarchus der Samier, suchte die Entfernung der Sonne von der Erde zu bestimmen, und schrieb darüber eine Abhandlung die man noch hat. Aber die damaligen Hülfsmittel waren zu unvollkommen um diese Aufgabe mit einiger Genauigkeit aufzulösen. Er findet, daß die Sonne nur 20mal weiter als der Mond von der Erde absteher. Den wirklichen Durchmesser des Mondes schätzet er $\frac{1}{3}$ des Erddurchmessers. Man sagt er sei einer der eifrigsten Verfechter des Pytagoräischen Systemes von der Bewegung der Erde gewesen. Jedoch nimmt er in der bemeldeten Schrift an, daß die Sonne sich um die Erde beweget, welches aber bei seiner Untersuchung nichts zur Sache thut.

Eratosthenes bewog den König **Ptolemäus Evergetes** eine große Aequatorial-Armille verfertigen und errichten zu lassen; das heißt, einen großen Ring, der in der Ebene des Aequators stand, und dazu dienete, den Frühlings und Herbstpunkt zu bestimmen. Er versuchte auch die Größe der Erde durch die Länge der Breitengrade zu bestimmen; allein da das Stadienmaaß, dessen er sich bediente, nicht recht bekannt ist, so kann man auch nicht sagen wie viel er sich der Warheit genähert habe.

Hipparchus suchte die Dauer des tropischen Jahres genau anzugeben, und fand 365 Tage 5 Stunden 55 Minuten, und 12 Sekunden, welches nur um etwa 6 Minuten zu viel ist. Er nahm die zirkelförmige Gestalt für die Sonnen- oder Erdbahn an, behauptete aber, daß diese Bahn eckzentrisch sein müßte, und bestimmte die Eckzentrizität zu $\frac{1}{24}$ des Halbmessers. Er versuchte die horizontale Parallaxe der Sonne zu bestimmen, und schloß daraus, daß die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde 1472 Halbmesser der Erde beträgt, welches viel zu wenig ist. Die Entfernung des Mondes von uns, bestimmt er zu 59 Halbmessern der Erde, welches der Warheit ziemlich nahe kömmt. Er bemerkte die Vorrückung der Nachtgleichen. Er verfertigte ein Verzeichniß der Fixsterne, worinn 1022 derselben angezeiget waren. Er verfertigte Sonnen- und Mondtafeln, die vermuthlich nicht sehr genau waren, aber doch in Ermangelung besserer ihren Nutzen hatten.

Sie-

Er verbesserte die Kalippische Mondperiode, und sezte eine andere von 304 Jahren an die Stelle.

Siebenzig bis achtzig Jahre vor der christlichen Zeitrechnung schrieb **Geminus** Anfangsgründe der Astronomie, aber nicht nach dem pythogoräischen Systeme, sondern nach der Hypothese, daß die Erde ruhet. Es scheinet überhaupt, daß das pythogoräische System gegen diese Zeit schon größtentheils sein Ansehen verlohren hatte. Aristoteles und seine Schüler hatten es heftig angegriffen, und man wußte es dazumal noch nicht gründlich genug zu vertheidigen.

Sosigenes, wurde von Julius=Cäsar nach Rom berufen, und richtete den **Julianischen** Kalender ein.

Ohngefähr im Anfange der christlichen Zeitrechnung, schrieb **Cleomedes** eine **Cyclotheoria**, welche Anfangsgründe der Astronomie enthält; und **Theodosius** schrieb seine **Sphärica**, oder die Lehre von den auf der Oberfläche einer Kugel beschriebenen Kreisen. Etwa 100 Jahre nach Christi Geburth lebte **Menelaus** zu Rom. Er beschäftigte sich die Standlänge verschiedenere Sterne, mittelst ihrer Zusammenkünfte mit dem Monde zu bestimmen.

Im Anfange des zweiten Jahrhunderts der christlichen Zeitrechnung erschien **Ptolemäus**: er war in Aegypten geboren, und hielt sich auch meistens daselbst zu Alexandria auf. Er erwarb sich einen großen Ruf durch seine astronomische Kenntnisse; er beobachtete zwar wenig dem Himmel, sammlete aber fleißig die Beobachtungen seiner Vorgänger und suchte die Erscheinungen des Himmels zu erklären. Man hat verschiedene Werke von ihm; unter denselben aber ist dasjenige am bekanntesten, welches im griechischen den Titel: **großes astronomisches System** (μεγάλη συντάξις τῆς αςρονομίας) führet, und worinn er alle Theile der Astronomie nach seinen Einsichten, Hypothesen und Methoden behan=

behandelt. Dieses Werk ist unter dem Namen **Almagest** bekannter, welches ihm die Araber gegeben haben. Ptolemäus nahm keines Weges das System der Pythagoräer an, sondern setzte die Erde unbeweglich in den Mittelpunkt der Welt. Um die Erde herum bewegten sich die Planeten in folgender Ordnung: **Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn.** Eigentlich aber sind es nicht, seiner Meinung nach, die Planeten selbst, die sich in dieser Ordnung in Kreisen um die Erde drehen, sondern die Mittelpunkte ihre Epizyklen. Nämlich jeder Planet beweget sich zwar in einem Kreise, den Ptolemäus **Epizykel** nennet; dieser Kreis ist aber selbst beweglich, und sein Mittelpunkt beschreibet um die Erde herum einen ekzentrischen Kreis, das heißt einen Kreis in welchem zwar die Erde lieget, der aber seinen Mittelpunkt ausserhalb der Erde hat. Die Epizyklen dienten hauptsächlich um den bald rechtläufigen bald rückläufigen bald stillstehenden Zustand jedes Planeten zu erklären. Man nennet dieses System das Ptolemäische, weil es uns durch seine Schriften am meisten ist bekannt geworden. Es war schon vor Ptolemäus das System aller derer die nicht das Pythagoräische annahmen, obgleich mit einigen Veränderungen. Uebrigens war die Erfindung oder Erdichtung der Epizykeln sehr sinnreich, und erklärte auf eine ziemlich befriedigende Art den sonderbaren Gang der Planeten; nur mußte man nicht zu sehr ins Einzelne gehen; denn sehr genau ließ sich durch die Epizyklen die Stellung der Planeten für jede gegebene Zeit nicht bestimmen.

Gegen die Mitte des vierten Jahrhunderts lebte **Proklus** der einige astronomische Schriften verfertigte. Ohngefähr zur selbigen Zeit schrieb **Theon** der Alexandriner einen Kommentar über das **große System** des Ptolemäus. Auch zeichnete sich seine Tochter **Hypatia**

durch

durch ihre astronomische Kenntnisse aus. Nach dieser Zeit fingen die Wissenschaften an in Aegypten in Verfall zu gerathen. Im siebenten Jahrhundert geschah dieses noch mehr, da erstlich die Perser, und nach ihnen die Sarazenen sich Aegyptens bemächtigten. Durch diese wurde im Jahre 641 die große Alexandrinische Büchersammlung verbrannt, und alle Wissenschaften wurden in Aegypten vergessen.

Dieselbigen Sarazenen oder Araber, welche die Wissenschaften in Aegypten zernichtet hatten, erkannte in der Folge ihren Werth und machten selbst beträchtliche Fortschritte darin, hauptsächlich seit dem Jahre 800 christlicher Zeitrechnung. Unter ihren Astronomen haben sich besonders ausgezeichnet: der Kalife **Alamon**, **Alfragan**, der arabische Fürst **Albategni** und **Thabeth**. Da die Mauren, unter denen sich sarazenische oder arabische Gelehrten befanden, in Spanien eingedrungen waren, so brachten sie die Astronomie auch dort mit ins Land. Unter diesen spanisch-arabischen Sternkundigen ist **Alhazen** der berühmteste. Anderseits wurden die Wissenschaften der Araber mit ihrem mahommedanischen Glauben in Persien eingeführet. Ulug-Beigh oder Ulug-Beg, ein Persischer Fürst, welcher im Anfange des 15ten Jahrhunderts regierte, berief verschiedene Astronomen nach seiner Hauptstand Samarkand und beschäftigte sich selbst sehr ernstlich mit der Sternkunde. Alle diese Astronomen aus der arabischen Schule gründeten ihre meisten Kenntnisse auf dem **großen System** des Ptolemäus, der gleich anfänglich unter dem Titel **Almagest** ins arabische übersetzet wurde. Sie beobachteten die Fixsterne, die Sonnen- und Mondfinsternisse, die Schiefe der Ekliptik, die Vorrückung der Nachtgleichen; einige machten neue Sonnen- und Mondtafeln; andere verfertigten neue Verzeichnisse der Fixsterne u. s. w.

Unter den Christen herrschte während der glänzenden Periode der Araber fast allenthalben die tiefste Unwissenheit. Unterdessen zeichneten sich doch schon seit der Mitte des 13ten Jahrhunderts verschiedene Liebhaber der Sternkunde aus.

Der Kaiser Friedrich der II, lies den Almagest des Ptolemäus, wovon das griechische Original damals nicht zu finden war, aus dem arabischen ins lateinische übersetzen.

Zur selbigen Zeit berief **Alphonsus**, König von Kastilien, verschiedene Astronomen zu sich, und ließ durch dieselbe neue astronomische Tafeln verfertigen, welche den Mängeln der Ptolemäischen abhelfen sollten. Diese Tafeln wurden unter dem Namen der **Alphonsinischen Tafeln** bekannt.

Gegen Ende des dreizehnten Jahrhunderts schrieb **Vitellio** in Italien über die Optik und die Stralenbrechung, welches in der Folge den Astronomen einigen Nutzen verschaffte.

Gegen das Ende des 14ten Jahrhunderts, wurde in der Insel Creta **Georg von Trapezunt** geboren, der diesen Namen führte, weil sein Vater aus Trapezunt war. Er war der erste der den Almagest des Ptolemäus nach dem griechischen Grundtexte übersetzte.

Gegen die Mitte des 15ten Jahrhundert wurde in Deutschland **Purbach** berühmt. Er gab verschiedene Tafeln und andere astronomische Arbeiten heraus, unter andern auch Sinustafeln von 10 zu 10 Minuten.

Purbach bildete einen berühmten Schüler, nämlich **Johann Müller**, aus Königsberg in Franken, gemeiniglich **Regiomontanus** genannt. Dieser berechnete Purbachs Sinustafeln von Minute zu Minute. Er war der erste, welcher vollständige und gute astronomische Ephemeriden heraus gab.

Bern=

Bernhard Walter, war ein reicher Nürnberger. Aus Neigung zur Astronomie nahm er den Regiomontanus einige Jahre lang zu sich; nach dessen Angabe ließ er kostbare Instrumente verfertigen, und von seinem Gaste erlernte er die Sternkunde. Er soll am ersten die Astronomen auf die Wirkung der Stralenbrechung bei den Beobachtungen aufmerksam gemacht haben. Vorher kannte man zwar schon die Stralenbrechung im Wasser, im Glase, u. s. w.; man hatte aber kaum daran gedacht, daß sie auch in der bloßen Luft statt findet, und bei astronomischen Beobachtungen einen merklichen Unterschied verursachen kann.

Im Jahre 1472 wurde **Kopernik** zu Thorn in Preußen geboren. Er wurde sehr berühmt, dadurch daß er das alte Pythagoräische System wieder erneuerte, besser entwickelte, und zur Berechnung der Bewegungen der Planeten anwandte. Er nahm an, daß Merkur, Venus, die Erde, Mars, Jupiter und Saturn, sich um die Sonne herum bewegen, jedoch in ekzentrischen Kreisen, daß sich aber der Mond um die Erde herum beweget, während daß diese in ihrer Laufbahn fortrücket; daß die Erde ausser ihrer jährlichen Bewegung um die Sonne herum noch eine tägliche um ihre Axe hat, woraus die scheinbare tägliche Umwälzung des Himmels entstehet; daß die Fixsterne wie die Sonne unbewegt bleiben, und in unermeßlichen Entfernungen von uns befindlich sind. Dieses System wurde das **Kopernikanische** genannt, weil niemand vor Kopernik es so scharfsinnig entwickelt und angewandt hatte. Die Pythagoräer hatten sich mit der Behauptung begnüget, daß die Erde und die Planeten sich um die Sonne bewegten; Kopernik aber ging weiter, indem er durch diese Hypothese die einzelnen Erscheinungen des Himmels erklärte und vorher sagte.

Zu Koperniks Zeiten und nach ihm erschienen viele Mathematiker die sich mehr oder weniger

Ruhm erwarben, zum Beispiel, **Werner** der die Vorrückung der Nachtgleichen berichtigte; **Reinhold** welcher muthmaßte, daß die Bahnen des Merkurs und des Mondes länglichtrund wären; **Fernel**, ein Frankreicher, der am ersten einen Grad des Meridians mit einiger Genauigkeit maß; **Rhetikus** und **Otho**, welche neue Sinustafeln bearbeiteten; **Nonius**, der eine mikrometrische Eintheilung erfand, die aber mit derjenigen nicht einerlei ist, welche **Vernier** erfand, obgleich man diese leztere oft einen Nonius nennet; **Stadius**, welcher astronomische Ephemeriden heraus gab; **Willhelm der** IVte Landgraf von Hessen der mit seinem beiden Astronomen **Rothman** und **Byrge**, den Himmel fleißig beobachtete; **Merkator** der sich viel mit Verfertigung guter Himmelskugeln und guter Land- und Seekarten beschäftigte.

Im Jahr 1546 wurde **Tycho Brahe** in Dänemark geboren. Er war ein sehr fleißiger Beobachter des Himmels, und erfand verschiedene schöne astronomische Instrumente, die noch bis jezt mit einigen Veränderungen gebräuchlich sind. Er bemerkte am ersten und beobachtete nachher fleißig den damals erschienenen Wunderstern in der Kassiopea. Er bestimmte ganz genau die Lage von 777 Sternen und machte ein Verzeichniß derselben. Er schäzte die Vorrückung der Nachgleichen zu 1 Grade in 70 Jahren und 7 Monaten; er erkannte, daß die Kometen wie die Planeten ihren regelmäßigen Lauf haben; er bestimmte die Wirkung der Stralenbrechung in den verschiedenen Höhen über dem Horizonte; er bemerkte die vornehmsten Verbesserungen oder Aequazionen, die bei der Berechnung des Mondeslaufs nöthig sind. Seine meisten Beobachtungen machte er während 15 Jahren, die er auf der Insel Hueen zubrachte. Dort hatte er sich auf Kosten des Königs Friedrichs des IIten von Dännemark ein

ein Schloß und eine Sternwarte mit vielen Instrumenten errichtet. Nach dem Tode dieses Königs fanden sich Neider, die es so weit brachten, daß ihm sein Schloß Uraniburg und sein Gehalt eingezogen wurden. Er reisete nach Deutschland, und wurde vom Kayser Rudolp dem IIten großmüthig unterstüzet. Er starb zu Prag im Jahr 1601, 55 Jahr alt. Heut zu Tage ist Tycho Brahe am meisten durch sein astronomisches System bekannt. Er behauptete, die Erde bleibe im Mittelpunkte der Welt ganz unbewegt, der ganze Himmel bewege sich um sie herum in 24 Stunden; ausserdem aber beschreiben der Mond und die Sonne mittelst ihrer eigenen Bewegung Kreise um die Erde herum; um die Sonne herum beschreiben aber Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn ihre Epizykeln. Dieses System hat mit dem Kopernikanischen darinn Aehnlichkeit, daß die Planeten, worunter Tycho die Erde nicht mitrechnet, sich um die Sonne herum bewegen; und mit dem Ptolemäischen hat es die Aehnlichkeit, daß die Planeten Epizykeln beschreiben; nur sezt Tycho die Mittelpunkte dieser Epizykeln in der Sonne oder nicht weit davon. Zur Erklärung der Erscheinungen leistet das Tychonische System dieselbigen Dienste wie das Kopernikanische: dieses leztere ist aber viel einfacher und natürlicher. Was Tycho hauptsächlich zu seinem System brachte, war seine Anhänglichkeit an dem wörtlichen Sinne verschiedener Stellen in der Bibel, wo der Erde eine gänzliche Ruhe zugeschrieben wird. Uebrigens war dieses System nicht ganz neu. Die Aegypter hatten schon gelehret, daß Merkur und Venus sich um die Sonne, diese aber um die Erde bewegten; **Apollonius der Perger** hatte, wie behauptet wird, dieses Aegyptische System auf Mars, Jupiter und Saturn ausgedehnet; **Martianus Capella**, ein römischer Schriftsteller aus den 5ten Jahrhunderte hatte es wieder auf Merkur und Venus eingeschränket, und den übrigen Planeten ihren Lauf um die Erde angewiesen.

Noch zu Tycho's Zeiten erschienen **Bayer**, der einen Himmels-Atlas mit einer Beschreibung unter dem Titel **Uranometrie** herausgab, und die Fixsterne mittelst griechischer Buchstaben bezeichnete; **Pitiscus**, der die **Sinustafeln** von 10 zu 10 Sekunden bis zu 15 Ziffern berechnet herausgab; **Longomontanus**, der die Bewegung der Erde um ihre Axe, sonst aber das Tychonische System annahm; **Aloysus Lilius**, und nach ihm sein Bruder **Anton Lilius**, zwei Italiener die auf Befehl des Pabstes Gregorius XIII an der Verbesserung des Kalenders arbeiteten; und viele andere gelehrte und fleißige Männer, die theils unmittelbar theils durch die Bearbeitung der Hülfswissenschaften zu den Fortschritten der Sternkunde beitrugen.

Aber keiner unter ihnen erwarb sich solchen Ruhm als **Kepler**. Er wurde 1571 im Würtenbergischen geboren, ward Tycho's Schüler und Gehülfe, gab astronomische Tafeln heraus, die er dem Kaiser Rudolph II zur Ehre **rudolphinische Tafeln** nannte, und verfertigte verschiedene andere astronomische Schriften. Was ihm aber am meisten Ehre macht, ist daß er das kopernikanische System sehr verbesserte, indem er entdeckte, daß die Planeten um die Sonne herum eine elliptische Bahn beschreiben, wie schon Reinhold vom Merkur vermuthet hatte; daß die Quadrate der Umlaufszeiten sich umgekehrt, wie die Würfel der Entfernungen verhalten; und daß die von dem Vektor eines Planeten beschriebenen Ellipsen-Ausschnitte sich wie die dazu verbrauchten Zeiten verhalten. Diese beiden lezten Lehrsätze heißen noch immer **Keplers Gesetze**; und unter **Keplers Aufgabe** verstehet man diejenige, wo mittelst der seit der lezten Sonnenferne

ferne oder Sonnennähe verflossenen Zeit, der Ort des Planeten in seiner Ellipse gesuchet wird.

Zu Keplers Zeiten erschienen noch **Napier** oder **Neper**, ein Schottländer, der durch die Erfindung der Logarithmen den Astronomen einen großen Dienst leistete; und **Galilei**, ein Italiener, der die Satelliten des Jupiters, die veränderlichen Lichtgestalten der Venus, den Ring des Saturns, die Sonnenflecken, den Gebrauch des Pendels zur Zeitmessung, u. a. m. entdeckte. Die damals eben erfundenen holländischen Fernröhre verhalfen ihn zu seinen Entdeckungen am Himmel, und zur Verbesserung dieser Fernröhre selbst trug er vieles bei. Die Entdeckung der Sonnenflecken wird ihm abgestritten und dem Jesuiten **Scheiner** zugeeignet.

Descartes oder **Cartesius** wurde im Jahre 1596 in Frankreich geboren. Er wurde ein Philosoph der sich auch mit Astronomie beschäftigte. Er nahm das kopernikanische System an, und glaubte die natürliche Ursache der Bewegung der Planeten um die Sonne und der Trabanten um die Hauptplaneten entdecket zu haben, indem er meinte, sie würden durch Wirbel einer sehr feinen und durchsichtigen Materie herum getrieben.

Zur selbigen Zeit lebten **Gassendi**, ein Frankreicher, der durch häufige und richtige Beobachtungen bekannt ist; und **Riccioli**, ein Italiener, welcher nützliche astronomische Bücher schrieb.

Im Jahre 1611 wurde zu Danzig **Hevelius** oder eigentlich **Hövelke** geboren. Er beobachtet fleißig die Mondflecken, die Sonnenflecken, die Kometen, und die Fixsterne. Er gab ein Verzeichniß von 1888 Fixsternen heraus, wie auch einen Himmels-Atlas unter dem Titel Firmamentum Sobiescianum.

Im Jahr 1629 wurde **Huygens**, zu Zuylichem im Geldrischen Lande geboren. Er wurde durch verschiedene merkwürde Entdeckungen berühmt. Er beobachte genauer als seine Vorgänger den Ring des Saturns, er entdeckt einen Trabanten dieses Planeten. Er schrieb über die Bewohnbarkeit des Mondes und der Planeten. Er leistete den Astronomen einen sehr wichtigen Dienst indem er die Uhren verbesserte, und lange Pendeln, statt der bis dahin gebräuchlichen Unruhen, dabei anbrachte. Auch machte er die ersten Versuche zu mikrometrischen Vorrichtungen in den Fernröhren.

Cassini wurde im Jahre 1625 in der Grafschaft Nizza geboren. Nachdem er sich an verschiedenen Orten Italiens aufgehalten hatte, befand er sich zu Bologna, wo man die Kirche des heiligen Petronius ausbesserte. In dieser Kirche traf er eine alte Mittagslinie an, die aber unrichtig war. Cassini zog eine neue, und durch ein in der Höhe von 83 Fuß angebrachtes rundes Loch von 1 Zoll im Durchmesser beschien die Sonne jeden Mittag die sehr genau gezogene Mittagslinie. Mittelst der Beobachtungen die er mit diesem großen Gnomon machte, bestimmte er den Frühlingsanfang für das damalige Jahr, die schiefe der Ekliptik, und zum Theil auch die Wirkung der astronomischen Stralenbrechung. Er beschäftigte sich in der Folge mit der Berechnung der Sonnenfinsternisse, mit der Theorie der Kometen, mit Jupiters Trabanten, mit der Sonnen-Parallaxe, mit dem Zodiakal-Lichte, welches er am ersten beobachtete, mit vier Saturns-Trabanten die er entdeckte, und mit andern wichtigen Gegenständen der Astronomie. Seine wichtigsten Beobachtungen machte er in Frankreich wo er einen Theil seines Lebens zubrachte.

Picard, ein Frankreicher, hatte schon mit Tycho den Himmel beobachtet; auch dem Gassendi leistete er Hülfe. In der Folge arbeitete er für sich selbst. Er und Auzout geriethen am ersten auf den Gedanken Fernröhre an Quadranten anzubringen, statt der Dioptern die man sonst gebrauchet hatte. Mittelst dieser Hülfe

war

er der erste, welcher Sterne am Tage beobachtete. Er bestimmte die Größe der Erde genauer als vor ihm geschehen war.

Kirch, ein Deutscher, war eine Zeitlang des **Hevelius** Gehülfe, und beobachtete in der Folge für sich selbst, hauptsächlich in Berlin, wohin er berufen wurde. Seine Frau und sein Sohn waren ebenfalls Astronomen. Der leztere erhielt seines Vaters Stelle bei der Berliner Akademie.

Römer, ein Däne, der mit **Picard** auf einige Zeit nach Frankreich reisete, entdeckte, daß das Licht sich nicht in einem untheilbaren Augenblicke, sondern in einer bestimmbaren Zeit fortpflanzet.

De la Hire verfertigte zur selbigen Zeit astronomische Tafeln, und machte verschiedene nüzliche Beobachtungen.

Ebenfalls in den nämlichen Jahren, die so reich an großen Männern waren, arbeitete **Flamsteed** in England. Er ist besonders durch sein **Britannisches Sternverzeichniß**, welches 2884 Sterne enthält, und durch seinen Himmels-Atlas berühmt.

Im Jahre 1642 wurde **Newton** geboren. Dieser große Mann gab sich zwar mit astronomischen Beobachtungen nicht viel ab; indessen bewirkte er in der theoretischen Astronomie eine gänzliche Revoluzion, durch seine berühmte Hypothese von der anziehenden Kraft. **Descartes** hatte die Ursache der Bewegung der Planeten um die Sonne und der Trabanten um die Hauptplaneten in der wirbelnden Bewegung einer feinen Materie gesucht. Newton sah die Schwierigkeiten dieser Hypothese ein; nahm an, daß die himmlischen Körper sich im leeren Raume bewegen; und bewies, daß ihre ellipsenförmigen Bahnen mittelst zweier Kräfte entstehen. Die eine nennet er Attrakzion oder Anziehung oder mittelsuchende Kraft (vis centripeta), und verstehet dadurch eine unbekannte Kraft, wodurch die Planeten zur Sonne und die Nebenplaneten zu ihren Hauptplaneten hingezogen oder getrieben werden, so wie die irdischen Körper sich bestreben sich der Erde zu nähern. Die andere Kraft muß aus einem ursprünglichen Stoße entstanden sein den der Planet bekommen hat: es läßt sich beweisen, daß die Wirkung eines solchen Stoßes in leeren Raume unaufhörlich fortdauert, und sich im eine **mittelfliehende Kraft** (vis centrifuga) verwandelt, welche verhindert, daß der durch die mittelsuchende Kraft gereizte Körper nicht gegen den stärkeren Körper, der ihn anziehet, hinfalle. Die nach der newtonischen Hypothese berechneten Bewegungen der Himmelskörper, stimmen mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit mit der Erfahrung überein, hauptsächlich wenn man noch die gegenseitige Anziehung der Planeten mit in Rechnung bringet. Auch werden die Newtonischen Grundsätze jezt von den Astronomen allgemein angenommen, wäre es auch nur als eine für die astronomischen Rechnungen sehr bequeme Erdichtung. Freilich muß man nicht weiter fragen, woher eigentlich dieser Trieb der Körper sich zu vereinigen entstehet, noch wer oder was jedem Planeten den ersten Stoß gegeben hat. Allein solche Fragen gehen mehr den Physiker als den Mathematiker an, der einer Hypothese seinen Beifall nicht versagen kann, sobald die daraus gezogenen Folgerungen mit der Erfahrung einstimmen. Newton erwarb sich auch bei den Astronomen ein großes Verdienst durch seine Untersuchungen über die Theorie des Lichtes und der Farben, und durch die Erfindung der Spiegelteleskope.

Halley ein Engländer, reisete nach der Insel St. Helena um von den südlichen Sternen ein Verzeichniß zu verfertigen. Nach seiner Zurückkunft erdachte er eine Theorie der Abweichungen der Magnetnadel, wobei er annahm, daß die beiden krummen Linien der Erdfläche wo die Abweichung null ist, eine periodische Bewegung um zwei Punkte der Erdfläche haben. Er

machte

machte eine zweite Seereise um die Erfahrung mit seiner Theorie zu vergleichen, und fand beide mit einander einstimmig. Nach seiner Rückreise wagte er es die Bahn eines Kometen zu berechnen, und seine Erscheinung vorher anzukündigen, welches ihm auch gelang. Er verfertigte neue Sonnen und Mondtafeln, und beobachtete den Durchgang des Mondes durch den Meridian unablässig während den 18 lezten Jahren seines Lebens, um auch hierin die Erfahrung mit der Theorie zu vergleichen, und wo möglich so weit zu kommen, daß man durch die Beobachtung des Mondes die geographische Länge auf den Meere bestimmen könnte. Er erfand den Spiegel-Oktanten, der auf der See zu astronomischen Beobachtungen gute Dienste leistet.

Bouguer ist unter andern durch seine Bemühungen bekannt, die Größe der Erde genau zu bestimmen.

Maupertius, aus Frankreich gebürtig und während einer geraumen Zeit Präsident der Berliner Akademie, reisete mit andern Gelehrten nach Lappland um die Gestalt der Erde zu bestimmen.

Tobias Mayer, ein Deutscher, hat bessere Mondtafeln verfertiget als alle seine Vorgänger, und ein Verzeichniß der Fixsterne heraus gegeben.

De la Caille, ein sehr arbeitsamer Astronom, hat das Verzeichniß der südlichen Sterne bereichert, Ephemeriden und astronomischen Tafeln heraus gegeben, Untersuchungen über die Parallaxe der Sonne, die Stralenbrechung, die Gestalt der Erde, die Kometen, die Finsternisse, u. s. w. angestellet. Seine **astronomische Vorlesungen** (Leçons d'Astronomie) werden für eines der besten Bücher dieser Art gehalten.

Bradley, ein Engländer, war ein fleißiger Beobachter des Mondes, und entdeckte die Abirrung des Lichtes, und die Schwankung der Erd-Axe (nutation).

De l'Isle, hat über die Kometen, über den Durchgang der Venus, und viele andere astronomische Gegenstände geschrieben. Eine in manchen Fällen bequeme Projekzion der Landkarten rühret von ihm her.

Lambert und **Leonhard Euler**, waren zwar keine eigentliche Astronomen, sind aber den Astronomen durch ihre Theorien und Rechnungen sehr zur Hülfe gekommen. **Euler** hat sich hauptsächlich mit den Bewegungen des Mondes beschäftiget, und ein vortreffliches Werk darüber geschrieben.

Jezt lebende Astronomen hier anzuführen ist unser Zweck nicht. Indessen werden wir in diesem Werke, wo es die Gelegenheit mit sich bringen wird, ihre Entdeckungen und Arbeiten erwähnen.

§. IV.

Astronomische Schriften.

Kein Theil der Mathematik hat wohl soviel Schriften die ihn betreffen aufzuweisen, als die Sternkunde. Die bloße Anzeige derselben würde schon ein Buch ausmachen. Um den angehenden Astronomen einige Bücherkenntniß beizubringen, will ich hier ein Verzeichniß der bekanntesten astronomischen Schriften, meistens aus meiner eigenen Büchersammlung, hersetzen.

Claudii Ptolemaei Pelusiensis Alexandrini omnia quae extant opera, Geographia excepta. Basileae 1541. Folio.

Manilii Astronomicωn libri quinque. Lutetiae 1579. 8.

Frischlini, de Astronomicae artis cum doctrina coelesti et naturali Philosophia congruentia, libri quinque. Francof. ad Moenum 1586. 8.

Tychonis Brahe, Astronomiae Instauratae Mechanica. Wandesburgi 1598. Folio.

Urano-

Uranometria edita a Joh. Bayero. Augustae Vindelicorum, 1603. 8. nebst einem dazu gehörigen Himmelsatlasse von 50 Karten, in Folio.

Elementale mathematicum, in quo Mathesis methodice traditur per praecepta brevia, theoremata perspicua, Commentaria succincta. Continentur autem hoc Elementali: 1) Arithmetica, 2) Geometria, 3) Geodaesia, 4) Astronomia, 5) Geographia, 6) Musica, 7) Optica. Edente Johanne Henrico Alstedio. Francof. 1611 4.

Institutio astronomica etc. dictata a Petro Gassendo. Accedunt ejusdem varii tractatus astronomici. Hagae Comitum, 1656. 4.

Nouveaux élemens d'Hydrographie. Par Pierre Cuvette. 'A Paris & à Dieppe 1685. 12.

Hevelii Prodromus Astronomiae, cum Catalogo fixarum, etc. Gedani, 1690. Folio.

Nouvelles conjectures sur la pesanteur, par Mr. Varignon. 'A Paris 1690. 8.

Voyage du Monde de Descartes, (par le P. Daniel). Paris 1691. 8.

Bernhardi Vareni Geographia generalis .... aucta & illustrata ab Isaaco Newton. Jenae 1693. 8.

Theoria sacra telluris, d. i. heiliger Entwurf oder biblische Betrachtung der Erde u. s. w. Von Burnet; ins Hochteutsche übersetzt durch Joh. Jak. Zimmermann. Hamburg 1703. 4.

Dionysii Petavii rationarium temporum. Coloniae 1720. 8. 2 vol.

Introductio ad veram astronomiam, seu lectiones astronomicae etc. auctore Johanne Keill. Londini 1721. 8.

Atlas patatilis coelestis, oder compendiöse Vorstellung des ganzen Weltgebäudes in den Anfangsgründen

der

der wahren Astronomie, von Joh. Leonh. Rost. Nürnberg 1723. 8.

Traite de Physique sur la pesanteur universelle des Corps. Par le R. P. Castel. 'A Paris 1724. 8.

Basis astronomiae, seu astronomiae pars mechanica etc. A Petro Horrebowio. Havniae 1735. 4.

Tables astronomiques, etc. par Mr. de la Hire, à Paris 1735.

Divers ouvrages d'Astronomie par Mr. Cassini, à Amsterdam 1736. 4.

La figure de la terre déterminée par les observations de Messieurs de Maupertius, Clairaut, Camus, Le Monnier, Outhier, et Celsius, faites par ordre du Roi au cerle polaire. 'A Paris 1758. 8.

Mémoires pour servir à l'histoire et aux progrès de l'Astronomie, de la Géographie et de la Physique. Par Mr. de l'Isle. 'A St. Péterbourg 1738. 4.

Mathematische und genau Abhandlung von der Größe der Erde. . . . von Herrn Jakob Cassini. Uebersezt von J. A. Klimmen. Arnstadt und Leipzig 1741. 8.

Histoire céleste, ou Recueil de toutes les observtions faites par ordre du Roi. Par Mr. Le Monnier, à Paris 1741. 4.

M. Christian Gottlieb Semlers Astrogrosia nova, oder Beschreibung des ganzen Firstern- und Planeten-Himmels, mit 35 (in Holz geschnittenen) Figuren der Sternbilder. Halle 1742. 8.

Beantwortung verschiedener Fragen über die Kometen. (Von Euler.) Berlin 1744. 8.

Theoria motuum Planetarum et Cometarum, etc. Auctore L. Eulero. Berolini 1744. 4.

Atlas coelistis, by the late reverend Mr. John Flamsteed. London 1753. Grofs Folio.

Disser-

Dissertation sur l'incompatibilité de l'attraction... avec les phénomènes etc. Par le P. Gredil. 'A Paris 1754. 8.

The Britisch Mariners Guide, containing ... instruction for the discovery of the longitude at sea. By Nevill Markelyne. London 1763. 8.

Tabulae lunares viri celeberrimi Mayer. Vindobonae 1763. 8.

Tabulae solares viri celeberrimi de la Caille. Vindobonae 1763. 8.

Leçons élémentaires d'Astronomie, etc. par Mr. l'Abbé de la Caille, 'A Paris 1764. 8.

Beschreibung und Gebrauch einer neuen und allgemeinen ecliptischen Tafel, worauf alle Finsternisse des Mondes und der Erde ... vorgestellet werden. Durch K. H. Lambert. Berlin 1765. 8.

Astronomie des Marins, ou nouveaux Elémens d'Astronomie à la portée des Marins. 'A Avignon 1766. 8.

Système du Monde (per Mr. Mérian). 'A Bouillon, 1770. 8.

Anweisung den Lauf eines Kometen und anderer Gestirne ohne Instrumente und Berechnungen zu beobachten; von M. J. F. E. Erlangen 1770. 8.

Coniglobium, von M. Joh. Jak. Zimmermann. Hamburg 1770. 8. Dabei ein wirkliches Koniglobium von Pappe.

Recueil pour les Astronomes, par Mr. Jean Bernoulli. 'A Berlin 1771 8. 2 Tomes.

Lettres astronomiques, où l'on donne l'idée de l'état actuel de l'Astronomie pratique dans plusieurs villes de l'Europe. 'A Berlin 1771.

Genaue Berechnung der Sonnenfinsternisse und Bedeckungen der Fixsterne vom Monde, von G. F. von Tempelhoff. Berlin 1772. 8.

Theo-

Theoria motuum lunae etc. dirigente L. Eulero. Petropoli 1772. 4.

Leonhardi Euleri, novae tabulae lunares etc. Petropoli 1772. 4.

Die Ursachen der Bewegung der Planeten, der Schweere und des Zusammenhanges der Körper. Von Adolph Albrecht Hamberger. Jena 1772. 8.

Gestirnbeschreibung... von J. H. Helmuth. Braunschweig 1774. 8.

Von Segner, astronomische Vorlesungen. Halle 1775. 4. 2 Bände.

Essai sur les Comètes en général & particulièrement sur celles qui peuvent approcher del' orbite de la terre. Par Mr. Dionis Du-Séjour. 'A Paris 1775. 8.

Sammlung astronomischer Tafeln, unter Aufsicht der königlichen Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1776. 8. 3 Theile.

Essai sur les phénomènes rélatifs aux disparitions périodiques de l'anneau de Saturne. Par Mr. Dionis Du-Séjour. 'A Paris 1776. 8.

Des Herrn Bailly Geschichte der Sternkunde des Alterthums, bis auf die Errichtung der Schule zu Alexandrien. Leipzig 1777. 8. 2 Bände.

Bernhard von Fontenelle, Dialogen über die Mehrheit der Welten, mit Anmerkungen: von J. E. Bode. Berlin 1780. 8.

Della vera influenza degli astri sulle stagioni & mutazioni di tempo, saggio di Toaldo. In Padova 1781. 4.

Anfangsgründe der physikalischen Astronomie, von Ludewig Mittelbacher. Wien 1781. 8.

Leonhard Eulers Theorie der Planeten und Kometen, von Johann Freiherrn von Pacassi übersezt, und mit einem Anhange und Tafeln vermehret. Wien 1781. 4.

Die

Die Bestimmung der Gestalt und Grösse der Erde, wie auch der Verrückung der Nachtgleichen u. s. w. Von Fr. Wilh. Gerlach. Wien 1782. 8.

Theoria generale della terra, di Becchetti. In Roma 1782. 8.

Vorstellung der Gestirne auf 34 Kupfertafeln u. s. w. Von J. E. Bode. Berlin und Stralsund 1782. Klein Querfolio.

Essai de Trigonométrie sphérique, contenant diverses applications de cette science à l'Astronomie. Par Jean Trembley. 'A Neuschatel 1783. 8.

Die Astronomie, nach Newtons Grundsätzen erklärt, faßlich für die so nicht Mathematik studiren. Von J. Ferguson. Uebersezt von Kirchhoff. Berlin und Stettin 1785. 8.

Die Erde, auf eine populaere Art als Weltkörper betrachtet, oder Versuch einer mathematischen Geographie für das gemeine Leben. Von J. M. F. Schultze. Halle 1785. 8.

Lettres sur l'Astronomie partique par M ****. 'A Paris 1786. 8.

Introduction à l'étude de l'Astronomie physique, par Mr. Cousin. 'A Paris 1787. 4.

Schröters Beiträge zu den neuesten astronomischen Entdeckungen. Berlin 1788. 8.

Betrachtungen über die Kometen, von Ernst Gottf. Fischer. Berlin 1789.

Traité analytique des mouvements apparents des corps célestes, par Mr. Dionis Du-Séjour. Paris 1786 — 1789. 4. 2 vol.

Selenotopographise Fragmente, von Johann Hieronymus Schröter, mit 43 Kupfertafeln. Lilienthal, bei dem Verfasser. 1781. 4.

Astronomie, par Jérome le Français (de la Lande). 'A Paris 1792. 4. 4 vol.

Deut-

Deutliche Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, von Joh. Elert Bode. Berlin 1792. 8.

Des Herrn Dionysius Dü-Sejour, analytische Abhandlung von den Sonnenfinsternissen, übersezt und erläutert von Joh. Ephr. Scheibel. Breslau 1793. 8.

Joh. Elert Bode, Erläuterung der Sternkunde. Berlin 1793. 2 Theile.

Astronomische Jahrbücher, von J. E. Bode. Berlin. 8.

Den vorhergehenden Schriften füge ich noch einige gnomonische hinzu, indem die Sonnen-Uhren-Kunst mit der Sternkunde in sehr enger Verwandschaft stehet, oder vielmehr jene nichts anders als eine Anwendung dieser ist.

La Gnomonique on l'Art de tracer des Cadrans ou horloges solaires sur toutes sortes de surfaces. Par Mr. de la Hire. 'A Paris 1682. 8.

Méthode générale pour tracer des Cadrans. Par Mr. Ozanam. 'A Paris 1685. 8.

Erleichterte Gnomonica oder Anweisung zu den.... Sonnen-Uhren. Von Joach. Ferd. Böttiger. Lemgo 1752. 8.

Gnomonica fundamentalis et mechanica, worin gewiesen wird, wie man ..... Sonnen-Uhren verfertigen solle, rc. Von Joh. Fried. Penther. Augsburg, 1768. Folio.

Auch Räder-Uhren sind ein Gegenstand, der dem Sternkundigen nicht ganz fremd sein muß: denn es ist nöthig, daß er im Stande sei, die Einrichtung und Güte dieser Maschinen zu beurtheilen, wovon er einen beständigen Gebrauch machet: zu diesen Zwecke dienen unter andern folgende Schriften.

Heinrich Sully, Unterricht von der Eintheilung der Zeit, worin gehandelt wird von den verschiedenen Einrichtungen großer und kleiner Uhren. Uebersezt von Antoine

Antoine Charles, Uhrmacher in Magdeburg. Lemgo 1746. 8.

Les échappements à repos comparés aux échappements à recul, etc. Par Jean Jodin Horloger. A Paris 1754. 8.

The elements of clock and watch-work, etc, by Alex. Cumming. London 1766. 4.

Der Uhrmacher, oder Lehrbegriff der Uhrmacherkunst. Von Geißler. 2 Theile. Leipzig 1793. 4.

§. V.

Vorkenntnisse aus der Geometrie.

Es ist schon im Anfange dieser Erleitung bemerket worden, daß man nicht hoffen kann, in der Sternkunde beträchtliche Fortschritte zu machen, wenn man sich nicht mit allen den Kenntnissen ausgerüstet hat, welche uns die reine Größenlehre und einige ihrer Anwendungen darbieten. Auch das Titelkupfer dieses Werks beziehet sich hierauf und stellet die Astronomie von allen ihren Hülfswissenschaften begleitet vor, nämlich Arithmetik und Algeber in einer Person, Geometrie, geradlinichte und sphärische Trigonometrie in einer Person, Mechanik und Optik.

Wenn ich aus den bemeldeten Wissenschaften alles dasjenige ausführlich erörtern wollte, was dem Astronomem davon zu wissen nöthig ist, so müste ich von Neuem eine Reihe von Lehrbüchern schreiben. Jedoch glaube ich, daß ich den Anfängern keinen unangenehmen Dienst leisten werde, wenn ich ihnen eine Übersicht der vornehmsten mathematischen Lehrsätze gebe, mit denen sie sich sehr bekannt machen müssen. Die Beweise können in allen etwas vollständiger Lehrbüchern der mathematischen Wissenschaften aufgeschlagen werden. Für die Besitzer meiner Werke führe ich die Stellen aus diesen an.

Was die Arithmetik nnd Algeber betrifft, so läßt sich für den angehenden Astronomen nichts daraus ausheben. Er muß diese beiden Arten des Kalkuls durchaus verstehen, und sich in alle Theilen derselben fleißig geübet haben.

Die ganze Geometrie muß er ebenfalls wohl gefaßt haben, mit Inbegriff der Sätze, die sich auf die Neigung der Ebenen gegen einander beziehen. Da diese Sätze sich nicht in allen geometrischen Lehrbüchern befinden, so will ich sie hier anführen, jedoch ohne Beweise, nur damit der Anfänger sich prüfen könne ob er sie schon weiß. Die Beweise findet man im VIIten Hauptstücke des **selbstlernenden Geometers.**

1) Der **Fuß** einer geraden Linie ist der Punkt, wo die gerade Linie eine Fläche erreichet.

2) Eine **gerade Linie ist gegen eine Ebene senkrecht**, wenn sie senkrecht ist gegen alle gerade Linien die durch ihren Fuß in der Ebene gezogen werden können.

3) Eine **Ebene ist auf einer Ebene senkrecht**, wenn jede gerade Linie, die man in der einen Ebene so ziehet, daß sie auf dem gemeinsamen Durchschnitte beider Ebenen senkrecht stehe, auch auf der anderen Ebene senkrecht stehet.

4) Wenn man die **Neigung einer geraden Linie gegen eine Ebene** erforschen will, so fället man aus einem beliebigen Punkte der gegebenen geraden Linie, eine andere gerade Linie gegen die Ebene senkrecht; durch den Fuß dieser senkrechten und den Fuß der gegebenen Linie ziehet man wiederum eine gerade Linie; der Winkel den diese leztere mit der gegebenen machet, bestimmet die Neigung der gegebenen gegen die Ebene.

5) Wenn

5) Wenn man die **Neigung** zweier **Ebenen gegen einander** erforschen will, so ziehet man in jeder eine gerade Linie, gegen den gemeinsamen Durchschnitt der Ebenen senkrecht. Der Winkel den diese beiden geraden Linien mit einander machen, ist der Neigungs-Winkel beider Ebenen gegen einander.

6) **Zwei Ebenen** werden **gleichlaufend oder parallel** genannt, wenn sie einander nie begegnen können, so weit man sie auch beiderseits ausdehnen mag; oder wenn sie an allen Stellen in gleicher Entfernung von einander sind.

7) Eine **gerade Linie ist mit einer Ebene gleichlaufend oder parallel**, wenn sie nie die Ebene erreichen kann, so weit man auch beide verlängern mag; oder wenn sie an allen Stellen von der Ebene gleich weit entfernet ist.

8) Wenn ein Stück einer geraden Linie in einer Ebene lieget, oder wenn zwei Punkte einer geraden Linie in einer Ebene liegen; so lieget die ganze Linie in der Ebene.

9) Zwei gerade Linien die einander schneiden, liegen in einer und derselben Ebene; das heißt, man kann sich allemal eine Ebene vorstellen, worin sie beide liegen.

10) Jedes Dreieck liegt in einer Ebene; oder man kann sich allemal eine Ebene vorstellen, worinn die Seiten und die Fläche des Dreiecks liegen.

11) Die Durchschnittslinie zweier Ebenen, lieget in beiden Ebenen; und wenn eine Linie in zwei Ebenen lieget, so ist sie die Durchschnittslinie der Ebenen.

12) Der Durchschnitt zweier Ebenen ist allemal eine gerade Linie.

13) Wenn bewiesen werden kann, daß eine gerade Linie auf zwei andren geraden Linien senkrecht stehet, die durch ihren Fuß gehen und beide in einer Ebene liegen; so folget, daß die erste Linie gegen die Ebene selbst senkrecht ist; oder daß sie

senkrecht ist gegen alle mögliche gerade Linien die in der Ebene durch ihren Fuß gezogen werden können.

14) Wenn eine gerade Linie gegen drei andere, die sich in ihrem Fuße vereinigen, senkrecht stehet, so sind gedachte drei Linien in einer Ebene.

15) Wenn zwei gerade Linien gegen eine Ebene senkrecht stehen, so sind sie mit einander gleichlaufend.

16) Wenn zwei gerade Linien gleichlaufend sind, und es wird von der einen zur anderen eine gerade Linie gezogen, so lieget diese mit den gleichlaufenden Linien in einer Ebene.

17) Wenn eine von zwei gleichlaufenden Linien auf einer Ebene senkrecht stehet, so stehet auch die andere auf derselben Ebene senkrecht.

18) Wenn zwei gerade Linien mit einer dritten gleichlaufend sind, und wenn diese auch nicht in derselbigen Ebene lieget; so sind die beiden ersteren auch mit einander gleichlaufend.

19) Wenn zwei gerade Linien in einer Ebene einen Winkel machen, und zwei gerade Linien in einer anderen Ebene mit beiden vorigen, jede mit jeder, gleichlaufend sind; so entstehen in beiden Ebenen gleiche Winkel.

20) Ueber einer Ebene können nicht im nämlichen Punkte, zwei oder mehrere senkrechte gerade Linien errichtet werden.

21) Aus einem Punkte, der ausserhalb einer Ebene lieget, können nicht zwei oder mehrere verschiedene senkrechte Linien gegen die Ebene gefället werden.

22) Wenn eine gerade Linie gegen zwei Ebenen senkrecht ist, so sind beide Ebenen gleichlaufend.

23) Wenn zwei gerade Linien die in einer Ebene einen Winkel machen, mit zwei anderen in einer anderen Ebnen gleichlaufend sind, jede mit jeder; so sind beide Ebenen auch gleichlaufend.

24) Wenn

24) Wenn zwei gleichlaufende Ebenen von einer dritten Ebene geschnitten werden; so sind die Durchschnittslinien gleichlaufend.

25) Wenn zwei gerade Linien von drei gleichlaufenden Ebenen geschnitten werden, so werden sie nach einerlei Verhältniß geschnitten.

26) Wenn eine gerade Linie auf einer Ebene senkrecht stehet, so stehen alle Ebenenen, die durch die senkrechte Linie geleget werden können, auf der ersten Ebene senkrecht.

27) Wenn zwei einander schneidende Ebenen beide auf einer dritten Ebene senkrecht sind; so ist auch die Durchschnittslinie beider ersten Ebenen gegen die dritte Ebene senkrecht.

28) Wenn zwei parallele Ebenen gegeben sind, und es werden, aus so viel Punkten der einen Ebene als man will, gegen die andern Ebene senkrechte Linien gefället; so sind diese senkrechten Linien alle gleich.

§. VI.

Vorkenntnisse aus der geradlinichten Trigonometrie.

Folgende Sätze, deren Beweise im XIten und XIIten Hauptstücke des selbstlernenden Geometers angetroffen werden, muß ein angehender Astronom gut verstehen, und auch zum Theil im Gedächtnisse behalten.

1) Die halbe Sehne eines Bogens ist der Sinus des halben Bogens, und der doppelte Sinus eines Bogens ist die Sehne des doppelten Bogens.

2) Der Sinus von 30 Graden ist der Hälfte des Halbmessers gleich.

3) Die Tangente von 45 Graden ist dem Halbmesser gleich.

4) Bei einem rechten Winkel ist der Sinus dem Halbmesser gleich; die Tangente ist unendlich groß; der Kosinus und die Kotangente sind null oder nichts.

5) Ein stumpfer Winkel hat den Sinus, den Kosinus, die Tangente und Kotangente mit seinem spitzigen Nebenwinkel gemein; jedoch werden der Kosinus, die Tangente und die Kotangende des stumpfen Winkels als negativ betrachtet; der Sinus aber bleibt positiv.

6) Bei einem Winkel von 180 Graden sind der Sinus und die Tangente null; der Kosinus ist dem Halbmesser gleich, und die Kotangente ist unendlich. Eben dieses gilt von einem Bogen von 0 Grad.

7) Folgende Gleichungen geben zuerkennen wie die trigonometrischen Größen von einander abhängen. Ich bezeichne um der Kürze Willen den Sinus mit $\mathfrak{S}$, den Kosinus mit $\mathfrak{S}'$, die Tangente mit $\mathfrak{T}$, und die Kotangente mit $\mathfrak{T}'$. Der Halbmesser wird $= 1$ angenommen.

Wenn $\mathfrak{S}x$ gegeben ist, so hat man

$$\mathfrak{S}'x = \sqrt{(1 - \mathfrak{S}x^2)}$$

$$\mathfrak{T}x = \frac{\mathfrak{S}x}{\mathfrak{S}'x} = \frac{\mathfrak{S}x}{\sqrt{(1 - \mathfrak{S}x^2)}}$$

$$\mathfrak{T}'x = \frac{\mathfrak{S}'x}{\mathfrak{S}x} = \frac{\sqrt{(1 - \mathfrak{S}x^2)}}{\mathfrak{S}x}.$$

Wenn $\mathfrak{S}'x$ gegeben ist,

$$\mathfrak{S}x = \sqrt{(1 - \mathfrak{S}'x^2)}$$

$$\mathfrak{T}x = \frac{\sqrt{(1 - \mathfrak{S}'x^2)}}{\mathfrak{S}'x}$$

$$\mathfrak{T}'x = \frac{\mathfrak{S}'x}{\sqrt{(1 - \mathfrak{S}'x^2)}}.$$

Wenn

Wenn $\mathfrak{T}x$ gegeben ist,

$$\mathfrak{T}'x = \frac{1}{\mathfrak{T}x}$$

$$\mathfrak{S}x = \frac{\mathfrak{T}x}{\sqrt{(1 + \mathfrak{T}x^2)}}$$

$$\mathfrak{S}'x = \frac{1}{\sqrt{(1 + \mathfrak{T}x^2)}}.$$

Wenn $\mathfrak{T}'x$ gegeben ist,

$$\mathfrak{T}x = \frac{1}{\mathfrak{T}'x}$$

$$\mathfrak{S}x = \frac{1}{\sqrt{(1 + \mathfrak{T}'x^2)}}$$

$$\mathfrak{S}'x = \frac{\mathfrak{T}'x}{\sqrt{(1 + \mathfrak{T}'x^2)}}.$$

Wenn y ein der Länge nach gegebener Sinus ist, und wenn der Halbmesser 1 ist, so ist

$$\text{Arc. sin } y = y + \frac{y^3}{2 \cdot 3} + \frac{3y^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{3 \cdot 5 \cdot y^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7\, y^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} + \text{etc.}$$

Wenn z ein der Länge nach gegebener Bogen ist, und wenn dabei der Halbmesser = 1 angenommen wird, so ist

$$\mathfrak{S}z = z - \frac{z^3}{2 \cdot 3} + \frac{z^5}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} - \frac{z^7}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7} + \text{etc.}$$

Unter den nämlichen Voraussetzungen ist

$$\mathfrak{S}'z = 1 - \frac{z^2}{2} + \frac{z^4}{2 \cdot 3 \cdot 4} - \frac{z^6}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} + \text{etc.}$$

 8) Die

8) Die vornehmsten Differenzial-Verhältnisse der trigometrischen Linien sind folgende, wo d das Differenzial, und $\mathfrak{A}\mathfrak{S}$ so viel als Arcus sinus bedeutet.

$$d\mathfrak{S}z = dz \,.\, \mathfrak{S}'z$$

$$d\mathfrak{S}'z = -\, dz \,.\, \mathfrak{S}z$$

$$d\mathfrak{T}z = \frac{dz}{\mathfrak{S}'z^2}$$

$$d\mathfrak{T}'z = \frac{-\,dz}{\mathfrak{S}z^2}$$

$$d\mathfrak{A}\mathfrak{S}z = \frac{dz}{\sqrt{(1 - z^2)}}$$

$$d\mathfrak{A}\mathfrak{S}'z = \frac{-\,dz}{\sqrt{(1 - z^2)}}$$

$$d\mathfrak{A}\mathfrak{T}z = \frac{dz}{1 + z^2}$$

$$d\mathfrak{A}\mathfrak{T}'z = \frac{-\,dz}{1 + z^2}$$

9) Für die Summen und Differenzen der Bögen, hat man folgende Formeln:

$$\mathfrak{S}\,(x \pm z) = \mathfrak{S}x \,.\, \mathfrak{S}'z \pm \mathfrak{S}'x \,.\, \mathfrak{S}z$$

$$\mathfrak{S}'\,(x \pm z) = \mathfrak{S}'x \,.\, \mathfrak{S}'z \mp \mathfrak{S}x \,.\, \mathfrak{S}z.$$

10) Für die Sinusse der vielfachen Bögen hat man:

$$\mathfrak{S}x = \mathfrak{S}x$$

$$\mathfrak{S}2x = 2\,\mathfrak{S}'x \,.\, \mathfrak{S}x$$

$$\mathfrak{S}3x = (4\,\mathfrak{S}'x^2 - 1)\,\mathfrak{S}x$$

$$\mathfrak{S}4x = (8\,\mathfrak{S}'x^3 - 4\,\mathfrak{S}'x)\,\mathfrak{S}x$$

$$\mathfrak{S}5x = (16\,\mathfrak{S}'x^4 - 12\,\mathfrak{S}'x^2 + 1)\,\mathfrak{S}x$$

u. s. w.

11) Die Kosinusse der vielfachen Bögen werden also bestimmt:

$$\begin{aligned}
\mathfrak{S}'x &= \mathfrak{S}'x \\
\mathfrak{S}'2x &= 2\,\mathfrak{S}'x^2 - 1 \\
\mathfrak{S}'3x &= 4\,\mathfrak{S}'x^3 - 3\,\mathfrak{S}'x \\
\mathfrak{S}'4x &= 8\,\mathfrak{S}'x^4 - 8\,\mathfrak{S}'x^2 + 1 \\
\mathfrak{S}'5x &= 16\,\mathfrak{S}'x^5 - 20\,\mathfrak{S}'x^3 + 5\,\mathfrak{S}'x
\end{aligned}$$

u. s. w.

12) Für den Sinus und Kosinus des halben Bogens bemerke man, daß

$$\mathfrak{S}\,\tfrac{1}{2}b = \sqrt{\left(\frac{1 - \mathfrak{S}'b}{2}\right)}$$

$$\mathfrak{S}'\,\tfrac{1}{2}b = \sqrt{\left(\frac{1 + \mathfrak{S}'b}{2}\right)}$$

13) Folgende Formeln lehren, wie die Produkte des Sinusse und Kosinusse zweier Bögen auf eine andere Art ausgedrücket werdeu:

$$\begin{aligned}
2\,\mathfrak{S}x\,.\,\mathfrak{S}'y &= \mathfrak{S}\,(x+y) + \mathfrak{S}\,(x-y) \\
2\,\mathfrak{S}y\,.\,\mathfrak{S}'x &= \mathfrak{S}\,(x+y) - \mathfrak{S}\,(x-y) \\
2\,\mathfrak{S}my\,.\,\mathfrak{S}'y &= \mathfrak{S}\,(m+1)\,y + \mathfrak{S}\,(m-1)\,y \\
2\,\mathfrak{S}y\,.\,\mathfrak{S}'my &= \mathfrak{S}\,(m+1)\,y - \mathfrak{S}\,(m-1)\,y \\
2\,\mathfrak{S}'x\,.\,\mathfrak{S}'y &= \mathfrak{S}'(x+y) + \mathfrak{S}'(x-y) \\
2\,\mathfrak{S}y\,.\,\mathfrak{S}x &= \mathfrak{S}'(x-y) - \mathfrak{S}'(x+y) \\
2\,\mathfrak{S}'my\,.\,\mathfrak{S}'y &= \mathfrak{S}'(m+1)\,y + \mathfrak{S}'(m-1)\,y \\
2\,\mathfrak{S}y\,.\,\mathfrak{S}my &= \mathfrak{S}'(m-1)\,y - \mathfrak{S}'(m+1)\,y
\end{aligned}$$

14) Die Potenzen der Sinusse und Kosinusse werden entwickelt wie hier folget:

$$\begin{aligned}
2\,\mathfrak{S}x^2 &= 1 - \mathfrak{S}'2x \\
4\,\mathfrak{S}x^3 &= 3\,\mathfrak{S}x - \mathfrak{S}3x \\
8\,\mathfrak{S}x^4 &= 3 - 4\,\mathfrak{S}'2x + \mathfrak{S}'4x \\
16\,\mathfrak{S}x^5 &= 10\,\mathfrak{S}x - 5\,\mathfrak{S}3x + \mathfrak{S}5x
\end{aligned}$$

u. s. w.

Ferner: $2\,\mathfrak{S}'x^2 = 1 + \mathfrak{S}'2x$

$$4\,\mathfrak{S}'x^3 = 3\,\mathfrak{S}'x + \mathfrak{S}'3x$$
$$8\,\mathfrak{S}'x^4 = 3 + 4\,\mathfrak{S}'2x + \mathfrak{S}'4x$$
$$16\,\mathfrak{S}'x^5 = 10\,\mathfrak{S}x - 5\,\mathfrak{S}'3x + \mathfrak{S}'5x \text{ u. s. w.}$$

15) Hier folgen einige Formeln wodurch die Summen und Differenzen der Sinusse und Kosinusse, und die daraus entstehenden Brüche, ausgedrücket werden.

$$\mathfrak{S}a + \mathfrak{S}b = 2\,\mathfrak{S}\tfrac{1}{2}(a+b) \,.\, \mathfrak{S}'\tfrac{1}{2}(a-b)$$
$$\mathfrak{S}a - \mathfrak{S}b = 2\,\mathfrak{S}\tfrac{1}{2}(a-b) \,.\, \mathfrak{S}'\tfrac{1}{2}(a+b)$$
$$\mathfrak{S}'a + \mathfrak{S}'b = 2\,\mathfrak{S}'\tfrac{1}{2}(a+b) \,.\, \mathfrak{S}'\tfrac{1}{2}(a-b)$$
$$\mathfrak{S}'b - \mathfrak{S}'a = 2\,\mathfrak{S}\tfrac{1}{2}(a+b) \,.\, \mathfrak{S}\tfrac{1}{2}(a-b)$$
$$\frac{\mathfrak{S}a + \mathfrak{S}b}{\mathfrak{S}a - \mathfrak{S}b} = \mathfrak{T}\tfrac{1}{2}(a+b) \,.\, \mathfrak{T}'\tfrac{1}{2}(a-b)$$
$$\frac{\mathfrak{S}a + \mathfrak{S}b}{\mathfrak{S}'a + \mathfrak{S}'b} = \mathfrak{T}\tfrac{1}{2}(a+b)$$
$$\frac{\mathfrak{S}a + \mathfrak{S}b}{\mathfrak{S}'b - \mathfrak{S}'a} = \mathfrak{T}'\tfrac{1}{2}(a-b)$$
$$\frac{\mathfrak{S}a - \mathfrak{S}b}{\mathfrak{S}'a + \mathfrak{S}'b} = \mathfrak{T}\tfrac{1}{2}(a-b)$$
$$\frac{\mathfrak{S}a - \mathfrak{S}b}{\mathfrak{S}'b - \mathfrak{S}'a} = \mathfrak{T}'\tfrac{1}{2}(a+b)$$
$$\frac{\mathfrak{S}'a + \mathfrak{S}'b}{\mathfrak{S}'b - \mathfrak{S}'a} = \mathfrak{T}'\tfrac{1}{2}(a+b) \,.\, \mathfrak{T}'\tfrac{1}{2}(a-b)$$

16) Die Tangente und Kotangente der Summe und Differenz zweier Bögen oder Winkel wird also ausgedrücket:

$$\mathfrak{T}(x+y) = \frac{\mathfrak{T}x + \mathfrak{T}y}{1 - \mathfrak{T}x \,.\, \mathfrak{T}y}$$
$$\mathfrak{T}(x-y) = \frac{\mathfrak{T}x - \mathfrak{T}y}{1 + \mathfrak{T}x \,.\, \mathfrak{T}y}$$
$$\mathfrak{T}'(x+y) = \frac{\mathfrak{T}'x \,.\, \mathfrak{T}'y - 1}{\mathfrak{T}'y + \mathfrak{T}'x}$$
$$\mathfrak{T}'(x-y) = \frac{\mathfrak{T}'x \,.\, \mathfrak{T}'y + 1}{\mathfrak{T}'y - \mathfrak{T}'x}$$

17) Die

17) Die Tangente und Kotangente des doppelten Bogens erhält man auf folgende Weise:

$$\mathfrak{T}2x = \frac{2\mathfrak{T}x}{1 - \mathfrak{T}x^2}$$

$$\mathfrak{T}'2x = \frac{1 - \mathfrak{T}x^2}{2\mathfrak{T}x} = \tfrac{1}{2}(\mathfrak{T}'x - \mathfrak{T}x).$$

18) Im rechtwinkeligen Dreiecke verhält sich die Hypotenuse zu jeder Kathete, wie der Halbmesser zum Sinus des Gegenwinkels der Kathete, oder zum Kosinus des Zwischenwinkels.

19) Im rechtwinkeligen Dreiecke verhält sich jede Kathete zur andern, wie der Halbmesser zur Tangente des Gegenwinkels, oder zur Kotangente des anliegenden schiefen Winkels der zweiten Kathete.

20) In jedem Dreiecke verhalten sich die Seiten gegen einander, wie die Sinusse der gegen über stehenden Winkel.

21) In jedem Dreiecke verhält sich die Summe zweier Seiten zur Differenz derselben, wie die Tangente der halben Summe beider Gegenwinkel zur Tangente ihrer halben Differrenz.

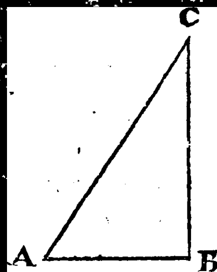
22) In jedem Dreiecke, wenn man aus einem Scheitel desselben, mit einem Halbmesser welcher der längsten der beiden anliegenden Seiten gleich ist, einen Zirkel beschreibet, und die dritte Seite bis zum Umkreise verlängert; so verhält sich diese dritte Seite zur Summe der beiden übrigen, wie die Differenz derselben zur Verlängerung. Dieser Satz ist mit dem folgenden fast einerlei.

23) Wenn man aus einem Scheitel eines Dreiecks eine senkrechte Linie auf die entgegengesezte Seite fället, so verhält sich diese Seite zur Summe der beiden übrigen, wie deren Differenz zur Differenz der beiden abgeschnittenen Stücke, oder zu ihrer Summe, in Falle wo das

Loth

Loth ausserhalb der Grundlinie fällt. In diesem lezten Falle werden die abgeschnittenen Stücke auf der Grundlinie und ihrer Verlängerung genommen, und von beiden Enden der Grundlinie bis zum Loth gerechnet.

24) Zur Auflösung der rechtwinkeligen Dreiecke dienen folgende Proporzionen, worinn B den rechten

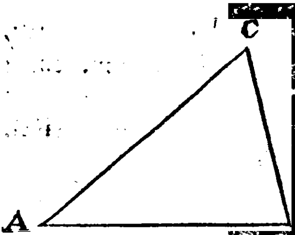


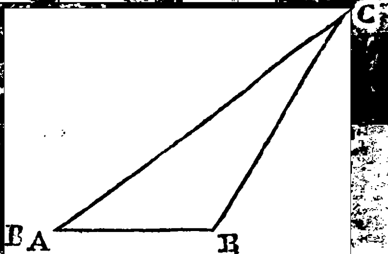
Winkel, A und C aber die beiden schiefe andeuten; AC ist demnach die Hypotenuse, AB und BC sind die Katheten; R bedeutet allemal den Radius oder Sinustotus.

Gegeben.	Gesuchet.	Proporzion.
AB, BC	∠C - -	CB : BA :: R : 𝔗C
	∠A - -	90^g — ∠C
	AC - -	𝔖A : R :: CB : AC
AC, AB	∠C - -	CA : AB :: R : 𝔖C
	∠A - -	90^g — ∠C
	BC - -	R : 𝔗A :: AB : BC
AB, ∠A	∠C - -	90^g — ∠A
	BC - -	R : 𝔗A :: AB : BC
	AC - -	𝔖C : R :: AB : AC
AC, ∠A	∠C - -	90^g — ∠A
	BC - -	R : 𝔖A :: AC : BC
	AB - -	R : 𝔖C :: AC : AB

25) Zur

25) Zur Auflösung der schiefwinkeligen Dreiecke dienen folgende Formeln, worinn A, B, C die drei Spitzen der Figur sind, und R wiederum den Sinus-totus anzeiget.





Gegeben.	Gesuchet.	Proporzion.
AB, $\angle$A, $\angle$B	$\angle$C - -	$180^g - \angle A - \angle B$
	BC - -	$\mathfrak{S}C : \mathfrak{S}A :: AB : BC$
	AC - -	$\mathfrak{S}C : \mathfrak{S}B :: AB : AC$
AC, BC, $\angle$A	$\angle$B - -	$BC : AC :: \mathfrak{S}A : \mathfrak{S}B$ (*)
	$\angle$C - -	$180^g - \angle B - \angle A$
	AB - -	$\mathfrak{S}B : \mathfrak{S}C :: AC : AB$
AC, BC, $\angle$C (AC > BC)	$\angle$B - -	$180^g - C = B + A$
		$(AC + BC) : (AC - BC) :: \mathfrak{T}\tfrac{1}{2}(B + A) : \mathfrak{T}\tfrac{1}{2}(B - A)$
		$\tfrac{1}{2}(B + A) + \tfrac{1}{2}(B - A) = B.$
	$\angle$A - -	$\tfrac{1}{2}(B + A) - \tfrac{1}{2}(B - A) = A$
	AB - -	$\mathfrak{S}A : \mathfrak{S}C :: BC : AB.$
AC, AB, BC (AC > BC)	$\angle$B - -	$AB : (BC + AC) :: (AC - BC) : x$
		$BC : (\tfrac{1}{2}AB - \tfrac{1}{2}x) :: R : \mathfrak{S}'B$
	$\angle$A - -	$AC : (\tfrac{1}{2}AB + \tfrac{1}{2}x) :: R : \mathfrak{S}'A$
	$\angle$C - -	$180^g - \angle B - \angle A$

Die mit einem Strenchen bezeichnete Proporzion erfordert einige Anfmerksamkeit. Wenn der gegebene Winkel spitzig ist, und wenn die nicht daran stoßende gegebene Seite die kleinere von beiden gegebenen ist, so gehören zu $\mathfrak{S}$B zwei verschiedene Winkel, nämlich ein spitzi-

spitziger, welcher eigentlich in den Tafeln gefunden wird, und auch sein Supplement zu 180 Graden. Nimmt man das Supplement, so kommen auch für C und für AB andere Größen heraus. Nämlich es giebt in dem angeführten Falle zwei verschiedene Dreiecke, welche mit AC, BC und ∠A konstruiret werden können, eines mit einem spitzigen Winkel B, das andere mit einen stumpfen 180° — B. Die jedesmaligen Umstände der Aufgabe müssen entscheiden von welchem dieser beiden Dreiecke die Rede ist.

§. VII.

Vorkenntnisse aus der spärischen Trigonometrie.

Die sphärische Trigonometrie ist recht eigentlich für die Astronomen erfunden. Sie enthält hauptsächlich folgende Sätze: Die Beweise findet man im selbstlernenden Geometer am Ende des IXten Hauptstücks und im XIIIten.

1) **Große Zirkel** oder **größte Zirkel** auf der Kugel sind solche die den nämlichen Mittelpunkt und den nämlichen Halbmesser haben wie die Kugel selbst. Kleinere Zirkel hingegen sind solche, die ihren Mittelpunkt nicht im Mittelpunkte der Kugel haben, und die folglich einen kleineren Halbmesser als die Kugel haben.

2) Die **Axe** eines auf der Kugelfläche beschriebenen Kreises ist eine gerade Lienie, welche gegen die Ebene des Kreises senkrecht stehet, und durch den Mittelpunkt der Kugel gehet. Beide Enden der Axe eines Kreises heißen die Pole desselben.

3) **Parallele Kreise** auf einer und derselbigen Kugel sind solche, die die nämliche Axe haben.

4) Die **Entfernung** zweier Punkte auf der Kugelfläche wird vermittelst des Bogens eines größten Kreises gemessen, der von dem einen Punkte zum andern gehet.

5) Ein

5) Ein **sphärischer oder kugelhafter Winkel** ist die Neigung zweier auf der Kugel beschriebenen Zirkelbögen gegen einander, bei den Punkte wo sie einander begegnen; und es kommt hierbei nicht auf die Länge der Bögen, sondern bloß auf ihre gegenseitige Neigung an. Diese Neigung wird durch den Winkel bestimmet, den die Tangenten beider Bögen an der Stelle des Durchschnitts mit einander machen; oder noch bequemer, wenn beide Bögen Theile von größten Kreisen sind, durch einen andern Bogen der zwischen den gegebenen, allenfalls verlängerten, beschrieben wird, den Scheitel des Winkels zum Pole hat, und in allen seinen Punkten 90 Grad von diesem Scheitel entfernet ist. Ein solcher Bogen ist ebenfalls ein Theil eines größten Kreises.

6) In jeder Kugel sind alle größte Zirkel gleich.

7) Kleinere Kreise in einer Kugel sind gleich, wenn ihre Mittelpunkte vom Mittelpunkte der Kugel gleich weit entfernt sind.

8) Je weiter der Mittelpunkt eines auf der Kugelfläche beschriebenenen Kreises vom Mittelpunkte der Kugel entfernet ist, desto kleiner ist der Kreis.

9) Von einem Punkte der Kugelfläche zu einem andern kann allemal ein, und nur ein einziger, Bogen eines größten Kreises gezogen werden.

10) Zwei größte Kreise auf einer Kugelfläche halbiren einander, und die Punkte wo ihre Umkreise einander schneiden, sind folglich 180 Grade von einander entfernt.

11) Jeder Punkt im Umfange eines größten Kreises ist 90 Grad von den Polen desselben entfernet.

12) Zwei größte Kreise in einer Kugel können nicht die nämlichen Pole haben.

13) Die Pole eines größten Kreises sind zugleich die Pole aller kleineren Kreise die mit dem größten Parallel sind.

17) Der

14) Der Bogen eines größten Kreises der auf der Kugelfläche von einem Punkte zum andern gezogen wird, ist kürzer als jeder Bogen eines kleineren Kreises, der zwischen den nämlichen Punkten gezogen werden könnte.

15) Wenn zwei größte Kreise eine gewisse Neigung gegen einander haben, so haben ihre Axen die nämliche Neigung gegen einander.

16) Wenn ein sphärischer Minkel 90 Grade hält, so müssen dessen Schenkel, wenn sie soviel als nöthig ist, verlängert werden, jeder durch den Pol des andern gehen.

17) Alle Bögen, die auf einem Kreise senkrecht stehen, laufen genugsam verlängert in den Pol des Kreises zusammen.

18) Die Entfernung zwischen den Polen zweier größter Kreise, mißt zugleich die Neigung beider Kreisflächen gegen einander.

19) Sphärische Scheitelwinkel siud gleich.

20) Zwei sphärische Nebenwinkel machen allemal zusammen 180 Grad.

21) Wenn zwei oder mehrere Bögen auf der Kugel durch einen Punkt gehen, so entstehen vier oder mehrere Winkel um den Punkt herum, die zusammen 360 Grad machen.

22) In einem kugelichten Dreiecke ist jede Seite nothwendig kleiner als 180^{g}.

23) In einem kugelichten Dreiecke ist jede Seite kleiner als die Summe der beiden anderen.

24) Die Summe der drei Seiten eines sphärischen Dreiecks ist allemal kleiner als 360^{g}.

25) In einem sphärischen Dreiecke ist die Summe der drei Winkel allemal kleiner als 540^{g} oder als 6 Rechte.

26) Die Summe der drei Winkel eines kugelichten Dreiecks ist allemal größer als 180^{g} oder als 2 Rechte.

27) In

27) In einem kugelichten Dreiecke können die Winkel und Seiten alle drei 90^g, oder alle drei weniger als 90^g, oder alle drei mehr als 90 Grad halten; auch können sie vermischt sein, nämlich von 90^g, mehr, und weniger.

28) Zwei kugelichte Dreiecke sind ähnlich und gleich: 1) wenn die drei Seiten, jede mit jeder, gleich sind; 2) wenn zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel beiderseits gleich sind; 3) wenn eine Seite und beide anliegende Winkel beiderseits gleich sind. 4) Wenn zwei Seiten und die Gegenwinkel derselben beiderseits gleich sind. 5) Wenn die drei Winkel des einen den drei Winkeln des andern gleich sind, jeder mit jedem verglichen.

29) Wenn in einem sphärischen Dreiecke zwei Seiten gleich sind, so sind die Gegenwinkel derselben gleich.

30) Wenn ein sphärisches Dreieck zwei gleiche Winkel hat, so sind die Gegenseiten derselben gleich.

31) Wenn in einem sphärischen Dreiecke die drei Seiten gleich sind, so sind auch die drei Winkel gleich; und wenn die drei Winkel gleich sind, so sind die drei Seiten gleich.

32) In einem sphärischen Dreiecke stehet allemal die größern Seite dem größeren Winkel, und der größere Winkel der größeren Seite gegen über.

33) In jedem sphärischen Dreiecke ist der auswendige Winkel kleiner als die Summe der beiden inwendigen, die nicht seine Nebenwinkel sind.

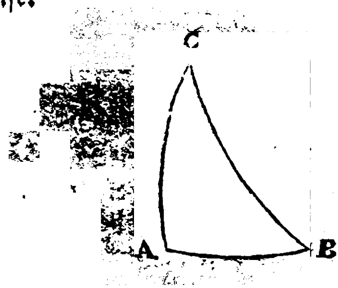
34) Wenn in einem sphärischen Dreiecke alle drei Winkel rechte sind, so sind die Seiten auch alle drei von 90 Graden, und umgekehrt.

35) Wenn in einem sphärischen Dreiecke zwei Winkel rechte sind, so sind ihre Gegenseiten von 90 Graden, und umgekehrt.

36) In einem sphärischen Dreiecke, welches einen rechten Winkel hat, ist jede Kathete von einerlei Beschaffenheit mit ihrem Gegenwinkel; das heißt, es sind beide entweder kleiner oder größer als 90^g.

37) Wenn in einem sphärischen Dreiecke, welches einen rechten Winkel hat, einer der schiefen Winkel nebst der Gegenseite gegeben sind, so sind die übrigen Größen des Dreiecks zweifelhaft, ob sie nämlich größer oder kleiner als 90^g sind; und die Umstände der Aufgabe müssen den zweifel heben. Indessen machen die beiden möglichen Werthe jeder der nicht gegebenen Größen, allemal zusammen 180^g.

38) Wenn ein sphärisches Dreieck einen rechten Winkel hat, so werden die Aufgaben, die sich darauf beziehen durch die folgenden Formeln aufgelöset, wo A alle allemal der rechte Winkel ist, B und C sind die schiefen Winkel, AB und AC die Katheten, BC die Hipotenuse.



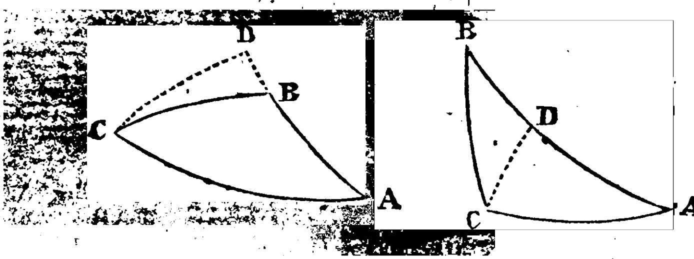
Gegeben.	Gesuchet.	Auflösung.
BC, $\angle B$	AC	$R : \mathfrak{S}BC :: \mathfrak{S}B^* : \mathfrak{S}AC^*$
	AB	$R : \mathfrak{S}'B :: \mathfrak{T}BC : \mathfrak{T}AB$
	$\angle C$	$R : \mathfrak{S}'BC :: \mathfrak{T}B : \mathfrak{T}'C$
BC, $\angle C$	AB	$R : \mathfrak{S}C :: \mathfrak{S}BC : \mathfrak{S}AB$
	AC	$R : \mathfrak{S}'C :: \mathfrak{T}BC : \mathfrak{T}AC$
	$\angle B$	$R : \mathfrak{S}'BC :: \mathfrak{T}C : \mathfrak{T}'B$

Ge-

Gegeben.	Gesucht.	Auflösung.
BC, AB	AC --	S′AB : R :: S′BC : S′AC
	∠B --	TBC : TAB :: R : S′B
	∠C --	SBC : SAB* :: R : SC*
BC, AC	AB --	S′AC : S′BC :: R : S′AB
	∠C --	TBC : TAC :: R : S′C
	∠B --	SBC : SAC* :: R : SB*
AB, ∠C zweifelhaft	BC --	SC : R :: SAB : SBC
	AC --	TC : R :: TAB : SAC
	∠B --	S′AB : S′C :: R : SB
AC, ∠B zweifelhaft	BC --	SB : R :: SAC : SBC
	AB --	TB : R :: TAC : SAB
	∠C --	S′AC : S′B :: R : SC
AB, ∠B	BC --	S′B : R :: TAB : TBC
	AC --	R : TB :: SAB : TAC
	∠C --	R : SB :: S′AB : S′C
AC, ∠C	BC --	S′C, R :: TAC : TBC
	AB --	R : TC :: SAC : TAB
	∠B --	R : SC :: S′AC : S′B
AB, AC	BC --	R : S′AB :: S′AC : S′BC
	∠B --	SAB : TAC :: R : TB
	∠C --	SAC : TAB :: R : TC
∠B, ∠C	BC --	TC : T′B :: R : S′BC
	AB --	SB : R :: S′C : S′AB
	AC --	SC : R :: S′B : S′AC

Die mit Sternchen gezeichneten Bögen oder Winkel sind allemal von einerlei Beschaffenheit, nämlich beide unter oder beide über 90 Grad. In den Fällen wobei **zweifelhaft** geschrieben stehet, müssen die Umstände der Aufgabe entscheiden, ob die gesuchten Größen unter oder über 90 Grade sind. In allen übrigen Fällen müssen die algebraischen Zeichen entscheiden. Wenn nämlich eine gegebene Größe über 90 Grad ist, so sind ihr Kosinus, ihre Tangente, und ihre Kotangente negativ (S. XXXVIII.); der Sinus aber bleibet positiv. Wenn nun in der Proporzion die Zeichen + und — gehörig gebrauchet werden, so wird sich bald zeigen ob der gesuchte vierte Satz positiv oder negativ ist, und ob die verlangte Größe über oder unter 90 Graden ist.

39) Zur Auflösung der Dreiecke worin alle drei Winkel schief sind, dienen die folgenden Formeln, in welchen A, B, C die drei Scheitel sind. CD ist ein aus dem Scheitel C gegen die Seite AB oder deren Verlängerung gefälleter senkrechter Bogen eines großen Kreises. Wo das zweideutige Zeigen ± oder ∓ in den



Formeln vorkommt, ist das obere Zeichen allemal für den Fall wo gedachter senkrechter Bogen innerhalb des Dreiecks bleibet, das untere aber für den Fall wo derselbe ausserhalb des Dreiecks befindlich ist. Bei dem Gebrauche der Formeln erinnere man sich wiederum, daß bei Bögen und Winkeln über 90 Graden, der Kosinus, die Tangente und die Kotangente negativ sind.

Gegeben.	Gesuchet.	Auflösung.
$\angle A$, $\angle B$, BC	AC	$\mathfrak{S}A : \mathfrak{S}B :: \mathfrak{S}BC : \mathfrak{S}AC.$
$\angle A$, $\angle B$, BC	$\angle C$	$R : \mathfrak{S}'BC :: \mathfrak{T}B : \mathfrak{T}'BCD$ $\mathfrak{S}'B : \mathfrak{S}'A :: \mathfrak{S}BCD : \mathfrak{S}ACD$ $\angle BCD = \angle ACD \pm \angle BCD.$

Gege-

Gegeben.	Gesuchet.	Auflösung.
$\angle A$ $\angle B$ BC	AB	$R : \mathfrak{S}'B :: \mathfrak{T}BC : \mathfrak{T}BD$ $\mathfrak{T}A : \mathfrak{T}B :: \mathfrak{S}BD : \mathfrak{S}AD$ $AB = BD \pm AD.$
$\angle B$ $\angle C$ BC	AC	$R : \mathfrak{S}'BC :: \mathfrak{T}B : \mathfrak{T}'BCD$ $\angle ACB \mp BCD = \angle ACD$ $\mathfrak{S}'BCD : \mathfrak{S}'ACD :: \mathfrak{T}'BC : \mathfrak{T}'AC.$
$\angle B$ $\angle C$ BC	$\angle A$	$R : \mathfrak{S}'BC :: \mathfrak{T}B : \mathfrak{T}'BCD$ $\angle BCA \mp \angle BCD = \angle ACD$ $\mathfrak{S}BCD : \mathfrak{S}ACD :: \mathfrak{S}'B : \mathfrak{S}'A.$
$\angle A$ AB BC	$\angle C$	$\mathfrak{S}BC : \mathfrak{S}AB :: \mathfrak{S}A : \mathfrak{S}C.$
$\angle B$ AC BC	AB	$R : \mathfrak{T}BC :: \mathfrak{S}'B : \mathfrak{T}BD$ $\mathfrak{S}'BC : \mathfrak{S}'AC :: \mathfrak{S}'BD : \mathfrak{S}'AD$ $AD \pm BD = AB.$
$\angle B$ AC BC	$\angle C$	$R : \mathfrak{S}'BC :: \mathfrak{T}B : \mathfrak{T}'BCD$ $\mathfrak{T}AC : \mathfrak{T}BC :: \mathfrak{S}'BCD : \mathfrak{S}'ACD$ $\angle ACD \pm \angle BCD = \angle C.$
$\angle B$ AB BC	$\angle A$	$R : \mathfrak{T}BC :: \mathfrak{S}'B : \mathfrak{T}BD$ $AB \mp BD = AD$ $\mathfrak{S}AD : \mathfrak{S}BD :: \mathfrak{T}B : \mathfrak{T}A.$
$\angle B$ AB BC	AC	$R : \mathfrak{T}BC :: \mathfrak{S}'B : \mathfrak{T}BD$ $AB \mp BD = AD$ $\mathfrak{S}'BD : \mathfrak{S}'AD :: \mathfrak{S}'BC : \mathfrak{S}'AC.$
AB BC AC	$\angle A$	$\mathfrak{S}AB \times \mathfrak{S}AC$ $: \mathfrak{S}(\frac{1}{2}BC + \frac{1}{2}AC - \frac{1}{2}AB) \times \mathfrak{S}(\frac{1}{2}AB$ $+ \frac{1}{2}BC - \frac{1}{2}AC)$ $:: R^2 : (\mathfrak{S}\frac{1}{2}A)^2.$
$\angle A$ $\angle B$ $\angle C$	BC	$\mathfrak{S}AB \times \mathfrak{S}C$ $: \mathfrak{S}'(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}C - \frac{1}{2}B) \times \mathfrak{S}'(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}B$ $- \frac{1}{2}C)$ $:: R^2 : (\mathfrak{S}'\frac{1}{2}BC)^2.$

§. VIII.

Vorkenntnisse aus der Lehre von den Kegelschnitten.

Aus der höheren Geometrie brauchet man, zur gründlichen Erlernung der Astronomie, hauptsächlich folgende Eigenschaften der Kegelschnitte. Ich werde die Beweisstellen aus meinem **erleichterten Unterrichte in der höheren Meßkunst** anzeigen.

1) Das Quadrat jeder Applikate im Zirkel ist gleich dem Rechteck aus der Abzisse (vom Umkreise an gerechnet) und dem übrigen Theile des Durchmessers. Diese Eigentschaft wird ausgedrücket durch die Gleichung

$$y^2 = x\ (a - x)$$

oder $y^2 = ax - x^2$

wo a der Durchmesser ist, x die Abzisse, und y die Applikate. (Höh. Geom. H. I. §. 6.)

2) Das Quadrat jeder Applikate im Zirkel ist auch gleich dem Quadrate des Halbmessers, weniger dem Quadrate der zustimmenden Abzisse (von Mittelpunkte an gerechnet). Diese Eigenschaft wird vorgestellet durch die Gleichung

$$y^2 = r^2 - x^2$$

oder $y^2 = \frac{1}{4}a^2 - x^2$

wo r oder $\frac{1}{2}a$ der Halbmesser ist. (Höh. Geom. H. I. §. 7.)

3) In der Parabel ist das Quadrat der Applikate gleich dem Rechtecke aus der Abzisse und dem Parameter; der Parameter aber ist gleich der vierfachen Entferuung des Brennpunktes vom Scheitel. Also ist in der Parabel

$$y^2 = px$$

oder $y^2 = 4bx$

wo p oder $4b$ der Parameter ist. (Höh. Geom. H. I. §. 11.)

4) In

4) In der Parabel verhalten sich die Abzissen wie die Quadrate der Applikaten, welches eine Folge der vorigen Eigenschaft ist. (Höh. Geom. H. I. §. 12.)

5) In der Ellipse ist die Hälfte der kleinen Axe die mittlere Proporzional-Linie zwischen beiden Entfernungen des einen Brennpunktes von den beiden Enden der großen Axe. (Höh. Geom. H. I. §. 16.)

6) In der Ellipse ist die kleine Axe die mittlere Proporzionallinie zwischen der großen Axe und dem Parameter. (Höh. Geom. H. I. §. 16.)

7) Wenn man die Abzissen auf der großen Axe der Ellipse nimmt, und vom Mittelpunkte der Ellipse ausgehet, so ist die Gleichung für die Ellipse

$$y^2 = \frac{b^2}{a^2} \left(\tfrac{1}{4}\, a^2 - x^2\right)$$

wo a die große Axe, b die kleine, x jede Abzisse und y die zustimmende Applikate ausdrücket.

Rechnet man die Abzissen vom Ende der großen Axe an, so ist

$$y^2 = \frac{b^2}{a^2}\, x\,(a - x)$$

$$\text{oder } y^2 = \frac{b^2}{a^2}\,(ax - x^2)$$

wo die Buchstaben die nämlichen Bedeutungen haben als vorher, ausgenommen, daß x vom Ende der Axe an gerechnet wird. (Höh. Geom. H. I. §. 17.)

8) In der Ellipse verhält sich das Quadrat der großen Axe zum Quadrate der kleinen Axe, wie die große Axe zum Parameter. Folglich kann man auch, anstatt der beiden vorigen Gleichungen, also schreiben: (Höh. Geom. H. I. §. 18.)

$$y^2 = \frac{p}{a}\left(\tfrac{1}{4}a^2 - x\right)$$

$$\text{und } y^2 = \frac{p}{a}\,(ax - x^2)$$

 9) Die

9) Die vorhergehenden Gleichungen für die Ellipse passen alle, wenn man statt der großen Axe die kleine zur Abzissenlinie nimmt. Nur muß man unter a allemal diejenige Axe verstehen auf welcher x genommen wird, unter b die andere, und unter p die dritte Proporzional-Linie zur Axe der Abzissen und zur anderen Axe. (Höh. Geom. H. I. §. 19.)

10) In der Ellipse verhalten sich die Quadrate der Applikaten, wie die Rechtecke aus beiden abgeschnittenen Theilen der Axe der Abzissen, es mag diese übrigens die große oder die kleine sein. (Höh. Geom. H. I. §. 21.)

11) Wenn ein gerader Kegel mittelst einer Ebne durchgeschnitten wird, so entstehet entweder ein Dreieck, oder ein Kreis, oder eine Ellipse, oder eine Parabel, oder eine Hyperbel: nämlich ein Dreieck, wenn der Schnitt längs der Axe gehet; ein Kreis, wenn der Schnitt gegen die Axe senkrecht ist; eine Ellipse, wenn der Schnitt gegen die Axe schief ist, und beide Seiten des Kegels trifft; eine Parabel, wenn der Schnitt mit der einen Seitenlinie des Kegels parallel ist, und also diese Seite nicht trift; eine Hyperbel, wenn der Schnitt die eine Seite und die Verlängerung der anderen trifft. (Höh. Geom. H. I. §. 34.)

12) Der Kreis kann als eine Ellipse betrachtet werden, worin beide Axen und der Parameter gleich sind. (Ebendaselbst.) Hingegen kann auch die Ellipse als ein Kreis betrachtet werden, dessen Applikaten nach dem Verhältnisse der großen Axe zur kleinen verkürzet oder nach dem Verhältnisse der kleinen Axe zur großen vergrössert worden sind. (Hoh. Geom. H. I. §. 19.)

13) Wenn zu einem gegebenen Punkte einer Ellipse die berührende Linie gezogen werden soll, so ziehet man erstlich vom gegebenen Punkte gerade Linien nach den beiden Brennpunkten. Man verlängert eine dieser Linien rückwärts ausserhalb der Ellipse. Man halbiret

den

den Winkel in welchem die krumme Linie lieget, mittelst einer geraden; und diese ist die verlangte Tangente. (Höh. Geom. H. II. §. 2.)

In der Parabel ist der eine Brennpunkt unendlich entfernet, und folglich wird die eine Linie mit der Axe parallel gezogen; das übrige geschiehet wie bei der Ellipse.

14) In der Ellipse ist

$$\text{die Subnormallinie} = \tfrac{1}{2}p - \frac{px}{a}$$

$$\text{und die Subtangente} = \frac{(a - x)\,x}{\tfrac{1}{2}a - x}.$$

In der Parabel aber ist

$$\text{die Subnormale} = \tfrac{1}{2}p$$

$$\text{und die Subtangente} = 2x.$$

(Siehe Höh. Geom. H. II. §. 3 und 4.)

15) Wenn man anstatt beider Axen einer Ellipse zwei konjugirte Diameter nimmt, und die Abzissen auf einem derselben, entweder vom Mittelpunkte oder vom Scheitel rechnet, die Applikaten aber mit dem andern Diameter parallel ziehet, so finden zwischen den Koordinaten die nämlichen Gleichungen statt, wie bei den Axen; a bedeutet alsdenn den Diameter auf welchem die Abzissen genommen werden, b seinen konjugirten Diameter, p die dritte Proporzinal-Linie zu a und b. (Höh. Geom. H. III. §. 1 bis 27.)

16) Bei der Parabel ist die Gleichung für jeden Diameter ebenfalls die nämliche als für die Axe. Der Parameter ist aber alsdann so groß, als die vierfache Entfernung vom Brennpunkte bis zum Punkte wo der Diameter die Parabel schneidet. (Höhere Geom. H. III. §. 28).

17) Der Raum, welcher in einer Parabel zwischen einer Abzisse, der zustimmenden Ordinate, und dem parabolischen Bogen enthalten ist, ist gleich $\frac{2}{3}$ des Recht-

ecks aus beiden Koordinaten, voraus gesetzet daß die Koordinaten gegen einander senkrecht sind, und sich auf die Axe, nicht auf irgend einen Diameter, beziehen. (Höhere Geom. H. XI. §. 4).

18) Der Raum einer Ellipse verhält sich zum Raume eines Kreises der die Haupt-Axe zum Durchmesser hat, wie die halbe kleine Axe zur halben Haupt-Axe. (Höh. Geom. H. XI. §. 4).

19) Eine Ellipse ist am Flächen-Inhalte einem Zirkel gleich, dessen Durchmesser die mittlere Proporzional-Linie zwischen beiden Axen ist. (Höhere Geom. H. XI. §. 4).

20) Wenn in der Ellipse aus dem einen Brennpunkte eine gerade Linie v bis zum Umfange der kummen Linie gezogen wird; wenn diese mit dem Theile der Haupt-Axe der zwischen dem gedachren Brennpunkte und dem nächsten Scheitel lieget einen gewissen Winkel φ machet, welcher spitzig angenommen wird; wenn a die halbe Haupt-Axe, und e die Ekzentrizität bedeutet; so ist

$$v = \frac{a^2 - e^2}{a + e.\, \mathrm{S}'\varphi}$$

Wäre aber der Winkel φ stumpf, so würde sein Kosinus negativ und man hätte

$$v = \frac{a^2 - e^2}{a - e.\, \mathrm{S}'\varphi}$$

(Höhere Geom. H. XVI. §. 12).

21) Für die Parabel ist, je nachdem der Winkel φ spitzig oder stumpf ist,

$$v = \frac{\frac{1}{2}\, p}{1 + \mathrm{S}'\varphi}$$

oder $v = \dfrac{\frac{1}{2}\, p}{1 - \mathrm{S}'\varphi}$

übrigens ist hier $\frac{1}{2}\, p$ der halbe Parameter, φ und v haben die nämliche Bedeutung wie bei der Ellipse. (Höhere Geom. H. XVI. §. 14).

§. IX.

§. IX.

Vorkenntnisse aus der Dynamik.

Ohne Dynamik kann man wohl zur Noth in der praktischen Astronomie fortkommen, nicht aber in der theoretischen. Hier folgen die vornehmsten Lehren dieser Wissenschaft mit Anzeigung der Beweisstellen aus meinen mechanischen Schriften.

1) Bei homogenen Körpern ist die Masse gleich dem Produkte aus der Dichtigkeit und dem Volumen oder der geometrischen Größe. (Siehe Statik. H. I. §. 15).

2) Daher bekömmt man die Dichtigkeit, wenn man die Masse durch die Größe dividiret; und man erhält die Größe, wenn man die Masse durch die Dichtigkeit dividiret. (Statik. H. I. §. 16).

3) Der Weg, den ein einförmig bewegter Körper zurück leget, ist gleich dem Produkte aus der angewandten Zeit und der Geschwindigkeit. (Statik. H. II. §. 24).

4) Also ist die Geschwindigkeit gleich den Wege getheilet durch die Zeit. (Statik. H. II. §. 26).

5) Und die Zeit ist gleich dem Wege getheilet durch die Geschwindigkeit. (Daselbst).

6) Die Kraft mit welcher ein Körper sich beweget, oder die Kraft, welche angewandt werden muß um ihn in Bewegung zu setzen, oder auch die Größe (Quantität) der Bewegung ist gleich dem Produkte aus der Masse und der Geschwindigkeit. (Statik. H. II. §. 31).

7) Jeder Körper bleibet in seinem Zustande der Ruhe oder der einförmigen geradlinichten Bewegung, so lange nichts vorhanden ist was ihn zwinget diesen Zustand zu verändern. Diese Regel heißt das **Gesetz der Beharrlichkeit** (lex inertiae). Siehe Statik. H. II. §. 4.

8) Wenn

8) Wenn ein Körper von zwei Kräften, die in derselbigen geraden Linie wirken, zur Bewegung gereizet wird, so bekömmt er eine Geschwindigkeit, welche der algebraischen Summe beider ihm eingedrückten Geschwindigkeiten gleich ist Diese algebraische Summe ist entweder eine arithmetische Summe oder eine arithmetische Differenz, je nachdem die Richtung beider Kräfte einerlei oder entgegengesetzet ist. Im Falle der entgegengesetzten Richtung wird die algebraische Summe null, wenn beide Kräfte gleich sind, und der Körper bleibet in Ruhe. (Statik. H. II. §. 8).

9) Wenn ein Körper von zwei verschiedenen Kräften zur einförmigen Bewegung gereizet wird, so erhält er eine Richtung und eine einförmige Geschwindigkeit, welche durch die Diagonal-Linie des Parallelogramms ausgedrücket werden, dessen Seiten durch ihre Lage und Größe die Richtungen und Geschwindigkeiten ausdrücken, welche der Körper vermöge jeder Kraft insbesondere bekommen würde. (Statik. H. II. §. 9).

10) Es giebt in jedem Körper einen **Schwerpunkt**, das heißt einen Punkt, der alle Theile des Körpers in Gleichgewicht hält, sobald er unterstützet ist. (Statik. H. V. §. 3).

11) Mehrere verbundene Körper haben allemal ihren gemeinsamen Schwerpunkt. (Statik. H. V. §. 9).

12) Auch mehrere nicht verbundene Körper haben einen gemeinsamen Schwerpunkt; es ist eigentlich derjenige, den sie haben würden, wenn sie verbunden wären. (Statik. H. V. §. 10).

13) Der Schwerpunkt einer Kugel und eines elliptischen Konoïden ist im Mittelpunkte des Körpers, wenn nämlich die Materie des Körpers homogen ist. (Statik. H. V. §. 18).

14) Wenn zwei Körper sich in einer und derselben geraden Linie mit einförmigen Geschwindigkeiten nach der-

derselbigen Weltgegend hin bewegen, so ist die relative Geschwindigkeit mit welcher sie sich nähern, gleich der Geschwindigkeit des nachgehenden weniger die Geschwindigkeit des vorgehenden. Wenn diese Geschwindigkeit größer ist als jene, so wird der Unterschied negativ, welches bedeutet, daß beide Körper sich von einander entfernen. (Dynamik. H. I. §. 6).

15) Wenn zwei Körper sich in einer geraden Linie mit einförmigen Geschwindigkeiten nach entgegengesezten Punkten des Himmels hinbewegen, so finden zwei Fälle statt; entweder sie nähern sich einander, oder sie entfernen sich von einander. In beiden Fällen bestehet die relative Geschwindigkeit in der Summe beider absoluten Geschwindigkeiten. (Dynamik. H. I. §. 7).

16) Wenn eine Kugel, die sich weit vom Auge beweget, sich entfernet oder nähert, so nimmt der scheinbare Durchmesser derselben beinahe im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen zu oder ab. (Dynamik. H. I. §. 13).

17) Wenn die wirkliche Bahn eines Körpers, der sich mit einförmiger Geschwindigkeit ziemlich weit vom Auge beweget, in zwei verschiedenen Stellen gegen die Gesichtslinie senkrecht oder beinahe senkrecht ist, so verhalten sich an diesen Stellen die Winkelgeschwindigkeiten ohngefähr umgekehrt wie die Entfernungen. (Dyn. H. I. §. 14).

18) In der nämlichen Voraussezung, und wenn sich dabei der Körper bald dem Auge nähert, sich bald von ihm entfernet, so verhalten sich die scheinbaren Geschwindigkeiten oder Winkelgeschwindigkeiten ohngefähr wie die scheinbaren Durchmesser, wobei noch angenommen wird, daß der Körper kugelförmig ist, oder daß er dem Auge immer den nämlichen Theil seiner Oberfläche zukehret. (Dynamik. H. I. §. 15).

19) Wenn

19) Wenn zwei gleiche Kugeln sich in verschiedenen Entfernungen vom Zuschauer befinden, so verhalten sich ihre scheinbaren Durchmesser beinahe umgekehrt wie die Entfernungen, vorausgesetzet, daß die Entfernungen beträchtlich sind. (Dynamik. H. I. §. 16).

20) Wenn sich zwei gleiche Gegenstände mit gleicher Geschwindigkeit in solchen Richtungen bewegen, die gegen die Gesichtslinie beinahe senkrecht sind; so verhalten sich die scheinbaren Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Entfernungen. (Eben daselbst)

21) Bei der nämlichen Voraussetzung und wenn die Körper kugelförmig sind, verhalten sich die scheinbaren Geschwindigkeiten beinahe wie die Durchmesser. (Eben daselbst)

22) Wenn ein Zuschauer in einer Ebene eine krumme Linie beschreibet, und wenn ein ruhender Gegenstand in derselbigen Ebene befindlich ist, so kömmt es dem Zuschauer vor als ruhete er selbst, und beschriebe der Gegenstand eine ähnliche und gleiche krumme Linie in entgegengesezter Richtung. Wenn also der Zuschauer einen Kreis durchläuft, so scheinet der Gegenstand einen gleichen Kreis aber in entgegengesezter Richtung zu beschreiben. (Dynamik. H. I. §. 25)

23) Wenn ein Zuschauer in einer Ebene eine krumme Linie beschreibet, und wenn ein ruhender Gegenstand sich ausserhalb der Ebene befindet, so kömmt es den Zuschauer vor, als wenn der Gegenstand eine ähnlichgleiche Linie in entgegengesezter Richtung beschriebe, in einer Ebene die mit derjenigen worin der Zuschauer läuft, parallel ist. (Dynamik. H. I §. 31)

24) Bei einer einförmig beschleunigten Bewegung ist der in einer beliebigen Zeit durchlaufene Raum nur halb so groß als er gewesen wäre, wenn der Körper gleich anfänglich so geschwinde gegangen wäre, als er zulezt wirklich gehet. (Dynamik. H. III. §. 2)

15) Bei

25) Bei einem und demselbigen Körper, der sich mit einförmiger Beschleunigung beweget, oder bei zwei Körpern, die durch gleiche beschleunigende Kräfte beweget werden, verhalten sich die erhaltenen Geschwindigkeiten, wie die seit dem Anfange der Bewegung verflossenen Zeiten. (Dynamik. H. III. §. 3).

26) Wenn die verflossene Zeit t in Sekunden gerechnet wird, wenn die am Ende dieser Zeit erhaltene Geschwindigkeit v heißt, wenn der durchlaufene Raum mit w bezeichnet wird, und wenn p doppelt so viel ist als der in der ersten Sekunde zurückgelegte Weg, so finden bei der einförmig-beschleunigten Bewegung folgende Gleichungen statt.

$$w = \tfrac{1}{2} vt$$
$$v = pt$$
$$w = \tfrac{1}{2} pt^2$$
$$w = \frac{v^2}{2p}$$

27) Aus beiden lezteren Formeln folget, daß sich die durchlaufenen Wege bei gleichen beschleunigenden Kräften wie die Quadrate der Zeiten oder auch wie die Quadrate der erhaltenen Geschwindigkeiten verhalten. (Dynamik. H. III. §. 4)

28) Fallende Körper bewegen sich im leeren Raume mit einförmiger Beschleunigung. Bei uns in Berlin ist $p = 31,2688$ rheinländische Fuße. Auf hohen Bergen und nahe am Aequator ist p kleiner; in tiefen Gegenden und nahe an den Polen ist p größer. (Hydraulik. H. VII. §. 11)

29) Wenn ein einfaches Pendel seine Schwingungen in kleinen Zirkelbögen verrichtet, sie mögen gleich oder ungleich sein, so können solche Schwingungen alle für gleichzeitig angesehen werden. Und da jedes zusammengesezte Pendel seine Schwingungen eben so machet wie

wie ein gewisses einfaches, welches sich allemal bestimmen läßt, so sind auch die Schwingungen jedes zusammengesezten Pendels für gleichzeitig anzusehen, wenn das Pendel kleine Zirkelbögen beschreibet. (Für diesen und die folgenden Säze vom Pendel siehe das Vte Hauptstück meiner Dynamik).

30) Bei einfachen Pendeln verhalten sich die Quadratwurzeln der Dauern der Schwingungen, wie die Längen der Pendel, oder, welches einerlei ist, die Dauern verhalten sich wie die Quadratwurzeln der Längen.

31) In gleichen Zeiten verhalten sich die Anzahlen der Schwingungen umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Pendellängen.

32) Wenn an zwei Orten die Fallkraft verschieden ist, so müssen sich die Pendellängen wie die Fallkräfte selbst verhalten, wenn die Pendel gleichzeitige Schwingungen machen sollen. Also muß auf hohen Bergen und näher am Aequator das Sekundenpendel verkürzet werden, weil dort die Fallkraft geringer ist.

33) Wenn ein einfaches Pendel eine Zikloïde beschreibet, so sind die Schwingungen nicht mehr ohngefähr, sondern vollkommen gleichzeitig, sie mögen groß oder klein sein.

34) Bei jedem einfachen Pendel, welches entweder Bögen einer Zikloïde oder auch kurze Zirkelbögen beschreibet, verhält sich die Dauer jeder Schwingung zur Zeit des Falles längs der halben Pendellänge, wie der Umkreis eines Zirkels zu seinem Durchmesser.

35) Bei einem einfachen Pendel thut das größere oder kleinere Gewicht des schwingenden Punktes nichts zur Dauer der Schwingungen.

36) Bei jedem um eine Axe sich schwingenden Körpers giebt es einen Schwingepunkt, das heißt einen Punkt, dessen Entfernung von der Axe der Schwingung, der Länge des gleichzeitigen einfachen Pendels gleich ist.

37) Wenn

37) Wenn ein viereckigtes Prisma sich um eine Axe schwinget, welche eine der Grundflächen in zwei gleiche Parallelogramme theilet, so beträgt die Entfernung vom Schwingepunkte bis zur Axe der Schwingungen zwei Drittheile der Höhe, nebst dem sechsten Theile der dritten Proporzional-Linie zur Höhe und zur Breite, (welche gegen die Axe senkrecht genommen wird). Ist die Breite nur klein, so kann man für die besagte Entfernung bloß $\frac{2}{3}$ der Länge oder Höhe des Prisma rechnen. Ueberhaupt bei jeder dünnen Stange die sich um eines ihrer Enden schwinget, rechnet man $\frac{2}{3}$ ihrer Länge, für die Länge des gleichzeitigen einfachen Pendels.

38) Wenn sich eine Kugel an einem Faden schwinget, der keine beträchtliche Schwere hat, so wird die Entfernung des Schwingepunktes unterhalb des Mittelpunktes der Kugel gefunden, wenn man nimmt zwei Fünftheile der dritten Proporzional-Linie zur Entfernung des Mittelpunkts von der Axe der Schwingungen, und zum Halbmesser der Kugel. Und wenn die Kugel an ihrer Oberfläche angehänget ist, so lieget der Schwingepunkt um zwei Fünftheile des Halbmessers unterhalb des Mittelpunktes.

39) Wenn ein gerader Zilinder sich um eine Axe schwinget, welche die eine Basis halbiret, so beträgt die Länge des gleichzeitigen einfachen Pendels zwei Drittheile der Höhe nebst der Hälfte der dritten Proporzional-Linie zur Höhe und zum Halbmesser der Grundfläche. Ist die Dicke des Zilinders gegen die Höhe oder Länge unbeträchtlich, so beträgt die Länge des gleichzeitigen Pendels bloß zwei Drittheile der Höhe.

40) Es hänge eine Kugel an einem zilindrischen Stabe durch dessen oberes Ende die Axe der Schwingungen gehet. Es sei a die halbe Dicke des Stabes, h seine länge bis zur Oberfläche der Kugel, r der Halbmesser der Kugel, n die Zahl welche andeutet wie vielmal

die Kugel schwerer ist als der Stab, so beträgt die Länge des gleichzeitigen einfachen Pendels

$$\frac{\frac{1}{3}h^2 + \frac{1}{4}a^2 + n\,(h + r)^2 + \frac{2}{5}\,nr^2}{\frac{1}{2}h + n\,(h + r)}.$$

Wenn der Stab viereckigt ist und seine Breite i beträgt, so kömmt in die Formel $\frac{1}{12}i^2$ statt $\frac{1}{4}a^2$. Ist die Dicke des Stabes geringe, so kann sowohl $\frac{1}{4}a^2$ als $\frac{1}{12}i^2$ wegbleiben.

41) Wenn die Länge des einfachen Sekundenpendels mit der größten Genauigkeit bestimmt werden soll, so muß man ein zusammengesetztes Pendel im leeren Raume schwingen lassen, die Schwingungen während einer gewissen Zeit, zum Exempel einer Viertelstunde, zählen, die Länge des zustimmenden einfachen Pendels suchen, und dann sagen: das Quadrat von 900 Schwingungen, die das Sekundenpendel in einer Viertelstunde machen soll, verhält sich zum Quadrat von so und so viel Schwingungen die das versuchte Pendel gemachet hat, wie die Länge dieses Pendels zur Länge des Sekundenpendels.

42) In Berlin beträgt die Länge des Sekundenpendels 3,168 Fuß Rheinländisch, oder 3 Fuß 2 Zoll und ohngefähr 2 Linien. (Siehe für diese Bestimmung die Hydraulik. H. VII. §. 10.)

43) Wenn ein Körper, welcher frei und an keiner Axe gebunden ist, einen Reiz zur Bewegung bekömmt, und wenn die Richtung der Kraft durch den Schwerpunkt gehet, so läuft dieser Schwerpunkt in der Richtung der Kraft fort, und alle Theilchen des Körpers laufen mit ihm parallel. Hingegen, wenn die Richtung nicht durch den Schwerpunkt gehet, so entstehet eine drehende Bewegung zugleich mit der progressiven oder fortlaufenden. (Dynamik H. VI. §. 23.)

44) Wenn eine Kraft auf einen freien Körper in einer Richtung wirket die nicht durch den Schwerpunkt gehet, so bekömmt dennoch der Schwerpunkt die nämlichen

Rich-

Richtung und Geschwindigkeit, als wenn die Kraft unmittelbar auf ihn wirkete. (Dyn. H. VI. §. 24.)

45) Wenn eine Kraft auf einen Körper wirket, so daß die Ebene welche durch die Richtung der Kraft und durch den Schwerpunkt gehet, den Körper in zwei ähnlich-gleiche Theile zerschneidet; so drehet sich der Körper um den Schwerpunkt herum, eben so als wenn der Schwerpunkt unbeweglich wäre, oder als wenn durch den Schwerpunkt eine unbewegliche Axe ginge, die gegen die gedachte Ebene senkrecht stünde. (Dynamik. Hauptst. VI. §. 25.)

46) Wenn ein Körper nach einem gewissen Punkte ausserhalb seiner selbst hingetrieben oder gezogen wird, welchen Punkt wir den **Kraftpunkt** nennen wollen, und wenn er ausserdem ein für allemal einen Stoß bekömmt, dessen Richtung nicht in der geraden Linie zwischen ihm und dem Kraftpunkte lieget, noch in deren Verlängerung; so verhalten sich die vom Vektor beschriebenen Räume, wie die dazu gebrauchten Zeiten. **Vektor** nennen wir die gerade Linie die vom Kraftpunkte bis zum bewegten Körper gehet. (Siehe für diesen Satz und die folgenden, die von Zentralkräften handeln, Dyn. Hauptst. VII.

47) Wenn man für zwei beliebige Punkte der Bahn die Tangenten ziehet, und gegen dieselben aus dem Kraftpunkte senkrechte Linien fället; so verhalten sich diese umgekehrt wie die Geschwindigkeiten in den bemeldeten Punkten.

48) Die Winkelgeschwindigkeiten aber verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Vektoren, oder der Entfernungen des Körpers vom Kraftpunkte.

49) Die eingentliche Geschwindigkeit, und auch die scheinbare Geschwindigkeit oder Winkelgeschwindigkeit, sind in der größten Entfernung am kleinsten und in der kleinsten am größten. Die Punkte der größten

und kleinsten Entfernung heißem die **Apsiden**, nämlich die obere Apside wo die kleinste Geschwindigkeit ist, die untere, wo die größte ist.

50) Wenn die Bahn eine geschlossene Linie bildet, und wenn man aus dem Kraftpunkte einen Kreis beschreibet, der am Flächen-Inhalte eben so groß ist, als der Flächen-Inhalt der Bahn; so schneidet der Umkreis des Zirkels den Umfang der Bahn an solchen stellen, wo die wahre Geschwingkeit der mittleren gleich ist.

51) Wenn die Bahn geschlossen und symmetrisch ist, so daß eine durch den Kraftpunkt gezogenen gerade Linie, die Bahn allemal halbiret, so erfordert der Weg van einer Apside zur anderen die halbe Zeit des Umlaufes; und die Zeit welche der Körper anwendet, um von einem beliebigen Punkte zum entgegengesetzten zu gelangen, ist größer oder kleiner als die Zeit des halben Umlaufes, je nachdem der Weg durch die obere oder durch die untere Apside gehet.

52) Wenn die Bahn ein Kegelschnitt ist, dessen Brennpunkt zugleich der Kraftpunkt ist, so verhält sich die Wirkung der Kraft allemal umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung oder des Vektors.

53) **Fliehkraft** ist die Kraft die ein Körper vermittelst des Beharrungs-Gesetzes hat, seinen Gang in gerader Linie mit einer gewissen Geschwindigkeit fortzusetzen; vorausgesetzet, daß die Zentralkraft die ihn zum Kraftpunkte hinziehet oder treibt, zu wirken aufhöre.

54) Man stelle sich vor, die Zentralkraft nehme nicht näher am Kraftpunkte zu, sondern sie bleibe unverändert so wie sie in der gegebenen Entfernung ist; und der Körper falle vermöge derselben bis zum Kraftpunkte; so bekömmt er zulezt eine gewisse Geschwindigkeit. Ist diese größer als die aus der Fliehkraft entstehende Geschwindigkeit im jedem gegebenen Punkte, so beschreibt der Körper eine Ellipse. Ist diese leztere Geschwin-

schwindigkeit größer als jene, so ist die Bahn eine Hyperbel. Sind beide gleich, so ist die Bahn eine Parabel.

55) Wenn zwei Körper sich in zwei Kegelschnitten um denselbigen Kraftpunkt herum bewegen, der zugleich ein Brennpunkt beider Kegelschnitte ist, und wenn sich die Wirkungen der Zentralkräfte umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhalten; so beschreiben die Vektoren in gleichen Zeiten solche Ausschnitte die sich verhalten wie die Quadratwurzeln der Parameter der Haupt-Axen beider Kegelschnitte.

56) Ferner verhalten sich die absoluten Geschwindigkeiten beider Körper, wann und wo man will, allemal gerade wie die Quadratwurzeln der gedachten Parameter und umgekehrt wie die senkrechten Linien die aus dem Kraftpunkte gegen die zu den gewählten Punkten gehörigen Tangenten, gefället werden.

57) Sind beide Bahnen Ellipsen, so stehen die Flächen der Bahnen im zusammengesetzten Verhältnisse der Quadratwurzeln der Parameter und der simplen Umlaufszeiten. Die Quadratzahlen der Umlaufszeiten aber verhalten sich wie die Kubikzahlen der Haupt-Axen.

58) Wenn zwei oder mehrere ganz freie Körper sich in beliebigen Richtungen (parallel oder nicht) bewegen; so beweget sich ihr gemeinsamer Schwerpunkt eben so, als wenn alle bewegende Kräfte (die durch die Quantitäten der Bewegung vorgestellet werden) unmittelbar auf ihn wirketen, und als wenn alle Massen in ihm vereiniget wären. Es kann sich treffen, daß die in den gemeinsamen Schwerpunkt versetzten Kräfte oder Bewegungen einander das Gleichgewicht halten: in diesem Falle ruhet der gemeinsame Schwerpunkt, obgleich die einzelnen Körper in Bewegung sind. (Dyn. H. VIII.)

59) Wenn zwei oder mehrere Körper sonst durch nichts beweget werden, als dadurch, daß sie sich wechselsweise anziehen, nach dem geraden Verhältnisse

der anziehenden Masse und dem umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung; so ruhet ihr Schwerpunkt, unterdessen daß sie sich einander nähern.

60) Wenn aber solche Körper zugleich in beliebiger Richtung geworfen werden, so beweget sich ihr Schwerpunkt eben so, als wenn sie einander gar nicht anzögen.

61) Hingegen bestreben sie sich dem gemeinsamen Schwerpunkte näher zu kommen mit Kräften, die sich umgekehrt verhalten wie die Quadrate den Entfernungen von demselben.

62) Sind die Würfe so geschehen, daß der gemeinsame Schwerpunkt ruhen müsse; so beschreiben beide Körper Kegelschnitte, die einen gemeinsamen Brennpunkt im gemeinsamen Schwerpunkte haben. Und wenn sich auch der Schwerpunkt beweget, so beschreiben sie dennoch dieselbigen Kegelschnitte, aber auf einer bewegten Ebene.

63) Wenn verschiedene Körper oder Punkte sich in ihren Bewegungen hindern, es sei durch ihre Verbindung, oder durch ihre anziehende Kraft, oder auf irgend eine andere Art; und wenn diese Körper, wie man will, zur Bewegung gereizet werden; so beweget sich ihr Schwerpunkt als wenn sie frei wären, das heißt, als wenn alle bewegende Kräfte unmittelbar anf ihn wirketen; vorausgesezt, daß das ganze System frei sei, und nicht gezwungen sei sich um irgend einen Punkt oder eine Axe zu drehen.

§. X.

Vorkenntnisse aus den optischen Wissenschaften.

Das Licht ist das einzige Mittel, wodurch wir mit dem Himmel in einiger Verbindung stehen. Um desto wichtiger ist es für den angehenden Astronomen sich mit den Eigenschaften und Wirkungsgesezen des Lichtes bekannt

kannt zu machen. Hier folgen die merkwürdigsten derselben.

1) Im leeren Raume gehet jeder Lichtstral in gerader Linie ins Unendliche fort, und behält seine völlige Kraft, vermöge welcher er zur Erleuchtung eines andern Körpers beitragen, oder auch auf die Nezhaut eines menschlichen Auges Eindruck machen kann. (Siehe für diesen Lehrsatz und die folgenden das erste Hauptstück meiner Anleitung zur Optik.)

2) Ein leuchtender Punkt wirft in allen Richtungen Lichtstralen um sich herum, welche, wenn sonst nichts hindert, eine Kugel von unendlichem Halbmesser bilden.

3) Gehöret aber der Punkt zu einer Fläche, die nur auf einer Seite leuchtet, sie mag übrigens eben oder uneben sein, so gehet wenigstens die Hälfte der gedachten Lichtkugel verloren.

4) Im leeren Raume verhält sich die Dichtigkeit des Lichts umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung vom leuchtenden Punkte.

5) Wenn das ganze scheinbare Gewölbe des Himmels eben so leuchtend wäre als die Sonne es wirklich ist, so würde die Oberfläche der Erde eben so erleuchtet sein, als wenn sie unendlich nahe an der Oberfläche der Sonne läge. Das nämliche gilt vom Monde.

6) Wenn eine an sich dunkele Fläche von einem hellen Körper beschienen wird, so verhält sich die Erleuchtung, welche jene von diesem erhält 1) wie die Dichtigkeit des vom leuchtenden Körper ausgeworfenen Lichtes, 2) wie die scheinbare Flächengröße des leuchtenden Körpers, und 3) wie der Sinus des Neigungs-Winkels der einfallenden Stralen gegen die erleuchtete Fläche. Statt dieses Sinus kann auch der Kosinus des Einfallswinkels gesetzet werden, welcher das Komplement des Neigungs-Winkels ist.

7) Wenn die leuchtende Fläche zirkelrund ist oder scheinet, und wenn sie senkrecht über einer kleinen von ihr erleuchteten Ebene stehet, so verhält sich die wirkliche Erleuchtung zu derjenigen, welche statt finden würde, wenn die völlige Halbkugelfläche um die erleuchtete Stelle herum leuchtend wäre, wie der quadrirte Sinus des scheinbaren Halbmessers zum quadrirten Sinus-Totus. Dieses gilt für Sonne und Mond, wenn sie lothrecht über einem Orte der Erde stehen.

8) Wenn verschiedene Ebenen in verschiedenen Entfernungen durch eine und dieselbige leuchtende Kugel erleuchtet werden, so verhalten sich die Quantitäten der Erleuchtung umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen; eben so als wenn statt der leuchtenden Kugel in ihrer Mitte bloß ein leuchtender Punkt wäre.

9) Wenn die gesehene Helligkeit sich bloß nach der Dichtigkeit des auf die Nezhaut fallenden Lichtes richtete, so müste im leeren Raume ein leuchtender Gegenstand in einer grösseren Entfernung zwar kleiner aber wenigstens eben so hell, oder wegen der Vergrößerung der Pupille noch heller, gesehen werden als in der Nähe.

10) Wenn Lichtstralen durch ein Mittel von einförmiger Dichtigkeit gehen, so nimmt die Menge derselben ab nach einer geometrischen Progression; oder die Logarithmen der übrig gebliebenen Lichtmengen verhalten sich umgekehrt wie die Wege die das Licht zurück geleget hat.

11) Wenn sich in einem Mittel von einförmiger Dichtigkeit ein leuchtender Punkt befindet, so nimmt die Dichtigkeit des Lichtes mit der Entfernung ab nach einer Reihe wie diese hier

$$\frac{1}{n}, \frac{1}{4n^2}, \frac{1}{gn^3}, \frac{1}{16n^4}, \frac{1}{25n^5}, \text{etc.}$$

wo n ein beliebiges Maaß der Entfernung ist.

12) Die

12) Die Deutlichkeit mit welcher ein Gegenstand gesehen wird hänget davon ab, daß jedem Punkte des Gegenstandes wiederum ein Punkt im Bilde auf der Nezhaut entspreche. Wenn das Bild jedes Punktes auf der Nezhaut einen Kreis machet, so wird die Vorstellung verworren oder undeutlich.

13) Jedes Auge hat seine kleinste und größte Entfernung in welcher es deutlich sehen kann. Disseits und jenseits derselben wird alles undeutlich.

14 Zufolge der newtonischen Theorie giebt es Lichtstralen von sieben Arten, nämlich rothe, pomeranzenfarbigte, gelbe, grüne, hellblaue, dunkelblaue, und veilchenblaue. Ein Körper der nur eine Art der Lichtstralen zurück wirft erscheinet roth, pomeranzenfarbigt, u. s. w. Ein Körper der zwei oder mehrere Arten der Stralen zurück wirft hat eine vermischte Farbe. Ein Körper, welcher Stralen aller Art zurück wirft ist weiß; ein Körper der keine oder sehr wenige Lichtstralen zurück wirft ist schwarz.

15) Wenn zwei ungleiche Kugeln in ungleichen Entfernungen jedoch alle ziemlich weit von Auge sind, so verhalten sich die scheinbaren Durchmesser beinahe gerade wie die wirklichen und umgekehrt wie die Entfernungen. (Optik. H. II.)

16) Wenn das Auge in der Verlängerung einer geraden Linie oder einer Ebene stehet, so siehet es jene als einen Punkt, diese als eine gerade Linie. Von der Oberfläche eines undurchsichtigen Körpers siehet man nur was dem Auge zugewandt ist.

17) Wenn das Auge sich in der verlängerten Ebene einer einfachgekrümmten Linie befindet, und wenn diese Linie sehr weit entfernet ist, so erscheinet sie als ein Kreisbogen dessen Konkavität dem Auge zugewandt ist, oder gar als eine bloße gerade Linie.

18) Wenn das Auge senkrecht über dem Mittelpunkte eines Zirkels oder regulären Vielecks stehet, so erscheinet die Figur wie sie ist; stehet das Auge aber anders, so erscheinet die Figur länglicht, und der Zirkel siehet aus wie eine Ellipse.

19) Ein Gegenstand scheinet desto entfernter und größer, je mehr andere Gegenstände man zwischen ihm und den Auge sehen kann.

20) Wenn sich einige Gegenstände in parallelen Richtungen und mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, unterdessen daß andere entferntere Gegenstände unbewegt bleiben; so scheinen jene zu ruhen, und diese scheinen sich in der entgegengesezten Richtung zu bewegen.

21) Wenn eine helle Kugel eine gleich große dunkele bescheinet, so entstehet ein zylindrischer Schatten, der ins Unendliche fortgehet, wenn er sonst nicht durch die Schwächung des ihn umgebenden Lichtes oder aus anderen Ursachen verschwindet. (Für diesen Lehrsatz und die folgenden siehe Optik. H. III).

22) Wenn eine leuchtende Kugel eine größere dunkele bescheinet, so entstehet ein Schatten in Gestalt eines abgekürzten Kegels, der sich ins Unendliche erweitert, wenn nichts hindert.

23) Wenn eine leuchtende Kugel eine kleinere dunkele bescheinet, so entstehet ein zugespitzter Schattenkegel.

24) Die Länge dieses Schattenkegels wird durch die folgende Proporzion gefunden; der Unterschied beider Halbmesser verhält sich zum kleineren Halbmesser, wie die Entfernung beider Mittelpunkte von einander, zur Entfernung der Spitze des Schattenkegels von Mittelpunkte der dunkelen Kugel.

25) Wenn man sich die dunkele Kugel mittelst einer Ebene die durch beide Mittelpunkte gehet, geschnitten vorstellet, so giebt der Schnitt einen erleuchteten Bogen

der

der im angenommenen Falle größer ist als 180^g. Der halbe Ueberschuß über 180^g Grad wird gefunden, wenn man den Unterschied beider Halbmesser durch die Entfernung beider Mittelpunkte von einander dividiret, den Quozienten als einen Sinus ansiehet, (den Halbmesser = 1 gesetzet) und den Bogen in Graden dazu suchet.

26) Wenn der leuchtende Gegenstand nicht ein Punkt ist, so entstehet um den Schatten herum ein Halbschatten, das heißt ein Raum in welchem zwar Licht von einem Theile des leuchtenden Körpers hinkömmt, aber nicht von allen seinen Punkten. Dieser Halbschatten ist nahe am reinen Schatten sehr gut zu merken, und macht daß der Schatten nicht rein abgeschnitten erscheinet. Der Halbschatten erstrecket sich zwar, auch wenn der leuchtende Körper größer ist als der erleuchtete, in einem unendlichen sich immer erweiterden abgekürzten Kegel, wird aber bald unbemerkbar.

27) Die Brennweite eines Hohlspiegels ist gleich dem vierten Theile des Durchmessers der Kugel zu welcher die Spiegelfläche gehöret. (Für diesen Satz und die folgenden, siehe Optik. H. V.)

28) Die Summe der Entfernungen des leuchtenden Punktes und seines Bildes vom Spiegel verhält sich zu einer dieser Entfernungen wie die andere zur Brennweite des Spiegels.

19) Wenn konvergirende Stralen auf einen Hohlspiegel fallen, so vereinigen sie sich innerhalb der Brennweite, und je stärker sie konvergiren, desto näher ist das Bild dem Spiegel.

30) In einem Hohlspiegel erscheinet der Gegenstand verkehrt und verkleinert, wenn er ausserhalb der Brennweite ist; aber aufrecht und vergrößert, wenn wenn er innerhalb der Brennweite ist. Im ersten Falle siehet man das Bild vor dem Spiegel, in zweiten hinter demselben.

31) Bei

31) Bei einem erhabenen Spiegel ist die Brennweite $\frac{1}{4}$ des Durchmessers, hinter dem Siegel. Der Brennpunkt ist aber nur eingebildet, und die zurückprellenden Stralen scheinen aus ihm zu divergiren.

32) Wenn ein Körper vor einem erhabenen Spiegel stehet, so entstehet hinter dem Spiegel innerhalb der Brennweite ein aufrechtes und verkleinertes Bild.

33) Wenn konvergirende Stralen auf einen erhabenen Spiegel fallen, und wenn der Punkt wohin sie konvergiren ausserhalb der Brennweite ist, so ist das Bild hinter dem Spiegel, ausserhalb der Brennweite. Wenn aber der Punkt wohin die Stralen konvergiren innerhalb der Brennweite ist, so entstehet ein Bild vor dem Spiegel. Wenn der gedachte Punkt in Mittelpunkte der Kugelfläche ist, so ist auch dort das Bild. Ist aber der Punkt wohin die Stralen konvergiren im Brennenpunkte, so prallen die Stralen in parallelen Richtungen zurück.

34) Parabolische Hohlspiegel sind den kreisförmigen vorzuziehen; denn wenn diese deutliche Bilder der Gegenstände geben sollen, so müssen sie nur wenige Grade der Kugelfläche wozu sie gehören ausmachen; hingegen giebt ein parabolischer Spiegel, auch wenn er sehr groß ist, recht deutliche Bilder.

35) Wenn das Licht aus einer durchsichtigen Materie in eine andere dichtere oder undichtere, in schiefer Richtung gegen die gemeinsame Fläche beider Materien, übergehet, so wird es von seinem geradlinichten Wege abgelenket oder gebrochen. Anstatt der einen durchsichtigen Materie kann auch ein leerer Raum angenommen werden. (Für diesen Satz und die folgenden, siehe Optik, H. VI.)

36) Wenn die Richtung nicht schief sondern lothrecht ist, so geschiehet keine Brechung.

37) Für zwei gegebene Mittel ist allemal das Verhältniß zwischen dem Sinus des Einfalls-Winkels und dem

dem Sinus des Brechungswinkels unveränderlich. Dieses Verhältniß heißt das Verhältniß der Brechung. Aus Luft in Wasser ist es nächstens wie 4 zu 3 und aus Wasser in Luft wie 3 zu 4; aus Luft in Glas wie 3 zu 2, und aus Glas in Luft wie 2 zu 3. Man merke daß wir den Einfalls-Winkel und den Brechungs-Winkel mittelst einer auf der gemeinsamen Fläche senkrecht stehenden geraden Linie bestimmen, nicht unmittelbar durch diese Fläche selbst, wie einige thun.

38) Wenn der Sinus des Brechungswinkels größer ist als der Sinus des Einfalls-Winkels, und wenn, der Regel nach, der Sinus des Brechungs-Winkels größer werden sollte als der Sinustotus, so verwandelt sich die Brechung in einen Zurückprallung oder Reflexion.

39) Wenn Lichtstralen aus einem Mittel in ein anderes übergehen, welches zwischen parallelen Ebenen eingeschlossen ist, und wenn sie nach dem Durchgange wieder ein dem ersten vollkommen ähnliches Mittel antreffen, so ist ihre lezte Richtung mit der ersten parallel.

40) Wenn man, bei einer doppelt erhabenen Glaslinse, die Dicke des Glases aus der Acht läßt, und wenn r und ϱ die beiden Halbmesser der Kugelflächen sind zu denen die Flächen der Linse gehören; so wird die Brennweite b ausgedrücket durch

$$b = \frac{q}{p-q} \cdot \frac{r\varrho}{r+\varrho}$$

wo das Verhältniß der Brechung aus Luft in Glas wie p zu q gesezet wird. Bei gewöhnlichen Glase ist $p : q :: 3 : 2$, und dann wird

$$b = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}$$

sind dabei die beiden Halbmesser r und ϱ gleich, so ist $b = r$ das heißt, bei einer gleichseitigen doppelt erhabenen Glaslinse ist die Brennweite dem Halbmesser der Krümmung gleich, wenn man die Dicke des Glases aus der

Acht

Acht läßt. (Für diesen Satz und die folgenden, siehe Optik, H. VII.)

41) Es sei b die Brennweite eines doppelt erhabenen Glases, d die Entfernung des Gegenstandes vom Glase, und φ den Abstand des Bildes jenseit des Glases, so ist

$$\varphi = \frac{bd}{d - b}$$

wobei immer die Dicke des Glases aus der Acht gelassen wird.

42) Wenn konvergirende Lichtstralen auf eine doppelt erhabene Glaslinse fallen, und wenn der Punkt wohin sie konvergiren in der Entfernung d jenseit des Glases lieget, so wird d negativ, und

$$\varphi = \frac{-bd}{-d-b} = \frac{bd}{b+d}$$

43) Eine doppelt erhabene Glaslinse giebt meistens ein Bild jenseit des Glases in Betrachtung des Gegenstandes: dieses Bild ist verkehrt, und scheinet um desto größer, je weiter es vom Glase entfernet ist. Jedoch wenn der Gegenstand innerhalb der Brennweite stehet, so entstehet kein wirkliches Bild mehr, sondern nur ein imaginärs aufrechtes, nach der Seite des Gegenstandes hin, und dieses Bild erscheinet allemal größer als der Gegenstand selbst.

44) Bei einer plart-erhabenen Linse fällt der eine Halbmesser ϱ weg, und man bekömmt

$$b = \frac{q}{p - q} \cdot r$$

und für gewöhnliches Glas

$$b = 2r$$

das heißt, die Brennweite einer platt-erhabenen Linse ist dem doppelten Halbmesser der Krümmung gleich, also doppelt so groß, als wenn beide Flächen die nämliche Krüm-

Krümmung hätten. Es verstehet sich, daß auch hier die Dicke des Glases aus der Acht gelassen wird.

45) Bei diesen Linsen sowohl als bei den doppelt-erhabenen ist

$$\varphi = \frac{bd}{d - b}$$

oder, wenn d negativ ist

$$\varphi = \frac{bd}{d + b}$$

46) Bei einer doppelt-gehöhlten Glaslinse ist $b = -\frac{q}{p-q} \cdot \frac{r\varrho}{r+\varrho}$, oder für gewöhnliches Glas

$$b = -\frac{2r\varrho}{r+\varrho}$$

wo aber die Brennweite b imaginär ist, und sich im Punkte endiget von welchem aus die aus der Linse kommenden Stralen divergiren. Dieser Punkt liegt auf der Seite des Gegenstandes.

47) Für eine gleichseitige doppelt gehöhlte Linse von gewöhnlichem Glase ist $b = -r$

48) Es ist auch bei solchen doppelt gehöhlten Linsen

$$\varphi = -\frac{bd}{b + d}$$

49) Wenn konvergirende Stralen auf ein doppelt-gehöhltes Glas fallen, so wird d negativ, und

$$\varphi = \frac{bd}{b - d}$$

wenn also d oder der Punkt wohin die Stralen konvergiren innerhalb der Brennweite liegt, so wird φ positiv, das heißt die Stralen konvergiren jenseit des Glases, und machen also ein wirkliches Bild jenseit des Glases. Sonst ist das imaginäre Bild bei einer doppelt erhabenen Glaslinse mit dem Gegenstande auf einer

Seite

Seite. Das imaginäre Bild stehet aufrecht, das wirkliche aber verkehrt.

50) Bei platt-hohlen Glaslinsen fällt der eine Halbmesser ϱ weg, und es wird

$$b = -\frac{q}{p-q} \cdot r$$

oder für gewöhnliches Glas

$$b = -2r$$

sonst ist wie bei doppelt-gehöhlten Linsen

$$\varphi = -\frac{bd}{b+d}$$

oder für konvergirende Stralen

$$\varphi = \frac{bd}{b-d}$$

51) Bei hohl-erhabenen Linsen ist

$$b = \frac{q}{q-p} \cdot \frac{r\varrho}{\varrho - r}$$

und überhaupt sind die Formeln die nämlichen als für doppelt-erhabene Linsen, wenn man nur den einen Halbmesser r negativ machet.

52) Bei allerlei Glaslinsen, wenn man die Dicke des Glases aus der Acht läßt, ist es in Betrachtung der Brennweite einerlei, man mag dem Gegenstande die eine oder die andere Fläche des Glases zukehren.

53) Aus einem doppelt-erhabenen oder platt-erhabenen Objektivglase, und einem doppelt-gehöhlten oder platthohlen Okularglase machet man ein galileisches Fernrohr. Das Okularglas lieget innerhalb der Brennweite des Objektivglases. (Opt. H. IX.)

54) In einem galileischen Fernrohre wird der Gegenstand aufrecht, nicht verkehrt, gesehen.

55) Bei einem galileischen Fernrohre wird der Gesichtswinkel, unter welchem man den Durchmesser des Gegenstandes siehet, ohngefähr so viel mal vergrößert

als

als die Brennweite des Okularglases in derjenigen des Objektivglases enthalten ist.

56) Galileische Fernröhre werden von Astronomen wenig gebrauchet, weil sie, wenn sie etwas lang sind, ein gar zur kleines Gesichtsfeld haben.

57) Ein eigentliches astronomisches Fernrohr enthält ein doppelt erhabenes oder platt erhabenes Objektivglas und ein doppelt-erhabenes Okularglas. Ihre Brennpunkte fallen zwischen beiden zusammen.

58) Es zeiget den Gegenstand umgekehrt, das unterste oben und das oberste unten, das linke rechts und das rechte links.

59) Der Gesichtswinkel wird hier wie beim galileischen Fernrohre so vielmal vergrößert als die Brennweite des Okularglases in der Brennweite des Objektivglases enthalten ist.

60) Ein irrdisches oder terrestrisches Fernrohr entstehen, wenn man zwischen dem Okularglase eines astronomischen Fernrohrs und dem Auge noch zwei oder mehrere erhabene Glaslinsen anbringet, um das verkehrte Bild wiederum aufrecht zu stellen. Durch diese hinzukommenden Gläser wird aber das Bild etwas verdunkelt.

61) Ein Newtonisches Teleskop bestehet aus einem Hohlspiegel, der die Stelle des Objektivglases vertritt; einem kleinen ebenen Spiegel, der die vom Hohlspiegel zurückgeworfenen Lichtstralen auffängt um den Lichtkegel seitwärts abzulenken, bevor das Bild entstehet; und einem in der Seiten-Oefnung des Tubus angebrachten erhabenen Okularglase, wodurch das bemeldete Bild vergrößert wird.

62) Bei dem Newtonischen Teleskop wird der Gesichtswinkel so vielmal vergrößert, als die Brennweite des Okularglases in der Brennweite des Hohlspiegels enthalten ist.

63) Man kann nicht sagen ob man den Gegenstand in einem Newtonischen Teleskop aufrecht oder verkehrt siehet, weil man seitwärts hinein siehet und die Lage des Gegenstandes überhaupt ganz verändert erscheinet.

64 Newtonische Teleskope und überhaupt Spiegelteleskope haben den Vorzug, daß sie wohlbegränzte Bilder geben, die mit keinem farbigten Rande umgeben sind; daher leiden sie auch Okulargläser von geringer Brennweite, wodurch die Vergrösserung sehr befördert wird.

65) Herrn Herschels Teleskope sind auf Newtonische Art eingerichtet, nur daß der Hohlspiegel nicht kugelförmig sondern parabolisch ist, wodurch die Deutlichkeit der Bilder noch mehr befördert wird.

66) Ein Gregorisches Teleskop hat einen hohlen Objektivspiegel, der eine runde Oefnung in der Mitte hat, und das erste Bild giebt. Die Stralen dieses Bildes werden von einem kleineren Hohlspiegel aufgefangen, welcher ein zweites Bild daraus machet; dieses fällt in die Gegend der erwähnten Oefnung. Dieses zweite Bild wird mittelst eines Okularglases betrachtet, welches hinter dem Objektivspiegel, der Oefnung gegen über, angebracht ist.

67) Ein Gregorisches Teleskop stellet den Gegenstand aufrecht vor.

68) Ein Gregorisches Teleskop mit einem einzigen Okularglase vergrössert den Gesichtswinkel so vielmal als das Produkt der Brennweiten des kleinen Spiegels und des Okularglases enthalten ist im Quadrate der Brennweite des großen Spiegels.

69 Um das Gesichtsfeld etwas zu vergrößern, pfleget man zwischen dem Okularglase und dem kleinen Spiegel, etwa in der Oefnung des großen Spiegels, ein Kollektivglas anzubringen, welches die vom kleinen Spiegel kommenden Stralen sammlet, bevor sie das

zweite

zweite Bild gemacht haben. Das zweite Bild befindet sich alsdann zwischen dem Kollektivglase und dem Okularglase. Bei dieser Einrichtung ist die Vergrößerung des Gesichtswinkels nicht auf eine so einfache Art als vorher zu bestimmen.

70) Ein Gregorisches Teleskop ist bequemer aber kostbarer als ein Newtonisches welches eben so viel vergrößert.

71) **Cassegrain** hat vorgeschlagen, den kleinen Spiegel nicht hohl sondern erhaben zu machen, in welchem Falle man ihn dem großen näher bringen kann. Dadurch wird das Instrument kürzer; aber das Bild erscheinet umgekehrt.

72) Die Reinigkeit der Bilder in dioptrischen und katoptrischen Werkzeugen wird durch zwei Ursachen gehindert, nämlich durch die Kugelgestalt der Glaslinsen und der Spiegel, und durch die Zerstreuung der Farben. (Für diesen Satz und die folgenden, siehe Optik. H. X.)

73) Wenn man statt der kugelförmigen Spiegel parabolische gebrauchet, so wird das Bild rein, hauptsächlich für sehr entfernte Gegenstände Auch für Glaslinsen liesse sich eine Gestalt angeben, die vortheilhafter wäre als die kugelförmige. Indessen ist es bei der Ausführung schwer solche Gestalten zu treffen.

74) Die Zerstreuung der Farben und die daher entstehenden farbigten Ränder der Bilder lassen sich vermeiden durch eine Geschickte Zusammensetzung der Objektive aus zwei oder drei Linsen von zwei verschiedenen Glasarten, hauptsächlich Kronglas und Flintglas. Bei Spiegeln findet keine Farbenzerstreuung Statt, und in dieser Rücksicht haben die Spiegelteleskope einen großen Vorzug. Sie sind aber anderseits sehr theuer, und die Spiegel verlieren leicht ihren Glanz.

75) Wenn man aus Kronglas und Flintglas ein doppeltes Objektiv machen will, so muß die flintgläserne Linse erhaben und die krongläserne hohl sein; die hohle Linse hat allemal die größte Brennweite. Uebrigens kann man mit gehöriger Abänderung der Brennweiten, sowohl das hohle als auch das erhabene Glas dem Gegenstande zukehren.

76) Wenn man aus drei Glaslinsen ein Objektiv zusammen setzen will, so pfleget man eine hohle Linse von Flintglas zwischen zwei erhabenen von Kronglas anzubringen.

Erstes Hauptstück.

Beschreibung und Erklärung der künstlichen Himmelskugel.

§. 1

Die Sternkunde oder Astronomie ist die Wissenschaft vom Weltgebäude. Sie handelt von Sonne, Mond und Sternen. Sie unterrichtet uns von den Beschaffenheiten, den Größen, den Bewegungen und den gegenseitigen Entfernungen dieser Körper, welche insgesammt Himmelskörper genannt werden, weil wir sie alle in dem großen Raume erblicken, den wir den Himmel nennen. Die Erde worauf wir wohnen, ist auch ein Gegenstand der Sternkunde, in so fern sie zum Weltgebäude mitgehört, und im Himmelsraume mit eingeschlossen ist.

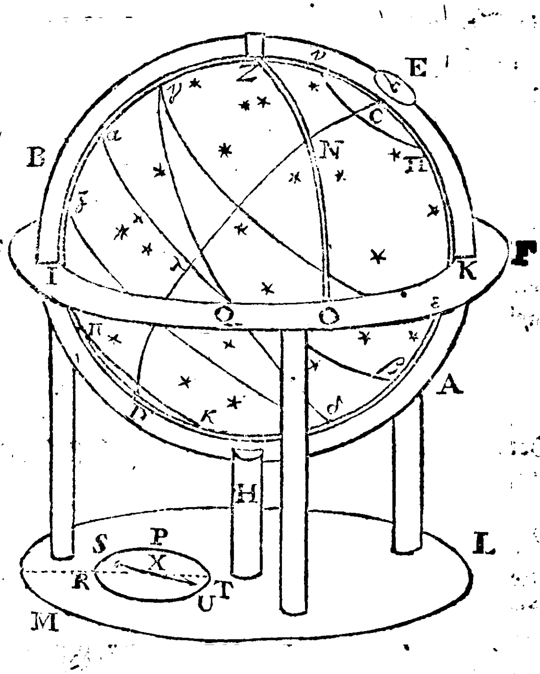
§. 2.

Der erste Schritt zur Sternkunde bestehet in der Kenntniß der gewöhnlichsten Erscheinungen, die ohne sonderliche Vorbereitungen am Himmel beobachtet werden können. Sie lassen sich auf eine sehr bequeme Art vermittelst einer künstlichen Himmelskugel im Kleinen vorstellen. Da man nun nicht immer Gelegenheit hat, den Himmel selbst während einer hinlänglichen Zeit zu betrachten, um die gedachten Erscheinungen wahrzunehmen, so ist die künstliche Himmelskugel ein fast unentbehrliches Hülfsmittel, wodurch sich ein Anfänger einen deutlichen Begrif von demjenigen machen kann, was am Himmel zu sehen ist, und was daselbst vor-

vorgehet. Wir wollen also anstatt des wirklichen Himmels die künstliche Himmelskugel vornehmen, und dem Lehrbegierigen bei Gelegenheit der Vorstellungen zugleich deutliche Begriffe von den vorgestellten Dingen beizubringen suchen.

§. 3.

Die künstliche Himmelskugel ist also eine Vorstellung des Himmels oder vielmehr der Sterne, die sich am Himmel befinden. Sie ist in der beigefügten



Figur vorgestellet. Die Kugel hänget vermittelst zweier Stifte C und D in einem messingenen Ringe AB, so daß sie sich ohne Reibung des Ringes herum drehen läßt. Die Stifte drehen sich mit ihr. Der Stift C gehet

durch

durch den Ring; und wenn sich die Kugel nebst dem Stifte C drehet, so drehet sich zugleich ein kleiner Zeiger auf dem Zifferblatte E herum, welches in 24 Stunden eingetheilet ist, die zweimal bis 12 gezählet werden. Der Ring AB ruhet auf einer kleinen Säule H, welche zu diesem Ende einen Einschnitt hat, so daß eine Hälfte des Ringes AB und der Kugel über einen andern hölzernen Ring FG hervorraget. Dieser hat auch Einschnitte bei I und K, so daß der Ring AB sich in diesen Einschnitten und im Einschnitte der Säule H ohne viel Reibung herum drehen läßt. Der Ring FG wird von drei Säulen getragen. Diese und die kleine Säule H stehen auf einer runden Platte LM, oder auf irgend einer andern Grundlage. Noch findet man bei vielen Himmelskugeln eine dünne messingene Schiene ZO in Gestalt eines Viertelzirkels. Deren eines Ende ist an einer Art von Klammer oder Zwinge leicht angenietet, und die Klammer wird oben in Z am Ringe AB angeschroben, alsdann kann das andere Ende O längs KI herumgeführt werden. Endlich gebrauchet man auch nebst der künstlichen Himmelskugel eine Bussole P. Diese bestehet hauptsächlich aus einer Magnetnadel, die in ihrer Mitte unterstützet ist, und mit dem einen Ende ohngefähr nach Norden oder der Mitternachtseite des Himmels zeiget; das andere Ende zeiget ohngefähr Süden oder die Mittagsseite.

§. 4.

Wir betrachten fürs erste die Kugel an sich selbst. Die Sternchen auf ihrer Oberfläche stellen die Fixsterne oder Feststerne vor. Wenn man den Himmel mehrere Tage hintereinander betrachtet, so findet man, daß die allermeisten Sterne ihre Lage gegen einander nicht verändern; diese nennet man Fixsterne; einige wenige hingegen bleiben nicht in Betrachtung der übrigen an derselbigen Stelle, sondern man bemerket daß sie sich von einigen Fixsternen entfernen, und sich anderen nähern. Diese nennet man **Planeten** oder **Irrsterne.** Sie müssen uns näher liegen als die Fixsterne, denn wenn sie mit den Fixsternen zusammen kommen, so bedecket der Planet den Fixstern, daß heißt, jener verhindert uns diesen zu sehen. Die bekannten Planeten sind nur sechs an der Zahl, sie heißen: **Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn** und **Uran** oder **Herschel.** Jupiter, Saturn und Uran haben jeder noch einige kleinere Planeten bei sich, die mit den Hauptplaneten fortrücken, die aber mit bloßen Augen nicht sichtbar sind. Auch der **Mond** ändert von Nacht zu Nacht seinen Stand sehr merklich in Betrachtung der Fixsterne, und gehöret in dieser Rücksicht zu den Planeten. Die **Sonne** ist in demselbigen Falle. Wenn man nach Sonnenuntergang, sobald die Sterne sichtbar werden, oder vor Sonnenaufgange, so lange die Sterne noch sichtbar sind, Achtung giebt, welche Fixsterne sich in der Nachbarschaft der Sonne befinden, und wenn man diese Beobachtung mehrere Tage oder Wochen lang fortsetzet, so wird man gewahr werden, daß auch die Sonne ihren Stand in Betrachtung der Fixsterne verändert; sie kann also in dieser Rücksicht fürs erste ebenfalls als ein Planet angesehen werden.

Um nun auf die Fixsterne zurück zu kommen, so müssen sie in einer sehr großen Entfernung von uns sein; denn sie erscheinen uns in derselbigen Lage gegen einander, man mag sie, aus welchem Punkte der Erdfläche man will, betrachten. Nun lehret die Erfahrung und die Optik, daß wenn man etwas nahe Gegenstände, z. E. Bäume aus verschiedenen Stellen betrachtet, sie immer einen andern Anblick gewähren und in einer andern Lage gegen einander zu sein scheinen; sind aber die Gegenstände so weit von uns, daß unsere Ortsveränderung

rung in Vergleich mit ihrer Entfernung von uns für nichts zu achten sei, so bemerken wir auch keine scheinbare Veränderung der betrachteten Gegenstände. Da nun dieses bei den Fixsternen der Fall ist, so müssen sie so weit von uns sein, daß der größte Abstand der Oerter auf der Erde in Betrachtung der Entfernung der Fixsterne von uns für nichts zu achten sei, oder daß die Erde nur wie ein Punkt in Vergleich damit sei.

Die Fixsterne sind an Glanze sehr verschieden: diejenigen die mit bloßen Augen gesehen werden, pfleget man in sechs Ordnungen oder Größen abzutheilen, so daß man saget, ein Stern sei erster, zweiter, dritter Größe u. s. w. welches sich bloß auf den Glanz beziehet, indem die wirklichen Größen bei so erstaunenden Entfernungen nicht wohl verglichen werden können. Mit Fernröhren entdecket man noch viel kleinere Sterne, denen man die siebente, achte Größe u. s. w. beileget. Indessen da diese Abtheilung der Größen bloß auf dem Urtheile des Auges beruhet, so ist sie ziemlich schwankend und ungewiß.

Die wirklichen Durchmesser der Fixsterne müssen eine erstaunende Größe haben, denn sonst würden sie in einer so großen Entfernung wohl kaum zu sehen sein. Wir haben keine Ursache zu glauben, daß die Fixsterne alle von uns in gleicher Entfernung sein sollten. Vielmehr ist zu vermuthen, daß die dunkelsten zum Theil in der That kleiner sind als die hellern, zum Theil auch weiter entfernt.

Obgleich die Sterne bei Tage zu verschwinden scheinen, so geschiehet doch dieses nur, weil sie durch den Glanz des Tageslichtes verdunkelt werden. Durch gute Fernröhre entdecket man die Sterne auch bei Tage, wenigstens die von den ersten Größen. Bei starken Sonnenfinsternissen, wenn die Sonne auf eine kurze Zeit ganz verschwindet, kann man auch einige Sterne sehen.

Es sind also immer, bei Tage und bei Nacht, Sterne am Himmel befindlich.

Unser Platz zur Beobachtung der Sterne ist auf der Erde. Diese ist ohngefähr kugelrund. Unter vielen Gründen dieses zu behaupten, will ich jetzt nur anführen, daß man um den ganzen Erdball theils zu Wasser, theils zu Lande, herum fahren kann, welches auch wirklich mehrmal geschehen ist. Die Einwendung, daß man von einer kugelförmigen Erde herunterfallen möchte, hat keinen Grund; denn die Schwere der Körper die auf der Erdfläche befindlich sind, treibet sie alle zum Mittelpunkte der Erde hin; und wenn sie fallen, so können sie nur zur Erde fallen. Die Größe des Erdballs läßt sich ohngefähr durch die Reisen schätzen, die man um ihn herum gemacht hat. Genauere Mittel wird man in der Folge kennen lernen. Der Umkreis beträgt 5400 deutsche Meilen; und folglich der Durchmesser beinahe 1719 Meilen.

Wenn man in jeder beliebigen Richtung um den Erdball herum reiset, so siehet man allenthalben Sterne über sich, so daß die Erde vom Himmel ganz umgeben sein muß. Die Sterne mögen wohl, wie schon angemerket worden, in sehr verschiedenen Entfernungen von uns sein; indessen lassen sich so große Entfernungen nicht durch das Urtheil der Sinne mit einander vergleichen, und es kommt uns vor, als wenn die Sterne alle gleich weit von der Erde entfernet wären. Wenn also jemand den Erdball umreiset, so muß es ihm vorkommen, als wenn der Himmel mit den Sternen eine hohle Kugel bildete, welche die Erde umgiebt, und wovon der Mittelpunkt im Mittelpunkte der Erde selbst ist oder auch an jeder Stelle ihrer Oberfläche; indem, wie schon gesaget, die ganze Erde in Betrachtung der Entfernung der Sterne nur für einen Punkt zu achten ist.

Diese

Diese eingebildete Kugel gilt eigentlich für die Fixsterne; denn die Planeten sind näher, wie schon bemerket worden. Deswegen muß man den Halbmesser der gedachten Kugelfläche in Gedanken bis jenseit aller Planeten, und wenigstens bis an die nächsten Fixsterne ausdehnen; die absolute Größe thut nichts zur Sache. Diese eingebildete hohle Kugel hielten die Alten für etwas Wirkliches, sie nannten es das Firmament oder die Himmelsfeste, und stellten sich vor, daß in der That alle Fixsterne sich in dessen hohler Fläche befänden. Noch jetzt hindert nichts das Wort Firmament oder Himmelsfeste zu gebrauchen, aber nur um eine bloße Vorstellung die wir uns von der Sache machen, auszudrücken. Diese Vorstellung ist erlaubt; denn da durch unsere Ortsveränderungen auf der Erde die scheinbare Lage der Fixsterne nicht verrücket wird, und das nämliche erfolgen würde, wenn sie alle an einer Kugelfläche geheftet wären, in deren Mittelpunkte wir uns befänden, so hindert nichts uns die Sache auf diese letzte Art vorzustellen, wenn nur vom Scheine die Rede ist.

Zufolge dieser Vorstellungsart ist die künstliche Himmelskugel eingerichtet, nur mit dem Unterschiede, daß das natürliche Firmament hohl ist und von inwendig gesehen wird, die Kugel aber erhaben, und von auswendig sichtbar. Man muß sich also die Kugel hohl gedenken, und die Erde als ein Pünktchen in der Mitte; so wie aus diesem Pünktchen die an der Kugelfläche abgebildeten Sterne zu sehen wären, so sehen wir sie wirklich am Firmamente.

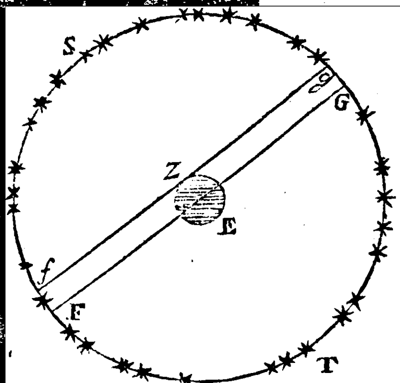
Nur die Fixsterne können auf der Kugel vorgestellet werden, weil Sonne, Mond und Planeten in Betrachtung der Fixsterne ihre Stellen verändern.

Wenn man frägt, wie die Lage der Sterne gegen einander auf die Kugel so genau hat aufgetragen werden können, so sei es fürs Erste genug zu wissen, daß dieses durch fleißige Beobachtungen geschehen ist, die an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten angestellet worden sind. Man hat erst kleinere Stellen am Firmament abgezeichnet, und alle diese Zeichnungen zusammen genommen haben zuletzt den ganzen Umfang des Himmels gegeben.

Von den Kreislinien und den Bildern, die auf der Kugelfläche gezeichnet sind, soll in der Folge geredet werden.

§. 5.

Der hölzerne Ring FG (S. 2.) stellet vermittelst des innnern Randes seiner oberen Fläche den **Horizont** vor, und man kann ihn deswegen den **hölzernen Horizont** nennen. Laßt uns erklären was der Horizont ist. Wir können mit einmal nicht mehr als die eine Hälfte des Himmels sehen, weil uns der Erdball selbst worauf wir wohnen die andere Hälfte verstecket. Die Kreislinie, welche die sichtbare oder obere Hälfte des Firmaments von der unsichtbaren oder unteren scheidet, heißt der **Horizont** oder der **Gesichtskreis**. Wenn man in Gedanken die Kreislinie des Horizonts ausfüllet, so bekömmt man eine Ebene, welche den Erdball am Orte des Beobachters berühret. Weil aber der Halbmesser der Erde mit dem des Firmaments verglichen sehr klein ist, so kann auch an statt der gedachten Ebene des Horizonts eine andere mit ihr gleichlaufende durch den Mittelpunkt der Erde geleget werden: diese zweite Ebene wenn man sie hinlänglich verlängert, schneidet das Firmament in einer andern Kreislinie, diese heißt der razionale oder eingebildete Horizont, jener ist der sinnliche oder sichtbare.



Es sei SGTFS das Firmament, EZ die Erde, Z der Ort des Zuschauers; es stelle *fg* die Ebene des sinnlichen Horizonts vor, die den Erdball in Z berühret. Die Ebene FG die durch den Mittelpunkt der Erde gehet, und mit *fg* parallel läuft, ist die Ebene des eingebildeten Horizonts. Weil aber der Bogen G*g* oder F*f*, in Theilen von Graden berechnet, so wenig beträgt, daß er durch keine menschliche Beobachtung bestimmet, ja nur bemerket werden kann, so wird er für nichts geachtet; und wenn es bloß auf das Firmament ankömmt, so wird der eingebildete Horizont mit den sinnlichen nach Willkühr vertauschet.

Jeder Beobachter hat seinen eigenen Horizont, indessen wenn es nicht auf eine sehr große Genauigkeit ankömmt, so giebt man wohl einer ganzen Stadt einen nnd denselbigen Horizont, weil der Unterschied der Horizonte für beide Enden der Stadt nur sehr wenig beträgt. Denn, so wie die Erdfläche in Vergleich mit dem Firmament fast verschwindet, so ist wiederum eine Stadt auf der ganzen Erdfläche fast nur für einen Punkt zu rechnen; und ein Punkt hat nur einen sinnlichen, und folglich auch einen einzigen eingebildeten Horizont.

Jede Linie oder Ebene, die mit der Fläche des sinnlichen oder eingebildeten Horizonts parallel ist, heißt **horizontal** oder **wagerecht** oder **wasserrecht**. Jede Linie oder Ebene, die gegen die Ebene des Horizonts senkrecht steht, heißt **vertikal** oder **lothrecht**.

Bei der künstlichen Himmelskugel stellet der Ring FG (S. 2.) immer den eingebildeten Horizont des Orts, wo man ist, vor. Man gedenke sich in der Mitte der Himmelskugel, wie schon vorher erinnert worden, ein sehr kleines Kügelchen; dieses sei die Erde; der oberste Punkt des Kügelchens bedeutet hier immer den Ort, wo man ist, und der Ring FG seinen eingebildeten Horizont. Auf dem hölzernen Horizont sind vier Hauptpunkte bemerket, nämlich bei I stehet **Süd** oder **Mittagsseite**, bei K **Nord** oder **Mitternachtseite**, bei Q **West** oder **Abendseite**, und auf der andern Seite, dem Punkte R gerade gegenüber, **Ost** oder **Morgenseite**. Um diese Abtheilung zu verstehen muß man vor allen Dingen die Mittagsseite und den wahren **Mittag** kennen lernen. Es ist **Mittag**, mitten am Tage, das heißt in der Mitte der Zeit, die die Sonne an einen gegebenen Tage über dem Horizonte zubringt. Um zu erfahren wenn es Mittag ist, darf man nur durch Versuche eine Uhr so stellen, daß sie des Morgens wenn die Sonne über den Horizont zum Vorschein kömmt, und des Abends wenn sie sich wiederum unter den Horizont verstecket, solche Stunden zeigen, die vom Mittage gleich weit entfernet sind, z. E. 7 Uhr Morgens nnd 5 Uhr Abends. Wenn die Uhr dieses ganz richtig thut, so ist es wirklich Mittag, wenn sie Mittag zeiget, denn dieser Zeitpunkt halbirt alsdann die Zeit der Erscheinung der Sonne über dem Horizonte. Für jetzt begnüge man sich mit diesem Begriffe von Mittage; man wird

wird in der Folge sehen, wie er noch genauer bestimmt werden kann und muß.

Nun stecke man einen lothrechten Stab auf einer wagerechten Ebene ein, die an einer sonnichten Stelle stehen muß; und wenn man mittelst der gestellten Uhr weiß, daß es genau Mittag ist, so zeichne man auf der Ebene den Strich, den der Schatten des Stabes machet. Dieser Strich, oder diese gerade Linie, welche man in Gedanken so weit verlängern kann als man will, ist die **Mittagslinie.**

Wenn man eine Mittagslinie gezogen hat, so lieget sie entweder in der Ebene des sinnlichen Horizonts selbst, oder sie ist mit derselben parallel; im letzteren Falle pfleget sie nahe genug an ihr zu sein, daß man annehmen könne, sie sei in ihr. Da nun der Ort wo man ist, der Mittelpunkt des sinnlichen Horizontes ist, und da die Mittagslinie durch diesen Punkt gehet, so halbiret sie sowohl die Ebene als auch den Umkreis des Horizontes, sie bestimmet also zwei Punkte des Horizonts die um 180 Grad von einander entfernt sind. Der eine nach der Seite hin, wo die Sonne stehet, heißt **Süd** oder der **Südpunkt**, der andere **Nord** oder der **Nordpunkt.** Man ziehe in Gedanken in der Ebne des sinnlichen Horizonts eine gerade Linie gegen die Mittagslinie senkrecht; man verlängere die gezogene Linie in Gedanken bis zum Firmamente, so bestimmet sie wiederum zwei Punkte am Horizonte, welche von vorigen beiden um 90 Grade abstehen. Der eine den man zur Rechten hat, wenn man das Gesicht nach Norden kehret, heißt **Ost** oder der **Ostpunkt**; der andere, den man alsdann zur Linken hat, heißt **West** oder der **Westpunkt.**

Diese vier Punkte **Süd, Nord, Ost** und **West,** werden die vier **Hauptpunkte des Horizonts** genannt, und die Gegenden des Himmels in der Nachbarschaft jeder dieser Punkte heißen die vier **Himmels-**

genden oder **Weltgegenden**, namentlich die **süd**liche, die **nördliche**, die **östliche** und **westliche**.

In der Mitte zwischen Süden und Osten liegt **Südost**, zwischen Norden und Osten **Nordost**, zwischen Norden und Westen **Nordwest**, zwischen Süden und Westen **Südwest**. Ferner zwischen Süden und Südosten liegt **Süd-Südost**, zwischen Osten und Südosten **Ost-Südost**, zwischen Osten und Nordosten **Ost-Nordost** u. s. w. Die letzteren kleineren Abtheilungen werden nur von Seefahrern gebrauchet.

Wenn die Himmelskugel gehörig nach den Weltgegenden gestellet werden soll, so bilde man sich eine gerade Linie ein, die durch den Südpunkt und den Nordpunkt des hölzernen Horizonts geht. Diese Linie muß mit der Mittagslinie des Ortes gleichlaufend sein, welches man schon ziemlich genau nach dem Augenmaaße erhalten kann, sobald man eine Mittagslinie in der Nachbarschaft hat, oder wenn man sich nur am sinnlichen Horizonte selbst Süden und Norden bemerket hat; zu mehrerer Genauigkeit dienet die **Bussole**, von welcher wir bald reden werden. Der Kalender und die Gradabtheilungen die auf dem hölzernen Horizonte stehen, sollen in der Folge erkläret werden.

§. 6.

Die **Bussole** P, (Fig. S. 2.) bestehet hauptsächlich aus einer Magnetnadel (§. 3.) deren eines Ende allemal ohngefähr gegen Norden und das andere ohngefähr gegen Süden zeiget. Ich sage ohngefähr: denn die Magnetnadel weichet fast immer und in allen Ländern etwas von der Mittagslinie ab. Diese Abweichung ist nicht an allen Orten gleich, auch verändert sie sich bei wenigem an einem und demselbigen Orte. Jetzt im Jahre 1793, beträgt sie hier in Berlin ohngefähr 18 Grade gegen Westen. Die Magnetnadel pfleget sich in einer Büchse zu befinden, auf deren Boden der Horizont nebst seinen Eintheilungen vorgestellet ist. Um die Magnetnadel zur Stellung der künstlichen Himmelskugel zu gebrauchen, muß vorher auf der Grundlage LM (S. 2.) eine Linie RT gezeichnet werden, die mit der eingebildeten KI die durch den Nord- und Südpunkt des hölzernen Horizonts gehet, parallel sei. Die Bussole wird so gestellet, daß der Mittelpunkt X der Bewegung über der Linie RT liege, und daß die Linie die auf dem Boden der Büchse von Norden nach Süden gehet, ebenfalls gerade über RT liege. Nun wird das ganze Gestelle der Kugel rechts und links gedrehet, bis daß das nördliche Ende XU der Nadel SU mit dem nördlichen Ende XT der Linie RT einen Winkel TXU mache, welcher der Abweichung gleich sei. Die Größe dieses Winkels wird am Bogen TU erkannt, dessen Grade auf einem Ringe, welcher X zum Mittelpunkte hat, und in der Büchse befestiget ist, angeschrieben stehen.

Noch besser ist es, wenn die Büchse sammt dem Ringe in das Bret LM eingesenkt oder eingegraben sind.

§. 7.

Der Ring AB (S. 2.) stellet den **Meridian oder Mittagskreis** vor, und heißt deswegen der messingene Meridian. Fraget man aber, was ein Meridian sei, so dienet folgendes zur Antwort. Wir haben schon gesehen, wie auf einer wagerechten Ebene eine Mittagslinie gezogen werden kann. Wenn man nun in Gedanken eine lothrechte Ebene über der Mittagslinie errichtet und sie bis ans Firmament ausdehnet, so schneidet sie das Firmament in einer Kreislinie, welche der **Meridian oder Mittagskreis** genannt, und hier durch den Ring AB vorgestellet wird. Die eine Hälfte des Mittagskreises, welche über dem Horizonte stehet, wird

der

der obere **Mittagskreis** oder bloß der **Mittagskreis** ohne Zusatz genannt. Die andere Hälfte, welche unter dem Horizonte befindlich ist, heißt der **untere Mittagskreis**.

Da der Mittagskreis durch die Mittaglinie, diese aber durch den Nord- und Südpunkt gehet, so muß auch der Mittagskreis durch diese beide Punkte des Horizonts gehen, folglich halbiret der Mittagskreis den Horizont und der Horizont halbiret ihn.

Da die Ebene des Mittagskreises lothrecht ist, so folget daraus unmittelbar, daß sie gegen die Ebene des Horizontes senkrecht ist, oder daß diese beiden Kreisflächen einander in einem Winkel von 90 Grad schneiden.

Die Sonne gehet jeden Mittag durch den Meridian. Denn wenn man einen Stab lothrecht auf einer wagerechten Ebne errichtet, so fällt der Schatten wenn es Mittag ist, in die Mittagslinie (§. 11.) Diese Linie nebst dem Stabe liegen beide in der Ebne des Mittagskreises, weil diese Ebene durch die Mittagslinie gehet, und weil sie lothrecht ist. Nun gehe eine gerade Linie vom Mittelpunkte der Sonne durch das oberste Ende des Stabes bis zum äußersten Ende des Schattens. Zwei Punkte dieser Linie, nämlich das Ende des Stabes und das Ende des Schattens liegen in der Ebne des Mittagskreises, also auch die ganze Linie, also auch der Mittelpunkt der Sonne, welcher in derselbigen Linie lieget.

§. 8.

Wenn man am messingenen Meridian vom Horizonte hinauf, nämlich von K bis Z oder von 1 bis Z (§. 2.) neunzig Grade abmißt oder abzählet, so stellet der Punkt Z den **Zenith** vor. Der entgegengesetzte Punkt nach H hin, welcher 180 Grad, auf dem messingenen Mittagskreise gezählet, von Zenith entfernet ist, stellet den **Nadir** vor. Was heißt aber Zenith und Nadir?

Der

Der **Zenith** oder **Scheitelpunkt** ist der Punkt des Firmaments der gerade über dem Kopfe des Zuschauers stehet, und der **Nadir** oder **Fußpunkt** ist derjenige Punkt des Firmaments der gerade unter den Füßen des Zuschauers befindlich ist, den man aber nur sehen könnte, wenn man in Gedanken die Erde wegnähme. Man stelle sich eine gerade Linie vor, die durch den Mittelpunkt der Erde und durch den Ort des Zuschauers gehet, man verlängere sie in Gedanken beiderseits bis zur Himmelsfeste, so ist ihr eines Ende über dem Kopfe des Zuschauers, der **Zenith**, und das andere der **Nadir**.

Zenith und Nadir liegen beide im Mittagskreise. Denn die gedachte gerade Linie ist lothrecht, und die Ebne des Mittagskreises auch; beide gehen durch den Ort des Zuschauers; also liegt die gerade Linie in der Ebne; also liegen die Enden der geraden Linie, welche bis an der Gränze der Ebne verlängert ist, in diesen Gränzen selbst, das heißt im Mittagskreise.

Der Zenith und der Nadir sind allerseits um 90 Grad vom Horizonte entfernt, weil die gerade Linie die durch Zenith und Nadir gehet, gegen die Ebne des Horizonts senkrecht ist. Denn sie gehet durch den Mittelpunkt der Erde und ist also senkrecht gegen die Ebene, welche die Erde an der Stelle berührt, wo die Linie durch die Oberfläche der Erde gehet. Hieraus siehet man, warum am Mittagskreise vom Horizont bis zum Zenith oder zum Nadir 90 Grad gezählet werden müssen.

§. 9.

Das Stück ZO (S. 2.) stellet einen **Vertikalzirkel** oder **Scheitelkreis** vor.

Wenn man in Gedanken durch den Zenith und den Nadir am Firmamente Kreislinien ziehet, so heißen sie **Vertikalzirkel** oder **Scheitelkreise**. Der Mittagskreis

kreis selbst ist ein **Vertikalzirkel**, aber alle Vertikalzirkel sind nicht Mittagskreise.

Jeder Vertikalzirkel stehet gegen den Horizont senkrecht, denn sein Durchmesser, vom Zenith zum Nadir, ist gegen die Ebene des Horizontes senkrecht.

Von jedem Vertikalzirkel ist die eine Hälfte über, und die andere unter dem Horizonte. Denn jeder Vertikalzirkel ist einer der größten Zirkel des Firmaments, indem er den Meridian, welcher ein größter Zirkel ist, im Zenith und Nadir halbiret. Der Horizont ist auch ein größter Zirkel, also halbiren sich Horizont- und Vertikalzirkel einander.

Der oberste und der unterste Theil eines Vertikalzirkels werden wiederum der eine vom Zenith und der andere vom Nadir halbiret, weil Zenith und Nadir allerseits 90 Grad vom Horizonte abstehen.

Wenn man von einem Vertikalzirkel spricht, so pfleget man meistens nur eines der beiden obersten Viertel zu verstehen. Deswegen ist auch ZO (S. 2.) nur ein Viertelzirkel; er beweget sich bei Z um eine Niete herum, deren Richtung von Z nach H heruntergehet, weswegen der Viertelzirkel immer in einer vertikalen Ebne stehet. Die Niete befindet sich zwischen der Kugel und dem messingenen Meridian. Sie ist an einer Art von Klammer befestiget, die sich am messingenen Meridian anschrauben läßt. Weil ZO ein Viertelzirkel ist, und weil Z allerseits 90 von KQI abstehet, so schließt sich das Ende O allemal an den hölzernen Horizont, und dieses Ende kann am Horizonte herumgeführt werden.

§ 10.

Wenn man in Gedanken durch einen Stern einen Vertikalzirkel beschreibet, das heißt eine Kreislinie, die durch den Zenith, den Nadir und den Stern gehet, oder

oder eine Kreisline die durch den Zenith und den Stern gehet, und deren Ebne gegen den Horizont lothrecht ist, so kann man die Höhe oder **Standhöhe** des Sterns leicht bemerken; diese ist nichts anders als die Anzahl von Graden, um welche der Stern über dem Horizont erhaben ist, welche Grade im Vertikalzirkel der durch den Stern gehet, vom Horizont an bis zum Sterne hinauf gezählet werden. Die Höhe ist auch die Anzahl der Grade des Winkels, den die vom Sterne bis zum Auge des Beobachters gezogene Linie mit der Ebne des Horizonts machet: denn der Zuschauer ist allenthalben auf der Erde im Mittelpunkte des Firmaments, und folglich auch im Mittelpunkte des Scheitelkreises; und die Winkel am Mittelpunkte eines Kreises werden in Graden durch die von ihnen eingeschlossenen Bögen bestimmet.

Es sei demnach bei N (S. 2.) auf der künstlichen Himmelskugel ein Stern befindlich. Man schraube den messingenen Vertikalzirkel oben im Zenith Z an, so daß KZ oder IZ = 90^g. Man drehe ZO, bis daß der abgetheilte Rand durch die Mitte des Sternes N gehe, so ist NO, in Graden gerechnet, die Höhe oder Standhöhe des Sternes. Zur bequemern Bestimmung und Zählung der Grade sind sie auf dem messingenen Vertikalzirkel ZO, von O nach Z hinauf, daß heißt von Null bis 90 abgetheilet und aufgeschrieben.

Wenn von der Sonne, dem Monde und den Planeten die Rede ist, so siehet man den Ort des Firmaments den sie bedecken oder verstecken, als ihren eigenen Ort an, also könnte N auch den Mittelpunkt der Sonne, des Mondes oder eines Planeten vorstellen.

Wenn die Himmelskörper unter dem Horizonte sind, so müßte man anstatt der Standhöhe die **Standtiefe** suchen, und auch zu diesem Ende den messingenen Vertikalzirkel am Rande anbringen. Allein diese Aufgabe kommt nur selten vor. Anstatt wirklicher Himmelskörper redet man auch wohl manchmal von bloßen Punkten des Firmaments, von ihren Standhöhen und von ihrer Lage überhaupt. Solche Punkte müßen alsdann wie kleine Fixsterne betrachtet und behandelt werden.

Wenn man in Gedanken aus dem Zenith, als Pol angenommen, am Firmament verschiedene Kreislinien beschreibet, so sind sie alle mit dem Horizont parallel, dessen Pol ebenfalls im Zenith ist. Alle Punkte also in einer solchen Kreislinie sind gleich weit vom Horizonte entfernet, oder sie haben alle einerlei **Standhöhe**, wie auch die Himmelskörper die sich in solcher Kreislinie befinden. Solche Kreislinien an der Himmelsfeste, die mit dem Horizonte gleichlaufend sind, werden wegen der gleichen Höhe aller ihrer Punkte **Höhenkreise** genannt. Man nennt sie auch Almucantarath oder Almicantarath; die Engländer machen **Almikanter** daraus.

§. 11.

Der Bogen des Scheitelkreises, an welchem die Grade der Standhöhe gezählet werden, reichet allemal mit seinem untersten Ende bis an den Horizont. Der Punkt des Horizontes auf welchem er stehet, ist vom Südpunkte mehr oder weniger entfernet. Diese Entfernung in Graden gerechnet, heißet das **Azimuth** oder die **Standschräge** des Sternes. Wenn z. E. N (S. 2.) der Stern ist, so ist NO sein Azimuth. Das Azimuth ist entweder östlich oder westlich und wird beiderseits bis zum Nordpunkte, also bis 180^{g} gezählet. Das **Azimuth** nebst der **Standhöhe** bestimmen völlig die Lage eines Sternes am Firmamente für jeden Augenblick; wenn man beide weiß, so weiß man, wie weit von Süden rechts oder links man den Stern suchen soll, und zugleich, wie hoch er über dem Horizonte steht. Alle Sterne die in einen und denselbigen Scheitelkreise stehen, haben zwar

einen

einerlei Azimuth; aber die Standhöhe oder der Almikanter, worin der Stern lieget, bestimmet von allen Sternen die einerlei Azimuth haben denjenigen, wovon jedesmal die Rede ist.

§. 12.

Die beiden Stifte C und D (S. 2.) vermittelst welcher die Kugel im Ringe AB hänget, und vermittelst welcher sie sich umdrehen läßt, stellen die **Himmelspole** oder **Weltpole** vor.

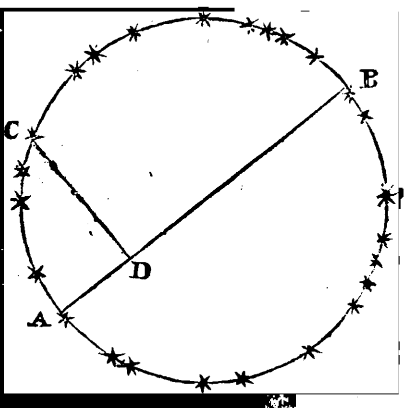
Wir haben schon von der Bewegung der Planeten, der Sonne und des Mondes in Betrachtung der Fixsterne geredet. (§. 4.) Diese Bewegung heißt die **eigene Bewegung** des Himmelskörpers in welchem man sie bemerket. Außerdem aber haben alle Himmelskörper eine gemeinschaftliche Bewegung von Osten gegen Westen, die man sich nicht besser vorstellen kann, als wenn man annimmt, daß sich der ganze Himmel in Zeit von 24 Stunden umdrehet, und daß die Axe seiner Bewegung durch den Mittelpunkt der Erde gehet, und mit unserm Horizonte einen schiefen Winkel machet. Dieses ist die **gemeinsame**, oder **erste**, oder **tägliche Bewegung** des Himmels und der Himmelskörper. Beide Bewegungen schließen einander nicht aus. Wenn man sich eine Kugel vorstellet die man herumdrehet, während daß ein Insekt auf der Oberfläche seinen Ort verändert, so hat man ein Bild beider Bewegungen.

Die eingebildete Axe, um welche herum der Himmel sich zu bewegen scheinet, heißt die **Weltaxe** oder **Himmelsaxe**. Die beiden Enden derselben, nämlich wo sie das Firmament erreichet, heißen die **Weltpole** oder **Himmelspole**, oder bloß die **Pole**. Diese Pole scheinen am Firmamente unbewegt zu sein, während daß alles übrige sich herumdrehet; denn so bringet es die drehende Bewegung mit sich, bei welcher die Axe der Bewegung und ihre Enden an einer und derselbigen Stelle bleiben.

Da die Erdaxe mit unserem Horizonte einen schiefen Winkel machet, so muß ihre eine Hälfte über und die andere unter unserm Horizonte sein, folglich muß auch von den Weltpolen der eine über, der andere unter unserem Horizonte sein. Der Pol welcher über dem Horizonte des Beobachters ist, heißt allemal der **erhabene Pol**, der andere heißt der **vertiefte Pol**. Der vertiefte Pol stehet allemal so weit unter dem Horizonte als der erhabene darüber. Denn da die Weltaxe eine gerade Linie ist, welche die Ebne des Horizonts schneidet, so macht sie einerseits unter dem Horizonte eben solchen Winkel, als anderseits darüber.

Die Himmelskörper beschreiben vermöge ihrer täglichen Bewegung Kreislinien, die man ihre **Tageskreise** nennet. Deren Mittelpunkte liegen alle in der Weltaxe, weil jeder Himmelskörper während seiner täglichen Bewegung, wenigstens deren Scheine nach, in einerlei Entfernung von der Weltaxe bleibet.

Die Ebnen der Tageskreise sind alle gegen die Weltaxe senkrecht. Es sei AB die Weltaxe, C ein Stern,



CD

CD eine vom Sterne auf die Weltaxe gefällete senkrechte Linie. Da der Stern C seine Lage am Firmament gar nicht oder nicht merklich verändert, so bleiben auch die CD und der Punkt D in Betrachtung der Weltaxe AB unverändert. Während daß der Himmel herumgehet, bleibet CD allemal auf AB senkrecht, und die von CD beschriebene Ebne ist folglich selbst gegen AB, oder AB ist gegen die gedachte Ebne, senkrecht.

Die Ebenen der Tageskreise sind gegen unserm Horizont schief. Denn sie sind gegen die Weltaxe senkrecht, und da diese gegen unserm Horizont schief ist, so müssen es auch die Tageskreise sein. Wäre die Axe gegen unsern Horizont senkrecht, so würden die Tageskreise mit dem Horizonte gleichlaufend sein; wäre aber die Axe mit unserem Horizonte parallel, so würden die Tagekreise gegen den Horizont senkrecht sein.

Die Sterne, die nicht weiter vom erhabenen Pole entfernt sind, als dieser vom Horizonte, beschreiben ihre ganzen Tageskreise über dem Horizonte; weil die Halbmesser ihrer Kreise nicht bis unter den Horizont reichen.

Die Sterne, die nicht weiter vom vertieften Pole entfernt sind, als dieser vom Horizonte, beschreiben ihre ganzen Tageskreise unter dem Horizonte; weil deren Halbmesser nicht bis an den Horizont hinauf reichen.

Die übrigen Sterne, die von beiden Polen weiter entfernt sind, als diese vom Horizonte, beschreiben jeder einen Theil seines Tageskreises über dem Horizonte, einen andern Theil aber unter dem Horizonte, weil ihre Halbmesser bis jenseit des Horizonts reichen. Der Theil über dem Horizonte heißt der **obere Bogen** des Tagekreises; der andere Theil ist der **untere Bogen**.

Wenn man in Gedanken eine Ebene durch die Weltaxe (oder durch beide Pole) und durch den Zenith leget, so gehet diese Ebne durch den Ort wo man ist: denn wenn man vom Zenith zum Mittelpunkte der Erde eine gerade Linie ziehet, so geht diese Linie durch den Ort wo man ist: diese Linie hat ihr eines Ende im Zenith und das andere in der Weltaxe, die durch der Mittelpunkt der Erde gehet, also hat sie ihre beiden Enden in der gedachten Ebne; folglich liegt sie ganz darin, folglich auch der Ort wo man ist.

Die gedachte Ebne stehet auf dem Horizonte senkrecht; denn sie gehet durch eine gerade Linie vom Zenith zum Mittelpunkt der Erde, welche Linie selbst gegen den Horizont senkrecht ist.

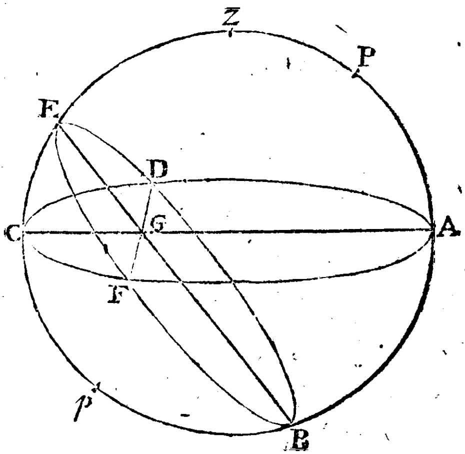
Die nämliche Ebne halbiret den Horizont, sowohl den sinnlichen als den eingebildeten; denn sie gehet durch den Ort wo man ist, und dieser ist den Mittelpunkt des sinnlichen Horizonts; sie geht auch durch den Mittelpunkt der Erde, und dieser ist zugleich der Mittelpunkt des eingebildeten Horizonts.

Diese Ebene ist gegen die Tageskreise der Sterne senkrecht; denn sie gehet längs der Weltaxe, welche gegen die Tageskreise senkrecht ist.

Die nämliche Ebene halbiret alle Tageskreise; denn sie gehet durch die Weltaxe, wo alle Mittelpunkte der Tageskreise liegen.

Sie halbiret auch die obern und untern Bögen der Tageskreise, aus folgenden Gründen.

Es



Es sei ADC der Horizont, AZC der Umkreis der gedachten Ebene, welche durch die beiden Pole P und *p* wie auch durch den Zenith Z gehet, AC ihr Durchschnitt mit dem Horizonte, welcher Durchschnitt also ein Durchmesser sowohl von AZC als von ADC ist; DEFBD sei der Tageskreis eines Sterns, EB sein Durchschnitt mit der Ebene AZC, welcher Durchschnitt ein Durchmesser des Tageskreises ist, indem die Ebene AZC durch die Mittelpunkte aller Tageszirkel gehet; DF ist der Durchschnitt des Tageskreises mit dem Horizonte, folglich DEF der obere Bogen, und FAD der untere Bogen.

Die Ebene AZC ist senkrecht so wohl gegen ADC als gegen DEF; oder die Ebenen ADC, DEF sind beide gegen AZC senkrecht, also ist auch der gemeinsame Durchschnitt DF gegen AZC senkrecht. AC ist ein Durchmesser des Horizonts, gehet also durch den Mittelpunkt desselben, und ist senkrecht gegen die Sehne DF, also halbiret AC diese Sehne. Ferner wenn wir DF als Sehne im Kreise DEFDB detrachten, so gehet

BE durch den Mittelpunkt und halbiret die Sehne DF, folglich halbiret auch BE sowohl den Bogen DEF in E, als den Bogen DBF in B; so daß die Ebene ACZ den oberen und den untern Bogen des Tageskreises halbiret.

Nicht nur die Fixsterne beschreiben ihre Tageskreise, sondern auch Sonne, Mond und Planeten; denn obgleich diese Körper eine eigene Bewegung haben, so beträgt sie doch in 24 Stunden nicht so viel, daß die aus der täglichen Bewegung und aus der eigenen Bewegung zusammengesetzten krummen Linien sehr von der Kreisgestalt abweichen sollten.

Die tägliche Bewegung der Himmelskörper ist, der Erfahrung nach, einförmig, so daß sie gleiche Bögen in gleichen Zeiten beschreiben. Gesetzt also die Sonne gehe in D auf und in F unter, so beschreibet sie den Bogen DE in eben so viel Zeit, als den Bogen EF. Sie befindet sich also in E, oder in der Ebene AZC **mitten** am Tage oder am **Mittage**. Also ist die Ebene AZC nichts anders als die Ebene des Meridians, und ihr Umkreis ist der Meridian selbst. (§. 7.) Man kann also auch den Meridian als einen Kreis erklären, der durch beide Pole und den Zenith gehet. Der Punkt C ist demnach der Südpunkt des Horizontes, und A ist der Nordpunkt.

Da der für uns erhabene Pol P dem Nordpunkte, und der vertiefte *p* dem Südpunkte näher ist, so pflegen wir jenen den **Nordpol**, diesen aber den **Südpol** zu uennen.

Da die Weltaxe durch deu Mittelpunkt der Erde, das ist durch den Mittelpunkt des Meridians geht, so halbiret sie den Meridian, und beide Pole sind 180 Grad von einander entfernt.

Nun siehet man, warum an der künstlichen Weltkugel die beiden Stifte C und D (S. 2.), welche die Pole vorstellen, in den messingenen Meridian eingestecket

stecket sind, und in einer Entfernung von 180 Grad einer von dem andern. C (S. 2.) ist der Nordpol oder der für uns erhabene Pol, welcher dem Nordpunkte K des hölzernen Horizonts näher ist; D ist der Südpol oder der für uns vertiefte Pol, welcher dem Südpunkte I des hölzernen Horizontes näher ist.

Da der Nordpol über unserem Horizonte erhaben ist, so hat er eine gewisse Standhöhe, die man die **Polhöhe** nennet. Um diese Polhöhe zu finden, darf man nur den Punkt des Himmels bemerken, der während der ganzen Nacht ohne Bewegung bleibet, mit dem Rande eines Lineals dahin zielen, und dann untersuchen, um wie viel Grade der gedachte Rand von der Horizontalfläche abweichet. Künstlichere und genauere Methoden werden wir in der Folge anführen. Hier in Berlin beträgt die Polhöhe $52\frac{1}{2}$ Grad.

Wenn man eine Himmelskugel gehörig gebrauchen will, so muß sie zufolge der Polhöhe des Orts gestellet werden. Nämlich der Bogen CK (S. 2.) muß gerade so viel betragen, als die Polhöhe. Der messingene Meridian ist zu diesem Ende in Grade abgetheilet, die vom Pole C niederwärts gezählet werden. Man drehe also den ganzen Meridian AB in den Einschnitten bei K, I und H, bis daß man sehe, daß der Bogen CK die gegebene Polhöhe hat, z. E. für Berlin $52\frac{1}{2}$.

Es ist klar, daß nicht alle Oerter der Erde einerlei Polhöhe haben können. Denn wenn man auf der runden Erdfläche von Norden nach Süden gehet, so erhebet sich der Horizont gegen Norden, vertiefet sich aber gegen Süden; der nördliche Theil des Horizonts nähert sich also dem Himmelspole, oder dieser scheinet sich dem Horizonte zu nähern; so daß die Polhöhe abnimmt.

Die Polhöhe wird eigentlich über dem **sinnlichen** Horizonte gemessen, hier aber an der Himmelskugel gehet der Bogen CK vom Pole C bis an den eingebildeten Horizont FG, welcher mitten durch die Erde gehet. Indessen kann dieses, wegen der Kleinheit der Erde, in Vergleich mit dem Firmament (§. 5.) keinen Unterschied machen.

Wenn man die Kugel so um ihre Axe drehet, daß die obersten Punkte von Osten nach Westen gehen, so wird man sehen wie die Sterne in der Gegend des Nordpols nie unter den Horizont kommen, die Sterne in der Gegend des Südpols nie über den Horizont steigen, die übrigen aber bald unter bald über dem Horizonte sind. (S. 21.) Wenn ein Stern am östlichen Horizonte erscheint, so saget man **er gehet auf**; wenn er am westlichen Horizonte verschwindet, so saget man **er gehet unter**. In der Mitte zwischen den Zeitpunkten des Aufgangs und des Untergangs ist der Zeitpunkt wo der Stern sich in der Ebene des Meridians befindet. Dann saget man, **er geht durch den Meridian**, oder er **kulminiret**. Die Sterne in der Nähe des erhabenen Pols kann man in 24 Stunden zweimal im Meridian sehen, einmal über dem Pole, das anderemal darunter; sie haben also einen **oberen Durchgang** durch den Meridian, und einen **unteren**. Der obere kann den Namen der **Kulmination** beibehalten.

Nun kann noch in Betrachtung der täglichen Bewegung die Frage aufgeworfen werden, ob sie in der That statt findet, oder ob sie nur scheinbar ist; indem wir schon durch die Erfahrung und die Optik wissen, daß eine scheinbare Bewegung mit einer wirklichen leicht verwechselt werden kann. Dieses ist auch wohl hier der Fall.

Da die Fixsterne außerordentlich weit von uns entfernet sind, und da sie doch so hell scheinen, so müssen sie sehr groß sein (§. 4.), und so wie der Durchmesser der Erde in Vergleich mit der Entfernung der Fixsterne für nichts zu rechnen ist, so mag auch wohl der ganze

Körper

Körper der Erde in Vergleich mit manchem Fixsterne ganz unbedeutend sein. Wie auffallend wäre es nicht, wenn so viel tausend sehr große und sehr entfernte Himmelskörper unermeßliche Kreise um die kleine Erde herum beschrieben, wie sie es zu thun scheinen? Man erinnere sich, daß der Schein betrügt; und eben so wenig als der Himmel eine wirkliche hohle Kugel ist, eben so wenig bewegt sich diese hohle Kugel um die Erde herum. Wenigstens lassen sich die Erscheinungen der täglichen Bewegung eben so gut erklären, wenn man annimmt, daß nicht der Himmel sondern die Erde sich um eine Axe drehet, die in der scheinbaren Weltaxe lieget. Denn wenn man annimmt, daß wir um die Axe der Erde herum gedrehet werden, und zwar von Westen nach Osten, so drehen sich unser Horizont und unser Meridian mit uns, und es entstehen in Betrachtung des Aufgehens, Kulminirens und Untergehens der Sterne, die nämlichen Erscheinungen als wenn der Himmel sich um die Verlängerung der Erdaxe von Osten nach Westen drehete. Dieses kann man am besten an der künstlichen Himmelskugel wahrnehmen. Anstatt die Kugel von Osten nach Westen herum zu drehen, lasse man die Kugel fest halten, und versuche den hölzernen Horizont sammt dem messingenen Meridian von Westen nach Osten zu drehen, so wird im letzteren Falle die relative Bewegung des Horizonts und Meridians gegen die Sterne, oder der Sterne gegen den Horizont und Meridian die nämlichen sein, als wenn sich die Kugel drehet. Aller Wahrscheinlichkeit nach stellet die Bewegung des Horizonts die wahre, die Bewegung der Kugel aber nur die scheinbare vor. Indessen da die künstlichen Himmelskugeln nicht gemacht sind, den wirklichen sondern nur den scheinbaren Himmel vorzustellen, und da die Vorstellung des Scheines leichter und bequemer ist, so hat man sie so eingerichtet, als wenn die Erde unbeweglich

weglich wäre, der Himmel aber sich um eine Axe drehete, die durch den Mittelpunkt der Erde ginge.

§. 13.

Das Zifferblatt E (S. 2.) nebst dem Zeiger, der sich mit dem Stifte C und der Kugel herumdrehet, deutet die 24 Stunden an, während welchen der Himmel sich, dem Anscheine nach, um seine Axe herum drehet. Die Ziffern rechter Hand, wenn man vor dem Zifferblatte stehet, zeigen die Stunden von Mittag bis Mitternacht an, die übrigen linker Hand bedeuten die Stunden, von Mitternacht bis Mittag. Der Zeiger ist so lose als nöthig ist, um ihn stellen zu können. Gesetzt man wisse zu welcher Stunde ein Stern durch den Meridian gehet, so darf man nur den Stern an dem messingenen Meridian heran führen, die Kugel festhalten, und den Zeiger auf die bewußte Stunde stellen. Wenn man alsdann die Kugel drehet, und auf den Zeiger Achtung giebt, so wird man sehen wie der Stern zu jeder gegebenen Stunde desselbigen Tages oder der darauf folgenden Nacht stehet.

Dieses setzet voraus, daß der Zuschauer in der gemeinschaftlichen Axe der Tageskreise liege. Nun ist wahr, daß diese Axe eigentlich durch die Mitte der Erde gehet, und daß die Bewegungen von dort aus betrachtet werden müßten, wenn sie vollkommen einförmig scheinen sollten. Allein es ist schon öfters bemerket worden, daß die ganze Erde in Vergleich mit dem Firmament für nichts zu achten ist, und daß jeder Punkt ihrer Oberfläche als Mittelpunkt des Firmaments gelten kann. Also bleibt es dabei, daß die Sterne ihre scheinbaren Tageskreise einförmig durchlaufen; folglich, da sie in 24 Stunden 360 Grade zurücklegen, so machet dieses in einer Stunde 15 Grade, und da der Zifferring von 15 zu 15 Grade eingetheilet ist, so entspricht jeder Theil einer

Stunde

Stunde in Zeit gerechnet. Jede Zeitminute erfordert $\frac{15}{60} = \frac{1}{4}$ Gradminute, jede Zeitsekunde $\frac{1}{4}$ Gradsekunde u. s. w.

Anstatt die Tageszirkel in Grade einzutheilen, kann man sie auch in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden u. s. w. eintheilen, wobei man wohl merken muß, daß diese Minuten, Sekunde u. s. w. viermal größer sind, als die gewöhnlichen.

§. 14.

Wir kehren nun zur Kugel selbst zurück, und finden auf derselben unter andern eine Kreislinie $\alpha\beta$, (S. 2.) welche den **Aequator** oder **Gleicher** des Himmels vorstellt.

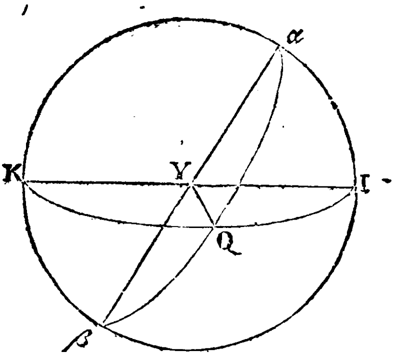
Wenn man durch den Mittelpunkt der Erdkugel eine Ebene senkrecht auf der Weltaxe stellet, und diese Ebene bis ans Firmament verlängert, so schneidet sie dort einen Kreis ab, den man den **Gleicher** oder **Aequator** nennet, nnd der auf der künstlichen Himmelskugel durch die Kreislinie $\alpha\beta$ vorgestellet wird. Dieser Kreis bleibt immer der nämliche, man mag den Himmel oder die Erde als drehend betrachten. Im ersten Falle stellet man sich diesen Kreis unbeweglich vor, und nimmt an, daß gewisse Sterne und Punkte des Himmels sich beständig in seinem Umfange herum bewegen. Im letztern Falle stellet man sich vor, die Ebene des Aequators drehe sich mit der Erde und treffe immer gewisse Sterne, die am unbeweglichen Himmel in einem Kreise liegen.

Der Gleicher ist ein größter Zirkel des Firmaments, weil er durch dessen Mittelpunkt gehet; er halbiret also sowohl den Horizont, als auch den vollständigen (oberen und unteren Meridian) wie auch jeden vollständigen Vertikalzirkel (die vier Quadranten desselben zusammen genommen.)

Der

Der Gleicher ist allenthalben 90 Grade von den Polen abstehend, weil er durch die Mitte der Kugel gehet und auf ihrer Axe senkrecht ist, also sind die Bögen $c\alpha$, $C\beta$, $D\alpha$, $D\beta$ (S.2.) von 90 Graden.

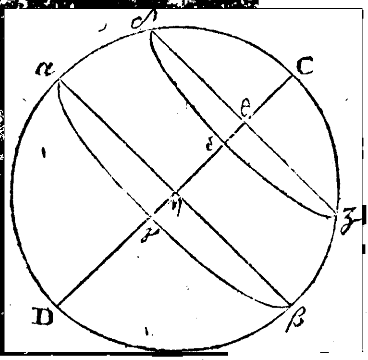
Der Gleicher ist senkrecht gegen den Meridian, weil die Ebene des Meridians durch die Weltaxe gehet, auf welcher die Ebene des Gleichers senkrecht ist.



Der Gleicher schneidet den Horizont genau im Ost- und Westpunkte. Denn der Gleicher $\alpha Q\beta$ und der Horizont KQI sind beide senkrecht gegen den Meridian $K\beta I$. Also ist der gemeinschaftliche Durchschnitt QY beider ersteren Ebenen auf dem Meridian senkrecht, also ist QK ein Bogen von 90 Graden. Wenn also K der Nordpunkt ist, so ist Q der Westpunkt, oder der Ostpunkt.

Der Gleicher oder Aequator ist zugleich der Tageszirkel jedes Sternes der 90 Grad vom Pole entfernet ist. Denn die Ebene des Gleichers ist wie die Ebene aller übrigen Tageszirkel gegen die Weltaxe senkrecht.

Die Tageszirkel sind alle unter sich, und folglich mit dem Gleicher parallel.



Es sei CD die Weltaxe, CαDβC sei eine Ebene, die durch die Weltaxe gehet und vom Firmament begränzet wird. Es seien αγβ und δεζ die Ebenen zweier Tageskreise. Es seien αβ, δζ die Durchschnitte dieser Ebenen mit der ersten, so sind αη, δθ die Halbmesser, und αβ, δζ die Durchmesser der Kreise αγβ, δεζ, und diese Durchmesser sind gegen die Weltaxe senkrecht, weil die Ebenen der Kreise selbst es sind. Wenn man nun αβ und δζ als Sehnen des Kreises CαDβC betrachtet, so halbiret DC diese Sehnen und halbiret folglich auch die zustimmenden Bögen. Also ist αC = Cβ, und δC = Cζ. Wenn man Gleiches von Gleichem abziehet, so bleibt αδ = βζ; und da dieser Beweis für alle Durchschnitte des Firmaments wie CαDβC gilt, so sind die Punkte des Umkreises αγβ alle gleich weit vom Umkreise δεζ entfernet, das heißt, beide Umkreise sind mit einander parallel. Dieser Beweis gilt von allen Tageszirkeln, jeder mit jedem verglichen; also sind sie alle mit einander parallel: und da der Gleicher auch ein Tageskreis ist, so sind auch die Tageszirkel alle mit dem Gleicher parallel.

Deswegen pfleget man auch die Tageszirkel und überhaupt alle Umkreise die man am Firmament

mit

mit dem Aequator parallel ziehen kann, parallele Kreise zu nennen. Man pfleget solche Kreislinien in Entfernungen von 10 zu 10 Graden auf der Himmelskugel zu ziehen. Daß sie wirklich auf der Kugel um so viel von einander abstehen, siehet man am besten am messingenen Meridian, der in Grade abgetheilet ist.

Unter allen parallelen Kreisen oder Tageskreisen ist nur der Gleicher selbst ein größter Kreis des Firmaments, alle übrigen sind kleinere Kreise und sie werden um desto kleiner, je näher sie dem Pole sind. Denn der Halbmesser $\delta\theta$ eines solchen Kreises ist zugleich der Sinus des Bogens δC, welcher um desto kleiner wird, je näher der Stern dem Pole liegt; je kleiner nun dieser Bogen ist, desto kleiner ist sein Sinus oder der Halbmesser des Tagekreises $\delta\varepsilon\zeta$.

§. 15.

Auf der Oberfläche der künstlichen Himmelskugel findet man Kreise wie $C\lambda D$ (S. 2.) die alle durch beide Pole gehen. Man nennet sie in einem uneigentlichen Verstande **Meridiane** oder **Mittagskreise**, weil sie, wie der eigentliche Mittagskreis des Ortes wo man ist, der durch den messingenen Meridian vorgestellt wird, durch beide Pole gehen. Da diese Meridiane durch die Pole gehen, so gehen ihre Ebenen durch die Weltaxe, und sie gehören zu den größten Kreisen des Firmaments. Sie schneiden den Aequator und die parallelen Kreise alle senkrecht, weil ihre Ebenen durch die Weltaxe gehen, welche gegen den Aequator und die parallelen Kreise senkrecht ist.

Es werden auf den Himmelskugeln die Meridiane in Abständen von 10 zu 10 Graden gezeichnet, welches man am besten am Gleicher erkennen kann, durch welchen sie senkrecht gehen und welcher in Grade abgetheilet ist.

Die

Die Abstände der Meridiane können auch an allen parallelen Kreisen gemessen werden. Indessen da die Neigung der Ebenen zweier Meridiane gegen einander in allen ihren Theilen einerlei ist, nnd also immer gleich viel Grade hat, so werden die Grade um desto kleiner, je kleiner die parallen Kreislinien werden, das heißt, je näher man dem Pole kommt. Im Pole selbst fallen alle Meridiane in einen Punkt zusammen.

Derjenige Meridian, der durch einen ganz kleinen Stern oder Punkt des Himmels gehet, wird kurz der Meridian dieses Sternes oder Punktes genannt, und man denket gewöhnlich nur an diejenige bis an die Pole reichende Hälfte des Umkreises, in welcher der Stern oder Punkt sich befindet, mit Weglassung der andern Hälfte, wenn sonst nicht das Gegentheil angezeiget wird.

§. 16.

Wenn man einen Meridian durch einen Stern ziehet, so ist ein gewisser Bogen desselben zwischen dem Sterne und dem Gleicher enthalten; dieser Bogen, in Graden gemessen, ist die **Abweichung** oder **Deklinazion** des Sternes. Diese Abweichung ist entweder **nördlich** oder **südlich**, je nachdem der Stern für uns diesseits oder jenseits des Gleichers lieger. Die Abweichung bestimmet eigentlich die Entfernung eines Sternes vom Aequator.

Alle Sterne, die im selbigen Tageskreise oder parallen Kreise liegen, haben einerlei Abweichung; deswegen haben die Tageskreise oder parallelen Kreise auch den Namen der **Abweichungskreise** (Deklinazionszirkel) erhalten.

§. 17.

Der Meridian, der durch einen Stern gezogen wird, trift den Gleicher in irgend einem Punkte. Um die Lage dieses Punktes bestimmen zu können, hat man einen gewissen Punkt zum Anfang des Gleichers angenommen, mit der Verabredung, die Grade von da an nach Osten hin zu zählen, und diese Zählung bis 360 Grad fortzusetzen. Wo dieser bestimmte Punkt am Firmament befindlich ist, wird man auf der Kugel sehen; warum er aber dort und nicht anderswo angenommen worden, soll in der Folge erklärt werden. Auch wird man erfahren, daß er nicht ganz unbeweglich ist, sondern bei wenigem seine Stelle verändert. Jedoch da diese Veränderung sehr langsam geschiehet, so ist es erlaubt, ihn anfänglich als unbeweglich anzusehen.

Der Bogen des Aequators, welcher zwischen dem Anfangspunkte desselben, und dem Meridian der durch einen Stern gehet, begriffen ist, von Westen nach Osten in Graden gezählet, heißt die **gerade Aufsteigung** des Sternes. Man könnte auch wohl, um der Kürze willen, bloß die **Aufsteigung** sagen, und sich den in Grade getheilten Aequator wie eine Leiter vorstellen, längs welcher man stufenweise steiget, indem man die Grade zählet. Es giebt zwar auch eine **schiefe Aufsteigung**, wovon wir bei Gelegenheit ein paar Worte sagen werden; aber nichts würde verhindern, das Beiwort **gerade** allemal mit darunter zu verstehen, wenn bloß von **Aufsteigung** geredet wird.

Alle Sterne, die im selbigen Mittagskreise liegen, haben einerlei Aufsteigung; nichts würde also hindern, diese Meridiane, die durch die Sterne gezogen werden, **Aufsteigungskreise** zu nennen; dieses wäre um desto nöthiger, da der Name Meridian sich ursprünglich bloß auf die Erde und die Lage der Oerter auf derselben beziehet.

Die gerade Aufsteigung verändert sich, obgleich sehr langsam, weil nicht nur der Anfangspunkt sondern

auch

auch die ganze Lage des Aequators sich am Firmamente verändert.

Die gerade Aufsteigung und die Abweichung zusammen genommen, bestimmen völlig die Lage eines Sternes am Himmel in Betrachtung der übrigen Sterne, und dieses auf eine geraume Zeit, weil die Lage und der Anfangspunkt des Aequators sich nur sehr langsam verändern. Die Standhöhe und das Azimuth bestimmen ebenfalls die Lage eines Sternes §. 11. aber in Betrachtung des Horizonts und nur für einen gegebenen Augenblick, wegen der täglichen Bewegung des Himmels.

§. 18.

Auf der Oberfläche der künstlichen Himmelskugel ist ein größter Kreis $\gamma\delta$ (S. 2.) gezeichnet, der dem Gleicher schief durchschneidet. Er stellet die **Ekliptik** oder **Sonnenbahn** vor.

Es ist schon angezeiget worden, daß die Sonne in Betrachtung der Firsterne, ihren Stand am Himmel verändert. (§. 4.) Diese Bewegung ist von der täglichen ganz unabhängig. Durch anhaltende und genaue Beobachtungen hat man gefunden, daß die Sonne am Himmel längs dem Kreise zu laufen scheinet, der hier abgebildet ist; sie durchläuft ihn in jedem Jahre einmal. Dieser Kreis ist es nun, welcher die **Ekliptik** oder **Sonnenbahn** genannt wird. Sie halbiret den Aequa.or, weil beide zu den größten Zirkeln des Firmaments gehören. Ihre Ebene macht mit der Ebene des Aequators einen Winkel von nächstens $23\frac{1}{2}$ Graden, welcher sich aber mit der Lage des Aequators ein wenig verändert. Wo die Umfänge dieser beiden Kreise am weitesten von einander stehen, nämlich 90 Grade von ihren Durchschnitten, betragen ihre Entfernungen $\alpha\gamma$ oder $\beta\delta$, durch Bögen der Aufsteigungskreise gemessen falls $23\frac{1}{2}$ Grad. Denn man schneide in Gedanken sowohl die Ekliptik als auch den Aequator mittelst einer Ebene, die auf beiden senkrecht sei und durch den Mittelpunkt beider gehe, so gehet diese schneidende Ebene zugleich durch die Pole der geschnittenen Ebenen, also auch durch die Weltpole, sie ist demnach ein Meridian oder Aufsteigungskreis; und weil dieser Kreis gegen beide geschnittene Ebenen senkrecht ist, so ist er gegen ihren gemeinschaftlichen Durchschnitt, das ist, hier gegen ihren gemeinschaftlichen Diameter senkrecht, folglich schneidet er beide Umkreise 90 Grade von ihren Durchschnittspunkten. Da die Ebene dieses Meridians die beiden andern Ebenen in solchen Linien schneidet, die gegen den gemeinschaftlichen Durchmesser senkrecht sind, so mißt der Winkel dieser Linien die Neigung beider Ebenen; der abgeschnittene Bogen des Ansteigungskreises mißt aber diesen Winkel, also auch die Neigung beider Ebenen, folglich hat er eben so viel Grade als die Neigung beider Ebenen beträgt.

Durch die Punkte γ und δ, wo die Ekliptik vom Aequator am weitesten abstehet, gehen zwei Abweichungskreise $\gamma\varepsilon$, $\delta\zeta$, welche man die **Wendekreise** nennet; diese sind die Tageskreise der Sonne an den Tagen, wo sie vom Aequator am weitesten entfernet ist, daher auch ihr Name; denn nachdem die Sonne diese Tageskreise beschrieben hat, so entfernet sie sich nicht weiter vom Aequator, sondern sie **wendet** sich und scheinet zurück zu gehen. Der eine heißt der **nördliche** Wendekreis, der andere der **südliche**.

Die Punkte γ und δ, wo die Ekliptik vom Aequator am weitesten entfernet ist, oder wo die Ekliptik von den Wendekreisen berühret wird, heißen die **Wendepunkte**. Derjenige γ welcher dem Nordpole am nächsten lieget, heißt der Wendepunkt des Sommers, oder bloß der **Sommerpunkt**; weil der Tag, da die Sonne sich in diesem

diesem Punkte der Ekliptik befindet, für den Anfang des Sommers gerechnet wird. Alsdann stehet die Sonne zur Mittagszeit höher über unserem Horizonte, als an jedem anderen Mittage im ganzen Jahre. Nämlich ihre mittägliche Höhe ist alsdann Iγ, die größte die sie für uns haben kann. Der andere Wendepunkt δ wird der Wendepunkt des Winters oder kurz der **Winterpunkt** genannt, weil wir den Winter von dem Tage an rechnen, da die Sonne sich in diesem Punkte der Ekliptik befindet. Alsdann ist die mittägliche Höhe der Sonne nur Iζ, die kleinste, die sie für uns haben kann.

Nebst diesen beiden Punkten sind in der Ekliptik noch die beiden Punkte besonders zu bemerken, wo sie den Aequator durchschneidet, wie in der Figur in Q und 180 Grade davon. Diese heißen die **Punkte der Nachtgleichen.** An den Tagen, da sich die Sonne in diesen Punkten befindet, ist der Aequator selbst ihr Tageskreis, und da der Aequator den Horizont halbiret, so ist die Sonne an diesen Tagen 12 Stunden über dem Horizonte und 12 Stunden darunter, so daß die Nacht dem Tage gleich ist, daher der Name der Nachtgleichen. Wenn die Sonne weiter gegen Süden ist, so sind die Tagesbögen kleiner als die Nachtbögen, folglich die Tage kürzer als die Nächte. Wenn hingegen die Sonne weiter gegen Norden ist, so sind die Tagesbögen größer als die Nachtbögen, und folglich die Tage länger als die Nächte. Dieses erhellet aus der Figur (S. 2.) und aus der schiefen Lage der Weltaxe gegen unsern Horizont. Derjenige Punkt der Nachtgleiche, welcher dem Wendepunkte des Sommers gegen Westen lieget, heißt der **Frühlingspunkt**, weil wir den Frühling von dem Tage an rechnen, da die Sonne sich in diesem Punkte der Ekliptik befindet. Der andere Punkt der Nachtgleiche heißt der **Herbstpunkt**, weil wir den Herbst von dem Tage an rechnen, da sich die Sonne in diesem Punkte befindet.

Die Sonne gehet in ohngefähr einem Vierteljahre vom Frühlingspunkte zum Sommerpunkte; während dieser Zeit nimmt ihre mittägliche Höhe immer zu, indem ihre nördliche Abweichung vom Gleicher zunimmt; der Tag, welcher der Nacht gleich war, wird jetzt immer länger, weil die Tagesbögen zunehmen. Diese Jahreszeit heißt der **Frühling.**

Nun kommt der Tag, wo die Sonne im Sommerpunkte stehet, und den größten Tagesbogen beschreibet, welches den längsten Tag verursachet. Von da an nähert sich die Sonne dem Aequator wieder, ihre nördliche Abweichung wird kleiner, und die Tage werden kürzer, bis daß sie den Nächten wieder gleich sind. Diese Zeit, welche wiederum ein Vierteljahr ausmacht, ist der **Sommer.**

Das Vierteljahr des **Herbstes** dauert vom Tage, da die Sonne im Herbstpunkte ist, bis zum Tage da sie den Winterpunkt berühret, während welcher Zeit der Tag, welcher der Nacht gleich war, zuletzt der kürzeste von allen im Jahre wird. Die Sonne entfernet sich vom Aequator gegen Süden, und ihre südliche Abweichung nimmt zu.

Endlich kömmt der **Winter**, welcher ebenfalls ein Vierteljahr dauret. Während diesem nähert sich die Sonne dem Aequator wieder, ihre südliche Abweichung nimmt ab, und die Tage werden länger; nämlich der Winter dauert vom kürzesten Tage bis zur Nachtgleiche des Frühlings; nach welcher die Jahreszeiten in derselben Ordnung wieder anfangen.

Die Kälte, die wir im Winter empfinden, entstehet weil alsdann die Sonne sehr niedrig über unserem Horizonte stehet, und ihre Stralen mit dem Theile der Erdfläche, den wir bewohnen, einen kleinen Winkel machen, welches viel weniger Wärme und Erleuchtung verursachet, als wenn die Stralen mit der Ebene des Ortes

einen

einen größeren Winkel machen, und sich der senkrechten Richtung nähern. Auch machet die Kürze der Wintertage, daß die wenige Wärme, welche Erde, Wasser und Luft von der Sonne erhalten haben, während der langen darauf folgenden Nacht verschwindet. Aus entgegengesetzten Ursachen, nämlich wegen des höheren Standes der Sonne und der Länge der Tage, ist es im Sommer warm.

Sonderbar scheinet es, daß man den Winter von der Zeit an rechnet, da die Sonne anfängt sich am Himmel mehr zu erheben; und den Sommer von der Zeit an, da die Sonne schon anfängt sich zu erniedern. Die Ursache hiervon ist, daß, obgleich die Sonne während der Wintermonate schon am Himmel steiget, sie dennoch die sehr erkältete Erde noch nicht erwärmen kann, weswegen die Kälte nicht sogleich nachläßt; hingegen obgleich im Sommer die Sonne schon herabsteiget, so ist doch die Erde schon zu sehr erwärmet, als daß die Hitze so geschwinde nachlassen sollte. Der Sommer und der Winter fangen demnach an, wenn sie vermöge des Sonnenstandes schon in der Mitte sein sollten, und eben so ist es mit dem Frühling und Herbste beschaffen.

Die beiden Mittagskreise, oder vielmehr Aufsteigungskreise, wovon einer durch den Sommer- und Winterpunkt, der andere aber durch den Frühlings- und Herbstpunkt gehet, heißen die **Koluren.** Der erste ist der **Kolur der Sonnenwenden**, der andere ist der **Kolur der Nachtgleichen**; sie haben keinen sonderlichen Nutzen.

Man kann die Ekliptik, wie jede Kreislinie in 360 Grade eintheilen, welche man von Westen nach Osten, vom Frühlingspunkte an zählet. Alsdann hat man bis zum Sommerpunkte 90 Grade, bis zum Herbstpunkte 180, bis zum Winterpunkte 270 und bis wieder zum Frühlingspunkte 360 Grade.

Auch pfleget man die Ekliptik in 12 gleiche Theile, die man Zeichen nennet, und jedes Zeichen wiederum in 30 Grade einzutheilen. Alsdann hat man vom Frühlingspunkte bis zum Sommerpunkte 3 Zeichen, bis zum Herbstpunkte 6 Zeichen, bis zum Winterpuukte 9 Zeichen, und wieder bis zum Frühlingspunkte 12 Zeichen. Da das Jahr in 12 Monate getheilet wird, so durchläuft die Sonne ein Zeichen in einem Monate. Die sechs ersten Zeichen werden die **nördlichen**, die sechs übrigen aber die **südlichen** genannt.

Weil die Lage des Aequators in Betrachtung der Fixsterne und folglich der Ekliptik sich ein wenig verändert, so verändert sich auch die Lage des Frühlingspunktes, und folglich der Anfang der Ekliptik; wir können aber für jetzt diese kleine Veränderung aus der Acht lassen, und den Frühlingspunkt als unveränderlich betrachten.

Der Frühlingspunkt lieget sowohl im Aequator als in der Ekliptik, und da er als Anfangspunkt der Ekliptik angenommen ist, so gebrauchet man ihn zugleich als Anfangspunkt des Aequators. Also werden die geraden Auffsteigungen (§. 17.) alle vom Frühlingspunkte an auf dem Aequator gezählet.

Der Bogen der Ekliptik vom Frühlingspunkte an, nach Osten hin in Graden oder Zeichen gerechnet, bis zum Orte, wo sich die Sonne befindet, heißt die **Standlänge** (longitudo) der Sonne. Hier folgen die Tage des Jahres, an welchen die Sonne aus jedem Zeichen der Ekliptik austritt. Von den doppelten Zahlen gilt die erste für die gemeinen Jahre von 365 Tagen, und die andere für die Schaltjahre von 366 Tagen. Diese letzteren entstehen daher, weil das Jahr ohngefähr 365 Tage, 6 Stunden hat. Man rechnet gewöhnlich nur 365 Tage, und in jedem vierten Jahre wird ein Tag wegen der weggelassenen Stunden zugesetzt. Man erkennet die Schaltjahre daran, daß die Jahrzahl sich ohne

Rest

Rest durch 4 dividiren läßt. Hiervon ein mehreres an seinem Orte.

Die Standlänge der Sonne beträgt

XII Zeichen oder 0 Zeichen am 19 März, Anfang des Frühlins.

I Zeichen, am 19ten oder am 18ten April.

II Zeichen am 20sten oder am 19ten Mai.

III Zeichen am 20sten Junius, Anfang des Sommers.

IV Zeichen, am 22sten oder 21sten Julius.

V Zeichen am 22sten August.

VI Zeichen am 22sten oder am 21sten September, Anfang des Herbstes.

VII Zeichen, am 22sten Oktober.

VIII Zeichen, am 21sten November.

IX Zeichen, am 20sten December, Anfang des Winters.

X Zeichen am 19ten Januar.

XI Zeichen am 17ten oder 18ten Febraur.

Wenn man den Ort der Sonne für einen gegebenen Tag haben will, so suche man vermöge der vorhergehenden Tabelle, wie viel Tage seit dem letzten Austritte aus einem Zeichen verflossen sind; so viel Grade als Tage gefunden werden, müssen zum vorhergehenden Zeichen addirt werden: oder man suche, wie viel Tage noch verfließen müssen bis daß die Sonne ein neues Zeichen erreichet, diese Grade subtrahire man von 30, was übrig ist addire man ebenfalls zum vorhergehenden Zeichen. Daß man 1 Grad auf jeden Tag rechnet, beruhet darauf, daß die Sonne in 365 Tagen und ohngefähr 6 Stunden die 360^{s} der Ekliptik durchläuft, welches auf jeden Tag in der That ohngefähr 1 Grad machet. Man verlanget z. E. den Ort der Sonne am 29ten Julius 1793. Weil 1793 kein Schaltjahr ist, indem diese Jahrzahl sich nicht ohne Rest durch 4 theilen läßt, so hat die Sonne eine Standlänge von IV Zeichen am 22sten Julius. Seit der Zeit sind 7 Tage verflossen, also ist die Standlänge am gegebenen Tage IV Zeichen 7 Grad. Es werde verlanget, die Standlänge der Sonne am 8ten Februar 1792. Weil dieses Jahr ein Schaltjahr gewesen ist, so betrug die Standlänge XI Zeichen am 18ten Februar; also 13 Tage vorher, das heißt, am 5ten Februar war die Standlänge der Sonne XI Zeichen weniger 13 Grade oder X Zeichen und (30—13) Grad, oder X Zeichen 17 Grade.

Die Bewegung der Sonne in der Ekliptik, mit der täglichen Bewegung verbunden, läßt sich auf dreierlei Art begreifen. Erstlich, wenn man sich bloß am Scheine hält, muß man annehmen, daß die Erde ruhet, das Firmament sich um seinen Pol drehet, und daß unterdessen die Sonne am Firmamente in einem Kreise, der gegen den Aequator geneigt ist, herum kriechet. Wir haben aber schon gesehen, daß die Bewegung des ganzen Himmels um eine Axe gar nicht wahrscheinlich ist. Man könnte also zweitens annehmen, daß die Erde sich um ihre Axe drehet, welches die tägliche scheinbare Bewegung des Himmels verursachet, daß aber die Sonne wirklich in einem Jahre eine Bahn zwischen dem Firmamente und der Erde beschreibet, so daß sie nach und nach verschiedene Sterne bedecket, die in einem Kreise liegen; dieser Kreis wäre mit dem Firmamente konzentrisch, hätte also die Erde zum Mittelpunkte, müßte aber gegen den Aequator schief angenommen werden, weil die Sonne während einem halben Jahre für uns diesseits des Aequators, und während einem halben Jahre jenseits ist. Es kann auch drittens angenommen werden, daß die Erde, während daß sie sich um ihre Axe drehet, zugleich jedes Jahr einen Kreis um die Sonne beschreibet, in diesem Falle müßte die Sonne ebenfalls nach und nach einen Kreis von Fixsternen bedecken, und

ihre

ihre beschriebene Bahn am Firmamente wäre die Ekliptik. Hierbei wird angenommen, daß die Sonne im Mittelpunkte des Firmaments stehet, daß aber der ganze Kreis, den die Erde beschreibet, in Betrachtung der Entfernungen der Fixsterne, nur als ein Punkt zu achten ist, so daß es gleich viel ist, ob man die Sonne oder die Erde für den Mittelpunkt des Firmaments annimmt. Bei der täglichen Bewegung ist es bequemer, den Mittelpunkt der Erde zugleich als Mittelpunkt des Firmaments anzunehmen; bei der jährlichen Bewegung hingegen wäre es besser, die Sonne als Mittelpunkt zu betrachten. Wenn man die jährliche Bewegung der Erde annimmt, so muß man zugleich voraussetzen, daß die Axe der Erde schief gegen die Ebene des jährlichen Kreises stehet, nnd immer mit sich selbst ohngefähr parallel bleibet. Dann läßt sich erklären, warum wir die Sonne bald im Aequator, bald über demselben, bald unter demselben sehen. Jedoch davon an einem bequemern Orte.

Die letztere Erklärungsart ist wohl die beste. Die Sonne ist so gelegen, daß man viel Aufmerksamkeit gebrauchet, um einige scheinbare Veränderung in ihrer Lage in Betrachtung der Fixsterne zu entdecken, wenn man sie aus verschiedenen Stellen der Erde betrachtet. Dieses beweiset eine sehr große Entfernung; und da die Sonne dennoch einen ziemlich großen scheinbaren Durchmesser hat, so muß ihre wahre Größe sehr beträchtlich sein, sie muß die Erde vielmal übertreffen. Es ist also eher zu glauben, daß die kleine Erde um die große Sonne herum gehet, als daß die Sonne sich um die Erde herum bewegen sollte. Indessen, wenn es nur auf Erscheinungen ankommt, so kann man ohne Gefahr, sowohl die Bewegung der Sonne am Himmel, als die tägliche Bewegung des ganzen Himmels um die Erde herum annehmen, wenn man sich nur errinnert, daß die

Re-

Redensarten, die man dabei gebrauchet, sich nur auf den Schein, nicht aber auf die Wirklichkeit beziehen.

§. 19.

Man stelle sich einen Durchmesser des Firmaments vor, der gegen die Ebene der Ekliptik senkrecht sei, so ist dieser Durchmesser die **Axe der Ekliptik.** Sie liegt in der Ebene des Kolurs der Sonnenwenden, weil die Ebene dieses Kolurs gegen die Ekliptik senkrecht ist; die Enden Π und π der Axe der Ekliptik, heißen die **Pole der Ekliptik**, der eine Π, der dem nördlichen Weltpole am nächsten ist, heißt deswegen der nördliche Pol der Ekliptik, der andere π ist der südliche. Sie liegen beide im Kolur der Sonnenwenden, weil die Axe der Ekliptik in der Ebene dieses Kolurs lieget. Sie sind von den Weltpolen um eben so viel Grade entfernet als die Neigung der Ekliptik gegen den Aequator beträgt, nämlich $23\frac{1}{2}$ Grade. Denn es ist $\alpha C = 90^g$ (S. 2.) als die Entfernung des Weltpols vom Aequator, desgleichen $\gamma\Pi = 90^g$, als die Entfernung der Ekliptik von ihrem Pole. Man nehme den gemeinschaftlichen Theil γC weg, so bleibet $C\Pi = \alpha\gamma = 23\frac{1}{2}$ Grad, indem der Bogen $\alpha\gamma$ die Neigung der Ebenen des Aquators und der Ekliptik gegen einander mißt. Die Tageskreise oder Abweichungskreise, die von den Polen der Ekliptik durch die tägliche Bewegung beschrieben werden, heißen die **Polarkreise**; der eine ist der **nördliche Polarkreis**, der andere ist der **südliche**. Jeder ist in allen seinen Punkten vom nächsten Pole $23\frac{1}{2}$ Grad entfernet. Sie sind in $\Pi\nu$ und πx vorgestellet.

§. 20.

Wenn man in Gedanken durch die Axe der Ekliptik so viel Ebenen als man will leget, so schneiden diese das Firmament in eben so viel Kreislinien. Diese heißen die

die Längenkreise; sie gehen durch beide Pole der Ekliptik und schneiden die Ekliptik senkrecht.

Wenn man in Gedanken einen solchen Kreis durch einen Stern ziehet, so befindet sich ein Bogen desselben zwischen dem Sterne und der Ekliptik; dieser mißt den Abstand des Sternes von der Ekliptik und heißt, in Grade gemessen, die **Standbreite** des Sternes.

Sie ist entweder **nördlich** oder **südlich**, je nachdem der Stern sich für uns diesseits oder jenseits der Ekliptik befindet. Da die Sonne immer in der Ekliptik ist, so hat sie keine Standbreite, oder ihre Standbreite ist Null.

Wenn man am Firmamente in Gedanken Kreislinien ziehet, die mit der Ekliptik parallel sind, und folglich immer kleiner und kleiner werden, je näher man den Polen der Ekliptik kommt, so heißen solche Kreislinien die **Breitenkreise**, weil alle in einem solchen Kreise befindliche Sterne einerlei Standbreite haben. Diese Kreise haben in Betrachtung der Ekliptik und ihrer Pole die nämlichen Eigenschaften, wie die Abweichungskreise in Betrachtung des Gleichers und der Weltpole.

§. 21.

Der Bogen der die Standbreite mißt, trift die Ekliptik in einem gewissen Punkte. Vom Frühlingspunkte bis zum getroffenen Punkte, von Westen nach Osten gerechnet, zählet man eine gewisse Anzahl von Zeichen oder Graden; diese Zahl ist die **Standlänge** des Sternes, welches Wort schon von der Sonne gebrauchet worden. Alle Sterne die im selbigen Längenkreise bis 90^{g} diesseits und jenseits der Ekliptik liegen, haben einerlei Standlänge, daher auch der Name der **Längenkreise**.

Die Standlänge und die Standbreite bestimmen die Lage eines Sternes in Betrachtung der Ekliptik, so wie

die

die Aufsteigung und Abweichung in Betrachtung des Aequators, und wie das Azimuth und die Standhöhe in Betrachtung des Horizonts. Diese drei Weisen die Lagen der Sterne zu bestimmen, sind alle drei in der Sternkunde sehr gebräuchlich; die beiden ersten, wenn es darauf ankömmt, die Lage eines Sternes in Betrachtung aller übrigen anzugeben; die letztere, wenn nur die Lage des Sternes in Betrachtung des Zuschauers verlanget wird. Die beiden ersten Bestimmungen gelten für eine Zeit von vielen Jahren, weil die Lage des Frühlingspunktes und des Aequators sich nur sehr langsam verändert; ja die Standbreite ist ganz unveränderlich, weil sie nicht von der Lage des Aequators abhänget. Die letzte Bestimmungsart gilt nur für einen Augenblick, weil der Himmel sich beständig um die Erde herum zu drehen scheinet.

§. 22.

Auf der Oberfläche des hölzernen Horizonts FG (F. 2.) findet man die verschiedenenen Abtheilungen der Ekliptik: 1) in Grade vorwärts und rückwärts gezählet: 2) in zwölf Zeichen, wovon jeder 30 Grade enthält; der Anfang des ersten Zeichens stehet dem Ende des 360sten Grades der ersten Abtheilung gegenüber: 3) in 12 Monate, und jeder Monat in so viel Tage als er wirklich hat, nach altem Stil, so daß der 10te März dem Anfange oder dem Nullpunkte der beiden vorigen Abtheilungen gegen über stehet: 4) wiederum in 12 Monate nach dem neuem Stile, so daß der 21ste März dem Nullpunkte der beiden ersten Abtheilungen gegen über stehet. Die Abtheilung in Zeichen pfleget auf diesem Ringe nicht durch Zahlen sondern durch gewisse besondere Figuren angedeutet zu werden, wovon der Ursprung in der Folge gezeiget werden soll, die aber jetzt schon ziemlich abkommen. Sie sind folgende:

I ♈, II ♉, III ♊, IV ♋, V ♌, VI ♍,
VII ♎, VIII ♏, IX ♐, X ♑, XI ♒, XII ♓.

Hier bedeutet ♈ das ganze erste Zeichen: wenn man also schreibet die Sonne sei in 20^{s} ♈, so bedeutet dieses so viel als im 20sten Grade des ersten Zeichens, oder in 0 Zeichen 20 Grade. Eben so bedeutet 7° ♐ so viel als der 7te Grad des 9ten Zeichens, oder VIII Zeichen 7 Grad. Ueberhaupt wird bei dem Gebrauche dieser Figuren allemal das jetztlaufende Zeichen, nicht das vollendete verstanden. Was den Unterschied des alten und neuen Kalenders betrift, so muß man wissen, daß die Russen immer 11 Tage weniger zählen als wir, obgleich ihre Monate sonst die nämliche Abtheilung haben wie bei uns; im folgenden Jahrhunderte wird der Unterschied 12 Tage betragen, wovon die Ursache in der Folge soll erkläret werden. Für jetzt sei es genug zu wissen, daß diese Zählungsart der Russen der **alte Kalender** oder **alte Stil**, die unsrige hingegen der **neue Kalender** oder der **neue Stil** genannt wird.

Vermittelst der angeführten Abtheilungen der auf dem Ringe des Horizontes vorgestellten Ekliptik, kann man für einen nach unserem Kalender gegebenen Tag finden, 1) welcher Tag es nach den alten Kalender ist, 2) in welchem Zeichen und im wie vielten Grade des Zeichens die Sonne sich befindet, 3) wie viel Grade der Ekliptik die Sonne seit dem Frühlings-Anfange durchgelaufen hat, und wie viel sie bis zum künftigen Frühlinge noch zu durchlaufen hat. Alle diese Tage und Grade stehen einander gegen über in konzentrischer Kreisen. Ist das Zeichen und der Grad des Zeichens gegeben, so findet man die Grade der Ekliptik ebenfalls vom Frühlingspunkte an und bis zum Frühlingspunkte, desgleichen den Tag nach dem alten und neuen Kalender.

Man

Man wird in der Folge erfahren, daß die scheinbare Bewegung der Sonne nicht ganz einförmig ist, und daß man sich folglich auf diesen Ring bei Erforschung des Orts der Sonne nicht ganz verlassen kann. Indessen wenn keine sonderliche Genauigkeit gefordert wird, so kann man sich schon damit begnügen. Die Tabelle, welche oben (Seite 41.) gegeben worden, und die dabei angeführte Weise auf jeden Tag noch ohngefähr einen Grad zuzurechnen, gewähret schon mehr Sicherheit.

Zum Ueberfluß pfleget man neben den Jahrestagen auf dem hölzernen Ringe noch die einfallenden unbeweglichen Festtage anzuzeigen, das heißt diejenigen, die an einem gewissen Tage eines gewissen Monates haften, wie z. E. Weihnachten am 25sten December. Die übrigen Feste welche sich nach Ostern richten, und wie Ostern bald früher bald später eintreten, konnten hier nicht angebracht werden. Alle die angeführten Abtheilungen auf der oberen Fläche des hölzernen Horizontes machen zusammen den **Kalender** der künstlichen Himmelskugel.

Zweites Hauptstück.

Von den Sternbildern.

§. 1.

Wir haben im vorigen Hauptstücke alles was zur künstlichen Himmelskugel gehöret, hinlänglich erkläret, ausgenommen die Bilder die man auf der Oberfläche der Kugel gemalet siehet. Diese verdienen wegen ihrer Anzahl und ihres Nutzens besonders betrachtet zu werden Jedes dieser Bilder stellet eine Gruppe oder Sammlung von mehreren Fixsternen vor.

§. 2.

Man wird sich noch erinnern, daß diejenigen Himmelskörper die keine eigene Bewegung haben, und folglich ihre Lage gegen einander unverändert behalten, Fixsterne oder Feststerne genannt werden. Da diese Sterne in einer erstaunenden Entfernung von uns, und doch noch sichtbar, zum Theil sehr hell sind; so muß man daraus schließen, daß sie nicht bloß erleuchtete, sondern für sich leuchtende Körper wie die Sonne sind. Zu den Fixsternen muß man folgende Dinge mitrechnen, die am Firmamente bemerkt werden.

1) **Veränderliche Sterne**, die zwar keine eigene Bewegung haben, aber einen bald stärkeren bald schwächeren Glanz haben, manchmal auch wohl gar verschwinden. Man nennet sie auch **Wundersterne**. Sie pflegen eine Lichtperiode zu haben, nach welcher sie dieselbigen Grade der Helligkeit und Dunkelheit in derselbigen Ordnung immer wieder durchgehen. Man hat

verschiedene Vermuthungen wegen der wahren Beschaffenheit dieser Sterne gewagt. Das Wahrscheinlichste ist wohl, daß sie auf einer Seite heller sind als auf der andern, und daß sie sich um ihre Axen drehen, so daß sie uns bald die hellere bald die dunklere Seite zeigen. Wenn die eine Seite ganz dunkel ist, oder nur wenig leuchtet, so kann der Stern für uns in einer so großen Entfernung auf einige Zeit ganz unsichtbar werden. Vielleicht giebt es im unermeßlichen Himmelsraume Körper, die gewöhnlicherweise dunkel sind, und sich nur dann und wann entzünden. Einige Wundersterne mögen von der ersten, andere aber von der letzten Art sein.

2) **Doppelsterne, dreifache Sterne**, und überhaupt **vielfache Sterne**. Diese sind vermuthlich nichts anders als zwei, drei oder mehrere Fixsterne die hinter einander, und fast in gerader Linie mit dem Zuschauer stehen; sie können übrigens in sehr großen Entfernungen von einander sein, obgleich sie sich am eingebildeten Firmamente beinahe zu berühren scheinen.

3) **Nebelsterne und Schimmerwolken**, sind gewisse Stellen am Himmel, die weißlich aussehen und einen schwachen Glanz haben. Die Schimmerwolken unterscheiden sich von den Nebelsternen nur darin, daß jene viel größer sind als diese. Beide Erscheinungen rühren vermuthlich von sehr vielen aber sehr weit von uns entfernten Sternen her, die man nicht von einander unterscheiden kann, sondern zusammen für einen etwas hellen Fleck ansiehet.

4) Die **Milchstraße**. Diese bildet einen schimmernden weißlichen Gürtel, der den ganzen Himmel umgiebt, dessen Ränder aber ziemlich ungerade abgeschnitten sind. Die Milchstraße ist vermuthlich mit den Nebelsternen und Schimmerwolken von einerlei Beschaffenheit.

§. 3.

§. 3.

Die mit bloßen Augen sichtbaren Sterne sind eben nicht in so ungeheurer Menge als man sich es vorstellet; die Alten zählten deren nicht viel mehr als tausend; ihre Anzahl scheinet nur so groß, weil sie ohne Ordnung zerstreuet sind. Tausend Soldaten die in Glied und Reihe neben einander stehen, sehen nicht so zahlreich aus, als wenn sie sich zerstreuen. Mit Fernröhren entdecket man aber in der That eine ungeheure Menge von Sternen, um welche man sich jedoch weniger zu bekümmern pfleget, als um diejenigen, die mit unbewaffneten Augen gesehen werden können.

§. 4.

Die Fixsterne sind an Glanze sehr verschieden: man pfleget diejenigen die mit bloßen Augen sichtbar sind, in sechs Ordnungen oder sechs Größen einzutheilen (S. 5.). Es giebt also Sterne von der ersten, zweiten, dritten, vierten, fünften und sechsten Größe; diese Abtheilung ist ziemlich willkührlich, und betrift eigentlich nicht die Größe sondern den Glanz; denn die helleren Sterne sind deswegen nicht größer; durch Fernröhre siehet man sie alle fast nur wie mehr oder weniger glänzende Punkte, weil diese Werkzeuge das falsche Licht entfernen, wodurch ein heller Gegenstand größer aussiehet, als er seiner Entfernung zufolge scheinen sollte. Die Sterne welche weniger glänzen als die von der sechsten Größe, wurden von den Alten dunkle Sterne genannt; jetzt pfleget man ihnen die siebente, achte Größe u. s. w. zuzuschreiben. Vermuthlich beruhet die größere oder geringere Helligkeit der Sterne meistens auf ihrem größern oder kleinern Abstande von uns, auch zum Theil auf ihrer Größe.

§. 5.

Um sich die Lage der Sterne am Himmel besser vorstellen zu können, hat man in Gedanken am Firmamente gewisse Gestalten von Menschen, Thieren und leblosen Dingen gezeichnet. Alle Sterne die im Umrisse einer solchen Gestalt begriffen sind, werden zusammen ein **Sternbild** oder **Gestirn** genannt. Die Lage jedes einzelnen Sternes wird dadurch bestimmet, daß man seinen Ort in der eingebildeten Gestalt angiebt; z. E. wenn die Gestalt eine Person ist, so saget man der Stern befindet sich im Kopfe, im Gürtel, auf der Brust u. s. w. Wenn ein Sternbild doppelte Glieder hat, wie z. E. bei menschlichen Gestalten, so unterscheidet man sie durch die Beiwörter **vorgehend**, **nachgehend**, welche sich auf die tägliche Bewegung beziehen, bei welcher ein Arm oder Fuß vorangehet, und der andere ihm folget. Wenn sie aber ohngefähr zugleich durch den Meridian gehen, so nennet man den einen nördlich, den andern südlich. Die Beiwörter **rechts** und **links**, wie auch **östlich** und **westlich** sind bei Sternbildern etwas zweideutig, und werden daher lieber vermieden.

Zu noch mehrerer Deutlichkeit findet man auf Himmelskugeln und Himmelskarten die einzelnen Sterne jedes Bildes mit griechischen und lateinischen Buchstaben bezeichnet.

Merkwürdige Sterne haben ihre eigenen Namen, die von dem Bilde worin sie liegen, ganz unabhängig sind.

Es giebt viele Sterne, hauptsächlich kleine, die zu keinem Sternbilde gehören; man nennet sie **zerstreuete** oder **ungebildete Sterne**, und wenn man ihre Lage beschreiben will, so muß man die nächsten Bilder und ihre Theile angeben. Sie pflegen auch wohl wirklich zu den nächsten Bildern mitgerechnet und mit Buchstaben eben so numeriret zu werden, als wenn sie im Bilde befindlich wären.

§. 6.

§. 6.

Nachdem man den ganzen Himmel in Sternbilder eingetheilet hat, so hat man diese Bilder zu mehrerer Bequemlichkeit auf den Oberflächen der künstlichen Himmelskugeln gezeichnet. Auch hat man Himmelsatlasse, worin man erstlich das ganze Firmament in zwei Halbkugeln abgebildet, und dann auf besondern Karten die einzelnen Sternbilder findet. Bevor man die Sternbilder am Himmel selbst aufsuche, ist es gut daß man sie erst auf der Himmelskugel oder den Himmelskarten kennen lerne, um die Uebersicht des ganzen Firmaments zu erlangen. So lernet man die Länder der Erde auf der Karte kennen, bevor man sie wirklich bereiset und anschauet.

§. 7.

Die Alten zählten am ganzen Himmel nur 50 Sternbilder. Jetzt aber ist ihre Anzahl bis 100 angewachsen: denn theils haben die Seefahrer viele südliche Sterne entdecket, die in Europa gar nicht zu sehen sind, weil sie vom Südpole weniger entfernet sind als dieser vom Horizonte; theils auch hat man für nöthig gefunden, einige Räume zwischen den alten Sternbildern mit neuen anzufüllen, auf daß nicht gar zu viel Sterne zerstreuet oder ungebildet blieben. Um nun so viel Bilder im Gedächtnisse zu behalten, wird es nöthig sein, solche in einige größere Abtheilungen zu zerlegen. Bis jetzt hat man noch keine recht bequeme Abtheilung des Himmels eingeführet. Gemeiniglich unterscheidet man bloß die nördlichen und südlichen Sternbilder, und zwischen beiden den Thierkreis, das heißt die Bilder durch welche die Ekliptik gehet. Es sind aber die nördlichen und südlichen Bilder so zahlreich, daß man sie nicht gut ohne eine fernere Abtheilung übersehen kann. Wollte man auch in jeder Halbkugel, in der nördlichen sowohl als in der südlichen, wiederum zwischen den alten und neuen Sternbildern einen Unterschied machen, so würde dem Lernenden dadurch wenig geholfen werden; es würde im Gegentheil eine Verwirrung daraus entstehen, indem die neuen Sternbilder zwischen den alten hie und da eingeschoben sind. Wir wollen also außer dem Thierkreise, noch den Gürtel der Milchstraße nebst den Sternbildern durch welche sie gehet, zur Hülfe nehmen. Die Milchstraße und der Thierkreis theilen den Himmel in vier Felder, welche zwischen ihren Bögen liegen; ich will sie **Reiche** nennen, und sie durch folgende Namen von einander unterscheiden: das erste soll das **Reich des Herkules** sein; das zweite, das **Reich Friedrichs**; das dritte, das **Reich Orions**; das vierte, das **Reich des Zentauren**. Diese Namen entlehne ich von einem merkwürdigen Sternbilde jedes Reichs. Das zweite Reich insbesondere hat den Namen von dem neuen Gestirne **Friedrichs Ehre**, welches Herr Professor **Bode** zur Ehre Friedrichs des zweiten, Königs von Preußen, eingeführet hat. Auswärtige, welche an dem Ruhme unsers großen Helden weniger Antheil nehmen, können es das **Reich der Andromeda** nennen.

§. 8.

Der Gürtel der Milchstraße enthält 20 Sternbilder; diese sind, 1) der Fuhrmann, 2) Perseus mit Medusens Kopfe, 3) Kassiopea, 4) Zefeus (Cepheus), 5) der Schwan, 6) der Fuchs mit der Gans, 7) der Pfeil, 8) der Adler mit Antinous, 9) der kleine Stier oder der Poniatowskysche Stier, 10) das Sobieskysche Schild oder kurz das Schild, 11) das Fernrohr, 12) der Altar, 13) Lineal und Winkelhaken, 14) der Zirkel (Circinnus), 15) das südliche Dreieck, 16) die Biene oder die südliche Fliege, 17) das Kreuz,

18) Karls Eiche, 19) das Schiff Argo, oder kurz das Schiff, 20) das Einhorn.

Es giebt Bilder die zwar zum Theil in der Milchstraße selbst liegen, aber doch bequemer zu andern Abtheilungen des Himmels gerechnet werden, zum Beispiel der Schlangenmann, welcher mit seiner Schlange einen großen Raum im Felde des Herkules einnimmt, und also dahin zu rechnen ist; eben so der Skorpion und der Schütze, die nicht aus dem Thierkreise weggenommen werden können.

Der **Thierkreis** bestehet, wie schon gesaget, aus den Bildern durch welche die Ekliptik gehet. Sie sind 12 an der Zahl, und heißen, wenn wir von der Milchstraße in der Nähe des Fuhrmanns anfangen, und nach der Ordnung der Zeichen fortgehen: 1) die Zwillinge, 2 der Krebs, 3) der Löwe, 4) die Jungfrau, 5) die Waage, 6) der Skorpion, 7) der Schütze, 8) der Steinbock, 9) der Wassermann, 10) die Fische, 11) der Widder, 12) der Stier. Man pfleget sonst den Thierkreis vom Widder an zurechnen, und jedes Sternbild durch einen hieroglyfischen Schriftzug anzudeüten, wie hier folget:

I Widder ♈	VII) Wage ♎
II) Stier ♉	VIII) Skorpion ♏
III) Zwillinge ♊	IX) Schütze ♐
IV) Krebs ♋	X) Steinbock ♑
V) Löwe ♌	XI) Wassermann ♒
VI) Jungfrau ♍	XII) Fische ♓

Man siehet, daß die meisten dieser Sternbilder Thiere vorstellen, daher auch der Name **Thierkreis**.

Vor etwa 2000 Jahren lag der Widder im ersten Zeichen oder Theile der Ekliptik, der Stier im zweiten Zeichen u. s. w. Daher wurden auch die 12 Zeichen der Ekliptik durch die angeführten 12 kleinen Figuren nach der Ordnung der 12 Bilder angedeutet. Jetzt aber hat sich der Frühlingspunkt schon so verändert, daß das erste Zeichen der Ekliptik nicht mehr im Widder sondern in den Fischen lieget. Folglich ist es ungereimt, die Zeichen der Ekliptik noch auf der alten Art anzudeuten, wie es oft geschiehet; es ist besser den Stand der Sonne und der Planeten bloß durch ihre Standlänge in Zeichen und Graden anzugeben. Von der alten Lage des Aequators in Betrachtung des Thierkreises rührt es noch her, daß der nördliche Wendekreis der **Wendekreis des Krebses**, und der südliche der **Wendekreis des Steinbocks** genannt wird, weil dazumal die Sonne im Anfange des Sommers in das Bild des Krebses, und im Anfange des Winters in das Bild des Steinbocks eintrat.

Das **Feld des Herkules** ist begrenzet durch folgende Bilder der Milchstraße und des Thierkreises: Fuhrmann, Perseus, Kassiopea, Zefeus, Schwan, Gans, Adler, Schild; Schütze, Skorpion, Wage, Jungfrau, Löwe, Krebs, Zwillinge. Es enthält 17 Sternbilder, welche sind: 1) Herkules und Zerberus, 2) die Leier, 3) der Drache, 4) der große Bär, 5) der kleine Bär, 6) das Rennthier, 7) der Feldhüter, 8) das Kameelpard, 9) der Fuchs, 10) Herschels großes Teleskop, 11) der kleine Löwe, 12) Berenizens Haar, 13) Bootes oder der Hirt, 14) die Jagdhunde, 15) die nördliche Krone, 16) der Berg Mänalus, 17) der Schlangenmann oder Schlangenträger mit seiner Schlange.

Das **Feld Friedrichs** ist begrenzt durch den Fuhrmann, Perseus, Medusens Kopf, Kassiopea, Zefeus, den Schwan, den Fuchs, den Pfeil, den Adler, Antinous, das Schild; den Schützen, den Steinbock, den Wassermann, die Fische, den Widder und den Stier.

Stier. Dieses Feld begreift 9 Bilder. Diese sind: 1) Friedrichs-Ehre, 2) die Eidexe, 3) Andromeda, 4) das größere Dreieck, 5) das kleinere Dreieck, 6) die Fliege, 7) Perseus, 8) das kleine Pferd, 9) der Delfin.

Das **Feld Orions** ist durch folgende Sternbilder begrenzet: Stier, Widder, Fische, Wassermann, Steinbock, Schütze, Skorpion; Lineal und Winkelhaken, Zirkel, Biene, Karls Eiche, Schiff, Einhorn. Es enthält folgende 32 Bilder: 1) Orion, 2) der Hase, 3) der große Hund, 4) die Taube, 5) der Wallfisch, 6) Herschels kleines Teleskop, 7) Georgens Psalterharfe, 8) Brandenburgs Zepter, 9) der Fluß Eridan, 10) der südliche Fisch, 11) das Mikroskop, 12) die Werkstätte des Bildhauers, 13 der chemische Ofen, 14 die Grabstichel, 15) das Gestelle des Malers, 16) der Goldfisch, 17) das rhomboidische Netz, oder mikrometrische Netz, 18) die Pendeluhr, 19 der Phönix, 20) der Tukan, 21) der Kranich, 22) der Indianer, 23) der Pfau, 24) die sudliche Krone, 25 der Paradiesvogel, 26) der Oktant, 27) die kleine Wasserschlange oder die männliche Wasserschlange, 28) die kleine Schimmerwolke, 29) die große Schimmerwolke, 30) der Tafelberg, 31) der fliegende Fisch, 32) der Kameleon.

Das **Feld des Zentauren** hat zur Grenze den Skorpion, die Wage, die Jungfrau, den Löwen, den Krebs, die Zwillinge; das Einhorn, das Schiff, Karls Eiche, das Kreuz, den Zirkel, das Lineal und den Winkelhaken. Die Bilder dieses Feldes sind folgende zehn: 1) der Zentaur, 2) der Wolf, 3) der einsame Vogel, 4) der Rabe, 5) der Becher, 6) der Sextant, 7 die große Wasserschlange oder die weibliche Wasserschlange, 8) der kleine Hund, 9) die Bussole, 10) die Luftpumpe.

Wir haben also;

In der Milchstraße	20	Sternbilder
Im Thierkreise	12	— —
Im Felde des Herkules	17	— —
Im Felde Friedrichs	9	— —
Im Felde Orions	32	— —
Im Felde des Zentauren	10	— —
Summe	100	Bilder.

Da die Zahl der Sternbilder schon so hoch angewachsen ist, so wäre wohl nicht rathsam noch mehrere hinzuzufügen, und dadurch die Kenntniß des gestirnten Himmels noch mehr zu erschweren. Mein unmaßgeblicher Rath an die Sternkundigen wäre also, den Himmel nun als geschlossen anzusehen, so daß kein König oder großer Mann, oder irgend ein anderer merkwürdiger Gegenstand, darinn aufgenommen werden könnte; daß von nun an alle astronomische Apotheosen aufhörten, und daß die Ehre die Friedrich dem zweiten erwiesen worden, die letzte dieser Art wäre.

Wir wollen nun die einzelnen Sternbilder kürzlich beschreiben, und dabei die vorgeschlagene Abtheilung und Ordnung beobachten.

§. 9.

Wir fangen mit den 20 Sternbildern der Milchstraße an.

1) Der **Fuhrmann** liegt zwischen Perseus, Stier, Zwillingen, Luchs und Kameelpard. Auf seiner vorgehenden Schulter ist ein Stern erster Größe, welcher die **Ziege** genannt wird. Ein Paar kleine Sterne die der Ziege gegen Mittag liegen, werden von einigen die **Lämmer der Ziege** genannt. Man stellet sich vor, der Fuhrmann trage diese Ziegen auf seinem Rücken. Auf der nachgehenden Schulter ist ein Stern zweiter Ordnung

nung, und einer derselbigen Ordnung befindet sich im nachgehenden Fuße, welcher aber zum nördlichen Horn des Stiers gerechnet wird. Diese beiden Sterne nebst der Ziege machen ein gleichschenkeliches Dreieck, durch dessen Fläche die Milchstraße durchgehet. Die übrigen Sterne des Fuhrmanns sind weniger merkwürdig.

2) **Perseus mit Medusens Kopfe**, liegt zwischen Andromeda, groß Dreieck, klein Dreieck, Fliege, Stier, Fuhrmann, Kameelpard, und Kassiopea. In der nachgehenden Seite des Körpers befinden sich drei Sterne in gerader Linie, wovon der mittelste zweiter, die beiden andern aber dritter Ordnung sind. Noch zwei Sterne dritter Ordnung befinden sich im Knie und im Fuße des nachgehenden Beines, wovon der erstere ein Doppelstern ist. Die übrigen Sterne sind kleiner. Fast der ganze Perseus lieget in der Milchstraße, welche hier sehr hell ist. **Medusens Kopf** wird zum Sternbilde des Perseus mitgerechnet. Perseus hält ihn bei den Schlangen, welche die Stelle der Haare vertreten. Der ganze Kopf bestehet aus vielen kleinen Sternen, vorzüglich aber bemerket man den Stern Algol. Er gehöret zu den veränderlichen. Er erscheinet wechselsweise als ein Stern zweiter, dritter und vierter Ordnung, und wird dann wieder heller. Seine Lichtperiode beträgt nicht mehr als 2 Tage 20 Stunden und ohngefähr 49 Minuten.

3) **Kassiopea**, liegt zwischen Zefeus, Friedrichs-Ehre, Andromeda, Perseus, Kameelpaard, Feldhüter und Rennthier. Dieses Bild enthält unter andern fünf Sterne dritter Ordnung, und verschiedene kleinere. Einige vergleichen die Gestalt, welche die vornehmsten Sterne dieses Bildes machen, mit einem umgekehrten Stuhle, andere mit den Buchstaben Y. In diesem Sternbilde erschien von 1572 bis 1574 ein sehr heller Stern, der die Sterne erster Ordnung an Glanze übertraf,

traf, und sogar bei Tage sichtbar war; er ist aber seitdem nicht wieder gesehen worden. Da schon vor ältern Zeiten in dieser Gegend des Himmels ein solcher Stern gesehen worden, so ist zu vermuthen, daß dort ein Himmelskörper befindlich sei, der gewöhnlich dunkel ist, sich aber nach langen Zeiträumen auf einige Monate oder Jahre entzündet. Man hat in der Kassiopea noch einige andere aber kleinere Sterne bemerket, welche verschwinden und wieder erscheinen.

4) **Zefeus** (Cepheus) lieget zwischen Drachen, Schwan, Eidexe, Friedrichs-Ehre, Kassiopea, Rennthier und kleinem Bär. Der Kopf und die Schultern des Zefeus liegen in der Milchstraße, das übrige aber mehr gegen Norden. In der vorhergehenden Schulter ist ein Stern dritter Größe, ebenfalls einer im Gürtel und noch einer im nachgehenden Fuße. Im Kopfe findet man einen Doppelstern ζ und einen veränderlichen δ, welcher von der dritten bis zur fünften Ordnung übergehet; seine Lichtperiode beträgt 5 Tage 8 Stunden 37 Minuten. Beim Zefeus zertheilet sich die Milchstraße in zwei neben einander fortlaufenden Streifen, welche sich beim Altar wieder vereinigen.

5) Der **Schwan** lieget zwischen Leier, Fuchs und Gans, Pegasus, Eidexe, Zefeus, Drache, in beiden Streifen der Milchstraße. Die merkwürdigsten Sterne dieses Bildes machen ein großes Kreuz am Himmel. Der helleste ist zweiter Größe und befindet sich am Bauche, die übrigen sind dritter, vierter Ordnung u. s. w. Der Stern $\varkappa$ am Halse verändert sich von der dritten Größe bis zum Verschwinden. Seine Periode beträgt 400 Tage. Neben γ auf der Brust ist ein anderer Stern der sich ebenfalls von der dritten Größe bis zum Verschwinden verändert, dessen Periode aber noch nicht bekannt ist. Ueber dem Kopfe des Schwans war

noch

noch ein veränderlicher Stern, der aber seit mehr als hundert Jahren ganz unsichtbar geworden ist.

6) Der **Fuchs mit der Gans** lieget zwischen Pfeil, Adler, Delfin, Pegasus, Schwan, Leier und Zerberus, in beiden Streifen der Milchstraße, hat nichts merkwürdiges, und bestehet nur aus Sternen vierter Ordnung und noch kleineren.

7) Der **Pfeil** lieget zwischen der Gans, dem Adler und dem Fuchse. Man erkennet ihn an vier Sternen vierter Größe, die einigermaßen die Gestalt eines Pfeiles darstellen.

8) Der **Adler** und **Antinous** liegen zwischen Zerberus, kleinem Stier, Schlangenmann, Schild, Schütze, Wassermann, Delfin, Fuchs mit Gans, und Pfeil; in und an dem nachgehenden Streifen der Milchstraße. Der helleste Stern wird von einigen zur ersten, von andern zur zweiten Ordnung gerechnet. Er heißt der **Helle des Adlers** (Lucida Aqualae). Die übrigen Sterne des Adlers und des Antinous sind dritter, vierter Größe und kleiner. Der Stern η in der nachgehenden Schulter des Antinous verändert sich von der dritten bis zur fünften Größe. Seine Periode beträgt ohngefähr 7 Tage 5 Stunden.

9) Der **kleine Stier**, oder der **Poniatowskysche Stier**, zwischen Zerberus, dem Schlangenträger und dem Adler, im vorgehenden Streife der Milchstraße, enthält etwa zehn mit bloßen Augen sichtbare Sterne, worunter der helleste vierter Größe ist.

10) das **Schild**, oder das **Sobieskysche Schild**, lieget zwischen dem Schlangenmanne, dem Schützen und Antinous, im nachgehenden Streife der Milchstraße, und enthält einige Sterne vierter Größe und kleinere. In dieser Gegend sind die beiden Streifen der Milchstraße etwas weit aus einander. Der nachgehende gehet vom Schilde an durch die Hand des Schützen und durch den

Schweif

Schweif des Skorpions bis zum Altar. Der andere gehet durch einen Arm und ein Bein des Schlangenträgers und den Hintertheil des Skorpions, bis zum Lineal und Winkelhaken. In der Gegend des Altars, des Lineals und Winkelhakens vereinigen sich die beiden Streifen der Milchstraße wieder.

11) Das Fernrohr, 12) der Altar, 13) das Lineal und der Winkelhaken, 14) der Zirkel oder Kreisschreiber, 15) das südliche Dreieck, 16) die Biene, 17) das Kreuz, 18) Karls Eiche, sind für unsere Polhöhe unsichtbar.

19) Das Schiff, oder **das Schiff Argo**, zwischen Taube, Malergestell, Goldfisch, fliegendem Fisch, Karls Eiche, Luftpumpe, Bussole, Einhorn und großem Hund, enthält einen Stern erster Ordnung Namens **Kanopus**, ganz nahe am Malergestell, nicht weit vom Goldfische und von der Taube. Außerdem findet man in diesem Bilde noch wenigstens sechs Sterne zweiter Größe, eben so viel dritter Größe, und eine Menge kleinerer. Es ist eines der schönsten Sternbilder am südlichen Himmel, aber für uns größtentheils unsichtbar: auch den Kanopus sehen wir nicht.

20) Das **Einhorn**, zwischen Orion, Hase, großem Hund, Schild, Bussole, großer Wasserschlange, kleinem Hund und Zwillingen, ist ein ziemlich großes aber unbedeutendes Sternbild, welches aus Sternen vierter und niederer Ordnung bestehet. Es nimmt sich desto weniger aus, da es zwischen den schönen Bildern des Orions, des großen Hundes und kleinen Hundes lieget.

Wenn wir von den 20 Bildern der Milchstraße 8 für uns ganz unsichtbar abrechnen, so bleiben 12 sichtbare, worunter das Schiff mitgerechnet ist.

§. 10.

Wir wollen jezt die Sternbilder des Thierkreises betrachten, und mit den Zwillingen anfangen, weil dieses

ses Bild nicht weit vom Fuhrmanne stehet, welchen wir für das erste Bild der Milchstraße angenommen haben. Auch trift es sich im jetzigen Jahrhunderte, daß die Sonne gerade mit Anfange des Sommers in dieses Bild tritt, oder es zu bedecken anfängt.

1) Die **Zwillinge**, zwischen Stier, Orion, Einhorn, Krebs, Luchs und Fuhrmann. Man unterscheidet vorzüglich in diesem Gestirne zwei Sterne zweiter Ordnung, welche die beiden Köpfe der Zwillinge vorstellen; der vorgehende heißt **Kastor**, der nachgehende **Pollux**. Am vorgehenden Fuße des nachgehenden Zwillings ist noch ein Stern zweiter Größe, ganz nahe an der Milchstraße. Die übrigen Sterne sind dritter, vierter Ordnung u. s. w. Der Stern δ der Zwillinge, gerade in der Ekliptik ist ein Doppelstern.

2) Der **Krebs**, zwischen kleinem Hund, Wasserschlange, Löwen, kleinem Löwen und Luchs. Dieses Bild enthält zwei Sterne dritter Ordnung und verschiedene kleinere. Das Merkwürdigste darin ist ein Nebelstern, den man die **Krippe** nennet, und in welchem man durch Fernröhre eine große Menge Sternchen entdecket. Der Krippe gegen Norden und gegen Süden siehet man mit bloßen Augen zwei kleine Sterne, welche von einigen die **Esel** genannt werden.

3) Der **Löwe** zwischen Krebs, Wasserschlange, Sextant, Becher, Jungfrau, Berenizens Haar und kleinem Löwen. Der Löwe enthält verschiedene schöne Sterne. Das **Löwenherz** oder **Regulus** ist erster Größe. Im Schwanze des Löwen ist noch ein Stern erster Größe. Am Rücken siehet man zwei Sterne zweiter Größe. Diese vier Sterne machen ein Trapzeium, woran dieses Gestirn leicht zu erkennen ist. Die übrigen Sterne sind dritter und vierter Ordnung. Einige haben ein veränderliches Licht.

4)

4) Die **Jungfrau**, zwischen Löwen, Becher, Raben, Wage, Berg Mänalus, Hirten und Berenizens Haaren. Sie hält seitwärts neben ihrer südlichen Lende eine Kornähre, worinn ein Stern erster Größe ist, den man deswegen die Kornähre nennet. Die übrigen Sterne der Jungfrau sind dritter und vierter Ordnung. Der eine mit ϵ bezeichnete im nördlichen Flügel oder im nördlichen Arme, heißt die **Weinleserin** (vindemiatrix). Der Stern γ im Gürtel der Jungfrau, nahe am Aequator, ist ein Doppelstern.

5) Die **Wage**, zwischen Jungfrau, Wasserschlange, Zentaur, einsamen Vogel, Skorpion, Schlange des Schlangenmannes und Berg Mänalus. Die beiden Hauptsterne sind zweiter Größe, und stellen die beiden Schalen der Wage vor. Von den übrigen Sternen ist einer dritter Ordnung, alle übrigen sind weniger ansehnlich.

6) Der **Skorpion**, zwischen Wage, einsamen Vogel, Wolf, Lineal, Altar, Fernrohr, Schlangenmann und dessen Schlange. Dieses Bild enthält einen Stern erster Größe, Namens **Antares** oder das **Herz des Skorpions**, welcher mit einem röthlichen Lichte glänzet. Im Kopfe ist ein Stern zweiter Größe. Die übrigen sind kleiner. Der hintere Theil und der Schweif des Skorpions gehen durch beide Streife der Milchstraße.

7) Der **Schütze**, zwischen Skorpion, Fernrohr, südlicher Krone, Kranich, Mikroskop, Steinbock, Antinous, Schild, Schlangenmann. Dieses Sternbild ist ziemlich unbedeutend. Es enthält einige Sterne dritter Größe und mehrere kleine. Der Pfeil des Schützen sammt dem Bogen und dem vorgehenden Arme, reichen bis in die Milchstraße.

8) Der **Steinbock**, zwischen Schützen, Mikroskop, südlichen Fischen und Antinous, hat im Kopfe

zwei Sterne dritter Größe, wovon der eine α ein Doppelstern ist. Außerdem sind noch im Schwanze ein Paar Sterne dritter Größe; die übrigen sind kleiner.

9) Der **Wassermann**, zwischen Steinbock, südlichem Fische, Wallfisch, Fischen des Thierkreises, Pegasus, kleinem Pferd und Antinous, hat vier Sterne dritter Größe, nämlich drei in krummer Linie am Rücken und in den Schultern, und einen am nachgehenden Fuße. Der Krug und der Wasserguß enthalten einige Sterne vierter Größe und viele kleinere. Dieser Wasserguß gehet bis an den südlichen Fisch, wo ein Stern erster Größe Namens **Fomahant** befindlich ist, welchen einige noch zum Wasser des Wassermannes, andere aber zum südlichen Fische rechnen. Der Stern ζ in der Hand oder im Kruge des Wassermannes ist ein Doppelstern.

10) Die **Fische**, zwischen Wassermann, Wallfisch, Widder, kleinem Dreieck, großem Dreieck, Andromeda und Perseus sind zwei an der Zahl, die man aber mit dem südlichen Fische in Orions Felde nicht verwechseln muß. Der vorgehende liegt nahe am Pegasus und am Kruge des Wassermannes; der nachgehende aber zwischen dem Widder und dem Kopfe der Andromeda. Sie sind vermittelst eines langen Bandes verknüpft, welches am Rücken des Wallfisches befestigt zu sein scheinet und dort einen Knoten machet. In diesem Knoten ist ein Stern dritter Ordnung, der ein Doppelstern ist. Alle übrigen Sterne dieses Bildes sind vierter und geringerer Größe.

11) Der **Widder**, zwischen Fischen, Wallfisch, Stier, Fliege, kleinem Dreieck und großem Dreieck. In diesem Bilde bemerket man vorzüglich die beiden Sterne dritter Größe in den Hörnern. Der vorgehende hat noch einen kleinern Stern neben sich; dieser heißt der **erste Stern des Widders.** Vor ein Paar tausend

Jahren befand sich der Frühlingspunkt der Ekliptik in der Gegend dieses Sternes, der deswegen als Anfang der Ekliptik betrachtet wurde. Noch jetzt wünschen einige Sternkundigen, man möchte die Standlängen nicht vom Frühlingspunkte an rechnen, weil er veränderlich ist, sondern von dem Punkte der Ekliptik, der mit dem Anfange des Widders in einem und demselbigen Längenkreise lieget.

Der kleine Stern π am Hintertheile des Widders ist ein Doppelstern.

12. Der **Stier**, zwischen Widder, Wallfisch, Eridan, Orion, Fuhrmann, Perseus, Meduse und Fliege, wird nur wie der Vordertheil eines Ochsen abgebildet. **Aldebaran** oder das **Ochsenauge**, ist ein Stern erster Ordnung. An der Spitze des nördlichen Horns ist ein Stern zweiter Größe, der zugleich im Fuße des Fuhrmanns liegt. An der Spitze des südlichen Horns ist ein Stern dritter Größe. Sieben Sterne, wovon drei dritter Ordnung und vier kleinere sind, die sich alle sieben in der Nähe des Aldebarans befinden, heißen die **Hyaden**. Im Rücken des Stieres befinden sich die Pleiaden oder das **Siebengestirn**, welches aus sechs mit bloßen Augen sichtbaren und einigen kleineren Sternen bestehet. Die gemeinen Leute nennen es die **Gluckhenne**. Man vermuthet, daß eine der Pleiaden verschwunden oder dunkler geworden ist, weil die Alten immer sieben Pleiaden zählten: indessen können die Alten hierin geirret haben.

Alle zwölf Bilder des Thierkreises sind bei uns sichtbar; nur ein Theil vom Schwanze des Skorpions, und der untere Theil des Schützen steigen nicht bis über unseren Horizont.

§. 11.

Nachdem wir die beiden Gürtel oder Streife der Milchstraße und des Thierkreises betrachtet haben, so nehmen

nehmen wir die vier Reiche des Himmels vor, und fangen mit dem Reiche des Herkules an.

1) **Herkules mit Zerberus**, zwischen nördlicher Krone, Schlange, Schlangenmann, Adler, Gans, Leier, Drachen und Hirten, enthält 9 Sterne dritter Ordnung und viele kleinere. Die Sterne im Kopfe und ρ in der nachgehenden Lende sind Doppelsterne. Im nachgehenden Fuße siehet man bei hellem Wetter einen Nebelstern. Zerberus wird als eine dreiköpfige Schlange vorgestellt, welche Herkules in der nachgehenden Hand hält, und begreift eine Gruppe von ganz kleinen Sternen, die bis in die Milchstraße reichet. Einige setzen an der Stelle des Zerberus einen Zweig mit den Aepfeln der Hesperiden, andere den Zweig und die Schlange zugleich.

2) Die **Leier**, zwischen Herkules, Zerberus, Gans, Schwan und Drachen, enthält einen Stern erster Größe, den man den **hellen Stern der Leier** (lucida lyrae) nennet. Die übrigen sind dritter, vierter Größe u. s. w. Viere von ihnen machen beinahe ein Rhomboides oder eine länglichte Raute. Der Stern ε ist ein Doppelstern; ζ ist es ebenfalls und scheinet sich manchmal in mehr als zwei Sterne zu zertheilen. In der Leier ist auch ein Nebelstern anzutreffen, der aber sehr schwach scheinet.

3) Der **Drache**, zwischen großem Bären, Hirten, Herkules, Leier, Schwan, Zefeus, kleinem Bären, und Kameelpard, enthält einen Stern zweiter Größe im Schwanze, die übrigen sind dritter Ordnung und noch kleiner. Der Kopf liegt neben den Füßen des Herkules. Von dort aus krümmet sich der Leib längs dem Zefeus, und dem kleinen Bären, und der Schwanz befindet sich zwischen beiden Bären. μ im Maule des Drachens ist ein Doppelstern. Der Pol der Ekliptik

befindet sich ohngefähr in der Mitte zwischen den Sternen δ und ζ des Drachens.

4) Der **große Bär**, zwischen Luchs, kleinem Löwen, Jagdhunden, Drachen und Kameelpard, enthält sieben Serne zweiter Größe, welche von den Landleuten **der große Wagen** genannt werden. Viere derselben sollen die Räder und die drei übrigen die Deichsel vorstellen. In der Gestalt eines Bären aber kömmt der Schweif anstatt der Deichsel. Die Alten nannten diese Sterne **die sieben Zugochsen** (septem triones), daher der lateinische Name der Mitternachtseite des Himmels (septentrio). Die übrigen Sterne des Bären sind dritter, vierter Größe u. s. w. Der Kopf enthält eine ziemlich zahlreiche Gruppe derselben; die eine Vorderklaue endigt sich mit zwei kleinen Sternen, eben so die beiden Hinterklauen. Diese drei Paar Sternchen machen die Grenzen dieses Bildes recht kennbar. Es scheinet daß einige Sterne des großen Bären, hauptsächlich δ am Ende des Rückens oder am Anfang des Schweifes, ein veränderliches Licht haben. Der Stern ζ mitten im Schweife muß als ein Doppelstern betrachtet werden; denn er hat neben sich ein Sternchen, welches von ihm kaum zu unterscheiden ist; dieses Sternchen nennen die Araber **Alkor** oder das **Reiterchen**.

5) Der **kleine Bär**, zwischen Drachen, Zefeus, Rennthier und Kameelpard, hat ohngefähr die nämliche Gestalt wie der große Bär; nur hat die Figur eine ganz andere Lage. Der merkwürdigste Stern in diesem Bilde ist der **Polarstern**, welcher der äußerste im Schweife ist. Man findet den Polarstern, wenn man in Gedanken eine gerade Linie durch die beiden vorgehenden Sterne des Trapeziums im großen Bär ziehet, und diese Linie über den Rücken des großen Bären fortsetzet. Alsdann ist der Polarstern ohngefähr so weit vom nördlichsten der beiden angeführten Sterne, als dieser vom Ende des

Schwei-

Schweifes desselbigen Bildes. Der Polarstern ist zweiter Ordnung. Er wird deswegen so genannt, weil er der nächste helle Stern am Nordpole ist. Er ist etwa zwei Grade davon entfernet. Indessen ist diese Entfernung nicht ganz unveränderlich: denn da der Aequator seine Neigung gegen die Ekliptik etwas verändert, so muß nothwendig auch die Lage des Pols dadurch verrücket werden. Diese Veränderung ist aber sehr klein. Außer dem Polarstern hat der kleine Bär im Rücken noch einen Stern zweiter Größe; die übrigen sind kleiner.

Nahe bei ε im kleinen Bären muß ein Stern verschwunden sein, den man in ältern Verzeichnissen und Karten antrift, jetzt aber nicht wieder findet.

Der kleine Bär heißt bei den Landleuten der **kleine Wagen.**

6) Das **Rennthier**, 7) Der **Feldhüter** (le Messier), 8) das **Kameelpard**, 9) der **Luchs**, 10) **Herschels größeres Teleskop**, sind sehr unbedeutende Sternbilder, und füllen den Raum zwischen Zefeus, Kassiopea, Perseus, Zwillingen, Krebs, kleinem Löwen, großem Bären, Drachen und kleinem Bären.

11) Der **kleine Löwe**, zwischen Krebs, Löwen, Kameelpard, Berenizens Haaren, Jagdhunden, großem Bären und Luchs, hat eine entfernte Aehnlichkeit mit dem Löwen des Thierkreises, über dessen Rücken er sich befindet. Seine hellesten Sterne sind etwa vierter und fünfter Größe.

12) **Berenizens Haare**, zwischen Löwen, Jungfrau, Hirten, Jagdhunden, großem Bären und kleinem Löwen, siehet aus wie eine Schimmerwolke, in welcher man jedoch einige einzelne Sterne unterscheiden kann.

13) Der **Hirt**, (Bootes) oder der **Bärenhüter**, (Arctophylax) zwischen Jagdhunden, Berenizens

Haaren, Jungfrau, Schlange, nördlicher Krone, Herkules, Drachen und großem Bären, liegt so, daß der Schweif des großen Bären geradezu auf ihn weiset. Am vorgehenden Knie ist ein Stern erster Ordnung, Namens **Arkturus**. Außerdem ist dieses Bild kennbar an fünf Sternen dritter Größe, die ein unreguläres Fünfeck bilden, und den Kopf, die beiden Schultern und den Gürtel vorstellen. Von diesen fünfen ist der südlichste ε ein Doppelstern, dessen beide Theile aber schwer zu unterscheiden sind.

14) Die **Jagdhunde**, zwischen großem Bären, Berenizens Haaren und Hirten. Der nördlichere Jagdhund heißt **Asterion**, der südlichere **Chara**. Der Hirt führet sie an Leitbändern. Am Halse der Chara ist ein Stern zweiter Größe Namens **Karls Herz**. Sonst enthalten die beiden Jagdhunde nichts Merkwürdiges.

15) Die **nördliche Krone**, zwischen Hirten, Schlange und Herkules, bestehet aus einem Sterne zweiter Größe, und mehrern vierter Größe und kleineren, die zusammen ohngefähe in einer halben Kreislinie liegen.

16) Der Berg **Mänalus**, zwischen Jungfrau, Wage, Schlange und Hirten, ist ganz unbedeutend.

17) Der **Schlangenmann mit der Schlange**, zwischen Wage, Skorpion, Teleskop, Schützen, Schild, Adler und Antinous, kleinem Stier, Herkules und Zerberus, nördlicher Krone, Hirten und Berg Mänalus, hat am Kopfe einen Stern zweiter Größe, nicht weit vom Kopfe des Herkules. Seine nachgehende Schulter ist kennbar an zwei neben einander stehenden Sternen dritter Größe, die vorgehende Schulter hat zwei Sterne vierter Größe. Der übrige Leib enthält verschiedene Sterne dritter Größe und kleinere. Vom 10ten Oktober 1604 bis zum 8ten Oktober 1605, erschien im nachgehenden Fuße des Schlangenmanns ein

sehr

sehr heller Stern, den man seit der Zeit nicht mehr gesehen hat. Die Schlange des Schlangenmannes, hat ihren Kopf in der Nähe der nördlichen Krone, krümmet sich längs dem Berge Mänalus und der Wage, gehet durch den Unterleib des Schlangenmannes, der sie mit beiden Händen hält, und endiget sich in der Milchstraße neben dem Schilde. In der Gegend des Berges Mänalus hat diese Schlange einen Stern zweiter Größe; sie enthält außerdem verschiedene Sterne dritter Größe und kleinere. Der Kopf ist vorzüglich sternreich.

Alle Sternbilder im Felde des Herkules sind bei uns sichtbar.

§. 12.

Im Felde Friedrichs, welches nun folget, sind die Sternbilder nicht so zahlreich als im vorhergehenden.

1) **Friedrichs-Ehre** zwischen Eidexe, Pegasus, Andromeda und Zeseus, enthält einige Sterne vierter Größe und verschiedene kleinere, da wo sonst der Berg woran Andromeda gefesselt ist, ihre Kette, und ihre nachgehende Hand gezeichnet waren. Das neue Bild stellet ein Schwerd, eine Feder, einen Zweig und eine Krone vor.

2) Die **Eidexe**, zwischen Schwan, Pegasus, Friedrichs-Ehre und Zeseus, ist klein und unbedeutend.

3) **Andromeda**, zwischen Friedrichs-Ehre, Pegasus, nachgehendem Fische des Thierkreises, großem Dreieck, Medusens Kopf, Perseus und Kassiopea, enthält hauptsächlich drei Sterne zweiter Größe, die beinahe in einer geraden Linie, und in gleichen Entfernungen von einander stehen. Der eine ist am Kopfe, und kann auch allenfalls zum Pegasus gerechnet werden, der zweite ist im Gürtel, und der dritte im nachgehenden Fuße. Fast in derselbigen Linie ist auf der

Brust ein Stern dritte Größe; alle übrigen sind kleiner. Wenn man diese Linie nach der Milchstraße hin verlängert, so trift sie ohngefähr den Stern α zweiter Größe im Pegasus. Man hat bemerket daß einige Sterne der Andromeda ihr Licht verändert haben. Ferner, anstatt des Sternes υ im Knie sind zwei andere etwas nördlicher erschienen. Neben dem Stern ν im Gürtel ist ein Nebelstern.

4) Das **größere Dreieck**, zwischen nördlicherem Fische des Thierkreises, Widder, kleinem Dreieck, Medusens Kopf, und Andromeda, bestehet hauptsächlich aus drei Sternen vierter Größe, die ohngefähr ein gleichschenkeliges Dreieck bilden.

5) Das **kleinere Dreieck**, zwischen Widder, Fliege und großem Dreieck, enthält nur sehr kleine Sterne von denen drei ebenfalls ein Dreieck bilden.

6) Die **Fliege**, zwischen kleinem Dreieck, Widder, Stier und Medusens Kopf, enthält einen Stern vierter oder fünfter Größe, und verschiedene kleinere neben ihm.

7) Der **Pegasus** oder das **fliegende Pferd**, zwischen kleinem Pferd, Wassermann, Fischen, Andromeda, Friedrichsehre, Eidexe, Schwan, Fuchs und Delfin, stellet nur den Vorderleib des Pegasus vor, und ist an vier Sternen zweiter Ordnung kennbar, die beinahe ein reguläres Viereck bilden; die übrigen sind dritter Größe und kleiner. Der eine Stern des erwähnten Vierecks gehöret eigentlich zu Andromedens Kopfe. Das Viereck des Pegasus befindet sich am Ende der fast geraden Linie, die durch den Stern α zweiter Größe im Pegasus, und die drei in der Andromeda, gebildet wird.

8) Das **kleine Pferd**, zwischen Antinous, Wassermann, Pegasus und Delfin, stellet nur den Kopf eines Pferdes vor, und ist kennbar an vier Sternen vierter oder fünfter Größe, die ein Trapezium bilden.

9)

9) Der Delfin, zwischen Adler, Antinous, kleinem Pferd, Fuchs und Pfeil, ist kennbar an fünf Sternen dritter Größe, die nahe beisammen liegen, und deren vier ein kleines Trapezium bilden. Die übrigen Sterne sind fünfter Größe und kleiner.

Die Gestirne im Felde Friedrichs sind bei uns alle sichtbar.

§. 13.

Das Feld Orions ist zwar sehr zahlreich an Bildern, aber viele von ihnen sind bei uns nicht sichtbar, und es ist für uns hinlänglich, daß wir ihr Dasein wissen, und sie nöthigenfalls auf der Himmelskugel finden können.

1) Orion, zwischen Fluß Eridan, Hasen, großem Hund, Einhorn, Zwillingen und Stier, reichet mit seinem nachgehenden Arme und dem Zweige den er hält, bis in die Milchstraße. Dieses Sternbild enthält zwei Sterne erster Ordnung, nämlich einen an der nachgehenden Schulter und den andern am vorgehenden Fuße. Dieser heißt Rigel und ist ein Doppelstern. Ferner hat Orion vier Sterne zweiter Ordnung, einen an der vorgehenden Schulter und drei im Gürtel. Unter dem Gürtel und fast mit ihm parallel liegen vier Sterne dritter Größe, wovon die drei ersteren zum Schwerde, der letzte aber zum nachgehenden Knie gehöret. Die übrigen Sterne Orions sind kleiner. Unter dem Gürtel Orions ist ein Nebelstern, in welchem man mit Fernröhrern sieben Sternchen unterscheidet.

2) Der Hase, zwischen Fluß Eridan, Taube, großem Hund und Orion, unter den Füßen dieses letztern, bestehet aus vier Sternen dritter Größe, die beinahe ein Parallelogramm machen, und verschiedenen kleineren.

3) Der große Hund, zwischen Hasen, Taube, Schiff, Einhorn und Orion, ganz nahe an der Milch-

straße, enthält einen Stern erster Größe Namens **Sirius**, der alle übrige Firsterne an Glanze übertrift. An der einen Vorderpfote, nach dem Hasen hin, ist ein Stern zweiter Größe. Außerdem enthält dieses Bild noch 5 Sterne dritter Größe und viele kleinere.

4) Die **Taube**, zwischen Griffel, Malergestelle, Schiff, großem Hund, Hasen und Fluß Eridan, enthält einen Stern zweiter, einen dritter Grcße nnd einige kleinere. Der größte Theil dieses Bildes ist bei uns zu sehen, besonders die beiden hellsten Sterne.

5) Der **Wallfisch**, zwischen Wasser des Wassermannes, Bildhauergestelle, chemischem Ofen, Fluß Eridan, Stier, Widder, und Fischen des Thierkreises, enthält zwei Sterne zweiter Größe, einen am Kopfe, den andern am Schweife, sieben dritter Größe und viele kleinere. Die hellesten Sterne dieses Bildes liegen meistens auf dem Wege von **Aldebaran** im Stiere nach **Fomahant** im südlichen Fische. Am Rücken des Wallfisches ist ein Stern dritter Größe der zum Bande der Fische gehöret. Am Halse ist ein Stern o den man den **Wunderstern des Wallfisches** (mira ceti nennet. Er gehöret zu den veränderlichen Sternen, und verän- sich von der zweiten Größe bis zum Verschwinden. Die Periode seines Lichtwechsels ist nicht ganz einförmig; sie ist bald länger bald kürzer. Die mittlere Dauer dieser Periode beträgt etwa 334 Tage.

6) Das **kleine Herschelsche Teleskop**, 7) **Georgens Psalterharfe**, 8) das **Brandenburgsche Zepter** liegen in der Gegend Orions und des Hasen, und enthalten keine merkwürdigen Sterne.

9) Der **Fluß Eridan**, zwischen Wallfisch, chemischem Ofen, Phönix, Tukan, Uhr, Griffel, Taube, Hasen, Orion und Stier, schlängelt sich von Orion zum Wallfische hin, und dann weiter nach Süden wo er sich unter unserem Horizonte verliert. Ganz am südlichen

Ende

Ende des Eridans ist ein Stern erster Größe, Namens Akarnar, den wir aber in unserm Lande nie zu sehen bekommen. Dieses Bild enthält keine Sterne zweiter Ordnung, aber neun dritter Ordnung, wovon drei unter unserem Horizont sind, sechs aber mit vielen kleineren den schlängelichten Streif zwischen Orion und dem Wallfische ausmachen.

10) Der südliche Fisch, zwischen Mikroskop, Kranich, Bildhauergestelle, Wassermann und Steinbock, enthält einen Stern erster Größe, Namens Fomahant, an der Stelle wo dieses Bild mit dem Wasser des Wassermannes zusammen grenzet. Außerdem enthält er nur Sterne vierter Größe, und noch kleinere.

11) Das Mikroskop, 12) das Werkzeug des Bildhauers, 13) der chemische Ofen, 14) die Grabstichel, sind unbedeutende Sternbilder, die außerdem bei uns nicht ganz zum Vorschein kommen. Das Mikroskop siehet man am Horizonte zwischen dem Schützen und dem südlichen Fische; das Bildhauerwerkzeug und den chemischen Ofen, zwischen dem südlichen Fische und dem Fluß Eridan; die Griffel zwischen dem Flusse Eridan und der Taube.

15) Das Malergestelle, 16) der Goldfisch, 17) das mikrometrische Netz, 18) die Uhr, 19) der Phönix, 20) der Tukan, 21) der Kranich, 22) der Indianer, 23) der Pfau, 24) die südliche Krone, 25) der Paradiesvogel, 26) der Oktant, 27) die kleine Wasserschlange (hydrus), 28) die kleine Wolke, 29) die große Wolke, 30) der Tafelberg, 31) der fliegende Fisch, 32) der Kameleon. Alle diese Sternbilder sind hier bei uns unsichtbar, und wir wollen uns nicht bei ihnen aufhalten. Die große und kleine Schimmerwolke, scheinen Stellen am Himmel von der Beschaffenheit der Milchstraße und der Nebelsterne zu sein. (§. 2.) Der Südpol befindet sich im

Oktan-

Oktanten; es sind aber keine helle Sterne in der Nähe, woran man ihn auf eine bequeme Art erkennen könnte. Das Kreuz weiset fast gerade auf ihn zu, obgleich von weitem.

§. 14.

Das Feld des Zentauren enthält Bilder die alle, wo nicht ganz doch zum Theil bei uns sichtbar sind.

1) Der **Zentaur**. Dessen für uns sichtbarer Theil lieget zwischen dem Horizonte, dem Wolf, der Jungfrau und der großen Wasserschlange. Dieser sichtbare Theil enthält zwei Sterne zweiter Größe in den Schultern, und einige ganz kleine. Der Theil unter dem Horizonte enthält einen Stern erster Große, und viele kleinere.

2) Der **Wolf**. Von diesem raget nur der Kopf mit den Vorderpfoten über unseren Horizont hervor, zwischen dem Zentauren und dem Skorpion. Dieser Theil enthält Sterne vierter Größe und kleinere. Der versteckte Theil enthält ein Paar Sterne dritter Größe, und viele geringere.

3) Der **einsame Vogel**, zwischen Wassermann, Zentaur, Wolf, Skorpion und Wage, ist ein von Herrn Le Monnier vorgeschlagenes Bild, welches nöthig war, um den hier befindlichen Raum auszufüllen, wo einige zerstreute Sterne sind, von denen man nicht weiß ob man sie zum Skorpion, oder zur großen Wasserschlange, oder zu einem andern Sternbilde rechnen soll. Der Name ist von einem indianischen Vogel hergenommen.

4) Der **Rabe**, zwischen Becher, Wasserschlange, und Jungfrau, ist an einem aus vier Sternen dritter Größe bestehenden Trapezium sehr kennbar.

5) Der **Becher**, zwischen Wasserschlange, Rabe, Jungfrau, Löwe und Sextanten, enthält 8 Sterne vierter Größe und einige kleinere.

6)

6) Der **Sextant** oder **Uraniens Sextant**, zwischen Wasserschlange, Becher und Löwen, enthält einen Stern vierter Ordnung und viele kleinere.

7) Die **weibliche Wasserschlange** (hydra), oder die **große Wasserschlange**, zwischen kleinem Hund, Einhorn, Bussole, Luftpumpe, Zentaur, Skorpion, Wage, Jungfrau, Raben, Becher, Sextanten und Krebs, erstrecket sich in verschiedenen Krümmungen fast vom kleinen Hunde bis zum Krebs, enthält einen Stern zweiter Größe, zwischen dem Sextanten und den Hinterfüßen des Einhorns, den man das **Herz der Wasserschlange** nennet, einen Stern dritter Größe zwischen der Luftpumpe und dem Zentauren, noch einen dritter Größe über dem Zentauren, und eine Menge kleinerer; der Kopf, dem kleinen Hunde gegen Westen, enthält ganze Gruppen derselben. Im Schweife ist ein veränderlicher Stern, dessen Lichtperiode 494 Tage beträgt, und der manchmal ganz verschwindet. Der Stern *a*, nicht weit von dem ersten der beiden Sterne dritter Größe, ist ein Doppelstern.

8) Der **kleine Hund**, zwischen Einhorn, Wasserschlange, Krebs und Zwillingen, enthält einen Stern erster Größe Namens **Prozion** (Procyon), einen dritter Größe, einige fünfter Größe und kleinere.

9) Die **Bussole** oder der **Seekompaß**, und 10) die **Luftpumpe**, erscheinen zwischen dem Horizont, der Wasserschlange, dem Einhorn und dem Schiffe, sind aber ganz unbedeutend.

§. 15.

Von den 100 Sternbildern haben wir gefunden, daß 8 in der Milchstraße, und 18 im Felde Orions, also zusammen 26, für uns ganz unsichtbar sind; folglich bleiben 74 die wir entweder ganz oder zum Theil am Himmel betrachten können. Wie man nun diese Stern-

bilder

bilder vermittelst der künstlichen Weltkugel am Himmel selbst kennen lernen kann, wird man im folgenden Hauptstücke sehen.

§. 16.

Da die Lage der Sterne meistens durch die Ekliptik und den Aequator bestimmt wird, so ist es nöthig, daß man sich den Gang dieser beiden Kreise auf der Weltkugel und hernach am Himmel bemerke.

Wenn man durch α im Kopfe der Andromeda und γ im Perseus, in Gedanken eine gerade Linie ziehet, und sie nach dem Horizonte hin verlängert, so liegt der Frühlingspunkt ohngefähr in dieser Verlängerung, so weit von γ des Perseus, als dieser Stern von α der Andromeda abstehet. Dieses giebt also den Anfangspunkt der Ekliptik und des Aequators, in dessen Nachbarschaft sonst keine merkwürdige Sterne befindlich sind.

Von da gehet die Ekliptik zwischen ε und ζ am Bande der Fische, in der Mitte zwischen dem nördlichen Horne des Widders und α der Fische, in der Mitte zwischen den Hyaden und den Pleiaden, etwas über dem südlichen Horne des Stiers, fast durch die drei Sterne die den vorgehenden Fuß des vorgehenden Zwillings ausmachen und in der Milchstraße liegen. Hier ist der Sommerpunkt der Ekliptik. Ferner gehet die Ekliptik durch δ im nachgehenden Zwillinge, zwischen der Krippe und dem südlichen Esel im Krebse, jedoch dem Esel viel näher, durch das Löwenherz, nahe unter β und η im südlichen Flügel der Jungfrau. In der Gegend des η ist der Herbstpunkt, wo die Ekliptik vom Aequator geschnitten wird. Nun gehet die Ekliptik etwas über der Kornähre der Jungfrau, durch die mittägliche Schale der Wage, zwischen β im Skorpion und Antares, jedoch dem β viel näher, durch den Fuß des Schlangenmannes, durch die Milchstraße, wo der

Win=

Winterpunkt ist, durch den Hals des Schützen, mitten durch den Steinbock, mitten durch den Wassermann, nämlich zwischen α und δ, durch das Wasser des Wassermannes, nämlich zwischen δ und λ, und dann wieder zum Frühlingspunkte hin.

Der Aequator gehet vom Frühlingspunkte beinahe durch α der Fische, zwischen γ und δ des Wallfisches, unter α des Wallfisches vorbei, über den Eridan weg, durch den nördlichsten Stern in Orions Gürtel, durch die Milchstraße, durch das Einhorn, unter dem kleinen Hunde, über das Herz der Wasserschlange, durch den Sextanten, durch die Hinterklauen des Löwen, durch den Frühlingspunkt bei η der Jungfrau, in der Mitte zwischen δ und θ der Jungfrau, desgleichen in der Mitte zwischen die Kornähre und die Schnitterin oder ε, beide in der Jungfrau, über die Wage vorbei, in der Mitte zwischen β der Wage und α der Schlange, in der Mitte zwischen β und ζ des Schlangenmannes, durch die Milchstraße, durch η des Antinous, in der Mitte zwischen den höchsten Sternen des Delfins und des Steinbocks, unter dem kleinen Pferde, durch den Kopf des Wassermannes, zwischen Pegasus und dem Kruge des Wassermannes, in der Mitte zwischen ζ des Pegasus und δ im Wasser des Wassermannes, nnter γ der Fische, endlich wieder zum Frühlingspunkte.

§. 17.

Da die Sterne erster Größe die auffallendsten beim Anblick des Himmels sind, so wird der Leser vielleicht neugierig sein, zu wissen, wie viel denn eigentlich solche Sterne erster Ordnung am Himmel anzutreffen sind. Hierauf dienet zur Antwort, daß die Anzahl der Sterne erster Größe nicht ganz bestimmt ist, indem derselbige Stern manchmal von einigen Sternkundigen zur ersten von andern zur zweiten Größe gerechnet wird. Nach

Bayer

Bayer in seinem Uranometrie und dem dazu gehörigen Himmelsatlasse, giebt es 17 Sterne erster Größe, nämlich:

1 im Fuhrmann, die Ziege;
1 im Schiffe, Kanopus, bei uns unsichtbar;
1 im Kreuze, eben so;
1 im nachgehenden Vorderfuße des Zentauren, eben so;
2 im Löwen, nämlich das Löwenherz oder Regulus, und β im Schwanze;
1 in der Jungfrau, die Kornähre;
1 im Skorpion, Antares oder das Herz des Skorpions;
1 im Stier, Aldebaran oder das Ochsenauge;
1 in der Leier, der Helle der Leier;
1 im Hirten, Arkturus;
2 im Orion, nämlich Rigel am vorgehenden Knie und der hellesten Stern an der nachgehenden Schulter;
1 im großen Hunde, Sirius;
1 im Eridan, Akarnar, weit unter unserem Horizonte;
1 im südlichen Fische, Fomahant;
1 im kleinen Hunde, Prozion (procyon).

Die Sterne zweiter Größe gehören auch noch zu den hellesten, ja so gar giebt es einige unter ihnen, von denen man zweifelhaft ist, ob man ihnen nicht lieber die erste Größe beilegen sollte. Bayer zählet deren 55. Wir haben oben bei der Beschreibung der Sternbilder, die Sterne zweiter Größe angeführet die sie enthalten, jedoch ohne allemal die eigenen Namen dabei zu setzen, die einige unter ihnen führen, weil diese Namen ganz entbehrlich sind.

Drit-

Drittes Hauptstück.

Vom Gebrauche der Himmelskugel.

§. 1.

Der vornehmste Nutzen der künstlichen Himmelskugel besteht darin, daß man mit Hülfe derselben, die meisten Aufgaben der ausübenden Sternkunde ohne Rechnung und Geometrie auflösen kann. Bei solchen Auflösungen kann man zwar keine große Genauigkeit verlangen, indessen dienen sie wenigstens, dem Anfänger einen richtigen und anschaulichen Begrif von der Beschaffenheit der Sache zu geben; sie vertreten eigentlich die Stelle der geometrischen Zeichnungen, durch welche genauere Auflösungen vorbereitet werden müssen. Auch kann ein geübter Sternkundiger manchmal zur Himmelkugel seine Zuflucht nehmen, wenn er nur die ersten Näherungen und beiläufigen Auflösungen suchet.

§. 2.

Aufgabe.

Man soll die Himmelskugel gehörig nach den Weltgegenden stellen.

Wenn man eine Mittagslinie in der Nähe hat, so richtet man die Kugel sammt ihrem Gestelle nach dem Augenmaaße, so daß die Ebene des messingenen Meridians mit der Mittagslinie gleichlaufend sei. (H. 1. §. 5.) Wenn man eine abgesonderte Bussole hat, so vertritt die Magnetnadel die Stelle der Mittagslinie, wobei aber auf die Abweichung des Magnets Rücksicht genommen werden muß. (H. 1. §. 6.) Wenn die Bussole am am Fußgestelle selbst angebracht und befestiget ist, so erhält man die Stellung der Kugel mit desto mehr Genauigkeit, weil alsdann die Nord- und Südlinie der Bussole schon an sich selbst mit dem messingenen Meridian gleichlaufend ist. (H. 1. §. 6.)

Wenn man weder Bussole noch Mittagslinie hat, so muß man sich mit einem bloßen Ohngefähr begnügen, indem man aus der Lage der Sonne zur Mittagszeit die Richtung der Mittagslinie beiläufig erkennet.

§. 3.

Aufgabe.

Die Himmelskugel nach der Polhöhe des Orts zu stellen.

Wir haben schon gesagt, wie man die Polhöhe eines Ortes auf eine ohngefähre Art beobachten könne. (S. 25.) Indessen hat man dieses bei dem jetzigen Geschäfte nicht nöthig, da die Polhöhen der bekannten Oerter schon hinlänglich beobachtet sind; in Berlin beträgt sie nächstens $52\frac{1}{2}$ Grad. Wenn man sich an einem kleinen Orte befindet, dessen Polhöhe nicht bekannt ist, so gebrauchet man die Polhöhe des nächsten bekannten Ortes; denn einige Meilen thun hier nichts zur Sache, da es überhanpt bei dem Gebrauche der Weltkugel nicht auf die äußerste Genauigkeit ankömmt.

§. 4.

Aufgabe.

Den Ort der Sonne in der Ekliptik finden, das heißt das Zeichen und den Grad der Ekliptik worin sie an einem gegebenen Tage gesehen wird.

Man kann zu diesem Ende den Kalender gebrauchen, der auf dem hölzernen Horizonte gezeichnet ist. Man suchet den gegebenen Monat und den gegebenen

Tag

Tag in diesem Kalender, und findet gegenüber das Zeichen und den Grad der Ekliptik wo die Sonne stehet. (H. 1. §. 22.) Z. E. für den 6ten August finde ich 15 Grade des Zeichens ♌, das heißt des Vten Zeichens, also IV Zeichen 15 Grad. Ich suche diese Stelle auf der Kugel, und finde daß sie ohngefähr in die Mitte zwischen die Krippe und das Löwenherz fällt. Da würde man also die Sonne am gemeldeten Tage sehen, wenn ihr Glanz die Sterne nicht verdunkelte.

Etwas genauer findet man den Ort der Sonne vermöge der Tafel. (S. 41.) Z. E. wenn man wie vorher die Standlänge der Sonne, am 6ten August 1793 suchet, so siehet man, daß dieses Jahr kein Schaltjahr ist, daß die Sonne am 22ten Julius IV Zeichen Standlänge hatte. Seit der Zeit sind 15 Tage verflossen, also ist die verlangte Standlänge IV Zeichen 15 Grad, welches in diesem Falle mit der vorigen Methode ganz übereinstimmt.

Am genauesten findet man die Standlänge der Sonne in den **Ephemeriden** oder **astronomischen Kalendern**, die jährlich herauskommen, z. E. in Herrn Bodens **astronomischen Jahrbüchern**. Man wird in der Folge erfahren, wie die in solchem Buche enthaltenen Zahlen berechnet werden können; indessen hindert nichts solche zu gebrauchen, da sie schon vorhanden sind. Im gemeldeten Jahrbuche für 1793, findet man die Standlänge der Sonne am 6ten August zur Mittagszeit IV Zeichen 14 Grad und beinahe 19 Minuten, welches bis auf 41 Minuten mit der obigen Angabe von 25 Grad stimmet. Ein solcher Unterschied kann bei dem Gebrauche der Himmelskugel aus der Acht gelassen werden, weil hier alles nur auf ein Ohngefähr hinaus läuft. Wenn man den Ort der Sonne nur obenhin, und aus dem bloßen Gedächtnisse wissen will, so kann man annehmen daß die Sonne am 20ten jedes

Monats in ein neues Zeichen trete, so viel Zeichen rechnen als vom 20ten März am Monate verflossen sind, und so viel Grade als vom letzten 20ten des Monats Tage verflossen sind. Z. E. vom 20ten März bis zum 20ten Julius sind vier Monate; von da bis zum 6ten August sind 17 Tage; also wäre die Standlänge der Sonne am 6ten August IV Zeichen 17 Grade, welches zwar um 2 bis 3 Grade von der Wahrheit abweichet, aber auch nur für ein grobes Ohngefähr ausgegeben wird.

§. 5.

Aufgabe.

Die Lage des Himmels zur Mittagszeit finden.

Man richte die Kugel nach den Himmelsgegenden, (§. 2.) und nach der Polhöhe (§. 3.) Man suche den Ort der Sonne (§. 4.), man drehe die Kugel bis daß der Ort der Sonne oben zum messingenen Meridian komme. Wenn die Kugel in dieser Lage bleiben soll, und wenn man befürchtet sie möchte sich drehen, so stecke man etwas zerdrücktes Papier zwischen dieselbe und den hölzernen Horizont, um sie so viel als nöthig ist, fest zu halten.

In dieser Lage stellet nun der Theil der Kugel der über dem hölzernen Horizonte hervorraget, den am gegebenen Tage zur Mittagszeit sichtbaren Theil des Himmels vor, nebst den Sternen die man sehen würde, wenn sie nicht durch die Sonne verdunkelt wären, und wovon man die hellsten wirklich bei Tage mit guten Fernröhren sehen kann. Denn da die Kugel nach den Weltgegenden und der Polhöhe gestellt ist, so ist ihre Axe mit der Weltaxe parallel. Denn der messingene Meridian der Kugel befindet sich alsdann in der Ebene des wirklichen himmlischen Meridians; und da der Pol der Kugel über

dem

dem Horizonte so hoch erhaben ist, als der wirkliche Pol, so ist der Winkel den die Weltaxe der Kugel mit dem hölzernen Horizonte machet eben so groß, als der Winkel den die Himmelsaxe mit dem himmlischen Horizonte machet. Da also beide Axen in einer Ebene liegen und mit einer andern Ebene (der des Horizontes) oder mit dem Durchschnitte beider Ebenen gleiche Winkel machen, so sind beide Linien parallel. Wegen der Unbeträchtlichkeit des Halbmessers der Erde im Vergleich mit dem Halbmesser des Firmaments, ist es eben so gut als wenn die Axe der Kugel in der Weltaxe läge. Der hölzerne Horizont der Kugel ist mit dem eingebildeten Horizonte der durch den Mittelpunkt der Erde gehet ebenfalls parallel, und aus dem angeführten Grunde ist es eben so gut, als wenn die Oberfläche des hölzernen Horizontes in der Ebene des eingebildeten Horizontes läge. Die Ebene des Aequators auf der Kugel ist mit der Ebene des himmlischen Aequators parallel; weil beide auf der Axe senkrecht sind; und man kann ebenfalls annehmen, daß die Ebene des Aequators der Kugel in der Ebene des himmlischen Aequators liege. Die Ebene des messingenen Meridians lieget schon, durch die Richtung der Kugel nach den Weltgegenden, in der Ebene des himmlische Meridians. Der Zenith der Kugel welcher vom hölzernen Meridan allenhalben 90 Grade entfernet ist, lieget in einer lothrechten Linie unter dem wirklichen Zenith, der ebenfalls allerseits 90 Grade vom himmlischen Horizonte entfernet ist. Wenn man den Ort der Sonne auf der Kugel aufgesuchet hat, so ist dieser Ort so viel vom Aequator der Kugel entfernet, als die wirkliche Sonne vom wirklichen Aequator; und wenn man den Ort der Sonne an den messingenen Meridian gebracht hat, so ist der Bogen des messingenen Meridians zwischen diesem Orte und dem Aequator der Kugel eben so groß als die Abweichung der Sonne am Himmel. Die Sonne hat also in Betrachtung des Meridians und des Aequators auf der Kugel dieselbige Lage, die sie in Betrachtung des Meridians und des Aequators am Himmel hat, folglich auch in Betrachtung des Horizonts, weil der Meridian und der Aequator in Betrachtung des Horizonts auf der Kugel und am Himmel eine ähnliche Lage haben. Der Ort der Sonne auf der Kugel hat in Betrachtung der Fixsterne, oder die Fixsterne haben in Betrachtung des Ortes der Sonne dieselbige Lage, wie die Fixsterne in Betrachtung der Sonne am Himmel; da nun der Ort der Sonne in Betrachtung des Meridians und des Horizonts auf der Kugel eben so gelegen ist, wie am Himmel, so sind auch die Fixsterne in Betrachtung des Meridians und des Horizonts eben so gelegen, wie am Himmel. Das heißt mit einem Worte, die ganze Lage der Kugel stellet die Lage des Himmels vor, für die Zeit da die Sonne im Meridian ist, das heißt für die Mittagszeit, so daß jeder Stern auf der Kugel jetzt eben so viel Grade Azimuth und Höhe hat, als am Himmel.

§. 6.

Aufgabe.

Die Lage des Himmels für eine beliebige Stunde eines gegebenen Tages finden.

Man stelle die Kugel nach den Weltgegenden (§. 2.) und der Polhöhe (§. 3.) Man suche den Ort der Sonne in der Ekliptik (§. 4.) Man bringe diesen Ort an den messingenen Meridian. Man stelle den Zeiger auf 12 Uhr Mittags, das heißt auf die oberste 12. Man drehe die Kugel bis daß der Zeiger die verlangte Stunde zeiget, so hat man die Lage des Himmels für die gegebene Stunde. Denn nachdem man den Ort der Sonne an dem messingenen Meridian gebracht hat, so hat man die Lage des Himmels für Mittag (§. 5.), daß heißt für eine be-

bewußte Stunde. Wenn nun der Zeiger von Osten nach Westen eine gewisse Anzahl Stunden durchläuft, so durchlaufen die auf der Kugel gezeichneten Sterne so viel Grade, als sie in eben soviel Stunden am Himmel durchlaufen, und finden sich also zuletzt auf der Kugel in einer ähnlichen Lage, wie sie am Himmel sind. (H. 1. §. 13.) Obgleich in der Natur die scheinbare Bewegung von Osten nach Westen geschiehet, so ist es eben nicht nöthig, daß man die Kugel in derselbigen Richtung drehe, wenn nur der Zeiger auf die verlangte Stunde zu stehen kommt. Es kommt doch dieselbige Lage des Himmels heraus.

§. 7.

Aufgabe.

Die Sternbilder am Himmel kennen lernen.

Man richte des Abends, wenn die Sterne schon am Himmel scheinen, die Kugel so, daß sie die jetzige Lage des Himmels vorstelle (§. 6.). Man bemerke auf der Kugel die vornehmsten jetzt über den Horizont stehenden Sternbilder und einzelne merkwürdige Sterne. Man bemerke auf der Kugel, ob sie gegen Süden, Sudosten, Osten, Nordosten, Norden, Nordwesten, Westen oder Südwesten stehen, und wie hoch sie ohngefähr über dem Horizonte erhaben sind; so wird man sie am Himmel finden. Hernach kann man auch die geringeren Sternbilder aufsuchen, die man an ihrer Lage zwischen den vornehmsten erkennen wird.

Anfänglich wähle man die frühe Abendzeit, wo nur die hellsten Sterne sichtbar sind, oder Nächte, wo der Mond, der doch nicht zu hell sein muß, die kleinen Sterne verdunkelt; so wird man nicht durch die Menge der Sterne in Verwirrung gerathen; in der Folge kann man auch in ganz finstern, jedoch nicht trüben Nächten, den Himmel beobachten.

Diese Beobachtungen muß man ein Jahrlang fortsetzen, bis daß die Sonne in Betrachtung der Sternbilder, oder diese in Betrachtung der Sonne wieder in dieselbige Lage kommen, und alle bei uns sichtbare Sternbilder nach und nach bei Nacht zum Vorschein gekommen sind. Jedoch, da die nächtliche Lage des Himmels sich nur bey wenigem ändert, so ist es kein unersezlicher Verlust, wenn man einige Nächte wegen trüber Witterung oder anderer Hindernisse auslassen muß.

Da die meisten Doppelsterne sich den bloßen Augen als einfach zeigen, einige auch nur durch die besten Fernröhre als doppelt gesehen werden, so brauchet man sich nicht anfänglich darum zu bekümmern.

Während daß man beobachtet, muß man dann und wann die Kugel drehen, so daß der Zeiger immer ohngefähr auf die jeztige Stunde weise.

Bey diesem Geschäfte der Sternkenntniß, wird die Arbeit sehr erleichtert werden, wenn man die Sternbilder samt ihren Merkwürdigkeiten schon vorher auf der Kugel kennen gelernet hat, wozu das vorhergehende zweite Hauptstück eine hinlängliche Anweisung enthält.

§. 8.

Aufgabe.

Es soll vermittelst der Himmelskugel die Standhöhe und das Azimuth (oder die Standschräge) der Sonne oder eines Sternes, für einen gegebenen Ort und eine gegebene Zeit gefunden werden.

Richte die Kugel nach der Polhöhe des Orts, und suche die Lage des Himmels für die gegebene Stunde (§. 6.) Befestige die Kugel soviel als nöthig ist in der gefundenen Lage, indem du etwas zerdrücktes Papier zwischen dieselbe und den hölzernen Horizont steckest. Schraube das eine Ende des Vertikalzirkels oben an den Meridian, so daß die

Schrau-

Schraube beiderseits 90° vom Horizont abstehe. Drehe den messingenen Vertikalzirkel, bis daß sein eingetheilter Rand den Grad der Ekliptik, wo die Sonne stehet, oder den vorgeschlagenen Stern berühre. Zähle dann auf dem messingenen Vertikalzirkel die Grade vom Orte der Sonne oder vom Sterne bis zum hölzernen Horizonte, so giebt dieses die verlangte Höhe. Zähle auch am hölzernen Horizonte die Grade vom Südpunkte desselben bis zur Stelle, wo der eingetheilte Rand des Vertikalzirkels den Horizont berrühret; so giebt dieses das Azimuth, welches östlich oder westlich sein kann. Die Ursache dieses Verfahrens erhellet aus §. 6. und H. 1. §. 10.

Exempel I. Welches ist der Sonne Höhe und Azimuth in Berlin, am 27ten April 1793, um $10\frac{1}{2}$ Uhr Morgens. Unsere Polhöhe ist $52\frac{1}{2}$ Grad und darnach wird die Kugel gestellet. Am 19ten April trat die Sonne aus dem ersten Zeichen der Ekliptik. Seitdem sind 8 Tage verflossen; also ist die Standlänge der Sonne jetzt 1 Zeichen 8 Grad. Ich suche auf der Ekliptik den 8ten Grad des zweyten Zeichens, bringe ihn zum Meridian, stelle den Zeiger auf 12, drehe die Kugel bis daß der Zeiger $10\frac{1}{2}$ Uhr Vormittags oder linker Hand zeiget, und befestige die Kugel in dieser Lage. Ich schraube den messingenen Vertikalzirkel an der gehörigen Stelle an, nämlich 90 Grad über dem Horizonte. Ich drehe den Vertikalzirkel bis daß er den 8ten Grad des zweiten Zeichens berühret, und finde ohngefähr $49\frac{1}{2}$ Grad Höhe und 30 Grad Azimuth östlich.

Exempel II. Wo wird am selbigen Tage und Orte Abends um 11 Uhr der Stern **Regulus** oden das **Löwenherz** am Himmel stehen. Richte die Kugel nach der Polhöhe, bringe den Ort der Sonne unter den messingenen Meridian, stelle den Zeiger auf Mittag, drehe die Kugel bis daß der Zeiger 11 Uhr Abends oder unten zeiget. Lege den messingenen Vertikalzirkel ans Löwenherz an, so findest du ohngefähr $34\frac{1}{2}$ Grad Höhe und $64\frac{1}{2}$ Grad Azimuth westlich.

Anmerkung I. Trifft es sich, daß die Sonne oder der Stern zur gegebenen Zeit unter dem Horizonte ist, so kann man den messingenen Vertikalzirkel unten im Nadir, ebenfalls beyderseits 90 Grad vom Horizonte befestigen, und die Tiefe des Sternes unter dem Horizonte, nebst dem Azimuth erforschen; welches aber sehr selten verlanget wird.

Anmerkung II. In Ermangelung des messingenen Vertikalzirkels, den man nicht bey allen Himmelskugeln antrifft, faßt man mit einem gewöhnlichen Zirkel die Entfernung des Sternes vom Zenith, und mißt auf den Aequator wie viel Grade sie beträgt, diese ziehet man von 90 ab, so bleibet die Standhöhe; denn die Standhöhe und die Entfernung vom Zenith machen allemal 90 Grade zusammen. Was das Azimuth betrifft, so kann man zur Noth anstatt des messingenen Vertikalzirkels einen Streifen Papier oder einen Faden anlegen, um den Punkt des Horizonts zu finden, wo der messingene Vertikalzirkel, wenn er da wäre, den Horizont schneiden müßte.

§. 9.

Aufgabe.

Es soll die gerade Aufsteigung und die Abweichung der Sonne oder eines Sternes gefunden werden.

Bringe den Ort der Sonne oder den Stern an den messingenen Meridian. Zähle dort die Grade bis zum Aequator; sie geben die Abweichung, welche nördlich oder südlich sein kann. Bemerke den Grad des Aequators, der zu gleicher Zeit im Meridian ist, so giebt dieser

ser die gerade Aufsteigung. Der Meridian dienet hier bloß als ein bequemer schon eingetheilter Kreis, worauf man die Grade zählen kann.

Exempel I. Welches ist die Abweichung und gerade Aufsteigung der Sonne am 27ten April 1793? Die Standlänge der Sonne wurde bey Gelegenheit der vorigen Aufgabe gefunden, 1 Zeichen 8 Grad. Ich bringe den 8ten Grad des zweyten Zeichens an den Meridian. So finde ich 14 Grad nördlicher Abweichung und $35\frac{1}{2}$ Grad Aufsteigung. Freylich verändert die Sonne ihre Abweichung und Aufsteigung in 24 Stunden. Indessen muß man sich erinnern, daß hier nur von einem Ohngefähr die Rede ist.

Exempel II. Wie ist die Ziege in Betracht des Aequators gelegen? Ich bringe die Ziege an den Meridian, und finde $45\frac{1}{2}$ Grad Abweichung nördlich, und II Zeichen 16 Grad gerader Aufsteigung.

§. 10.

Aufgabe.

Es soll die Standbreite und Standlänge eines Sternes gefunden werden.

Suche auf der Kugel den Pol der Ekliptik: er liegt bekannter maaßen im Drachen, ohngefähr in der Mitte zwischen den Sternen ζ und δ, an einem Orte, wo der Polarzirkel und der Kolurus der Sonnenwenden einander durchschneiden. Bringe den Pol der Ekliptik zum messingenen Meridian, und befestige an demselben gerade über dem Pol der Ekliptik den messingenen Vertikalzirkel. Führe diesen Zirkel durch den gegebenen Stern, zähle die Grade vom Stern bis an die Ekliptik, so hast du die Standbreite; merke den Grad der Ekliptik, der vom messingenen Vertikalzirkel getroffen wird, so giebt dieser die Standlänge.

Exem-

Exempel. Wenn man so mit dem hellen Stern des Adlers verfährt, so findet man 30^{g} Standbreite und X Zeichen Standlänge.

Anmerkung I. Wir haben vorausgesezet, daß der Stern, in Betrachtung unserer, disseits der Ekliptik lieget. Lieget er aber jenseits der Ekliptik, so muß der entgegengesezte Pol der Ekliptik an den Meridian gebracht, und dort der messingene Vertikalzirkel befestiget werden. Dieser entgegengesezte Pol liegt im Goldfische, da wo der südliche Polarzirkel vom Kolurus der Sonnenwenden geschnitten wird.

Anmerkung II. Diese Aufgabe beziehet sich nur auf Sterne, nicht aber auf die Sonne: denn da die Sonne immer in der Ekliptik bleibet, so hat sie keine Standbreite, was aber ihre Standlänge betrifft, so wird sie auf eine andere Art gefunden (§. 4.)

Anmerkung III. In Ermanglung des messingenen Vertikalzirkels kann man sich wie bey der Standhöhe und der Standschräge (§. 8. Anm. II.) behelfen. Nämlich, um die Standbreite zu finden, mißt man mit einem gemeinen Zirkel die Entfernung des Sternes vom Pole der Ekliptik, und sezet den Zirkel auf den Aequator an, um die Grade dieser Entfernung zu erhalten; die gefundenen Grade subtrahiret man von 90, weil die Entfernung eines Sterns vom Pole der Ekliptik und von der Ekliptik selbst immer zusammen 90 Grade machen. Will man auch die Standlänge haben, so muß man einen Faden oder einen Streifen Papier so an die Kugel anlegen, daß er vom Pole der Ekliptik bis an die Ekliptik selbst reiche und durch den Stern gehe; dann wird man die Zeichen und Grade der Standlänge in der Ekliptik bemerken.

§. 11.

§. 11.

Aufgabe.

Es soll die Zeit des Auf- und Unterganges der Sonne, oder eines Sterns für einen gegebenen Tag gefunden werden.

Stelle die Kugel wie es die Polhöhe erfordert (§. 3.) Bringe den Ort der Sonne an den messingenen Meridian, und stelle den Zeiger auf Mittag. Drehe die Kugel bis daß der Stern oder der Ort der Sonne am östlichen oder westlichen Horizonte stehet, so weiset der Zeiger die Stunde des Aufganges oder Unterganges. Dieses ist aus §. 6. klar genug.

Exempel I. Wann gehet die Sonne auf und unter am 27ten April 1793? Der Ort der Sonne ist 1 Z. 8 G. Verfährt man auf die vorgeschriebene Art, so findet man für den Aufgang ohngefähr $4\frac{3}{4}$ Uhr und für den Untergang $7\frac{1}{4}$ Uhr.

Exempel II. Es wird gefraget, um welche Zeit Arkturus am nämlichen Tage auf- und untergehet. Man läßt den Zeiger stehen, so wie er für die Sonne gestellet worden, und findet dann, daß Arkturus um $3\frac{3}{4}$ Uhr Nachmittag aufgehet, und ohngefähr um $7\frac{1}{2}$ Uhr Morgens untergehet, so daß er die Nacht durch sichtbar ist.

Anmerkung I. Wenn es sich trifft, daß ein Stern bey Tage auf- und untergeht, so ist er in der gegebenen Jahreszeit mit bloßen Augen nicht zu sehen.

Anmerkung II. Wenn ein Stern um weniger als die Polhöhe vom Nordpole entfernt ist, so gehet er für uns nie unter; wenn er aber um eine gleiche Quantität vom Südpol entfernt ist, so erscheint er nie über unserem Horizonte, welches man durch das bloße Umdredrehen der Himmelskugel erkennen kann, und welches auch schon im I Hauptst. im 12ten Paragraph erwähnt worden.

Anmerkung III. Der Aufgang und der Untergang der Sonne sind in gleicher Zeitentfernung vom Mittage. Denn die Sonne hat vom Meridian bis zum westlichen Horizonte eben solchen Kreisbogen zu beschreiben, als vom östlichen Horizonte bis zum Meridian. (Siehe §. 5. und §. 12. des ersten Hauptst.). Wenn, zum Beyspiel, die Sonne an einem gewissen Tage um $4\frac{3}{4}$ Uhr aufgehet, so ist gewiß, daß sie am selbigen Tage um $7\frac{1}{4}$ Uhr untergehen wird, weil $4\frac{3}{4}$ Uhr, $7\frac{1}{4}$ Stunden Vormittag machet. Umgekehrt, wenn die Sonne um 8 Uhr 20 Minuten untergeht, so ist sie aufgegangen um 3 Uhr 40 Minuten, weil 3 Uhr 40 Minuten eben so viel vor Mittag beträgt, als 8 Uhr 20 Minuten nach Mittag. Die Stunde des Aufganges und die Stunde des Unterganges machen immer zusammen 12, wenn nämlich nach bürgerlicher Art die Stunden zweimal bis 12, nicht in einem fort bis 24, gezählet werden. Jedoch muß dieses nicht in einem ganz strengen Verstande genommen werden. Denn bei zunehmenden Tagen ist der Nachmittag eigentlich ein wenig länger als der Vormittag, indem die Sonne Nachmittag schon etwas mehr nördlich ist, und folglich etwas länger über dem Horizont bleibet, als wenn sie in der Ekliptik ihren Ort nicht verändert hätte. Bey abnehmenden Tagen ist hingegen der Nachmittag ein wenig kürzer als der Vormittag, weil die Sonne bei wenigem mehr nach Süden gehet. Indessen beträgt der Unterschied so wenig, daß man die Gleichheit der Vormittags- und Nachmittagszeit allemal annehmen kann, wenn keine große Genauigkeit erforderlich ist.

§. 12.

Aufgabe.

Es wird gefraget, an welchem Tage des Jahres die Sonne oder ein Stern zu einer gegebenen Stunde aufgehet.

Stelle die Kugel wie es die Polhöhe erfordert (§. 3.).

Wenn die Frage die Sonne betrifft, so nimm einen beliebigen Aufsteigungszirkel, z. E. einen Kolurus; bringe ihn unter den Meridian, stelle den Zeiger auf Mittag; drehe die Kugel nach Osten hin, bis daß der Zeiger auf der vorgeschriebenen Stundenzahl stehet. Merke den Punkt, wo der gewählte Abweichungszirkel vom Horizonte geschnitten wird. Bringe diesen Punkt wieder unter den Meridian, und merke die darüber stehende Stelle des Meridians. Drehe die Kugel, bis daß der am Meridian bemerkte Punkt die Ekliptik schneidet. Bemerke das Zeichen und den Grad der Ekliptik, wo dieses geschiehet Suche auf dem hölzernen Horizonte den zustimmenden Monatstag, so ist das Verlangte geschehen. Oder suche in der Tabelle, an welchem Tage die Sonne aus dem vorhergehenden Zeichen ausgetreten ist, und rechne zur Tageszahl des Austritts so viel Tage zu, als Grade im jetzigen Zeichen vorhanden sind. Weil die Sonne zweimal im Jahre einerlei Abweichung hat, so wird die Auflösung allemal zwei Punkte der Ekliptik, und folglich zwei Tage im Jahre geben, wo die Sonne zur gegebenen Stunde aufgehet.

Zum Exempel man verlanget zu wissen, an welchen beiden Tagen im Jahre die Sonne hier zu Berlin, um $7\frac{1}{2}$ Uhr aufgehet. Ich bringe den Frühlingskolurus unter den Meridian, stelle den Zeiger auf 12, drehe die Kugel bis daß der Zeiger $7\frac{1}{2}$ Uhr an der östlichen Seite des Ringes zeiget, und bemerke den Punkt des Kolurus, der alsdann den Horizont schneidet. Ich brin-

bringe diesen Punkt unter den Meridian, und finde, daß er 19 Grade südlicher Abweichung hat, welches auch am Kolurus selbst zu sehen ist, wenn die Grade dabei geschrieben sind. Ich drehe die Kugel, und finde, daß der 19te Grad des Meridians die Ekliptik an zwey Stellen schneidet; deren Standlängen sind VII Zeichen 26 Grad und X Zeichen 4 Grad. Die Sonne gehet aus dem VIIten Zeichen am 22ten Oktober; 26 Tage dazu geben den 17ten November. Die Sonne gehet aus dem Xten Zeichen am 19ten Januar; dazu 4 Tage giebt den 23ten Januar. Also an diesen beiden Tagen gehet die Sonne um $7\frac{1}{2}$ Uhr auf. Nach den Ephemeriden aber gehet sie an denselbigen Tagen ohngefähr um $7\frac{3}{4}$ Uhr auf, woraus man abermals siehet, daß der Gebrauch der Himmelskugel nur ein ziemlich grobes Ohngefähr giebt.

Die Ursache des vorgeschriebenen Verfahrens ist nicht schwer einzusehen. Denn man erfährt durch die erste Operazion, daß, wenn der 19te südliche Grad des Kolurus um $7\frac{1}{2}$ Uhr aufgegangen wäre, er um 12 folglich nach $4\frac{1}{2}$ Stunden im Meridian gewesen wäre; oder daß jeder Punkt des Himmels, der 19 Grad südlicher Standbreite hat, $4\frac{1}{2}$ Stunden gebrauchet, um die Hälfte des über dem Horizonte befindlichen Theils seines Tageszirkels durchzulaufen. Durch das Umdrehen der Kugel erfähret man hernach in welchen Zeichen und Graden die Ekliptik 19 Grad südlicher Standbreite hat, und also in $4\frac{1}{2}$ Stunden aufgehen und den Meridian erreichen kann. Endlich muß gesuchet werden, an welchen Tagen die Sonne sich in den herausgebrachten Zeichen und Graden befindet.

Dieses war für die Sonne. Mit Sternen hat man weniger Schwierigkeit. Wenn die Kugel nach der Polhöhe gehörig gestellet worden, so bringet man den gegebenen Stern an den östlichen Horizont, und stellet den

Zei-

Zeiger auf die verlangte Stunde. Man drehet hernach die Kugel, bis daß der Zeiger Mittag zeiget, und merket den Grad der Ekliptik, der alsdann im Meridian ist. Man suchet den zustimmenden Tag.

Z. E. Es wird gefraget, an welchem Tage des Jahres Aldebaran um 10 Uhr Abends aufgehet. Wenn ich Aldebaran an den östlichen Horizont bringe, den Zeiger auf 10 Abends stelle, und die Kugel drehe bis daß er Mittag zeiget, so ist die Standlänge des im Meridian befindlichen Punktes der Ekliptik 5 Zeichen 12 Grad. Die Sonne tritt aus dem 5ten Zeichen am 22ten August; wenn man 12 Tage dazu rechnet, so kommt der 3te September als der Tag, an welchem Aldebaran um 10 Uhr Abends aufgehet. Dieses Verfahren ist nichts anders als die Umkehrung desjenigen, wodurch die Lage des Himmels und folglich jedes Sternes für einen gegebenen Tag und eine gegebene Stunde gefunden wird. (§. 6.)

Anmerkung. Anstatt des Aufganges könnte auch der Untergang der Sonne oder des Sternes in der Aufgabe vorgeschrieben sein, alsdann müßte der westliche Horizont statt des östlichen gebrauchet werden.

§. 13.

Aufgabe.

Es wird gefraget in welchem Punkte des Horizonts die Sonne oder ein Stern auf- oder untergehet.

Richte die Kugel nach der Polhöhe (§. 3). Bringe den Ort der Sonne oder den Stern an den östlichen oder westlichen Horizont, und zähle von dem Orte des Sternes oder der Sonne die Grade bis zum Ost- oder Westpunkte des Horizonts, so weißt du wie weit vom Ostpunkte oder Westpunkte die Sonne oder der Stern auf- oder untergehet.

Zum Exempel. Am 1sten Mai hat die Sonne 1 Zeichen 12 Grad Standlänge, und wenn man den Ort der Sonne sowohl an den östlichen als an den westlichen Horizont bringet, so findet man den Punkt des Auf- und Untergangs ohngefähr 27 Grad gegen Norden vom Ost- und Westpunkte.

Wenn man Antares oder das Herz des Skorpions an den östlichen oder westlichen Horizont bringet, so findet man daß er 45 Grad gegen Süden vom Ost- und Westpunkte auf- und untergehet.

Anmerkung I. Der in Graden gemessene Bogen des Horizonts zwischen dem Ost- oder Westpunkte und dem Punkte, wo ein Himmelskörper auf- oder untergeht, wird die **Aufgangs-** oder **Untergangsweite** genannt (amplitudo ortiva, amplitudo occidua). Sie ist entweder südlich oder nördlich.

Anmerkung II. Bei Sternen ist die Untergangsweite der Aufgangsweite allemal gleich. Denn es ist bewiesen worden (Seite 23.), daß der Durchschnitt DF des Tageskreises DEF mit AZC folglich auch mit AC rechte Winkel machet; also sind die Bögen DC, CF gleich. Also sind ihre Komplemente zu 90 Graden gleich, und diese sind die Aufgangs- und Untergangsweite. Bey der Sonne findet ein kleiner Unterschied statt, weil sie während der Beschreibung ihres Tagesbogens an Abweichung zu- oder abnimmt. Indessen kann dieser Unterschied hier aus der Acht gelassen werden.

§. 14.

Aufgabe.

Es soll vermittelst der als bekannt angenommenen mittäglichen Höhe der Sonne ihr Ort in der Ekliptik gefunden werden.

Stelle

Stelle die Kugel, so wie es die Polhöhe erfordert (§. 3.) Zähle am messingenen Meridian vom Südpunkte des Horizonts nach oben hin, so viel Grade als die beobachtete Höhe der Sonne beträgt, und merke die Stelle, wo sich diese Grade endigen. Drehe die Kugel, bis daß ein Punkt der Ekliptik an diese Stelle kömmt, so ist dieser Punkt der Ort der Sonne. Drehet man die Kugel noch mehr, so erhält man einen andern Punkt der Ekliptik, der ebenfalls Genüge leistet.

Gesetzt es sei die Sonnenhöhe in Berlin zur Mittagszeit $57\frac{1}{2}$ Grad; merket man nun einen Punkt am messingenen Meridian $57\frac{1}{2}$ Grad über dem mittäglichen Horizont, und drehet man die Kugel, so schneidet dieser Punkt die Ekliptik einmal am Ausgange des zweyten Zeichens, und noch einmal am Ende des vierten Zeichens. Also wird aus der beobachteten mittäglichen Höhe der Sonne geschlossen, daß sie entweder eine Standlänge von II Zeichen 0 Grad oder von IV Zeichen 0 Grad habe, das erstere geschiehet am 20ten May, das andere am 22ten Julius.

Anmerkung I. Diese Aufgabe gehet die Sterne nicht an, weil sie bei einerlei Polhöhe auch einerlei mittägliche Standhöhe behalten.

Anmerkung II. Wem sonst kein Mittel bekannt ist, die mittägliche Höhe der Sonne zu beobachten, der stelle auf einer horizontalen Ebne einen lothrechten Stab, an einem Orte, wo die Sonne am Mittage scheinet. Man messe den Stab und die Länge des Schattens. Man zeichne auf einem Papiere ein rechtwinkeliges Dreyeck, dessen Katheten so groß seien als Stab und Schatten, so ergiebt sich der Winkel am Ende des Schattens, dessen Grade man durch einen Transportör erfahren, oder trigonometrisch berechnen kann. Dieser Winkel ist der Sonnenhöhe gleich.

§. 15.

Aufgabe.

Aus der beobachteten mittäglichen Höhe der Sonne, an einem gegebenen Tage, soll die Polhöhe für den Ort des Beobachters gefunden werden.

Suche den Ort der Sonne für den gegebenen Tag in der Ekliptik, bringe ihn unter dem messingenen Meridian. Zähle vom Orte der Sonne abwärts, nach dem südlichen Horizonte zu, am Meridian, so viel Grade als die Sonnenhöhe beträgt, und stelle die Kugel so, daß das Ende des abgezählten Bogens im mittäglichen Horizonte sei, so hat der Pol über dem nördlichen Horizonte die gehörige Erhöhung.

Wenn man sich an einem Orte befindet, wo nicht der nördliche sondern der südliche Pol über dem Horizonte stehet, so ist die Auflösung die nämliche, nur daß die Höhe der Sonne am nördlichen Horizonte abgezählet wird, und die Höhe des Pols am südlichen.

Diese Aufgabe ist die Umkehrung derjenigen, wo vermittelst der gegebenen Polhöhe und des gegebenen Tages die Höhe der Sonne für eine gewisse Stunde (hier Mittag) gesuchet wird. (§. 8.)

§. 16.

Aufgabe.

Vermittelst der Höhe der Sonne oder eines Sternes zu finden, was es an der Zeit ist.

Stelle die Kugel gehöriger maaßen nach der Polhöhe des Ortes (§. 3.), bringe den Ort der Sonne an den messingenen Meridian, stelle den Zeiger auf Mittag; drehe die Kugel, bis daß der Ort der Sonne oder der gegebene Stern um so viel Grade, als die beobachtete Standhöhe beträgt, über dem Horizont stehe, welches sich am besten durch Anlegung des messingenen Vertikalzirkels ausprobiren läßt, und siehe dann, welche Stunde der Zeiger weiset; dieses ist die Stunde der Beobachtung. Man merke, daß dieses Verfahren immer zwei verschiedene Stunden giebt, welchen die gegebene Sonnenhöhe, oder die Höhe eines gegebenen Sterns entspricht, wovon die eine eine Vormittagsstunde, und die andere eine Nachmittagsstunde ist. Beide Stunden sind, wegen der Einförmigkeit der täglichen Bewegung, in gleichen oder fast gleichen Zeitentfernungen vom Mittage.

§. 17.

Aufgabe.

Es soll vermöge des bekannten Azimuths der Sonne oder eines Sternes gefunden werden, wie viel es an der Zeit ist.

Stelle die Kugel, so wie es die Polhöhe erfordert (§. 3.). Bringe den Ort der Sonne an den messingenen Meridian, stelle den Zeiger auf Mittag. Drehe die Kugel, bis daß der Ort der Sonne oder der Stern das vorgeschriebene Azimuth hat, welches vermittelst des angelegten Vertikalzirkels und der am hölzernen Horizonte abgetheilten Grade geschiehet; was alsdann der Zeiger weiset, ist die Zeit des beobachteten Azimuths.

Anmerknng. Wem sonst kein Mittel bekannt ist, um das Azimuth der Sonne zu beobachten, der gebrauche den oben (§. 14. Anm. II.) gemeldeten Stab auf einer Horizontalfläche. Man zeichne die Schattenlinie, wie sie zur Mittagszeit fällt, das heißt die Mittagslinie selbst (Seite 11.). Wenn man nun den Winkel mißt, welchen der Schatten zu jeder andern Zeit mit der Mittagslinie machet, so hat man das Azimuth der Sonne, aber in entgegengesetzter Lage; nämlich, wenn der Winkel nach Westen liegt, so ist das Azimuth östlich und umgekehrt. Um dieses zu begreifen, braucht man nur in Gedanken eine Ebne, die bis ins Firmament gehet, durch den Stab und die Sonne zu legen, so wird man bemerken, daß der Umkreis dieser Ebne ein Vertikalzirkel ist, daß der besagte Winkel des Schattens, der Neigung dieses Vertikalzirkels gegen den Meridian gleich ist, und daß diese Neigung, in Graden gerechnet, dem Azimuth gleich ist.

Weil die Sterne keinen Schatten geben, so muß man ihr Azimuth auf eine andere Art beobachten. Man mache sich eine Gestelle, etwa in Gestalt eines Galgens, woran man zwey lothrechte Fäden anhängt, und das unterste Ende eines jeden werde mit einem Gewichtchen beschweret. Man drehe das Gestelle so, daß man, wenn man das Auge hinter dem einen Faden hält, den andern vor dem Sterne sehe, als wenn er ihn bedeckte. Man suche durch geometrische Mittel, um wieviel die Ebene, die durch beide Fäden gehet, von der Ebene des Meridians abweichet, so ist diese Abweichung dem Azimuth des Sternes gleich. Denn hier ist wiederum die Ebene, die durch beyde Fäden gehet, nichts anders als die Ebne des Vertikalzirkels, der durch den Stern gehet.

§. 18.

Aufgabe.

Zu finden, um welche Stunde eines gegebenen Tages, die Morgendämmerung anfängt und die Abenddämmerung aufhört.

Wenn die Sonne des Morgens noch 18 Grad unter dem Horizonte ist, so erhellet sich schon die Luft ein wenig, die kleinsten Sterne fangen an zu verschwinden, und die Morgendämmerung fängt an. Abends wird nicht eher finstere Nacht, und die kleinen Sterne werden nicht eher gesehen, als wenn die Sonne schon 18 Grade unter dem Horizonte ist.

Um

Um also den Anfang der Morgendämmerung und das Ende der Abenddämmerung zu erhalten, stelle man die Kugel nach der Polhöhe des Ortes wo man ist, oder wovon die Rede ist (§. 3.), man bringe den Ort der Sonne an den Meridian, stelle den Stundenzeiger auf Mittag, drehe die Kugel bis daß der Ort der Sonne 18 Grade unter dem östlichen oder unter dem westlichen Horizonte sei, und sehe, welche Stunde der Zeiger angiebt. Zu diesem Behufe wird man den messingenen Vertikalzirkel im Nadir, 90 Grad unter dem Horizonte, am messingenen Meridian befestigen, und ihn öfters an den Ort der Sonne anlegen müssen, während daß man die Kugel drehet, bis daß man sehe, daß der Ort der Sonne 18 Grade unter dem Horizont, oder 72 Grade vom Nadir entfernet sei; der Stundenzeiger wird alsdann die verlangte Stunde anzeigen, da die Morgendämmerung anfängt, oder die Abenddämmerung aufhört.

Weil es aber beschwerlich ist am unteren Theile der Weltkugel zu arbeiten, so nehme man anstatt des Ortes der Sonne einen andern Punkt der Ekliptik, der vom Orte der Sonne um 6 Zeichen entfernet sei; so stehet dieser Punkt im östlichen Horizonte, wenn jener im westlichen stehet, und so wie der eine sich unter den Horizont versenket, so erhebet sich der andere über den Horizont. Man drehe also die Kugel, bis daß der besagte entgegengesetzte Punkt um 18 Grade über dem Horizonte sei. Dann stehet die Sonne 18 Grade unter dem Horizont und der Stundenzeiger weiset den Anfang der Morgendämmerung oder das Ende der Abenddämmerung.

Z. E. Am 1sten May ist die Standlänge der Sonne 1 Zeichen 12 Grad. Ich suche also in der Ekliptik den 12sten Grad des 2ten Zeichens, bringe ihn unter dem Meridian, stelle den Zeiger auf Mittag, erhebe den Pol um

 $52\frac{1}{2}$

$52\frac{1}{2}$ Grad für Berlin, suche in der Ekliptik 7 Zeichen 12 Grad anstatt 1 Zeichen 12 Grad, drehe die Kugel, bis daß dieser entgegengesetzte Punkt erstlich 18 Grad über dem westlichen Horizont stehet, und dann 18 Grade über dem östlichen; ich finde, daß jenes Morgens um $1\frac{3}{4}$ Uhr, jenes Abends um $10\frac{1}{4}$ Uhr geschiehet; dieses sind demnach die verlangten Zeitpunkte des Anfanges und Endes der Dämmerung.

Anmerkung. Während den längsten Tagen kömmt die Sonne gar nicht bis 18 Grad unter unseren Horizont, und es dämmert die ganze Nacht durch.

§. 19.

Aufgabe.

Zu finden, um welche Stunde ein Stern an einem gegebenen Tage durch den Meridian gehet.

Bringe den Ort der Sonne an den Meridian. Stelle den Zeiger auf Mittag. Drehe die Kugel, bis daß der aufgegebene Stern am Meridian ist, so weiset der Zeiger die verlangte Stunde. Zum Exempel, es wird gefraget, um welche Stunde am 4ten Mai das Herz des Löwen durch den Meridian gehet? Am 19ten April gieng die Sonne aus dem ersten Zeichen. Seitdem sind 15 Tage verflossen. Also ist die Standlänge der Sonne 1 Zeichen 15 Grad. Ich bringe den 15ten Grad des zweiten Zeichens der Ekliptik an den Meridian, stelle den Zeiger auf Mittag, drehe die Kugel, bis daß das Herz des Skorpions am Meridian ist, und sehe, daß alsdann der Zeiger ohngefähr 1 Uhr 20 Minuten in der Nacht zeiget.

Anmerkung. Diese Aufgabe gehet die Sonne nicht an, denn diese ist immer um 12 Uhr Mittags im Meridian, oder vielmehr beruhet der Mittag auf der Gegenwart der Sonne im Meridian.

§. 20.

§. 20.

Aufgabe.

Es soll gefunden werden, an welchen Tagen des Jahres ein Stern anfangen und aufhören wird sichtbar zu werden.

Ein Stern ist gar nicht sichtbar, wenn er unter dem Horizonte ist, ferner auch nicht wenn er zugleich mit der Sonne über dem Horizonte ist, drittens auch nicht, wenn er zwar über dem Horizonte, die Sonne aber nur wenige Grade unter dem Horizonte ist, weil die Dämmerung alsdann zu hell ist. Die hellesten Sterne am Himmel sind sichtbar, wenn sie über dem Horizonte und die Sonne wenigstens 10 Grad unter dem Horizonte ist. Weniger helle Sterne erfordern mehr Dunkelheit und einen tieferen Stand der Sonne unter dem Horizonte.

Man stelle also die Kugel wie es die Polhöhe erfordert. Man befestige das eine Ende des messingenen Vertikalzirkels oben am Zenith. Man bringe den vorgeschlagenen Stern an den östlichen Horizont. Man drehe den messingenen Vertikalzirkel am westlichen Horizont herum, und merke die Stelle der Ekliptik, wo der 10te Grad des Vertikalzirkels, vom Horizont aufwärts gerechnet, die Ekliptik schneidet. Man bemerke die Standlänge dieser Stelle, man addire oder subtrahire 6 Zeichen, so hat man den entgegengesetzten Punkt der Ekliptik, welcher 10 Grade unter dem Horizont ist. Man suche den Tag, an welchem sich die Sonne in diesem Punkte befindet: so fängt der Stern an diesem Tage an des Morgens sichtbar zu werden, indem er vor Sonnenaufgang hoch genug über den Horizont steiget, obgleich er sehr bald durch das zunehmende Tageslicht verschwindet. In den folgenden Tagen rücket die Sonne weiter ostwärts in der Ekliptik, und entfernet sich immer mehr und mehr östlich vom Sterne, oder

der Stern scheinet sich westlich von der Sonne zu entfernen, und gehet immer in Vergleich mit der Sonne früher und früher auf, erstlich nach Mitternacht, hernach vor Mitternacht, dann Nachmittag, zuletzt Vormittag. Wenn der Stern Vormittag aufgehet, so scheinet er der Sonne in ihrem täglichen Lauf zu folgen oder nachzugehen, und gehet in den Abendstunden später als die Sonne unter. Er kömmt der Sonne täglich näher, oder die Sonne ihm, und wenn er weniger als 10 Grade von ihr entfernet ist, so gehet er eine kurze Zeit nach der Sonne unter, da es noch so hell ist, daß der Stern nicht mehr gesehen werden kann, und er also verschwindet; hierauf kömmt die Zeit, wo der Stern mit der Sonne aufgehet, und dann wiederum des Morgens vor der Sonne.

Der Tag des Verschwindens wird fast eben so gefunden, wie der Tag des Erscheinens. Der Stern wird an den westlichen Horizont gebracht. Man suchet am östlichen Horizonte den Punkt der Ekliptik, der 10 Grade über dem Horizonte stehet. Wenn man sechs Zeichen dazu addiret, oder davon subtrahiret, so hat man den entgegengesetzten Punkt, der 10 Grade unter dem westlichen Horizont stehet. Der Tag, wo sich die Sonne in diesem Punkt befindet, ist der Tag der Verschwindung.

Ich habe immer von 10 Graden gesprochen, in der Voraussetzung, daß der Stern einer von den hellesten sei. Für andere Sterne muß man mehr Grade nehmen, für die kleinsten dem bloßen Auge sichtbaren, 18 Grade.

Exempel. Ich will für Berlin die Tage wissen, an welchen Sirius sichtbar wird und verschwindet. Ich stelle die Kugel für unsere Polhöhe, bringe Sirius an

den

den östlichen Horizont, und finde über dem westlichen Horizonte, vermittelst des messingenen Vertikalzirkels, daß der 1ste Grad nach XI Zeichen in der Ekliptik, 10 Grade über dem Horizonte ist; davon V Zeichen subtrahiret, giebt V Zeichen 1 Grad; hierzu gehöret der 23ste August, als der Erscheinungstag des Sirius. Ich bringe ferner den Sirius an den westlichen Horizont, und finde am östlichen, daß der 9te Grad nach VII Zeichen, 10 Grad über dem Horizont ist. Ich subtrahire V Zeichen, und finde I Zeichen 9 Grad; hierzu gehöret der 28ste April, als der Verschwindungstag des Sirius. Also ist dieser Stern sichtbar vom 23sten August bis zum 28sten April, und durch die Sonnenstralen verdunkelt vom 28sten April bis zum 23sten August.

Anmerkung. Die erste Erscheinung eines Sternes, wenn er aus den Sonnenstralen hervortritt, heißt der **heliakische Aufgang**, und das entgegengesetzte Verschwinden, der **heliakische Untergang**.

Die Alten hielten diese Vorfälle für sehr wichtig; sie glaubten daß der Stern von der Verschwindung an bis zur Wiedererscheinung seinen Einfluß und seine Kräfte mit der Sonne vereinigte, um auf der Erde Gutes oder Böses zu bewirken. Von diesem Aberglauben ist weiter nichts übrig geblieben als die **Hundetage**, das heißt die Zeit, in welcher die Sonne das Vte Zeichen der Ekliptik durchläuft; diese Zeit ist das Ende der Nichterscheinung des Sirius, und soll, nach der gemeinen Sage das Tollwerden der Hunde verursachen, welche Meinung vermuthlich bloß von dem zufälligen Namen des großen Hundes herrühret, den das Sternbild führet, zu welchem der Sirius gehöret.

§. 21.

§. 21.

Aufgabe.

Den Tag des Jahres finden, an welchem der Aufgang oder Untergang eines Sternes, zugleich entweder mit dem Aufgange oder mit dem Untergange der Sonne geschiehet.

Nachdem die Kugel, so wie es die Polhöhe erfordert, gesteilet worden, so bringe den Stern an den östlichen Horizont, und bemerke den Punkt der Ekliptik, der zugleich mit ihm im östlichen Horizonte ist, suche den zustimmenden Tag, so ist es derjenige, an welchem der Stern zugleich mit der Sonne aufgehet. Dieses heißt bey den Alten der **kosmische Aufgang** des Sterns.

Merke zugleich den Punkt der Ekliptik, der am westlichen Horizont ist, und suche den zustimmenden Tag, so ist dieses der Tag, an welchem der Stern aufgehet, während daß die Sonne untergehet. Dieses ist der **achronische Aufgang** des Sterns.

Bringe den Stern an den westlichen Horizont, und merke den Punkt der Ekliptik, welcher zugleich am östlichen Horizonte ist, nebst dem zustimmenden Tage, so ist dieses der Tag, wo der Stern untergehet, wenn die Sonne aufgehet. Dieses heißt der **kosmische Untergang**.

Merke zugleich den Punkt der Ekliptik, der im westlichen Horizonte ist, so gehet am zustimmenden Tage der Stern zugleich mit der Sonne unter. Dieses ist der **achronische Untergang**.

Alle diese Redensarten muß man verstehen, wenn man die alten astronomischen Schriften lesen will. Heut zu Tage werden sie nicht viel gebrauchet.

Exempel. Wenn Sirius an den östlichen Horizont gebracht wird, so findet man am östlichen Horizont in der Ekliptik IV Zeichen 20 Grad und am westlichen

chen X Zeichen 20 Grad. Daher siehet man, daß der kosmische Aufgang des Sirius am 11ten August, und der achronische Aufgang am 8ten Februar geschiehet. In der Zwischenzeit gehet Sirius immer früher und früher auf, erst nach Mitternacht, hernach vor Mitternacht.

Wenn Sirius an den westlichen Horizont gebracht wird, so findet man am östlichen Horizonte in der Ekliptik VII Zeichen 22^{g} und am westlichen Horizonte I Zeichen 22 Grad. Dieses beweiset, daß der kosmische Untergang des Sirius am 15ten November, und der achronische Untergang am 11ten Mai geschiehet. In der Zwischenzeit gehet Sirius immer früher und früher unter, erstlich nach Mitternacht, hernach aber vor Mitternacht.

Anmerkung I. Weil der Stern von der Sonne verdunkelt wird, obgleich diese um einige Grade unter dem Horizonte ist, so geschiehet der heliakische Aufgang eines Sternes (§. 20. Anm.) nur 12 bis 15 Tage nach dem kosmischen Aufgange, und der heliakische Untergang eben so lange vor dem achronischen Untergange.

Zum Exempel, es ist eben gefunden worden, daß Sirius schon am 11ten August kosmisch aufgehet, hingegen geschiehet der heliakische Aufgang erst am 23sten August (§. 20.) 12 Tage später. Hingegen geschiehet der heliakische Untergang am 28ten April, da der achronische nur am 11ten May, 13 Tage später geschiehet.

Anmerkung II. Dieses mag von der Himmelskugel und deren Gebrauch genug seyn. Wir schreiten zur künstlichen Erdkugel, und zu den Aufgaben, die sich durch dieselbe auflösen lassen.

Viertes

Viertes Hauptstück.

Von der künstlichen Erdkugel und deren Gebrauche.

§. 1.

Die künstliche Erdkugel, oder bloß die Erdkugel, ist eine Kugel, deren Oberfläche die Länder und Gewässer vorstellet, die sich auf der Oberfläche der Erde, unsers Wohnsitzes, befinden. Die Erdkugel sammt der Himmelskugel werden zusammen die Weltkugeln genannt. Daß die Erde beinahe kugelrund sei, ist schon gleich im Anfange dieses Werkes (Seite 6.) angeführet worden. Berge und Thäler betragen auf einer so großen Kugel sehr wenig, und können wie die kleinen Unebenheiten auf der Schale einer Zitrone oder Pomeranze betrachtet werden. Es kann demnach die Erde füglich durch eine Kugel vorgestellet werden. Es ist außerdem hier noch nicht der Ort, wo die wahre Gestalt der Erde genau bestimmet werden könne; dieses soll in der Folge des jetzigen Werkes geschehen.

§. 2.

Bei der Betrachtung der Himmelskugel haben wir meistens so geredet, als wenn der Himmel sich in 24 Stunden um die Erde herum drehete; wir haben auch in dieser Voraussetzung die Pole und den Aequator des Himmels angegeben (H. 1. §. 12.) Zugleich aber haben wir gewarnet, daß diese Umdrehung nur ein Schein ist, und daß es viel wahrscheinlicher, ja so gut als bewiesen ist, daß der Himmel in Ruhe bleibet, die Erde aber sich in der That um eine Axe drehet, die in der eingebildeten Himmelsaxe lieget. Diese wirkliche Umdrehung geschiehet in der Richtung von Westen gegen Osten, indem die scheinbare von Osten gegen Westen gerichtet ist.

Bei Einrichtung der künstlichen Erdkugel wird in der That vorausgesetzt, daß die Erde, nicht der Himmel, sich in 24 Stunden um ihre Axe drehet. Uebrigens ist es für die Erklärung der Erscheinungen und die Auflösung der Aufgaben die sich darauf beziehen, einerlei, es drehe sich der Himmel oder die Erde herum; weil es in solchen Fällen immer nur auf die relative Lage und Bewegung ankömmt, die in beiden Fällen, wie schon erwähnet worden (S. 27.) einerlei ist.

§. 3.

Die künstliche Erdkugel ist fast eben so beschaffen, wie die Himmelskugel. Wenn man in Gedanken bei der oben (S. 2.) abgebildeten Himmelskugel, anstatt der Sterne Länder und Meere setzet; so stellet sie die Erdkugel vor. Nur der messingene Vertikalzirkel kann hier wegbleiben. Vor allen Dingen hat man die beiden Erdpole zu bemerken, sie sind die beiden Enden der Axe, um welche sich die Erde drehet, und befinden sich in gerader Linie mit den scheinbaren Himmelspolen. Wenn jemand am nördlichen Erdpol stünde, so würde er den Polarstern am Schweife des kleinen Bären fast senkrecht über seinem Kopfe haben. Je weiter man sich vom Nordpole entfernet, desto mehr scheinet sich der Polarstern gegen den Horizont zu neigen. Eben so gehet es mit dem Südpole, nur daß in seiner Nähe kein heller Stern ist. Der Abstand des Pols vom Horizonte ist die Polhöhe, und es ist schon gelehret worden (H. I. §. 12.) wie sie beiläufig gefunden wird. Unter Polhöhe verstehet man allemal die Standhöhe des scheinbaren oder himm-

himmlischen Poles, weil der irdische keine Höhe über dem Horizonte hat und nur von denen gesehen werden könnte, die ganz nahe dabei wohnen würden. Beide Erdpole liegen in sehr kalten Gegenden, und sind mit Eismeeren umgeben, so daß noch kein Mensch zu denselben hingekommen ist. Indessen muß man nicht denken, daß an den Polen etwas Merkwürdiges auf der Erde zu sehen wäre; es sind nur mathematische Punkte.

§. 4.

Wenn man sich die Erdaxe vermittelst einer auf ihr senkrechten Ebene halbirt vorstellet, so schneidet diese die Oberfläche der Erdkugel in einem großen Zirkel, welcher der **Erdäquator** ist; die Schiffer nennen ihn die **Linie**; er liegt in der Ebene des himmlischen Aequators (H. 1. §. 14.), und wer auf dem Erdäquator stehet, der siehet die Sterne welche im himmlischen Aequator befindlich sind, alle nach und nach über seinem Kopfe gehen, weil er selbst mit der Erdfläche unter ihnen vorbei gehet. Der Erdäquator gehet durch die Insel St. Thomas an der afrikanischen Küste, durch die Länder Bemin und Monoemugi in Afrika, durch das indische Meer, die maldivischen Inseln, die Inseln Sumatra, Borneo, Celebes und Gilolo, durch das stille oder pazifische Meer, nahe bei Quito in Peru vorbei, durch die Mündung des Amazonenflusses, von dort wieder nach der St. Thomasinsel durch das atlanische Meer. Jeder Ort der im Aequator lieget, ist 90^{G} von den Polen entfernet, eben weil der Aequator gegen die Erdaxe senkrecht ist.

§. 5.

Die **Meridiane** oder **Mittagszirkel auf der Erde**, sind größte Zirkel des Erdballes, welche durch jeden beliebigen Ort der Erde und zugleich durch beide

Erd-

Erdpole gehen, wie die Meridiane oder Aufsteigungszirkel am Himmel; sie werden wie auf den Himmelskugeln gezogen, so daß sie den Aequator von 10 zu 10 Graden schneiden; dieses hindert aber nicht, daß man sich nicht noch unendlich viele dazwischen denken könne. Der Meridian eines Ortes ist derjenige, der durch diesen Ort gehet: wenn man seine Fläche verlängert, so schneidet sie das Firmament in einem Zirkel, der alsdann der himmlische Meridian des Ortes ist. Denn wenn man in Gedanken eine Ebene durch die Weltpole und durch den Zenith eines Ortes leget, so ist bewiesen worden, daß der Umkreis dieser Ebene der himmlische Meridian selbst ist, daß ist, derjenige Kreis am Himmel der den Tagesbogen der Sonne an jedem Tage halbiret (H. 1. §. 12.). Nun aber ist klar daß dieselbige Ebene auch durch die Erdpole gehet, denn sie gehet durch die ganze Weltaxe, von welcher die Erdaxe ein Theil ist. Ebenfalls ist klar daß sie durch den Ort wo man ist gehet, denn sie gehet vom Zenith zum Mittelpunkte der Erde, folglich durch den Ort wo man ist, weil dieser mit dem Zenith und dem Mittelpunkte der Erde in gerader Linie lieget. Also gehet die gedachte Ebene und ihr Umkreis durch die Erdpole und durch den Ort wo man ist. Also ist die Ebene des himmlischen Meridians mit der Ebene des irdischen einerlei, oder der irdische Meridian eines Ortes lieget in der Ebene des himmlischen Meridians desselbigen Ortes.

Für alle Oerter der Erde die im nämlichen irdischen Meridian liegen, und folglich auch den nämlichen himmlischen Meridian haben, ist es zugleich Mittag; denn die Ebene worin beide Meridiane liegen, halbiret für alle den Tagesbogen der Sonne (H. 1. §. 12.).

Von den irdischen Meridianen pfleget man einen als den ersten anzusehen; die französischen Geographen und Schiffer ziehen ihn durch die westliche

Küste der kanarischen Insel Ferro; die Holländer durch den Pik oder hohen Berg auf Teneriffa, ebenfalls einer kanarischen Insel; die Astronomen betrachten oft den Meridian ihres Wohnorts als den ersten.

Wenn man einen Meridian zum ersten gewählet hat, so schneidet er den Erdäquator in einem Punkte, den man als den Anfang des Aequators betrachtet. Von diesem Punkte an werden die Grade des Aequators von Westen nach Osten bis 360 gezählet.

§. 6.

Die **parallelen Zirkel** sind kleinere Zirkel auf der Erdkugel, die wie die parallelen Zirkel oder Abweichungszirkel auf der Himmelskugel, mit dem Aequator gleichlaufend sind. Sie sind auf der Kugel so gezogen, daß sie den ersten oder jeden andern Meridian von 10 zu 10 Graden schneiden. Man kann sich aber zwischen ihnen noch unendlich viele gedenken, und durch jeden beliebigen Ort einen solchen parallelen Zirkel ziehen.

§. 7.

Die **Wendezirkel** auf der Erdkugel sind, wie am Himmel, $23\frac{1}{2}$ Grad vom Aequator entfernet. Man darf sich nur einen Kegel vorstellen, der den einen Wendezirkel des Himmels zur Grundfläche und seine Spitze im Mittelpunkte der Erde hat, so entstehet ein gemeinschaftlicher Durchschnitt der Oberfläche des Kegels und der Erdkugel, und dieser Durchschnitt ist der irdische Wendezirkel. Eben so ist es mit dem andern Wendezirkel beschaffen. Wer auf der Erde im nördlichen oder südlichen Wendezirkel stehet, der siehet nach und nach alle Sterne, die im gleichnamigen Wendezirkel des Himmels stehen, über seinem Kopfe vorbei gehen, weil er selbst einen Kreis unter dem himmlischen Wendezirkel beschreibet.

§. 8.

Die Polarzirkel der Erde sind wie auf den Himmelkugeln $23\frac{1}{2}$ Grade von den Polen entfernet, und jeder entstehet, wenn man in Gedanken einen Kegel bildet, der seine Spitze im Mittelpunkte der Erde und seine Grundfläche im Polarzirkel des Himmels hat; da dann die Oberflächen des Kegels und der Erdkugel einander schneiden, und den Polarzirkel auf der Erde bestimmen. Wer in einem irdischen Polarzirkel wohnet, siehet den einen Pol der Ekliptik und die Sterne des himmlischen Polarzirkels über seinem Kopfe vorbei gehen, weil er selbst unter diesem himmlischen Zirkel einen Kreis beschreibet.

§. 9.

Die Ekliptik ist eine Linie, welche bloß und allein die Himmelskugel angehet. Indessen ist sie doch auch auf der Erdkugel gezeichnet, weil sie zur Auflösung einiger Aufgaben gebrauchet wird. Da aber die wirkliche himmlische Ekliptik mit jedem Augenblicke ihre relative Lage in Betrachtung der verschiedenen Länder verändert, so hat man sie, da man ihr doch irgend eine Lage geben muß, durch den angenommenen ersten, und durch den 180ten Grad des Erdäquators gezogen, von wo sie, wie es sein muß, bis an die Wendezirkel reichet.

§. 10.

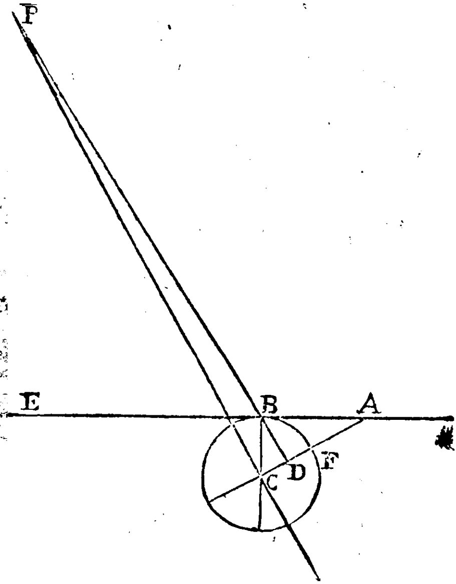
Die Lage eines Ortes auf der Erdfläche wird vermittelst der Standlänge und Standbreite (longitudo & latitudo) bestimmet. Die Standlänge ist die Entfernung des Ortes vom ersten Meridian, in Graden gerechnet; oder es ist der Grad des Aequators, der vom Meridian des Ortes getroffen wird. Die Standbreite ist die Entfernung des Ortes vom Aequator, in Graden gemessen, oder der in Grade gemessene Bogen des

Meridians des Ortes, welcher Bogen zwischen dem Orte und dem Aequator enthalten ist Alle Oerter die im selbigen Parallelkreise liegen, haben einerlei Standbreite, alle die in einem Meridian liegen, haben einerlei Standlänge. Was also am Himmel Aufsteigung und Abweichung heißt, das heißt auf der Erde Standlänge und Standbreite. Am Himmel giebt es auch eine Standlänge und Standbreite, sie beziehet sich aber auf die Ekliptik, nicht auf den Aequator (H. 1. §. 20 u. 21.) Besser wäre es, wenn ähnliche Dinge auch ähnliche Namen hätten. Wenn es von mir abhienge den Sprachgebrauch zu ändern, so würde ich die beiden Bögen welche die Lage eines Ortes auf der Erde in Betrachtung des Aequators bestimmen, **Aufsteigung** und **Abweichung** nennen, wie am Himmel. Also würde ich sagen: Berlin hat $52\frac{1}{2}$ Grad **Abweichung** und 32 Grad **Aufsteigung.**

§. 11.

Die **Standbreite**, oder wenn man will, die **Abweichung** eines Ortes, ist allemal der Polhöhe gleich. Es sei CP die bis an den himmlischen Pol P verlängerte Axe der Erde, CA die Ebene des Aequators, gegen CP senkrecht, B ein beliebiger Ort auf der Erdfläche, ABE die Ebene des Horizontes für den Ort B, BC ein Radius, gegen die berührende Ebene AB senkrecht, PBD eine durch den Himmelspol und den Ort B gezogene gerade Linie. So ist der Winkel PBE die Polhöhe für den Ort B. Wegen der sehr großen Entfernung des Punktes P, können PD und PC für parallel gehalten werden, also kann PD als senkrecht auf CA angesehen werden, weil PC es wirklich ist. Dieses angenommen, so ist $\angle PBE = \angle ABD$, als Scheitelwinkel. Die Dreiecke ADB, ABC sind beide rechtwinkelig, und haben den Winkel A gemein, also ist $\angle ABD = \angle ACB$, und

in



in Graden gerechnet ist $\angle ACB = \text{Arc. } BF$; also ist in Graden $\angle PBE = \text{Arc. } BF$, das heißt die Polhöhe ist in Graden der Standbreite oder Abweichung gleich.

§. 12.

Die **Standlänge** oder wenn man will, die **Aufsteigung** eines Ortes wird vermittelst einer sehr richtig gehenden Uhr gefunden. Wenn ein Reisender eine solche Uhr besitzet, und sie an einem Orte nach der Sonne gestellet hat, so muß er an einem andern Orte beobachten, um wie viel sie hier nach der Sonne zu früh oder zu spät gehet. Der Unterschied der Stunden wird den Unterschied der Standlängen beider Oerter geben, wenn man für jede Stunde 15 Grad rechnet: der Ort wo die Uhr mehr zeiget, oder wo es später an der Zeit ist, lieget allemal mehr gegen Osten; der Ort wo die Uhr weniger zeiget, oder wo es früher an der Zeit ist, lieget mehr gegen Westen. Man müßte eigentlich jeden Ort auf diese Art mit der Insel Ferro vergleichen, um seine Standlänge zu bekommen; indessen da nun schon die Standlängen der vornehmsten Oerter bekannt sind, so darf man nur immer den Ort, dessen Standlänge noch unbekannt ist, mit dem nächsten dessen Standlänge bekannt ist, vergleichen.

Da die Erde sich in 24 Stunden von Westen nach Osten um ihre Axe drehet, so bekommen alle Oerter nach und nach die Sonne im Mittagskreise zu sehen, oder alle irdische Mittagskreise kommen nach und nach gerade unter der Sonne zu stehen, so daß die Sonne in ihren Ebenen liege; die östlicheren Mittagskreise kommen eher unter die Sonne als die westlicheren, so daß es in östlicheren Gegenden schon Mittag ist, wenn es in westlicheren noch nicht Mittag ist. Wenn man sich die Mittagskreise von Grad zu Grad auf der Erde gezogen vorstellet, so müssen in 24 Stunden 360 Meridiane unter der Sonne durchgehen, dieses macht in einer Stunde 15 Meridiane. Also bekömmt ein Ort der um 15 Meridiane, daß heißt um 15 Grade westlicher lieget als ein anderer, den Mittag eine Stunde später, oder wenn es an einem Orte Mittag ist, so ist es an dem andern der 15 Grade westlicher lieget erst 11 Uhr. Hingegen an einem Orte der 15 Grad östlicher lieget, ist es dann schon 1 Uhr Nachmittag, weil schon eine Stunde vorbei ist, seitdem der Meridian des Ortes unter der Sonne war. Man wird hieraus leicht schließen, daß 30 Grade Unterschied in der Standlänge 2 Stunden Unterschied in der Zeit machen, 45 Grad 3 Stunden u. s. w.

Wenn der Mittag an einem Orte 1 Stunde, 2 Stunden u. s. w. früher oder später kommt als an einem andern, so müssen auch alle übrige Tagesstunden um eben so viel früher oder später kommen. Zum Exempel wenn wir

hier

hier 12 Uhr haben, so ist es in Konstantinopel, welches 15 Grad östlicher lieget, 1 Uhr; also wenn es bei uns 1 Uhr ist, so ist es dort 2 Uhr; bei uns 3 Uhr, dort 4 Uhr u. s. w. indem der Tag an allen Orten in 24 gleiche Stunden getheilet ist.

§. 13.

Die Erdfläche wird in fünf **Zonen** oder **Gürtel** getheilet.

1) Die **heiße Zone** befindet sich zwischen beiden Wendezirkeln, hat den Aequator in der Mitte, und ist auf jeder Seite des Aequators $23\frac{1}{2}$ Grad, also überhaupt 47 Grad breit. Dieser Erdstrich ist sehr heiß, weil dort die Sonnenstralen senkrecht oder doch nicht so schief als bei uns auf die Erde fallen; die Sonne scheinet immer auf irgend einen Punkt der heißen Zone senkrecht herab. Denn die Ekliptik worinn die Sonne jährlich ihren Umlauf zu machen scheinet, lieget ganz zwischen beiden himmlischen Wendezirkeln, und die irdischen Wendezirkel sind lothrecht unter dem himmlischen. Die Einwohner der heißen Zone sehen die Sonne während einem Theile des Jahres südlich, während dem übrigen Theile aber nördlich, und zweimal über ihrem Kopfe, ausgenommen diejenigen die in dem Wendezirkel wohnen; diese sehen die Sonne nur einmal im Jahre über ihrem Kopfe, sonst aber immer entweder südlich für den nördlichen Wendezirkel, oder nördlich für den südlichen Wendezirkel. Die Tage sind in der heißen Zone nicht so ungleich als bei uns; ja im Aequator sind Tag und Nacht immer gleich; denn die Sonne bescheinet beständig die halbe Erdkugel, und die Grenze des Schattens und des Lichtes machet einen großen Zirkel der Kugel; der Aequator aber ist auch ein großer Zirkel; also halbiren beide einander, das heißt, der halbe Aequator ist immer von der Sonne erleuchtet, und da jeder Punkt des

Aequators in 24 Stunden herumgehet, so ist jeder Punkt während 12 Stunden erleuchtet, während 12 andern aber nicht. Da der Aequator mit der Ekliptik einen Winkel machet, so sind für diejenigen welche nicht im Aequator wohnen, die Tage und Nächte ungleich, wie schon bei Gelegenheit der Ekliptik und der Jahreszeiten gelehret worden (H. 1. §. 18.). Indessen ist in den heißen Zonen der Unterschied nicht so groß als bei uns. Die Morgen- und Abenddämmerung ist für die Bewohner der heißen Zone nicht von so langer Dauer als bei uns. Denn da ihr Horizont mit den Tageszirkeln der Sonne keine so schiefen Winkel machet als bei uns, sondern die Sonne fast lothrecht unter den Horizont gehet, oder gegen ihn aufsteiget, so dauret es nicht so lange, bis daß sie 18 Grad unter dem Horizonte durchlaufen habe. Die Einwohner der heißen Zonen kennen keine strenge Kälte, weil die Sonne zur Mittagszeit sich nie weit von ihrem Zenith entfernet. Indessen da sich doch die Sonne etwas südlich und etwas nördlich von ihnen entfernet, und im Jahre zweimal durch ihren Zenith gehet, so haben sie zweimal Sommer und zweimal Winter im Jahre. Nur diejenigen welche in den Wendezirkeln selbst wohnen, haben wie wir, nur einen Sommer und einen Winter.

II und III) Die **beiden gemäßigten Zonen**, eine **südliche** und eine **nördliche**, jede zwischen einem der Wendezirkel und dem nächsten Polarzirkel. Wir wohnen in der nördlichen. In diesen Zonen hat man die Sonne nie im Zenith, sondern wir sehen sie gegen Süden, und die Bewohner der anderen gemäßigten Zone sehen sie nördlich. Zweimal haben die Einwohner dieser Zonen Tag und Nacht gleich, nämlich wenn die Sonne im Aequator, oder eigentlich im Durchschnitte des Aequators und der Ekliptik ist. Aber während daß die Sonne in den nördlichen Zeichen ist, haben wir die Sonne höher

über

über unserm Horizonte, daher auch längere und wärmere Tage; hingegen wenn die Sonne in den mittäglichen Zeichen ist, so ist sie niedriger für unseren Horizont, daher die Tage kürzer und kälter werden, wie schon anderswo erkläret worden. (H. 1. §. 18.). Man merke, daß die Jahreszeiten in beiden gemäßigten Zonen entgegengesetzt sind, so daß es zugleich in der einen Winter und in der andern Sommer ist, weil sich die Sonne für die Bewohner der einen nicht höher über den Horizont erheben kann, ohne für die Bewohner der andern sich mehr gegen den Horizont herunter zu neigen. Hingegen haben alle Menschen die im selbigen Meridiane wohnen, wenn dieser nur für einen halben Zirkel gerechnet wird, gleiche Tagesstunden, weil sie Mittag zugleich haben. Unsere **Antipoden** aber, daß heißt Leute, die in dem uns entgesetzten Punkte der Erdfläche wohnen, haben nicht nur Sommer wenn wir Winter, sondern auch Mitternacht wenn wir Mittag haben. Denn da ihr Meridian um 180 oder 12 mal 15 Grade von dem unsrigen entfernet ist, so sind ihre Stunden um 12 von den unsrigen unterschieden (§. 12.).

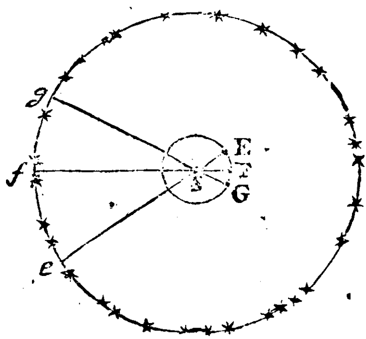
IV und V) Die beiden **kalten Zonen**, eine **nördliche** und eine **südliche**, um die Erdpole herum, bis an die Polarzirkel. Hier giebt es Zeiten im Jahre, wo die Sonne in 24 Stunden gar nicht untergehet oder gar nicht aufgehet. Wenn die Sonne aus dem dritten Zeichen ins vierte übergehet, daß heißt, wenn sie am höchsten über unserem Horizonte ist, so scheinet sie senkrecht über den Orten die $23\frac{1}{2}$ Grad vom Aequator gegen Norden entfernet sind; und da sie immer die halbe Erdkugel bescheinet, so nehme man 90 Grad beiderseits; dann gelanget man bis $23\frac{1}{2}$ Grad über den Nordpol hinweg, und $23\frac{1}{2}$ Grad diesseits des Südpols; und da sich während dieser Bescheinung die Erde in 24 Stunden um ihre Axe drehet, so bleibet während diesen 24 Stunden die ganze nördliche kalte Zone erleuchtet, die ganze südliche aber verdunkelt. Die in den Polarzirkeln selbst vorhandenen Menschen befinden sich an diesen Tagen in den Grenzen zwischen Licht und Schatten, und sehen die halbe Sonne am Horizonte herumstreifen. Wenn nun die Sonne nach dem Aequator zurückkehret, und sich im IVten, Vten und VIten Zeichen befindet, so reichet die beständige Erleuchtung nicht mehr bis $23\frac{1}{2}$ Grad jenseits des irdischen Nordpols, und sie kömmt dem irdischen Nordpole näher; also sehen die am Polarzirzel in der kalten Zone wohnenden Menschen jetzt die Sonne nicht mehr während 24 Stunden, sondern sie haben Tag und Nacht wie wir; die aber näher am Nordpole wohnen, sehen die Sonne noch in eins fort. Während dieser Zeit nimmt der beständig verdunkelte Theil der südlichen kalten Zone je mehr nnd mehr ab, das heißt die Bewohnern, wenn es dort welche giebt, sind nicht mehr in fortdauernder Nacht, sondern sie bekommen Tag und Nacht wie wir. Hingegen nahe um den Südpol herum dauret die Nacht noch immer fort. Wenn die Sonne in den Aequator gekommen ist, so scheinet sie nur bis an die beiden Pole, und die Einwohner der kalten Zonen haben jetzt Tag und Nacht. Wenn die Sonne im VIIten, VIIIten und IXten Zeichen ist, so gehet die Erleuchtung bis über den Südpol, sie bleibet aber diesseits des Nordpols. Also ist jetzt ein Theil der südlichen kalten Zone beständig erleuchtet, und ein Theil der nördlichen beständig verdunkelt. Beide Theile erstrecken sich täglich weiter von den Polen bis zu den Polarzirkeln. Wenn die Sonne im südlichen Wendezirkel ist, so ist die ganze südliche kalte Zone während allen 24 Stunden erleuchtet, hingegen die nördliche während der nämlichen Zeit im Dunkeln. Während der übrigen Hälfte des Jahres geschiehet in verkehrter Ordnung, was in der ersten Hälfte geschah. Der beständig erleuchtete Kreis am südlichen Pole, und der beständig dunkele Kreis am Nordpole nehmen ab, bis das die Sonne wieder in den Aequator gekommen ist. Hernach wenn die Sonne in die nordlichen Zeichen gekommen ist, so entstehet in der nördlichen kalten Zone ein beständig erleuchteter und in der südlichen ein beständig dunkeler Kreis, welche beide zunehmen, bis daß die Sonne aus dem dritten Zeichen tritt.

Aus allem diesen läßt sich schließen, daß in den kalten Zonen im Sommer die Sonne 24 Stunden und mehr über dem Horizonte bleibet, und daß also der längste Tag am Polarzirkel 24 Stunden, weiter hin gegen den Pol zweimal 24 Stunden, dreimal 24 Stunden u. s. w. noch weiter hin Wochen und Monate lang dauret; und eben so lange dauren die Nächte im Winter. Am Pole selbst scheinet die Sonne während sechs Monaten, so lange sie nämlich diesseits des Aequators ist, und gehet immer in ganzen Kreisen am Horizonte herum; während der sechs Monate aber, da die Sonne jenseits des Aequators ist, so ist sie für jemanden den man sich am Pole wohnend vorstellet, unter dem Horizonte. Denn der sinnliche Horizont für jeden Erdpol ist gegen die Erdaxe, folglich auch gegen die Himmelsaxe senkrecht, und also mit dem himmlischen Aequator parallel; wegen der Kleinheit des Halbmessers der Erde kann der gedachte Horizont mit dem Aequator verwechselt werden; wenn also die Sonne am Himmel diesseits oder jenseits des Aequators stehet, so ist sie über oder ter dem Horizonte des Erdpols.

Die Sonne gehet für die Bewohner der kalten Zonen sehr schief unter den Horizont, es dauret lange Zeit, bis daß sie 18 Grade unter ihn gekommen sei; also ist nach Sonnenuntergange die Dämmerung von langer Dauer; aus eben dieser Ursache fängt die Morgendämmerung sehr früh an, welches die Bewohner dieser kalten Gegen-genden für die lange Abwesenheit der Sonne einigermaßen entschädiget.

§. 14.

Obgleich die Jahreszeiten sich sehr gut durch den jährlichen Lauf der Sonne in der Ekliptik, vermöge dessen sie bald diesseits, bald jenseits des Aequators ist, erklären lassen, so ist doch diese Bewegung nicht wirklich, sondern nur scheinbar, wie schon im ersten Hauptstücke, gegen Ende des 18ten Paragraphs erinnert worden. Die Erscheinungen lassen sich eben so gut und auf eine viel wahrscheinlichere Weise erklären, wenn man annimmt, daß die Erde sich jährlich in der Ebene der Ekliptik um die Sonne herum beweget, daß sie sich dabei täglich um ihre Axe drehet, und daß diese Axe mit sich selbst fast parallel bleibet. Erstlich läßt sich durch diese Hypothese der jährliche Umlauf der Sonne sehr gut erklären. Es sei S die Sonne, E die Erde, und

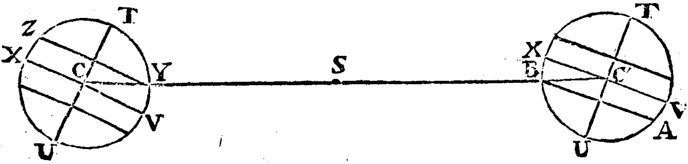


der äußere Kreis stelle das Firmament vor. So wie die Erde ihren Kreis um S herum beschreibet, und nach und nach in E, F, G kommt, so wird die Sonne gesehen als wenn sie am Himmel nach und nach in *e*, *f*, *g* stünde, und sie scheinet demnach einen Kreis zu beschreiben, der die Ekliptik genannt wird, und nichts anders ist als der

Um-

Umkreis der bis ans Firmament verlängerten Ebene der Erdbahn.

Zweitens erkläret die nämliche Hypothese die Jahres zeiten sehr gut.



Es sei S der Mittelpunkt der Sonne, TU die Erdaxe, T der Nordpol, U der Südpol, VX der Durchmesser des Aequators, CC′ die Ebene der Ekliptik. Es sei die Erdaxe gegen die Ekliptik so geneigt, daß sie mit derselben einen Winkel TCY von $66\frac{1}{2}$ Grad, und folglich der Aequator mit der Ekliptik einen Winkel YCV von $23\frac{1}{2}$ Grad ($= 90^g - \angle TCY$) mache. Da angenommen wird, daß die Erdaxe bei dem jährlichen Umlaufe der Erde mit sich selbst parallel bleibet, so bleibet auch die Durchschnittslinie des Aequators und der Ekliptik mit sich selbst parallel. Während daß die Erde herum läuft, machet die von der Sonne zum Mittelpunkte der Erde gezogene Linie SC mit jener Durchschnittslinie alle mögliche Winkel. Es kommt auch ein Zeitpunkt, wo der Winkel ein rechter ist, und dieses ist der in der Figur vorgestellete Fall. Man muß sich über dem Punkte C eine gegen die Fläche des Papiers senkrechte gerade Linie, als die erwähnte Durchschnittslinie vorstellen. Man nehme im Aequator einen Halbmesser CV auch senkrecht gegen die erwähnte Durchschnittslinie. So liegen SC und CV in den Ebenen jene der Ekliptik, und diese des Aequators, und sind senkrecht auf dem gemeinsamen Durchschnitte beider Ebenen. Also bestimmen sie die Neigung beider Ebenen, und es ist SCV ein Win-

kel

kel von $23\frac{1}{2}$ Grad, also VY ein Bogen von $23\frac{1}{2}$ Grad, also trift die Linie SC den Punkt Y, welcher $23\frac{1}{2}$ Grad vom Aequator entfernet ist, oder der Stral SC scheinet senkrecht auf den Punkt Y der Erde. Man ziehe einen Kreis YZ mit dem Aequator parallel und in einer Entfernung von $23\frac{1}{2}$ Graden, so kommen, bei der täglichen Umdrehung der Erde, alle Punkte der Kreislinie YZ an die Stelle Y, oder sie gehen alle lothrecht unter der Sonne durch, folglich scheinet die Sonne lothrecht über alle Punkte des Kreises YZ vorüber zu gehen. Dieses ist der nördliche Wendezirkel, und die Lage der Erde in C, in Betrachtung der Sonne und der Ekliptik, ist diejenige die sie am 20ten Junius im Anfange des Sommers hat.

Die Erde bei ihrem jährlichen Umlaufe kömmt noch einmal im entgegen gesetzten Punkte ihrer Bahn in eine solche Lage, daß die gerade Linie, welche man in Gedanken von ihrem Mittelpunkte zum Mittelpunkte der Sonne ziehet, gegen den gemeinsamen Durchschnitt der Ebenen der Ekliptik und des Aequators senkrecht ist; alsdann wird wie vorher bewiesen, daß alle Punkte der Zirkellinie AB, die $23\frac{1}{2}$ Grad vom Aequator abstehet, lothrecht unter der Sonne durchgehen. Diese Kreislinie AB ist der südliche Wendezirkel, und diese Lage der Erde ist diejenige, welche am ersten Wintertage, am 20ten December statt findet.

Während der übrigen Zeit des Umlaufes bleiben zwar die Erdaxe, der Erdäquator und sein Durchschnitt mit der Ekliptik, sich selbst parallel, jedoch ist die Linie welche den Mittelpunkt der Erde mit dem Mittelpunkte der Sonne verbindet, immer in der Ekliptik, aber nicht mehr gegen die Durchschnittslinie senkrecht, folglich macht diese gerade Linie auch nicht mehr mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad, sondern einen kleineren, und die Sonne scheinet jetzt senkrecht gegen solche

solche Punkte der Erde, die zwischen den Wendezirkeln und dem Aequator liegen.

Es sind zwei Zeitpunkte während dem Umlauf der Erde, wo der Winkel den die Sonne mit der gemeinsamen Durchschnittslinie der Ekliptik und des Aequators machet, ganz verschwindet, oder wo diese Durchschnittslinie (verlängert) durch die Sonne selbst gehet. Man stelle sich eine Ebene auf der Ebene des Papiers senkrecht vor, so daß sie das Papier in CC′ schneide. Man hebe in Gedanken die Kugel C und lasse ihr in dieser eingebildeten Ebene einen halben Kreis um S herum beschreiben, indem die Axe TU immer mit sich parallel bleibet, folglich auch die durch C gehende Durchschnittslinie des Aequators und der Ekliptik, welche gerade Linie immer gegen die Ebene des Papiers senkrecht ist; so wird diese Linie den Punkt S treffen, wenn die Kugel gerade über S stehen wird. Alsdann befindet sich die Sonne in der Verlängerung der Ebene des Erdäquators, und während daß der Erdäquater sich in 24 Stunden herumdrehet, schneidet seine verlängerte Ebene beständig die Sonne; also scheinet am Tage da dieses geschiehet, die Sonne lothrecht über dem Umkreise des Aequators. Dieses geschiehet zweimal im Jahre, nämlich im Anfange des Herbstes den 22ten September, und im Anfange des Frühlings den 19ten März.

Aus dieser Erläuterung ergiebt sich, daß die Sonne am 19ten März senkrecht über dem Kopfe derer stehet, die am Erdäquator wohnen, und daß sie dann in der Durchschnittslinie der Ebenen der Ekliptik und des Aequators ist. Folglich wird sie von einem Erdbewohner in dem einen Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators gesehen. Sie stehet der Figur nach gerade über S.

Nun gehet sie der Figur nach bei wenigem in einem Viertelkreise herunter bis in C′. Während dieser

Zeit

Zeit gehet die Ebene des Aequators nicht mehr durch die Sonne, sondern seitwärts vor ihr vorbei, der Winkel den die Verbindungslinie beider Mittelpunkte mit der Ebene des Erdäquators machet, wird immer etwas größer, bis daß er am 20ten Junius 23½ Grade erreichet hat.

Man stelle sich nun vor, die Kugel C' gehe unter die Ebene des Aequators, und sie beschreibe einen Viertelzirkel bis daß sie gerade unter S stehe. Während dieser Zeit nimmt der gedachte Winkel wieder ab, bis daß er verschwindet und die Sonne sich wieder im verlängerten Erdäquator befindet, welches sich am 22ten Septemper ereignet.

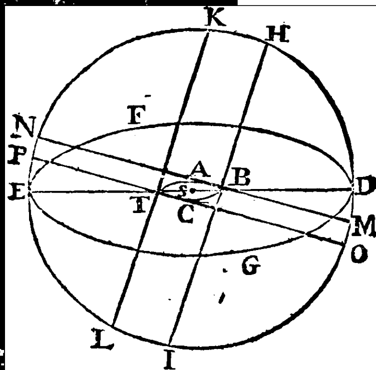
Von dort steiget die Kugel wiederum bis in C, der Erdäquator befindet sich jezt auf der andern Seite in Betrachtung der Sonne, der Winkel wovon die Rede war, nimmt bei wenigem zu, aber auf der entgegen gesezten Seite des Aequators, bis daß er 23½ Grad erreichet hat, welches am 20ten Dezember geschiehet.

Man hebe in Gedanken die Kugel C wieder über das Papier, und bringe sie in einem Viertelkreise bis über S, so wird unser Winkel wiederum kleiner, und nimmt ab bis zum Verschwinden, welches uns zum folgenden 15ten März führet.

Dieser jährliche Umlauf der Erde hindert nicht im mindesten die tägliche Umdrehung, eben so wenig als das Fortrücken eines gepeitschten Triesels sein Umdrehen um seine Axe verhindert. Unser Horizont drehet sich mit der Erde, und dessen Verlängerung befindet sich in 24 Stunden einmal über und einmal unter der Sonne, welches Nacht und Tag verursachet.

Die Kreislinie welche die Erde um die Sonne herum beschreibet, muß in Betrachtung des Umfanges des Firmaments ganz unbedeutend sein.

Denn



Denn es sei S die Sonne, T die Erde, welche den Kreis TABC beschreibet, EFDGE die Ekliptik, oder der Umkreis der bis an das Firmament verlängerten Erdbahn, DKEID das Firmament, KL die Lage der Erdaxe in T, und HI ihre Lage in B. So müßte sich der Himmel einmal um die Pole K und L, und ein halb Jahr darnach um die Pole H und I zu drehen scheinen: man merket aber am Himmel keine solche jährliche Verrückung der Pole, also muß der Bogen KH oder LI in Betrachtung des Umfanges des Firmaments so wenig betragen, daß er von der Erde in Theilen von Graden gemessen, nicht zu merken sei. Eben so müßte der verlängerte Erdäquator das Firmament an verschiedenen Orten schneiden, so daß der Durchmesser des himmlischen Aequators einmal PO, das andere mal aber MN wäre. Man merket aber ebenfalls den Unterschied PN oder MO nicht am Himmel. Endlich da die Durchschnittslinie des Aequators mit der Ekliptik während dem ganzen Jahre mit sich selbst parallel fortrücket, so müßte am Himmel eine jährliche Veränderung des Frühlings- und Herbstpunktes, welche beide Punkte die Enden jener Linie sind, gespüret werden, welches aber eben-

ebenfalls nicht geschiehet. Aus allem diesen muß man schließen, daß die ganze Erdbahn, in Betrachtung des Firmaments, nur für einen Punkt zu achten ist.

Obgleich wir jetzt die wahre Beschaffenheit der scheinbaren Bewegung der Sonne am Himmel erkläret haben, so hindert doch nichts, wenn es nur blos auf Erscheinungen ankömmt, so zu reden, und sich die Sache so vorzustellen, wie es der Schein mit sich bringet.

§. 15.

Wir kehren zur Erläuterung der künstlichen Erdkugel zurück. Sie ist wie die Himmelskugel mit einem **hölzernen Horizonte** umgeben. Dieser stellet den **irdischen eingebildeten Horizont** vor, daß heißt die Ebne des eingebildeten Horizonts desjenigen Ortes, der sich jedesmal oben am höchsten Punkte der Kugel allerseits 90 Grade vom hölzernen Ringe befindet, und mit dem natürlichen Horizonte dieses Ortes parallel ist (H. I. §. 5.). Eigentlich bedeutet hier der hölzerne Horizont, oder wenigstens sein innerer Rand, den Durchschnitt der Erdfläche und der Ebne des eingebildeten Horizonts.

Die Erdkugel hat wie die Himmelskugel einen **messingenen Meridian**. Was die Meridiane auf der Erdkugel sind, ist oben (§. 5.) erkläret worden, nämlich große Zirkel der Erdkugel, die durch beide Pole und durch gegebene Oerter der Erde gehen. Der messingene Meridian stellet hier den Meridian aller Oerter vor, die jedesmal zugleich längs ihm auf der Erdkugel angedeutet sind; oder vielmehr ist er hier nur ein Hülfsmittel, zur Auflösung verschiedener Aufgaben und zur Haltung der Kugel.

Die **Erdkugel** hängt wie die Himmelskugel im messingenen Meridian an zwei Stiften, welche die Pole vorstellen, und vermittelst welcher sie sich umdrehen läßt. Hier

sind

sind die wirklichen Erdpole vorgestellet (§. 2.), dort waren es die eingebildeten Himmelspole.

Die Erdkugel hat wie die Himmelskugel einen Stundenzeiger, samt einem Zifferringe, an welchem sich oben 12 Uhr Mittags und unten 12 Uhr der Mitternacht befindet. Da sich die Erde in 24 Stunden um ihre Axe drehet, und auch der Stundenzeiger; so giebt dieser, wenn er sich mit der Kugel drehet, zu erkennen, um wie viel die Erde in so viel Stunden, als der Zeig.r durchläuft, sich drehen muß. Der Stundenzeiger durchläuft von einer Stundenzahl zur andern 15 Grade, als den 24sten Theil von 360. Also durchläuft jeder Ort der Erde auch in jeder Stunde 15 Grade der Kreislinie, die er in 24 Stunden beschreibet. Diese 15 Grade betragen einen längeren oder kürzeren Weg, je nachdem die Kreislinie großer oder kleiner ist, daß heißt je nachdem der Ort dem Erd-Aequator näher oder ferner ist.

Auf dem hölzernen Horizonte der Erdkugel, ist ein immerwährender Kalender aufgeklebet, der dem der Himmelskugel vollkommen ähnlich ist, und zu erkennen giebt, an welchem Orte der Ekliptik die Sonne sich an jedem Tage des Jahres befindet.

Die Bussole wird bei der Erdkugel eben so wie bey der Himmelskugel gebrauchet (H. I. §. 6.).

§. 16.

Aufgabe.

Es soll die Erdkugel nach den Weltgegenden gestellet werden.

Dieses wird ganz wie bey der Himmelskugel verrichtet (H. III. §. 2.).

§. 17.

Aufgabe.

Es soll die Erdkugel nach der Polhöhe gestellet werden.

Dieses geschiehet ebenfalls wie bey der Himmelskugel (H. III. §. 3.). Hier zeiget die Polhöhe der Kugel eigentlich an, um wie viel Grade der nächste Erdpol über unserem eingebildeten Horizonte erhoben ist, und diese Anzahl von Graden ist gleich der Polhöhe am Himmel; denn wenn man die Ebne des eingebildeten Horizonts und die Erdaxe verlängert, so wird die Neigung der Axe gegen den Horizont, sowohl am Himmel als auf der Erde, durch die Entfernung des Poles vom Horizont gemessen. Also ist diese Entfernung am Himmel und auf der Erde gleich. Eigentlich wird die himmlische Polhöhe über dem natürlichen (nicht dem eingebildeten) Horizonte gemessen; man weiß aber schon, daß der natürliche Horizont an Himmel sich mit dem eingebildeten zu vermischen scheinet. (H. I. §. 5.).

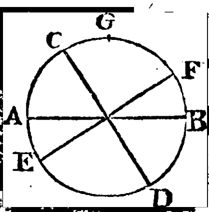
§. 18.

Aufgabe.

Es soll die Lage aller Oerter der Erdfläche, in Betrachtung des Zuschauers oder des Ortes, wo man ist, vorgestellet werden.

Man stelle die Kugel nach den Weltgegenden und nach der Polhöhe. Man suche auf der Oberfläche der Erdkugel den Ort, wo man ist, und bringe ihn an den messingenen Meridian. Um die Verrückung der Kugel zu verhüten, stecke man etwas zerdrücktes Papier zwischen dieselbe und den hölzernen Horizont: so ist das Verlangte geschehen. Alsdann kann man versichert sein, daß die Oerter, die auf der Kugel gegen Osten, Süden, Westen und Norden, oder rechts und links, oder in Betrach trachtung unser oben und unten liegen, eben so auf der wirklichen Erdfläche gelegen sind.

Es ist schon bei Gelegenheit der Himmelskugel gezeiget worden, daß, wenn man die Kugel nach den Weltgegenden und der Polhöhe stellet, ihre Axe alsdann mit der Weltaxe, folglich auch mit der Erdaxe, parallel ist. Also erhält die Axe der Kugel nach dem vorgeschriebenen Verfahren eine ähnliche Lage mit der wirklichen Axe der Erde, welches schon eine Aehnlichkeit ist. Ferner sei CBEC der Meridian, AB der Horizont, CD die Erd-



axe, folglich C und D die Pole, EF der Aequator, G ein Ort auf der Erdfläche, so ist GF seine Standbreite, GC seine Entfernung vom Pole, beide zusammen machen 90 Grade. Nun ist die Standbreite GF gleich der Polhöhe AC (§. 11.). Also ist auch AC + CG oder AG = 90 Grad. Folglich auch GB = 90^g; und da der Meridian CBEC gegen den Horizont AB senkrecht ist, so ist G allerseits vom Horizonte 90 Grad entfernet, oder G ist der obersten Punkt der Kugel. Wenn also G den Ort vorstellet, wo man ist, und wenn dieser an den messingenen Meridian gebracht ist, und die Kugel dabei nach der Polhöhe gestellet ist, so befindet sich der abgebildete Ort G allerseits 90 Grad vom hölzernen Horizonte, wie auch wirklich der Ort, wo wir uns befinden, allenthalben 90 Grad vom Kreise entfernet ist, der die Ebne des eingebildeten Horizonts in der Oberfläche des Erdballs schneidet. Also lieget der Ort G auf der Kugel, wie in der Natur, sowohl in Betrachtung des Horizonts, als auch in Betrachtung des Meridians. Die übrigen Oerter der Erde aber liegen in Betrachtung des Ortes C auf der Kugel, wie in der Natur; also liegen auch diese in Betrachtung des Horizonts und des Meridians, das heißt in allem Betracht, wie in der Natur.

Anmerkung I. Wegen der täglichen Bewegung der Erde möchte man meinen, es sei nöthig, die Erdkugel, wie man mit der Himmelskugel gethan hat (H. III. §. 7.), von Zeit zu Zeit etwas zu drehen, auf daß sie mit der Natur in Uebereinstimmung bleibe. Dieses wäre aber ein Irrthum. Denn da die Erde sich in der Natur drehet, so drehet sich die Kugel von selbst mit; und wenn man die Erde für unbeweglich halten wollte, so wäre es um desto weniger nöthig die Kugel, ihr Bild, herumzudrehen.

Anmerkung II. Nachdem die Kugel auf die vorgeschriebene Art gerichtet worden, wenn die Sonne auf dieselbe scheinet, so stellet der erleuchtete Theil denjenigen Theil der Erdfläche vor, der wirklich von der Sonne erleuchtet wird. Denn die Kugel stehet so, daß ihre Axe mit der Erdaxe parallel ist, daß der messingene Meridian jetzt den wirklichen Meridian des Ortes vorstellet, und daß also die Sonne während ihres Tageskreises die Kugel eben so beleuchten muß, wie sie die Erde selbst beleuchtet.

§. 19.

Aufgabe.

Vermittelst der gegebenen Stunde am Orte wo man ist, die Stunde für jeden anderen Ort zu finden.

Man bringe den Ort, wo man ist, an den messingenen Meridian, und stelle den Zeiger auf die gegebene Stunde. Nun drehe man die Kugel, bis daß der andere

dere Ort an den Meridian kömmt; so weiset der Zeiger, welches dort die laufende Stunde ist.

Z. E. Es ist jetzt 11 Uhr vor Mittag in Berlin, was ist es an der Zeit in Paris? Berlin wird an den Meridian gebracht, und der Zeiger auf die obere 11 gestellet; nun wird Paris an den Meridian gebracht, und man siehet, daß der Zeiger $10\frac{1}{4}$ vor Mittag weiset; also wenn es in Berlin 11 Uhr Morgens ist, so ist es in Paris $10\frac{1}{4}$ Uhr ebenfalls Morgens.

Wenn ich den Zeiger unverrücket lasse, und Petersbersburg an den Meridian bringe, so sehe ich, daß es dort Mittag ist, wenn wir hier 11 Uhr Morgens haben.

Es ist schon bei Gelegenheit der Standlänge (§. 12.) bemerket worden, daß jede 15 Grade mehr oder weniger in der Standlänge eines Ortes eine Stunde mehr oder weniger in der Tageszeit geben. Wenn man nun zwei Oerter nach und nach an den messingenen Meridian bringet, so gehen durch diesen Meridian so viel Grade des Aequators, als der Unterschied der Standlängen beträgt; zugleich durchläuft der Stundenzeiger für jede 15 Grade 1 Stunde (§. 15.), und die Stunden sind so numeriret, daß sie mit der Standlänge zunehmen. Wenn ich also den einen Ort an den messingenen Meridian bringe, und den Zeiger auf die gegebene Stunde stelle, dann aber einen anderen Ort an den messingenen Meridian bringe; so nimmt die Stundenzahl für jede 15 Grade mehr oder weniger in der Standlänge um 1 Stunde ab oder zu, folglich giebt sie die Tageszeit an dem andern Orte zu erkennen.

§. 20.

Aufgabe.

Die Standlänge und Standbreite eines Ortes vermöge der Erdkugel finden.

Bringe den Ort an den messingenen Meridian. Die Abtheilungen desselben werden seine Standbreite, das ist seinen Abstand in Graden vom Aequator anzeigen, welcher nördlich oder südlich ist. Zu gleicher Zeit schneidet der messingene Meridian den Aequator in einem Punkte. Die Abtheilungen des Aequators zeigen, um wie viel Grade dieser Punkt vom ersten Meridian entfernet ist, und diese in Graden gerechnete Entfernung ist die Standlänge.

Wenn z. E. Berlin an den messingenen Meridian gebracht wird, so findet man durch das vorgeschriebene Verfahren die Stadbreite $52\frac{1}{2}$ Grad nordlich, und die Standlänge 32 Grad, von der Insel Ferro an gerechnet: denn da nicht alle Geographen denselbigen ersten Meridian annehmen (§. 12.), so muß man merken, welcher vom Verfertiger der Weltkugel angenommen worden ist.

§. 21.

Aufgabe.

Es soll ein Ort, dessen Standlänge und Standbreite gegeben ist, auf der Oberfläche der künstlichen Erdkugel gefunden werden.

Man drehe die Kugel bis daß der Grad des Aequators, der die gegebene Standlänge anzeiget, unter den messingenen Meridian gekommen sei. Nun zähle man am messingenen Meridian die gegebene Grade der Standbreite gegen Norden oder Süden ab; so trifft man genau auf den verlangten Ort, wenn sonst die Angaben richtig sind und die Erdkugel gut gemacht ist.

Zum Exempel was ist das für ein Ort, dessen Standbreite $34\frac{1}{2}$ Grad südlich, und dessen Standlänge $36\frac{1}{2}$ Grad beträgt. Es findet sich, daß es das Vorgebirge der guten Hoffnung ist.

Anmer-

Anmerkung. Auf die nämliche Art kann man einen Ort, der nicht auf der Erdkugel angezeiget ist, auf dieselbige auftragen, wenn man nur dessen Standbreite und Standlänge weiß; ja man kann vermittelst dieser Aufgabe, die ganze Zeichnung der Erd- und Meeresfläche auf eine noch unbemalte Kugel auftragen. Indessen werden die Erdkugeln auf diese mühsame Art nur selten gezeichnet, sondern sie werden mit Streifen Papier beklebet, auf welchen die Erd- und Meeresfläche in verschiedenen Abtheilungen gedruckt ist, nachdem kupferne Platten dazu gestochen worden sind.

§. 22.

Aufgabe.

Es wird gefraget, über welchem Orte der Erde die Sonne zu einer gegebenen Stunde lothrecht stehet.

Man suche den Ort der Sonne in der Ekliptik, die auf der Erdkugel gezeichnet ist, bringe diesen Ort an den messingenen Meridian, und merke den Grad seiner Abweichung. Man bringe hernach den Ort, wo man ist, an den Meridian, und stelle den Zeiger auf die gegebene Stunde.

Man drehe nun die Kugel bis daß der Zeiger Mittag weiset, so siehet man den verlangten Ort am messingenen Meridian, unter der Standbreite der Sonne.

Zum Exempel, am 11ten Mai, wenn es hier in Berlin $2\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags ist, wird gefraget, über welchem Orte der Erde die Sonne lothrecht stehet. Am 19ten April trat die Sonne aus dem ersten Zeichen. Seitdem sind 22 Tage verflossen; also beträgt die Standlänge der Sonne I Zeichen 22 Grad. Man bringe diesen Ort der Sonne an den Meridian, so findet man daß die Abweichung der Sonne $18\frac{1}{2}$ Grad nördlich beträgt. Man bringe jetzt Berlin an den messingenen

Meridian, und stelle den Zeiger auf $2\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags. Man drehe die Kugel bis daß der Zeiger Mittag zeiget so findet man unter $18\frac{1}{2}$ Grad nördliche Breite am Meridian die St. Antonius-Insel nicht weit vom Grünen Vorgebirge. Dort also stehet die Sonne am Zenith, am 11ten Mai, wenn es in Berlin $2\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags ist. Der Grund des vorgeschriebenen Verfahrens ist leicht einzusehen. Erstlich ist klar, daß der Ort, wo die Sonne am Zenith stehet, eben so viel irdische Standbreite haben muß, als die Sonne Abweichung hat. Zweitens erfähret man durch die Stellung des Zeigers und die Umdrehung der Kugel, daß der Unterschied der Standlänge zwischen Berlin und der St. Antonius-Insel $2\frac{1}{2}$ Stunden, oder $2\frac{1}{2}$mal 15 Grade gegen Westen beträgt, so daß es dort Mittag ist, wenn wir in Berlin $2\frac{1}{2}$ Uhr haben. Da es also dort Mittag ist, und da der Tageskreis der Sonne heute durch den Zenith der St. Antonius-Insel gehet, so ist die Sonne dort zur gegebenen Zeit im Zenith.

§. 23.

Aufgabe.

Es soll gefunden werden, zu welcher Zeit die Sonne über einen gegebenen Ort der heißen Zone lothrecht stehet.

Man bringe den Ort an den messingenen Meridian, um seine Standbreite zu erfahren. Man drehe die Kugel und bemerke die beiden Stellen der Ekliptik, welche eben soviel Abweichung haben. Man suche die beiden zustimmenden Tage. Will man noch die Stunde für den Ort, wo man ist, haben, so bringe man den andern gegebenen Ort an den messingenen Meridian, und stelle den Zeiger auf 12. Man bringe nun auch den Ort, wo man ist, an den messingenen Meridian, so weiset

der

der Zeiger die Stunde für diesen Ort, in welcher die Sonne über jenem lothrecht stehet.

Z. E. Wenn ich Mekka an den messingenen Meridian bringe, so finde ich die Standbreite nördlich 21½ Grad. Ferner, indem ich die Kugel drehe, finde ich, daß die Punkte der Ekliptik, die unter 21½ Grad am messingenen Meridian durchgehen, sich treffen in II Zeichen 6 Grad, und III Zeichen 24 Grad. Hierzu gehören der 25ste Mai der 14te Julius. An diesen beiden Tagen also gehet die Sonne durch den Zenith der Stadt Mekka. Wenn man Mekka an den messingenen Meridian bringet, den Zeiger auf Mittag stellet, und die Kugel drehet, bis daß Berlin an den messingenen Meridian kommt, so weiset der Zeiger 10 Uhr Morgens. Also am 25sten Mai und am 14ten Julius, wenn es in Berlin 10 Uhr Vormittag ist, ist es in Mekka Mittag, und die Sonne stehet den Einwohnern dieser Stadt uber dem Kopfe.

§. 24.

Aufgabe.

Es soll die Dauer des längsten Tages und der längsten Nacht für einen gegebenen Ort in einer der kalten Zonen gefunden werden.

Man bringe den gegebenen Ort an den messingenen Meridian, um seine Standbreite zu erfahren. Die Polhöhe ist derselben allemal gleich (§. 11.). Man erhöhe den Pol soviel als es die Standbreite oder die Polhöhe des gegebenen Ortes erfordert. Man drehe die Kugel und merke die beiden Punkte der Ekliptik, die durch den Nordpunkt des Horizonts gehen, wenn von der nördlichen kalten Zone die Rede ist. So theilen diese beiden Punkte die Ekliptik in zwei Theile. Während daß die Sonne im nördlicheren oder kleineren Bogen der Ekliptik ist, gehet sie für den gegebenen Ort nicht unter.

Denn

Denn dieser Theil der Ekliptik kömmt nie unter den Horizont des gegebenen Ortes. Man bemerke auch die beiden Punkte, wo der Südpunkt des Horizonts die Ekliptik durchschneidet, falls der gegebene Ort in der nördlichen kalten Zone lieget, indem man die Kugel drehet. So ist ebenfalls die Ekliptik in zwei Bögen getheilet. Während daß die Sonne in südlicheren oder kleineren Bogen ist, gehet sie für den gegebenen Ort nicht auf, weil dieser Theil der Ekliptik nie über den Horizont des Ortes kömmt.

Wenn man z. B. Nordkap am nördlichen Ende Norwegens an den messingenen Meridian bringet, so findet man die Standbreite und folglich die Polhöhe $71\frac{1}{2}$ Grad. Man erhöhe den Pol um $71\frac{1}{2}$ Grad über den Horizont, und drehe die Kugel; so findet sich, daß der Nordpunkt des Horizonts die Ekliptik schneidet in I Zeichen 21 Grad und V Zeichen 9 Grad, welches mit dem 10ten Mai und dem 31sten Julius stimmet, zwischen welchen beiden Tagen die Sonne am Nordkap nicht untergehet. Merket man auch die Punkte, wo die Ekliptik vom Südpunkte des Horizonts geschnitten wird, indem man die Kugel umdrehet, so findet man VII Zeichen 21 Grad und X Zeichen 9 Grad. Diese Punkte entsprechen dem 12ten November und dem 28sten Januar. Zwischen diesen beiden Tagen gehet die Sonne nicht auf. Woraus erhellet, daß an diesem Orte der längste Tag 2 Monat 21 Tage, nnd die längste Nacht 2 Monat 16 Tage beträgt.

Wenn von einem Orte in der südlichen kalten Zone die Rede wäre, so wäre die Auflösung die nämliche, nur daß man allenthalben Süd und südlich, statt Nord und nördlich, und umgekehrt, setzen müßte.

§. 25.

§. 25.

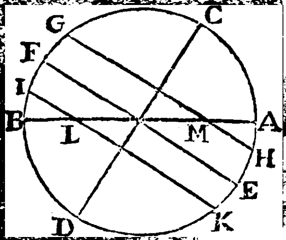
Aufgabe.

Es soll die Dauer des längsten Tages an einem Orte der gemäßigten Zonen oder der heissen Zone gefunden werden.

Erhebe den Pol, so wie es die Lage des Ortes erfordert. Bringe, wenn der Ort eine nördliche Standbreite hat, den Sommerpunkt der Ekliptik, nämlich den Anfang des vierten Zeichens, an den Meridian, und stelle den Zeiger auf Mittag. Bringe denselbigen Punkt an den östlichen und westlichen Horizont, und bemerke die Stunde des Aufganges und Unterganges, rechne wie viel Stunden vom Aufgange bis zum Untergange verfließen, oder verdoppele nur blos die vom Mittage angerechneten Stunden des Unterganges, so hast du die Länge des längsten Tages, weil dieser für die Bewohner der nördlichen Halbkugel statt findet, wenn die Sonne aus dem dritten Zeichen ins Vierte tritt. Läge der Ort in der südlichen Halbkugel, so müßte anstatt des Sommerpunktes der Punkt genommen werden, welcher für uns der Winterpunkt ist.

Auf eine ganz ähnliche Art läßt sich auch die Dauer des kürzesten Tages finden. Man nimmt für die nördliche Halbkugel den Winterpunkt und für die südliche unseren Sommerpunkt, und verfährt damit auf obige Art.

Zusatz. Für die Bewohner der gemäßigten Zonen und der heissen Zone ist die längste Nacht dem längsten Tage gleich, und die kürzeste Nacht dem kürzesten Tage. Der längste und der kürzeste Tag machen zusammen 24 Stunden, und eben so die längste und die kürzeste Nacht.



Es sei CD die Weltaxe, CFDAC das Firmament, AB der Horizont eines Ortes in der gemäßigten Zone oder in der heissen, FE der Aequator, GH der nordliche Wendekreis, IK der südliche, GM der Tagesbogen, und MH der Nachtbogen der Sonne im nördlichen Wendekreise, oder am längsten Tage; IL der Tagesbogen, und LK der Nachtbogen der Sonne im südlichen Wendekreise oder am kürzesten Tage, so zeiget die Figur, daß GM = LK, und folglich der längste Tag der längsten Nacht gleich ist. Eben so ist MH = IL, daß heißt, die kürzeste Nacht ist dem kürzesten Tage gleich. Ferner ist GM + IL = GM + MH = 360° = 24 Stunden, das heißt, der längste und der kürzeste Tag machen zusammen 24 Stunden; so ist auch MH + LK = MH + GM = GH = 360° = 24 Stunden, daß heißt, die kürzeste und die längste Nacht machen zusammen 24 Stunden.

§. 26.

Aufgabe.

Es wird gefraget, über welchem Orte der Erde ein gegebener Stern zu einer gegebenen Zeit lothrecht stehet.

Man suche vermöge der Himmelskugel die Stunde des Durchgangs des Sternes durch den Meridian des

Ortes

Ortes, wo man ist (H. III. §. 19.), wie auch die Abweichung des Sternes (H. III. §. 9.).

Man nehme jetzt die Erdkugel; bringe den Ort, wo man ist, an den messingenen Meridian; stelle den Zeiger auf die gegebene Stunde; drehe die Kugel, bis daß der Zeiger die Stunde des Durchgangs weiset.

Man zähle am messingenen Meridian so viel Grade der Standbreite gegen Norden oder Süden ab, als der Stern Abweichung hat, so trifft man den verlangten Ort der Erde, wo der Stern im Zenith stehet.

Z. E. Ich will wissen, über welchem Orte der Erde der helle Stern der Leier am 12ten Mai, wenn es bei uns in Berlin 10 Uhr Abends ist, im Zenith stehet.

Ich finde, daß dieser Stern am 12ten Mai nach Berliner Zeit um $3\frac{1}{4}$ Uhr der Nacht durch den Meridian gehet, und daß seine Abweichung 39 Grade beträgt.

Ich bringe Berlin an den messingenen Meridian und stelle den Zeiger auf 10 Uhr Abends. Nun drehe ich die Kugel, bis daß sie $3\frac{1}{4}$ Uhr nach Mitternacht zeiget. Ich zähle am messingenen Meridian 39 Grad nördlicher Breite, und treffe eine Wüste an der Grenze zwischen der unabhängigen und der sinesischen Tartarei. Dort wird also der helle Stern der Leier am 12ten Mai Abends um 10 Uhr durch den Zenith gehen.

Um dieses Verfahren zu begreifen, bemerke man, daß an einem gegebenen Tage die Entfernung der Sonne von einem Sterne in gerader Aufsteigung für alle Oerter der Erde einerlei ist. Wenn also die Leier am 12ten Mai $15\frac{1}{4}$ Stunden nach der Sonne durch den berlinischen Meridian gehet, so muß derselbige Stern auch $15\frac{1}{4}$ Stunden nach der Sonne durch den Meridian jedes andern Ortes gehen. Folglich da es heute in Berlin $3\frac{1}{4}$ Uhr nach Mitternacht ist, wenn die Leyer durch den Berlinschen Meridian gehet, so muß es auch an jedem andern Orte nach

der

der Uhr des Ortes $3\frac{1}{4}$ Uhr nach Mitternacht seyn, wenn der Stern durch dessen Meridian gehet. Sobald ich also weiß, an welchem Orte es $3\frac{1}{4}$ Uhr nach Mitternacht ist, so weiß ich auch, daß die Leier durch den Meridian desselben gehet. Vermittelst des vorgeschriebenen Verfahrens aber erfahre ich, daß, wenn es bei uns 10 Uhr Abends ist, es im Meridian, welcher zwischen der chinesischen und der unabhängigen Tartarei durchgehet, $3\frac{1}{4}$ Uhr nach Mitternacht ist, also gehet dort die Leier durch den Meridian. Nehme ich nun im Meridian einen Bogen, der um so viel Grade vom Aequator absteht, als der Stern, so finde ich genau den Punkt des Meridians über welchem die Sonne lothrecht stehet.

§. 27.

Aufgabe.

Es soll die Erdkugel so gestellet werden, daß man sehen könne, welche Hälfte der Erde zu einer gegebenen Zeit von der Sonne beschienen wird, und folglich für welche Oerter die Sonne auf- und untergehet.

Suche den Ort der Erde, über welchem die Sonne zur gegebenen Zeit lothrecht stehet (§. 22.). Bringe den gefundenen Ort an den messingenen Meridian, merke die Grade seiner Standbreite, und erhebe den Pol um eben so viel Grade; den Nordpol, wenn der Ort nördlich ist; den Südpol, wenn der Ort südlich lieget. So stehet der Ort oben auf der Kugel allerseits 90 Grade vom hölzernen Horizont (§. 18.). Da die Sonne lothrecht über diesem Orte ist, so bescheinet sie die ganze obere Halbkugel bis an den Horizont des gefundenen Ortes, welcher hier durch den hölzernen vorgestellet wird. Für die Oerter, die jetzt im östlichen Horizonte liegen, gehet die Sonne unter, weil die Sonne nach Westen zu gehen scheinet, oder weil diese Oerter vermittelst der Umdre-

hung

der Erde noch weiter nach Osten, außerhalb der erleuchteten Hälfte der Kugel hingehen. Aus einer entgegengesetzten Ursache gehet die Sonne auf, für diejenigen Oerter, die im westlichen Horizont liegen.

Zum Exempel: ich wollte wissen, welche Oerter der Erde jetzt am 15ten Mai um $10\frac{1}{2}$ Uhr Morgens von der Sonne erleuchtet sind, und für welche die Sonne auf- und untergehet.

Ich finde vermittelst §. 23., daß ein gewisser Ort in Nubien, welcher $19\frac{1}{2}$ Grad nördliche Standbreite oder Polhöhe hat, derjenige ist, über welchem die Sonne jetzt lothrecht stehet. Ich stelle die Polhöhe für diesen Ort, indem er immer am messingenen Meridian bleibet, und sehe über dem Horizont Europa, Asia, Afrika und einen Theil von Amerika; diese Länder haben also jetzo Tag. Quebeck, Boston, Philadelphia, Surinam, St. Sebastian, sind die Oerter, wo die Sonne aufgehet oder bereits aufgegangen ist. Kamtschatka, Japan, die Molukkischen Inseln und Neuholland, sind die Länder, wo jetzt die Sonne untergehet.

Anmerkung. Diese Aufgabe läßt sich auch vermittelst des Sonnenscheins auf die Kugel auflösen (§. 18. Anm. II.). Aber die jetzige Auflösung ist bequemer theils weil sie keinen Sonnenschein erfordert, theils auch, weil sie die Gränze des Lichtes und Schattens schärfer angiebt.

Fünftes Hauptstück.

Auf welche Weise Weltkugeln wie auch Himmels- Land- und Seekarten verfertiget werden.

§. 1.

Es gehört mit zum Berufe eines Sternkundigen, Erd- und Himmelkugeln, wie auch Erd- Himmels- und Seekarten zu verfertigen, oder wenigstens die Zeichnungen dazu zu liefern. Die Anweisung zu diesem Geschäfte findet hier ihre natürliche Stelle, nachdem in den vorigen Hauptstücken der Gebrauch schon fertiger Weltkugeln gezeiget worden. Es gehet zwar in der Zeitordnung die Verfertigung eines Dinges vor dem Gebrauche; indessen ist es auch gewiß, daß die Einrichtung eines Dinges von seinem Zwecke und Gebrauche abhänget, und daß folglich der Unterricht in Betreff des Gebrauchs, billiger Weise voran gehen soll.

§. 2.

Wie eine Himmelskugel sammt ihrem Gestelle beschaffen sei, ist schon oben (H. 1. §. 3.) hinlänglich beschrieben worden, und die Erdkugel ist ihr ganz ähnlich. Die Kugel an sich selbst ist, um der Leichtigkeit willen, allemal hohl. Sie ist meistens von Pappe gemacht, die mit Gips oder einer andern Tünche und hernach mit Papier überzogen ist. Jedoch hat man auch Kugeln

von

von Holz, die ebenfalls mit Papier überzogen sind. Kupferne Weltkugeln, worauf die Sternbilder oder die Länder gestochen werden, sind äußerst selten.

Die Kugel sammt ihren Stiften an den Polen, den messingenen Meridian, den Stundenzeiger sammt dem Ringe worauf die Stunden geschrieben stehen, den messingenen Vertikalzirkel (bei der Himmelskugel allein), die Bussole und das ganze Fußgestelle läßt man von einem Mechanikus verfertigen.

Will man alsdann die Kugel selbst bemalen, so hält man eine Spitze am messingenen Meridian, 90 Grade von beiden Polen, und drehet die Kugel um ihre Axe herum; so beschreibet die Spitze den Aequator. Wenn man sie 23½ Grad vom Aequator, nördlich und südlich am messingenen Meridiane hält, und ebenfalls die Kugel drehet, so bekömmt man beide Wendezirkel. Auf eine ähnliche Weise erhält man die Polarzirkel 23½ Grad von jedem Pole, oder 66½ Grad beiderseits vom Aequator, wie auch alle Parallelzirkel oder Abweichungskreise von 10 zu 10 Graden.

Den Aequator theilet man in seine 360 Grade. Man bringet das Ende jedes zehnten Grades an den messingenen Meridian, und ziehet längs demselben die Meridiane der Kugel von 10 zu 10 Graden. Denjenigen Meridian, (von einem Pole zum andern gerechnet) der durch das Ende des 360ten Grades gehet, kann man auch in Grade abtheilen, die vom Aequator an nach den Polen hin gerechnet werden. Er wird als erster Meridian angesehen und gebrauchet.

Man nehme die Kugel aus dem messingenen Meridian worin sie hänget, heraus; lege aber diesen Ring so, daß er den Aequator am Ende des 360ten Grades und des 180ten Grades schneide, zugleich aber die beiden Wendezirkel berühre; man befestige den messingenen Meridian, welcher inwendig einen etwas größeren Durchmesser hat als die Kugel,, an einigen Stellen, indem man etwas zwischen ihn und die Kugel stecket. Nun ziehe man längs dem messingenen Meridian einen Kreis um die Kugel herum, so ist die Ekliptik gezeichnet, welche in Zeichen und Grade getheilet werden muß. Nach dieser Verrichtung hänge man die Kugel wieder in den messingenen Meridian ein.

Wenn nun die Erde vorgestellet werden soll, so trage man auf die Kugel die vornehmsten Oerter auf, vermöge ihrer bekannten Standlänge und Standbreite (H. 4. §. 21. Anm.); hauptsächlich aber die Oerter die längs den Seeküsten liegen, die Spitzen der Vorgebürge, die Mündungen der Flüsse und die Stellen wo die Ufer des Meeres merkliche Krümmungen haben. Die übrigen Ufer des Meeres zeichne man aus freier Hand, und nach Angabe der besten vorhandenen Beschreibungen und Landkarten. Wenn einmal eine hinlängliche Anzahl von Städten aufgezeichnet ist, so wird es nicht schwer sein, zwischen ihnen nach Angabe der Karten und Beschreibungen auch den Lauf der Flüsse, die merkwürdigsten Berge und Wälder, die Grenzen der Länder und Provinzen zu zeichnen. Die Namen aller dieser Gegenstände werden in oder neben ihnen geschrieben. Endlich werden die Länder durch verschiedene Farben, womit man sie illuminiret, von einander noch anschaulicher als durch die Grenzpunkte unterschieden. Wenn die Kugel von Kupfer ist, so bleibet das Illuminiren weg, und alles was auf der Kugel gezeichnet ist, wird von einem Kupferstecher ins Kupfer gegraben.

Will man eine Himmelskugel haben, so muß man sich vorher ein Verzeichniß der vornehmsten Sterne nach ihren geraden Aufsteigungen und Abweichungen verschaffen, diese eben so auftragen, wie man die Oerter der Erde vermittelst ihrer Standlänge und Standbreite aufträgt (H. 4. §. 21. Anmerk.), die kleineren Sterne

nach

nach guten Himmelskarten oder im Fall der Noth nach dem bloßen Augenmaße hinzusetzen, die Sterne mit den gewöhnlichen griechischen und lateinischen Buchstaben numeriren, und die Bilder so zeichnen, wie sie auf anderen Weltkugeln und Himmelskarten zu sehen sind, und solche durch verschiedene Farben von einander unterscheiden.

Endlich wird die Kugel, sie mag den Himmel oder die Erde vorstellen, mit Eiweiß oder mit einem andern Firnisse überzogen, damit sie rein erhalten werde, und nöthigen Falls mit einem feuchten Lappen abgewischt werden könne.

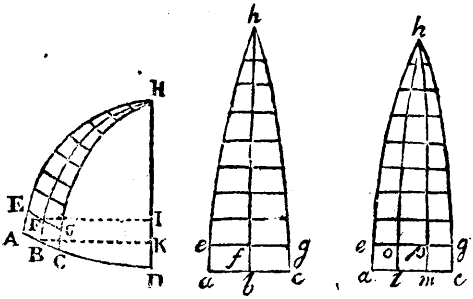
Bei den Himmelskugeln ist zu merken, daß das Verzeichniß der Sterne, welches man zum Grunde legt, nicht zu alt sein muß, indem die gerade Aufsteigung und die Abweichung sich mit der Zeit, obgleich nur sehr langsam verändern. Wenn anstatt der geraden Aufsteigungen und Abweichungen die Standlängen und Standbreiten der Sterne gegeben sind, so muß man den Pol der Ekliptik an den messingenen Meridian bringen, den Vertikalzirkel an diesem Meridian gerade über dem Pol der Ekliptik anschrauben, sein anderes Ende auf den gehörigen Grad der Standlänge stellen, und von dort so viel Grade zählen als es die Standbreite erfordert, so bekömmt man den Ort des Sterns. Die Standbreite der Sterne verändert sich nicht, wohl aber ihre Standlänge, aber auch nur sehr wenig, so daß sie in 72 Jahren nur etwa um einen Grad zunimmt, weil der Frühlingspunkt zurückgehet. Ist das Verzeichniß etwas alt, so kann es leicht verbessert werden, indem man für jedes verflossene Jahr ohngefähr $\frac{1}{72}$ eines Grades zurechnet.

Wäre aber das Verzeichniß so eingerichtet, daß der erste Stern des Widders für den Anfang aller Standlängen angenommen würde, so hätte man nichts zu verändern, sondern nur fürs erste die Lage des gedachten ersten Sterns genau zu bestimmen und aufzutragen.

Wenn man bloß zu seinem Vergnügen oder Gebrauche schon vorhandene nicht zu alte Weltkugeln nachmachen will, so braucht man gar kein Verzeichniß der Oerter der Erde oder der Sterne des Himmels, sondern man nimmt die Standlängen und Standbreiten, oder die geraden Aufsteigungen und Abweichungen, wie man sie auf der vorhandenen Kugel findet.

§. 3.

Wenn man für das Publikum viele unter sich ganz ähnliche und gleiche Weltkugeln verfertigen will, so zeichnet man erstlich alles was auf die Kugel kommen soll, auf 12 Streifen Papier, die in der Mitte breit, an den Enden spitz, und überhaupt so beschaffen sind, daß, wenn man sie neben einander auf die Kugel klebet, sie dieselbe vollig decken. Jeder dieser Streifen enthält 30 Grade in der Standlänge oder geraden Aufsteigung, und die Spitzen reichen bis an die Pole. Man hat verschiedene Methoden, um den Umriß eines solchen Streifen zu zeichnen. Die folgende ist die sicherste.



Gesetzt es sei AHC der zwölfte Theil der halben Kugelfläche, H sei der Pol, AC ein Theil des Aequators, so muß sein $\angle$ AHC $= 30^g$, folglich auch AC $= 30^g$. Es

Es seien AHB, BHC die beiden Hälften des Stükkes AHC der Kugelfläche, so daß $\angle$ AHB $= 15^g = \angle$ BHC, oder daß in Graden AB $= 15^g =$ BC. Sobald der Halbmesser BK der Kugel gegeben ist, so läßt sich leicht die Länge BH des Bogens von 90 Graden, wie auch die Länge BC des Bogens von 15 Graden bestimmen; denn diese Bögen sind Theile von größten Zirkeln, und haben folglich mit der Kugel einerlei Halbmesser. Hingegen sei EG ein Theil einer mit dem Aequator AD oder mit AC parallelen Kreislinie, so ist auch EG $= 30^g$, EF $= 15^g =$ FG. Was aber die Länge betrifft, so ist der Bogen FG kleiner als BC, weil der Halbmesser FI kleiner BK ist; nämlich man hat

$$BK : FI :: BC : FG$$

Es ist aber FI für den Halbmesser der Kugel, der Sinus des Bogens HF oder der Kosinus des Bogens BF. Es sei der Halbmesser der Kugel $= 1$, so hat man demnach

$$1 : \text{Cos}\ BF :: BC : FG$$

$$\text{Daher } FG = BC.\ \text{Cos}\ BF$$

Nach dieser Regel oder Formel suche man die Länge des Bogens FG nach und nach für 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 und 80 Grade der Abweichung, daß heißt, indem BF nach und nach gleich 10, 20, 30 Grad u. s. w. gesetzet wird.

Noch muß man suchen die Länge des Bogens BF von 10 Graden.

Für den Halbmesser 1 findet man folgende Dimensionen.

$$FB = 10^g = 0,1745$$
$$BC = 15^g = 0,2618$$
$$BH = 90^g = 1,5708$$

Ferner:

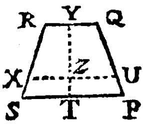
Wenn BF	=	10^g	so ist FG	=	0, 2578
— —	—	20^g	— —	=	0, 2460
— —	—	30^g	— —	=	0, 2267
— —	—	40^g	— —	=	0, 2005
— —	—	50^g	— —	=	0, 1683
— —	—	60^g	— —	=	0, 1309
— —	—	70^g	— —	=	0, 0895
— —	—	80^g	— —	=	0, 0455

Wenn der Halbmesser nicht 1, sondern eine andere Zahl ist, so darf man nur alles mit dem Halbmesser multipliziren.

Um nun einen papiernen Streifen zu machen, der auf die Kugel geklebet, den Theil AHC bedecke, so ziehe man *bh*, und mache *bh* = BH = 1, 5708 für den Halbmesser 1. Man theile *bh* in 10 gleiche Theile, so wird jeder, wie *bf*, = BF = 0, 1745. Durch alle Theilungspunkte ziehe man gerade Linien gegen *bh* senkrecht. Man mache *bc* = BC = 0, 2618, und anderseits *ab* = *bc*. Nun mache an *fg* für 10 Grad Abweichung = FG = 0, 2578, und *ef* = EF = FG. So fahre man fort die berechneten Längen der Bögen von 15 Graden beiderseits der Linie *bh* aufzutragen. Zuletzt verbinde man alle äußerste Endpunkte durch gerade Linien; so werden diese gerade Stücken eine scheinbare krumme Linie ausmachen, welche den Streifen begränzet. Hier ist nur die eine Hälfte abgezeichnet, die andere Hälfte wird eben so gemacht. Die mit dem Aequator parallelen Linien wie *eg* müssen bleiben, denn sie geben die parallelen Kreise oder Abweichungskreise; hingegen *bh* muß ausgelöscht werden. Nun theile man *ac*, *eg*, und die übrigen parallelen Linien in 3 gleiche Theile, wie hier bei *l*, *m*, *o*, *p*. Man verbinde *l* mit o und *m* mit *p* vermittelst gerader Linien; eben so fahre man bei den übrigen Theilungspunkten fort, so bekömmt

kömmt man Linien wie *hl*, *hm*, die auf der Kugel die Meridiane von 10 zu 10 Graden vorstellen. Nach dem Muster des ersten Streifen, den man verfertiget hat, mache man die 11 übrigen.

Um nun die Sterne, oder die Oerter der Erde, auf den Streifen anzubringen, wird man nicht die geringste Schwierigkeit finden, wenn die Abweichung und die gerade Aufsteigung Vielfache der Zahl 10 sind, denn in diesem Falle kömmt der Stern, oder der Ort, in die Ecke eines der Trapezen, die auf den Streifen gezeichnet sind. Ist dieses aber nicht der Fall, so wird man doch vermittelst der geraden Aufsteigung und Abweichung das Trapez ausfindig machen, worin der Stern oder der Ort sich befinden muß, wie auch den verlangten Punkt im Trapez. Es sei PQRS dieses Trapez. Gesetzt es soll der Ort

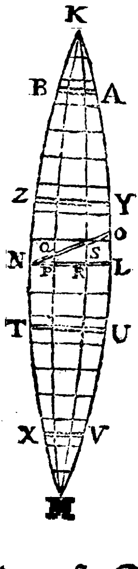


5 Grade mehr Standlänge haben als der Meridian RS, und 3 Grad mehr Standbreite als der parallele Kreis PS, so nimm RY $= \frac{5}{10}$ QR, und ST $= \frac{5}{10}$ PS, ziehe YT. Nimm auch PU $= \frac{3}{10}$ PQ und SX $= \frac{3}{10}$ SR, und ziehe UX, so ist der Durchschnittspunkt Z der verlangte Ort.

Der Fall, wo der gesuchte Ort auf eine Grenzlinie des Trapeziums fiele, wird nun keine Schwierigkeit haben. Zum Exempel: wenn die Aufsteigung genau so viel beträgt, als die des Meridians RS, die Abweichung aber 3 Grade mehr: als die des parallelen Kreises PS, so wird genommen SX $= \frac{3}{10}$ SR, und es ist X der verlangte Ort. Sollte der Ort in QR fallen, aber

5 Grade östlicher sein als der Meridian RS, so machet man RY = $\frac{5}{10}$ QR.

Um die Ekliptik anzubringen, muß man wissen, an welchen Stellen, daß heißt, in welchen Graden der Abweichung die auf der Kugel von 10 zu 10 Graden gezogenen Meridiane von der Ekliptik geschnitten werden. Diese Stellen werden bemerket und dann durch gerade Linien verbunden. Diese Abweichungen der Ekliptik kann man auf einer schon vorhandenen Weltkugel abmessen, oder man muß sie berechnen, wie in der Folge gelehret werden soll.



Es sei KLMNK der erste Streif, der die 30 erste Grade des Aequators enthält, es sei LN dieser Bogen des Aequators. Im N ist die gerade Aufsteigung und die Abweichung der Ekliptik null. Wenn die Ekliptik oder die Sonne 10 Grade gerader Aufsteigung hat, so hat sie zugleich etwa $4\frac{1}{4}$ Grade Abweichung, also wird ge-

gemacht PQ = $4\frac{1}{4}$ Grad. Wenn die Sonne 20 Grade gerader Aufsteigung hat, so beträgt die Abweichung ohngefähr $8\frac{1}{4}$ Grade; man mache demnach RS = $8\frac{1}{4}$ Grade. Ferner 30 Grade gerader Aufsteigung der Sonne geben ohngefähr $12\frac{1}{4}$ Grade Abweichung, mache demnach LU = $12\frac{1}{4}$ Grade. Wenn man sich mit ohngefähren Zahlen begnügen will, so geben

10 Grade gerad. Auf. der ☉,					$4\frac{1}{4}$	Grad Abw.	
20	—	—	—	—	—	$8\frac{1}{4}$	—	—
30	—	—	—	—	—	$12\frac{1}{4}$	—	—
40	—	—	—	—	—	$15\frac{3}{4}$	—	—
50	—	—	—	—	—	$18\frac{1}{2}$	—	—
60	—	—	—	—	—	$20\frac{1}{2}$	—	—
70	—	—	—	—	—	$22\frac{1}{4}$	—	—
80	—	—	—	—	—	$23\frac{1}{4}$	—	—
90	—	—	—	—	—	$23\frac{1}{2}$	—	—

Von 90 Graden bis 180 kommen dieselbigen Abweichungen wieder zum Vorschein, aber in verkehrter Ordnung. Von 180 Grade bis 360 sind die südlichen Abweichungen eben so groß, wie die nördlichen in der ersten Hälfte der Ekliptik.

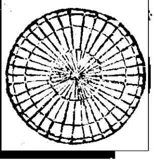
Was die Wendezirkel und Polarzirkel betrifft, so sind sie sehr leicht zu zeichnen. Man nimmt nämlich NZ = LY = NT = LU = LY = $23\frac{1}{2}$ Grad, und ziehet die geraden Linien YZ, UT; eben so nimmt man NB = LA = NX = LV = $66\frac{1}{2}$ Grad, oder KB = KA = MX = MV = $23\frac{1}{2}$ Grad, und ziehet die geraden Linien AB und VX; so hat man die Theile, woraus bei der Anlegung der Streifen auf der Kugel die Wendezirkel und die Polarzirkel entstehen.

Damit der Aequator, die Ekliptik, die Wendezirkel und die Polarzirkel besser in die Augen fallen, so pfleget man sie mit doppelten Linien anzudeuten.

Um das Zusammenkleben der vielen Spitzen an den Polen zu vermeiden, kann man die Spitzen der Strei-

fen

fen, wie KAB, MVX, etwa bis an die Polarzirkel weglassen. Alsdann zeichnet man für jeden Pol ein rundes Stück, wie diese Figur es vorstellet, nebst den Ster-



nen oder Oertern die dahin gehören, und klebet diese Stücke besonders auf.

Wenn man die 12 Streifen und die Polarstücke gehörig gezeichnet, und die zustimmenden Sterne, oder Oerter der Erde, darauf aufgetragen hat, so giebt man die Arbeit den Kupferstecher, um eine große Anzahl Abdrücke davon zu erhalten.

In der Ausübung müssen die Streifen und Polarstücken nach einem Maaßstabe gezeichnet und gestochen werden, der um ein weniges kleiner ist, als der Maaßstab, wornach der Durchmesser der Kugel gemessen wird; weil das Papier, welches beim Aufkleben naß gemacht wird, sich etwas ausdehnet. Das Aufkleben geschiehet mit Buchbinder-Kleister; und wenn alles trocken ist, so wird die Kugel, wie schon oben erinnert worden, mit Eierweiß oder einem andern Firniß überzogen.

§. 4.

Man stellet Himmel und Erde nicht nur auf Kugeln vor, sondern auch auf Himmelskarten und Landkarten. Eine solche Karte ist eine Ebene, auf welcher entweder die Sternbilder des Himmels, oder die Länder der Erde vorgestellet sind. Eine Karte, die das ganze Firmament oder die ganze Erde vorstellet, wird eine **allgemeine Karte des Himmels oder der Erde**, oder ein

ein **Plan-sphärium**, oder ein **Planiglobium** genannt. Jede andere Karte heißt eine **besondere Karte**. Jede Karte, sie mag eine allgemeine oder eine besondere sein, ist ein wahres Gemälde, und muß den Gegenstand perspektivisch vorstellen, daß heißt, so wie man seine Züge auf einer dünnen und ebenen gläsernen Scheibe nachzeichnen könnte, welche zwischen ihm und dem Auge gestellet wäre. Wenn man sich gerade Linien von verschiedenen Punkten des Gegenstandes bis zum Auge gezogen vorstellet, so schneiden diese die Glasscheibe in eben so viel Punkten, welche alsdann die Abbildungen der Punkte des Urbildes sind. Die gläserne Scheibe oder die durchsichtige Ebne, welche man sich allemal bei einem Gemälde hinzudenken muß, heißt die **Projekzions-Ebne** oder **Entwurfs-Ebne**, und der Punkt, wo das Auge unbewegt stehend angenommen wird, ist der **Gesichtspunkt** oder **Augenpunkt**. Je nachdem eine andere Entwurfs-Ebene, oder ein anderer Gesichtspunkt gewählet wird, so bekömmt das Gemälde eine andere Gestalt.

Wenn man den Himmel vorstellen will, so möchte man glauben, es wäre am besten, den Gesichtspunkt da zu stellen, wo er wirklich ist, nämlich im Mittelpunkte des Firmaments; allein da das Auge nur jedesmal etwa 90 Grade eines großen Kreises vom Himmel übersehen kann, so läßt sich auf diese Art das halbe Firmament nicht auf einmal vorstellen, welches man doch bei einer allgemeinen Himmelskarte zu verlangen gewöhnt ist. Bei der Erdkugel wäre der erste Gedanke, daß man sie so vorstellen müßte, wie sie von jemanden, der hoch in der Luft schwebte, gesehen würde; allein auf diese Art bekäme man, wegen der Undurchsichtigkeit der Erde, keine volle Hälfte derselben mit einmal zu sehen; auch würden die Länder an den Rändern des Bildes gar zu sehr zusammengedränget und verzerret erscheinen. Wenn

man

man den Gesichtspunkt in einer unendlichen Entfernung annähme, so würde zwar eine volle Hälfte der Kugel sichtbar sein, aber die gar zu starke Verkleinerung der Dimensionen am Rande der Abbildung würde immer statt finden.

Man hat demnach zu einer Erdichtung seine Zuflucht nehmen müssen, und stellet sich sowohl das Firmament als die Erdfläche wie hohle durchsichtige Kugeln vor, so daß, wenn man das Auge an den Pol oder Scheitel der einen Hälfte der Kugel anleget, man die andere Hälfte wie eine hohle Kappe sehen und sie abzeichnen könne Die Ebne des großen Kreises, welche die beiden Hälften absondert, oder eine dem Auge nähere Ebene, die mit jener parallel ist, wird als Entwurfs-Ebene angenommen.

Diese Entwurfs-Ebene kann nun verschiedentlich bestimmet werden. Man pfleget entweder die Ebene des Aequators, oder diejenige des ersten Meridians, oder diejenige des Horizonts zu diesem Zwecke zu gebrauchen.

Nachdem die eine Hälfte der Kugel gezeichnet worden, so wird die andere Hälfte durch ein ähnliches Verfahren vorgestellet, so daß man die Abbildung der ganzen Kugelfläche in zwei Abtheilungen bekömmt.

Noch ist zu merken, daß das Bild, welches man sich auf der Entwurfs-Ebene gezeichnet vorstellet, aus dem angenommenen Augenpunkte eigentlich verkehrt, wie in einem Spiegel erscheinet, nämlich, was rechts liegt, siehet man links und umgekehrt, allein da die Entwurfsfläche durchsichtig angenommen wird, so kann man ferner annehmen, daß das Gemälde so gut von der Seite, wo das Auge ist, als von der entgegengesetzten gesehen werden könne, und von dieser letztern Seite betrachtet, stellet es die natürliche Lage der Dinge vor; dabei ist aber der Gesichtspunkt des Zuschauers, dem des Zeichners ganz entgegengesetzt, welches hier nicht vermieden werden kann.

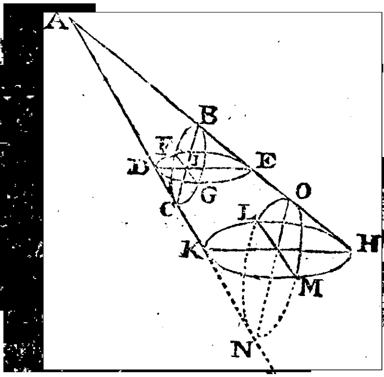
§. 5.

§. 5.

So unnatürlich der angeführte Weg zur Abbildung der Weltkugeln an sich selbst ist, so hat man ihn doch allgemein angenommen. Was das meiste dazu beigetragen hat, ist vermuthlich der Umstand, daß dabei die Abbildungen aller auf der Kugel gezeichneten Kreise wiederum Kreise werden, welches für den Zeichner ein große Bequemlichkeit ist. Jeder andere Gesichtspunkt verwandelt die Kreise in Ellipsen, welche bei weitem nicht so leicht zu zeichnen sind.

Da der eben erwähnte Umstand, daß die Abbildungen der Kreise in der angeführten Methode, wiederum Kreise werden, in der Folge dieses Hauptstückes oft in Betrachtung gezogen werden wird, so wollen wir uns vor allen Dingen von der Richtigkeit der Sache überzeugen.

Zu diesem Ende muß erst bewiesen werden, daß bei jedem schiefen Kegel, außer dem mit der Grundfläche gleichlaufenden Schnitte, noch ein anderer vorhanden ist, der auch einen Kreis giebt.



Es sei AHMK ein schiefer Kegel, dessen Grundfläche HLKMH ein Kreis ist. Es sei AHK ein Schnitt desselben, der durch die Axe gehe, und auf der Grundfläche senk-

senkrecht sei. Im Dreieck AHK mache irgendwo in C an der einen Seite AK einen Winkel ACB gleich dem Winkel AHK, der zwischen der entgegengesetzten Seite AH und der Grundfläche HK begriffen ist. Schneide den Kegel längs CB vermöge einer Ebne, die auf AHK senkrecht sei, so sage ich, es sei der Schnitt BFCGB ein Kreis, sowohl als die Grundfläche und jeder mit ihr parallele Schnitt. Es sei EFDGE ein solcher Schnitt: weil er mit HLKMH parallel ist, und weil HLKMH gegen AHK senkrecht ist, so ist auch EFDGE gegen AHK senkrecht. Da nun auch BFCGB gegen AKH senkrecht gemacht worden, so ist die Durchschnittslinie FG ebenfalls gegen AHK folglich gegen BC und ED, die in der Ebene AHK liegen, senkrecht. Folglich ist FG oder deren Theil FI eine senkrechte Ordinate beider Schnitte.

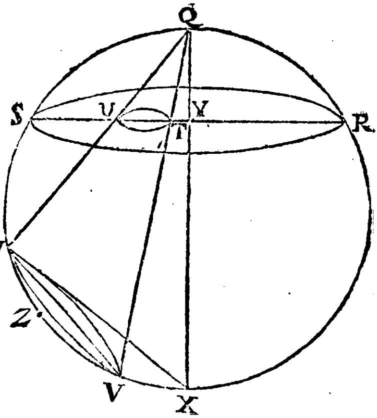
In den Dreiecken EIB, CID, sind bei I die Scheitelwinkel gleich. Ferner ist $\angle$ BEI $=$ $\angle$ AED $=$ $\angle$ AHK $=$ $\angle$ ACB $=$ $\angle$ DCI, oder kurz $\angle$ BEI $=$ $\angle$ DCI. Also sind beide Dreiecke ähnlich. Folglich ist EI : IB :: CI : ID oder IB $\times$ CI $=$ ID $\times$ EI. Weil aber der Schnitt EFDGE ein Kreis ist, so ist ID $\times$ EI $=$ FI². Folglich auch IB $\times$ CI $=$ IF², welche letztere Gleichung zu erkennen giebt, daß der Schnitt BFCGB ebenfalls ein Kreis ist. Dazu wird also bloß erfordert, daß $\angle$ ACB $=$ $\angle$ AHK gemacht werde.

Jeder Schnitt, der mit BFCGB parallel ist, ist ebenfalls ein Kreis, oder wenn er, wie MOL durch die Grundfläche gehet, ein Kreisbogen. Um dieses leztere zu beweisen, darf man nur in Gedanken den Kegel jenseits der Grundfläche verlängern, und den Schnitt OLNMO vollenden, so bleibet der Beweis der nämliche.

Dieses vorausgesetzet, so wird es nicht schwer sein, folgenden Saz daraus zu ziehen. Wenn man einen beliebigen Durchschnitt einer durchsichtigen Kugel zur Entwurfs-Ebene annimmt, und das Auge in dem Pol die-

ses

ses Durchschnittes stellet, so ist die Abbildung jedes auf der Kugelfläche beschriebenen Kreises wiederum ein Kreis.



Es sei Z der Pol eines auf der Oberfläche der Kugel beschriebenen Kreises, und Q der Augenpunkt. Ziehe den Durchmesser QX. Schneide in Gedanken die Kugel vermöge einer Ebene QSXRQ, die durch Q und X und auch durch Z gehe, so halbiret sie den gegebenen Kreis vermöge des Durchmessers VW, und ist gegen diesen Kreis senkrecht.

Es sei nun RS der Durchmesser eines Kreises in der Kugel, wovon Q der Pol ist, und die Ebene dieses Kreises werde zur Entwurfs-Ebene angenommen, so gehet QX durch den Mittelpunkt Y derselben, und ist gegen RS senkrecht.

Die vom Kreise VW kommenden Lichtstralen machen einen Kegel VQW, der in TU von der Entwurfs-Ebene geschnitten wird. Nun sind die Dreiecke QYU, QWX ähnlich, weil sie jeder einen rechten, und über dies den gemeinsamen Winkel Q haben. Also ist $\angle$ QUY = $\angle$ QXW. Ferner da $\angle$ QXW und

∠ QVW beide auf der Sehne QW stehen, so sind sie gleich. Also ist auch ∠ QUY oder ∠ QUT = ∠ QVW, folglich ist vermöge des vorigen Beweises der Durchschnitt TU ein Kreis.

Wenn man anstatt RS die Ebene des Aequators oder eine mit ihm parallele Ebene nimmt, so stehet das Auge Q im Pole der Kugel. Nimmt man anstatt RS die Ebene des ersten Meridians oder eine mit ihm parallele Ebene, so stehet das Auge Q im Aequator, beiderseits 90 Grad vom ersten Meridian. Nimmt man anstatt RS den Horizont oder eine mit ihm parallele Ebene, so stehet das Auge Q am Orte wo man ist, oder in dessen Nadir. In allen Fällen geben die Kreise der Kugel wiederum Kreise in der Abbildung.

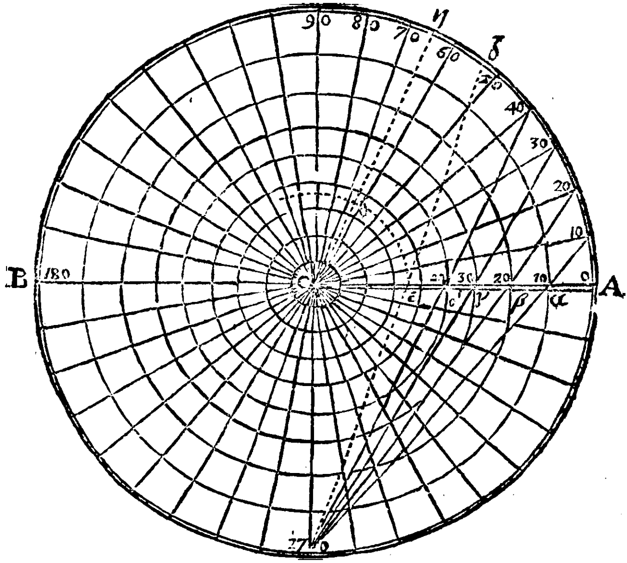
Die Kreise der Abbildungen sind oft nicht vollständig, sondern es erscheinen nur Bögen davon, weil der abzubildende Kreis durch die Entwurfs-Ebene geschnit- wird, wie oben (Seite 159.) der Kreis HK durch die Ebene ON.

Wenn es sich trifft, daß die Ebene des abzubildenden Kreises durch das Auge gehet, so verwandelt sich die Abbildung in eine gerade Linie (Optik. H. II. §. 7.), und der Halbmesser des Bogens, der den Kreis vorstellen sollte, wird also unendlich groß.

§. 6.

Es werde fürs erste die Ebene des Aequators zur Entwurfs-Ebene angenommen, und der Augenpunkt am Südpole, wenn man die nördliche Halbkugel, und am Nordpole, wenn man die südliche Halbkugel abbilden will, gestellet.

Mit



Mit einem beliebigen Halbmesser beschreibe man aus einem beliebigen Punkte C eine Kreislinie, um den Aequator vorzustellen. Man theile den Aequator in seine 360 Grade, und numerire sie von 10 zu 10 oder von 5 zu 5 Graden. Von allen Theilungspunkten, das heißt, von jedem fünften, oder von jedem zehnten Grade, ziehe man gerade Linien nach dem Mittelpunkte C hin, so stellen diese die Meridiane vor. Denn der Pol, wo sich das Auge befindet, lieget in den Ebenen aller Meridiane, folglich müssen die Ebenen, und also auch ihre Umkreise als gerade Linien gesehen werden. Die Erdaxe aber wird nur wie ein Punkt C gesehen, weil das Auge sich in derselben befindet (Opt. H. II. 7.). Die geraden Linien, welche die Umkreise und Ebenen der Meridiane vorstellen, müssen alle durch diesen Punkt C gehen, weil die wirklichen

Ebenen der Meridiane durch die Erdaxe gehen, die hier sowohl als der eine Pol durch den Punkt C vorgestellet wird. Die gerade Linie AC, welche den Meridian vorstellet, der durch 0 Grad des Aequators gehet, wird als erster Meridian betrachtet.

Aus allen Theilungspunkten des Aequators ziehe gerade Linien nach dem Punkte hin, wo sich der 270te Grad endiget, und merke die Stellen α, β, γ, δ u. s. w., wo sie den ersten Meridian in der Abbildung schneiden.

Aus dem Mittelpunkt C, mit den Halbmessern Cα, Cβ, Cγ, Cδ u. s. w. beschreibe man Kreislinien, so stellen diese die parallelen Kreislinien oder die Abweichungskreise vor. Denn es bleibe die Ebene des Papiers zur Vorstellung des Aequators. Man drehe aber in Gedanken die ganze Figur um AB als um eine Axe herum, so daß die Hälfte A η B unter die Fläche des Papiers, die Hälfte A.. 270.. B aber darüber zu stehen komme, und daß der Punkt 270 lothrecht über C sei. Dann ist der Punkt 270 der Pol, und zugleich der Ort des Auges; der Kreis A η B.. 270.. A wird ein Meridian. Dieser wird von den Abweichungskreisen geschnitten in den Punkten, 10, 20, 30 u. s. w. Diese Punkte aber haben ihre Abbildungen in den Punkten α, β, γ u. s. w. der Ebene des Aequators; also müssen die Vorstellungen der Abweichungskreise durch α, β, γ u. s. w. gehen. Diese Abbildungen müssen aber zugleich ihre Mittelpunkte in C haben, weil der Punkt C die ganze Axe der Kugel vorstellet, worin alle Mittelpunkte der Abweichungskreise liegen. Also sind die Abbildungen der Abweichungskreise bestimmt, indem sie in C ihre Mittelpunkte haben, und die Umkreise durch α, β, γ u. s. w. gehen.

Um nun einen Stern, oder einen Ort der Erde auf die allgemeine Karte aufzutragen, muß man auf dem Aequaquator den Bogen $A\zeta$ der Abweichung gleich, z. E. 53 Grad, nehmen, und ζ.. 270 ziehen, so erhält man den Halbmesser $C\varepsilon$ des Abweichungskreises, der durch den Stern oder Ort gehet. Man nehme auch den Bogen $A\eta$ der Aufsteigung gleich, z. E. 65 Grad, und ziehe $C\eta$, so stellet $C\eta$ den Meridian vor, der durch den Stern oder den Ort gehet. Mit dem Halbmesser $C\varepsilon$ beschreibe man einen Bogen $\varepsilon\theta$, so stellet der Durchschnittspunkt θ des Bogens und der $C\eta$ die Lage des Sternes oder des Ortes vor, welches aus dem vorhergehenden deutlich genug ist.

Die Ekliptik wird durch einen halben Kreis vorgestellet, der durch A und B, als den Anfang und den 180ten Grad des Aequators, und durch einen dritten Punkt gehet, welcher 90 oder 270 Grad Standlänge und $23\frac{1}{2}$ Grad Abweichung hat. Daß sie wie ein Kreis vorgestellet werden müssen, erhellet aus §. 5.

Wenn die eine Halbkugel fertig ist, so wird die andere auf eine ganz ähnliche Art gezeichnet.

Wenn man die Ebene der Ekliptik zur Entwurfs-Ebene gebrauchen will, so wird alles wie vorher gemacht; nur daß alsdann der äußere Zirkel die Ekliptik vorstellet, und sein Mittelpunkt den Pol der Ekliptik; die innern Kreise bedeuten dann die mit der Ekliptik parallelen Kreise; die gerade Linien zeigen die durch die Pole der Ekliptik gezogene Längenkreise an. In diesem Falle muß der Aequator eben so vorgestellet werden, wie vorher die Ekliptik.

Die Karten, welche nach dieser ersten Methode gezeichnet werden, haben zwar den Vortheil, daß die Grade der Aufsteigung in der Abbildung wie in der Natur gleich sind; hingegen haben sie die Unbequemlichkeit, daß die Grade der Abweichung ungleich sind, welches die Figur der Sternbilder oder der Länder etwas verzerret.

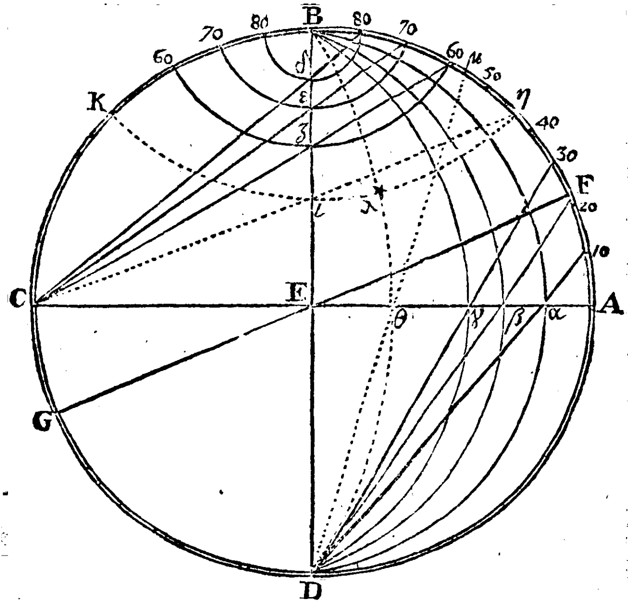
Man kann auf diese Art fast den ganzen Himmel, oder die ganze Erde in einem einzigen Gemälde vorstellen. Man darf nur den einen Pol z. E. den südlichen zum Gesichtspunkte und einen nicht sehr entfernten Abweichungskreis, z. E. den südlichen Polarzirkel, zur Projekzions-Ebne nehmen; dann ist die Operazion und der Beweis fast eben so, als wenn man den Aequator zur Entwurfs-Ebene annimmt; nur müssen die Meridiane außerhalb des Aequators verlängert werden, die Abweichungszirkel, welche in der andern Hälfte der Kugel liegen, müssen hinzugethan und nach der angegebenen Regel gezeichnet werden; endlich muß die Ekliptik vollendet werden. In solcher Karte würde der Polarzirkel die ganze Zeichnung begränzen und größer scheinen als der Aequator, und überhaupt würde die Gestalt der südlichen Sternbilder oder Länder sehr verzerret werden, so daß es nicht rathsam wäre, eine solche Karte zu verfertigen. Man bleibet also lieber bei den beiden Halbkugeln, wovon jede besonders gezeichnet wird.

Der Entwurf der Halbkugeln auf der Ebene des Aequators kann übrigens bei Erdkugeln nicht gut gebrauchet werden, weil es sich trifft, daß der Aequator durch viele Länder gehet und also in der Abbildung die Länder zerstücket erscheinen würden. Bei der Vorstellung des Himmels kann aber diese Art des Entwurfes gebraucht werden, weil hier mehr auf die einzelne Sterne, als auf den Zusammenhang ihrer Bilder gesehen wird.

§. 7.

Laßt uns nun sehen, wie die Abbildung einer Weltkugel, oder eigentlich ihrer Hälfte, gemacht werden muß, wenn die Ebene des ersten Meridians zur Entwurfs-Ebene angenommen wird.

Man



Man beschreibe eine Kreislinie ABCDA, welche den ersten Meridian vorstellen soll. Man ziehe einen Durchmesser AC, welcher den Aequator vorstellen soll, und den Durchmesser BD gegen den vorigen senkrecht, um denjenigen Meridian vorzustellen, der gegen den ersten Meridian senkrecht ist. E stellet den Punkt vor, über welchem das Auge in der Entfernung des Halbmessers der Kugel von der Entwurfs-Ebene absteht; B und D sind die Vorstellungen der beiden Erdpole. Theile die Quadranten AB, CB, AD, CD jeden in 90 Grade, jedesmal vom Aequator zum Pole hin gerechnet.

Aus D ziehe die geraden Linien D 10, D 20, D 30, u. s. w., so schneiden sie die AC in α, β, γ u. s. w. Durch B, α und D ziehe einen Bogen einer Kreislinie, eben so durch B, β und D, durch B, γ und D, u. s. w., nach Anleileitung der Geometrie. So stellen alle diese Kreise die Meridiane vor.

Ziehe auch C..80, C..70, C..60 u. s. w., und merke die Stellen δ, ε, ζ u. s. w., wo sie die BD durchschneiden. Durch δ und beiderseits durch 80, durch ε und beiderseits durch 70, durch ζ und beiderseits durch 60 ziehe Kreislinien, so stellen diese die parallelen Kreise oder Abweichungskreise vor. Beide Wendezirkel und beide Polarzirkel werden auf eben diese Art gezogen, nämlich als Abweichungskreise für $23\frac{1}{2}$ Grad und $66\frac{1}{2}$, sowohl südlich als nordlich.

Um einen Stern oder einen Ort aufzutragen, muß man einen Meridian ziehen, welcher der Aufsteigung entspreche, und einen parallelen Kreis, welcher der Abweichung entspreche. Wo beide einander durchschneiden, ist die verlangte Stelle. Es seien z. E. gegeben 124 Grad gerader Aufsteigung und 43 Grad Abweichung. Weil man die Grade der Aufsteigung von der linken Hand zur Rechten zu zählen pfleget, so nehme ich den Bogen C B μ = 124 Grad, und ziehe nach D hin, $\mu\theta$D. Durch B, θ und D ziehe ich einen Zirkelbogen, so stellet dieser den Meridian für 124 Grad Aufsteigung vor. Ferner durch 43 Grad und C ziehe ich η C, und merke den Punkt ι, wo diese Linie die BD schneidet. Durch ι, durch η und durch K, welcher Punkt ebenfalls um 43 Grad von C entfernet, ziehe ich einen Bogen $\eta\iota$K, so stellet er den Abweichungskreis für 43 Grade vor. Der Durchschnittspunkt λ beider Bögen ist die verlangte Stelle.

Was die Ekliptik betrifft, so könnte man annehmen, sie gienge durch den Ort des Auges; dann würde sie wie eine gerade Linie FG vorgestellet, die so gelegen sein müßte, daß AF oder CG = $23\frac{1}{2}$ Grad. Soll sie aber eine andere Lage haben, so z. E. daß sie den Gleicher in A und in C schneide, so muß sie wie ein Kreis abgebildet werden, der durch den Anfang C und die Mitte A des Aequators gehet, wie auch durch einen Punkt, der

90 oder 270 Grad Aufsteigung und $23\frac{1}{2}$ Grad Abweichung hat.

Bei diesem ganzen Verfahren ist leicht einzusehen, daß der erste Meridian, als die Entwurfsfläche, mit Recht durch einen vollständigen Kreis vorgestellet wird, indem das Auge senkrecht über seinen Mittelpunkt stehend angenommen wird; ferner, daß der Gleicher und der Mittagskreis für 90 Grad Aufsteigung durch gerade Linien abgebildet werden müssen, indem das Auge im gemeinschaftlichen Durchschnitte der Ebenen beider Kreislinien und folglich in den beiden Ebenen selbst lieget. Aus dem nämlichen Grunde wird auch die Ekliptik eine gerade Linie, wenn sie ebenfalls durch den Ort des Auges gehet.

Auch ist nicht schwer einzusehen, daß die Abbildungen der Mittagskreise die Ebene des Gleichers in α, β, γ, u. s. w. schneiden müssen. Denn es bleibe die Ebene des Papiers zur Vorstellung derjenigen des ersten Mittagskreises. Man drehe aber in Gedanken die Figur um die Axe AC herum, so daß sie auf der Ebene des Papiers senkrecht stehe, daß die Hälfte ADC über dem Papier und ABC unter demselben befindlich sei; so stehet alsdann D im Augenpunkte, ADCBA stellet nicht mehr den ersten Mittagskreis, sondern den Gleicher vor; 10, 20, 30, u. s. w. sind alsdann die Abtheilungen des Aequators, und die Mittagskreise gehen durch diese, ihre Abbildungen aber durch α, β, γ, u. s. w., welche Punkte die Punkte 10, 20, 30, u. s. w. auf der Ebene des ersten Meridians vorstellen. Bringet man die Figur wieder in ihre Lage, so bleiben die Punkte α, β, γ, u. s. w. unbewegt und sind immer noch die Abbildungen der Punkte, durch welche die Vorstellungen der Mittagskreise gehen müssen. Ferner sind in der natürlichen Lage der Figur die Punkte B und D die Vorstellungen beider Pole. Da nun die wirklichen Mittagskreise

kreise durch die Pole gehen, so müssen auch ihre Abbildungen durch die Abbildungen der Pole gehen. Folglich gehet jeder abgebildete Meridian durch die Pole B und D und zugleich durch einen der Punkte α, β, γ, u. s. w.

Auf eine ganz ähnliche Art läßt sich die Abbildung der Abweichungskreise beweisen. Es stelle, wie vorher, die Ebne des Papiers diejenige des Meridians vor; man drehe in Gedanken die Figur um die Axe B D herum, bis daß sie mit der Ebene des Papiers einen rechten Winkel mache, und C im Augenpunkte stehe; so wird BCDAB der Meridian, der durch 90 und 270 Grade des Gleichers gehet. Die Abweichungskreise schneiden diesen Meridian in den Punkten 80, 70, 60, u. s. w., und diese Punkte werden in δ, ε, ζ in der Ebne des ersten Meridians gesehen; man bringe die Figur wieder in ihre Lage, so bleiben die Punkte δ, ε, ζ, u. s. w. an ihren Stellen und die Abbildungen der Abweichungskreise müssen durch sie gehen. Sie müssen aber auch durch die zustimmenden Grade der Abweichung in beiden Hälften des ersten Meridians gehen; also sind 3 Punkte bestimmt, wodurch jeder abgebildete Abweichungskreis gezogen werden muß. Da es nun ausgemacht ist, daß diese Abbildungen wirkliche Kreise sind (§. 5.), so sind sie völlig bestimmt.

Diese zweite Art eine Weltkugel auf einer Ebene zu entwerfen, hat das Gute an sich, daß die in der Natur gleichen Grade der Abweichung auch durch gleiche Abtheilungen vorgestellet werden. Hingegen sind die Grade des Aequators hier durch ungleiche Abtheilungen vorgestellet, welche gegen die Mitte C der Abbildung etwas kleiner ausfallen, als gegen die Gränzen A und C, wodurch die Gestalten der Sternbilder, oder der Länder etwas verrücket werden.

Die:

Diese zweite Art der Abbildung schicket sich hauptsächlich für die Erdkugeln, weil der erste Meridian meistens durch Wasser gehet, und also die Länder nicht zerstücket werden, sondern jedes Land ganz in der einen Halbkugel vorgestellet wird.

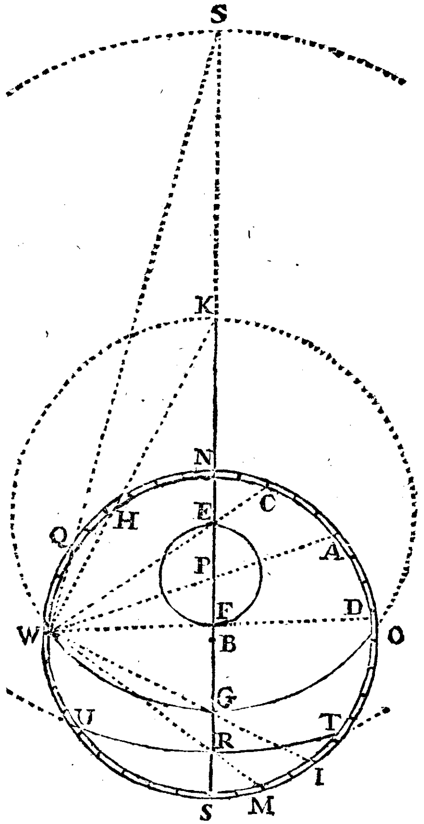
Wenn man anstatt der Ebene des ersten Meridians, eine andere, dem Auge nähere, aber mit jener parallele, zur Entwurfs-Ebene annähme, so ließe sich der größte Theil der Kugel in eine einzige Vorstellung bringen. Zu diesem Behufe müßte außerhalb der Kreislinie ABCDA noch eine andere mit ihr parallele zur Vorstellung der Entwurfs-Ebene gezogen werden, und alle Abbildungen der Meridiane und parallelen Kreise müßten bis zum Umfange der ganzen Figur verlängert werden. Von den Abweichungskreisen müßten die meisten, nämlich die nicht über die Gränzen der Figur reicheten, ganz vollendet werden.

Da aber eine solche Vorstellungsart sehr unnatürlich und verworren ausfällt, so pfleget man sich derselben nicht zu bedienen, sondern man bleibet lieber bei der Sitte, die Kugel in zwei Hälften vorzustellen.

§. 8.

Etwas mühsamer ist die Vorstellung einer Weltkugel, wenn die Ebene des Horizonts zur Entwurfs-Ebene angenommen wird. Diese Art des Entwurfes wird nicht oft gebrauchet, jedoch noch lieber für die Erde als für den Himmel.

Man nehme einen Punkt B als den Ort an, der sich in der Mitte der Abbildung befinden soll. Aus B mit einem beliebigen Halbmesser beschreibe man eine Kreislinie NOSWN, um die Grenze derjenigen Hälfte der Kugel vorzustellen, wovon B der Scheitel ist. Man ziehe einen Durchmesser NS um den Mittagskreis des Ortes B vorzustellen, welcher Kreis wie eine gerade Linie erschei-



scheinet, weil man den Punkt der Kugel, welcher dem Orte B gerade entgegengesetzet ist, oder den irdischen Nadir desselben, für den Ort des Auges annehmen muß.

Es ist N der Nordpunkt, S der Südpunkt des irdischen eingebildeten Horizonts. Zähle 90 Grade von N, oder von S nach O und W hin, so ist O der Ostpunkt, W der Westpunkt. Theile den ganzen Kreis NOSWN in Grade. Zähle von N bis A so viel Grade, als der Ort

Ort B Standbreite hat, welche wir nördlich annehmen, und ziehe AW, merke den Punkt P, wo AW die NS durchschneidet, so ist P der Entwurf des Pols.

Die parallelen Kreise werden folgender Weise gezogen. Von A aus zähle man auf dem abgetheilten Kreise beiderseits gleich viel Grade; durch die Endpunkte der abgezählten Bogen und durch W ziehe man gerade Linien, welche entweder SN oder die Verlängerung dieser Linie in zwei Punkten treffen. Den Abstand dieser beiden Punkte nehme man zum Durchmesser und beschreibe auf demselben eine Kreislinie, so ist sie die Vorstellung des parallelen Kreises, welcher um eben so viel Grad, als abgezählet worden, vom Pole entfernet ist.

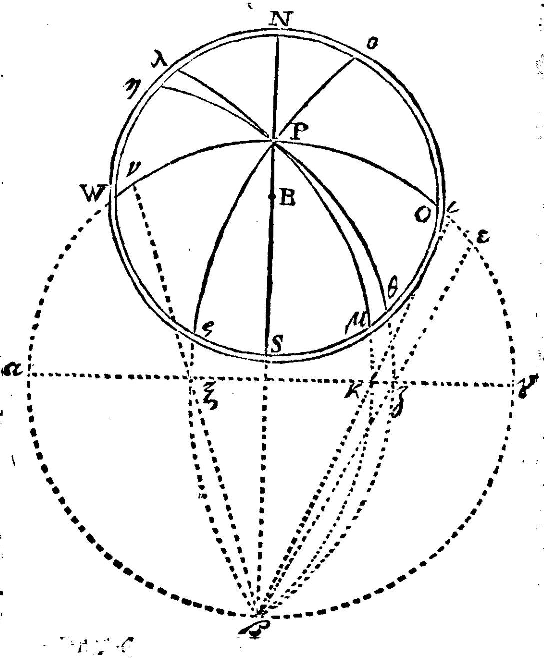
Z. E. Es sei AC = 30° = AD, ziehe CW, DW; beschreibe eine Kreislinie mit dem Durchmesser EF, so ist sie die Vorstellung des parallelen Kreises, welcher 30 Grade vom Pole oder 60 vom Aequator absteher.

Es sei AH = AI = 90 Grad. Ziehe WH, und verlängere sie bis daß sie die verlängerte SN irgendwo wo in K schneide. Ziehe auch IW, welche die SN irgendwo in G schneidet. Mit dem Durchmesser KG beschreibe einen Kreis, so ist sein Theil WGO, der im abgetheilten Kreise lieget, die Vorstellung des Aequators oder Gleichers.

Es sei AM = AQ = 113½. Ziehe MRW, WQS. Mit dem Durchmesser RS beschreibe eine Kreislinie, so ist ihr Bogen TRU die Vorstellung eines parallelen Kreises, der 113½ Grad vom Nordpole absteher, und folglich 23½ Grad jenseit des Aequators lieget; das heißt, es ist TRU die Vorstellung des südlichen Wendezirkels.

Auf diese Art kann man den andern Wendezirkel, die beiden Polarzirkel und die parallelen Kreise von 10 zu 10 oder 5 zu 5 Graden aufzeichnen. Durch die nämliche Methode wird zugleich der Meridian NS in perspektivitivische Grade eingetheilet. Wenn man ein Lineal immer in W, und nach und nach 1 Grad, 2 Grad, 3 Grad u. s. w. von A ab, anleget, so erhält man die Abtheilungen der NS. Man numeriret sie von G nach P und S, hernach aber von P nach N hin.

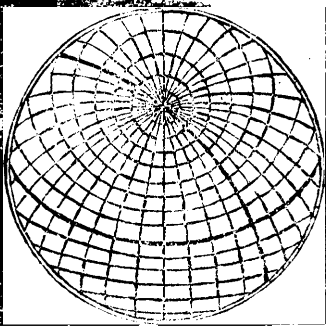
Nun müssen noch die Meridiane aufgezeichnet werden. Dieses geschiehet folgender Weise.



Verlängere NS nach β hin. Durch den Pol P und durch O und W ziehe eine Kreislinie PWαβγOP, so stellet ihr Theil WPO den Meridian der Oerter vor, die 90 Grade mehr oder weniger Aufsteigung oder Standlänge haben als der Ort B. Ziehe den Durchmesser αγ gegen Pβ senkrecht. Nimm den Bogen Pν der Aufsteigung oder Standlänge des Ortes

B

B in Graden gleich. Ziehe $\nu\beta$ und merke den Punkt ξ, wo $\nu\beta$ die $\alpha\gamma$ schneidet. Durch P, ξ und β beschreibe den Kreisbogen $\beta\xi P o$; so ist sein Theil $\varrho P o$ die Vorstellung des ersten Meridians und seiner Fortsetzung jenseits des Nordpols, in sofern sich dieser Meridian und seine Fortsetzung über dem Horizonte befinden. Von ν an zähle so viel Grade du willst, z. E. 80 Grade bis ι. Ziehe $\iota\beta$. Merke den Punkt $\varkappa$, wo $\iota\beta$ und $\alpha\gamma$ einander durchschneiden. Durch β, $\varkappa$ und P ziehe den Kreisbogen $\beta\varkappa P\lambda$, so stellet sein Theil $\mu\lambda$ den Meridian vor, der 80 Grad Standlänge hat, und seine Fortsetzung jenseit des Pols. Auf eine solche Art ziehe man die Meridiane von 10 zu 10 oder 5 zu 5 Graden. Z. E. um den Meridian von 90 Graden zu bekommen, zähle man von ν bis ε 90 Grade, ziehe $\beta\zeta\varepsilon$, und durch β, ζ, P, den verlangten Meridian $\beta\zeta P\eta$. Die Meridiane geben zugleich die Eintheilung des Aequators in Grade; dazu muß man sie blind von Grad zu Grade ziehen. Nachdem die parallelen Kreise und die Meridiane gezeichnet worden, wird die Karte folgende Gestalt haben.



Um nun einen gegebenen Ort vermöge seiner Aufsteigung und Abweichung aufzutragen, muß man einen blinden Abweichungskreis ziehen, der so viel Grade der Abweichung habe, als es die Lage des Ortes erfordert

(Sei-

(Seite 173.). Hernach ziehe man einen Meridian, der so viel Aufsteigung habe, als gegeben ist (Seite 174.). Wo beide Kreise sich schneiden, da ist die Lage des Ortes.

Soll auch die Ekliptik auf der Karte erscheinen, so merke man sich die Stelle, wo der Aequator und der erste Meridian einander schneiden. Man merke sich außerdem zwei Punkte der Ekliptik, vermöge der Aufsteigung und Abweichung. Durch diese drei Punkte ziehe man einen Kreisbogen, der die Ekliptik vorstellen wird. Wenn man die Ekliptik in Grade abtheilen wollte, so müßte man auf der Karte den Pol der Ekliptik vermöge seiner Aufsteigung und Abweichung bemerken, dann die Ekliptik so ziehen wie man den Aequator gezogen hat, und die Längenkreise in Betrachtung der Ekliptik so bestimmen, wie mit den Meridianen geschehen ist. Diese Längenkreise würden die Ekliptik gehörig eintheilen.

Nun bleibet uns noch zu beweisen übrig, daß das ganze vorgeschriebene Verfahren seine Richtigkeit hat. Was die Abweichungskreise betrifft, so darf man nur in Gedanken die Figur (Seite 172.) um die Axe NS umdrehen, so daß der Punkt W senkrecht über B zu stehen komme, daß er zum Augenpunkte werde, daß der Kreis NOSWN der Meridian des Ortes werde, während daß die Ebene des Papiers die Ebene des Horizonts vorstellet. Dann wird man leicht einsehen, daß ein in A befindliche Pol in P erscheinet, daß der Abweichungskreis, welcher 30 Grade vom Pole entfernet ist, den Meridian des Ortes in C und in D durchschneidet, welche Punkte in E und F erscheinen, und daß der durch C und D gehende Kreis, vermöge eines Kreises, der durch E und F gehet, abgebildet werden muß.

Was die Meridiane betrifft, so ist erstlich leicht einzusehen, daß der Meridian, der 90 Grade mehr oder weniger Aufsteigung hat, als der Ort B, durch den Pol

und

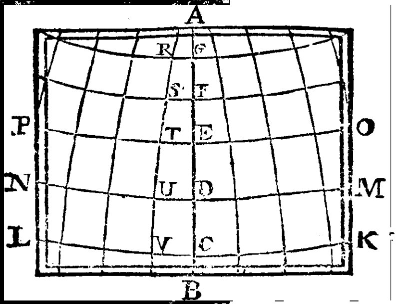
durch dem Ost- und Westpunkte des Horizonts gehen muß, indem dieser Meridian als ein größter Kreis den Horizont halbiret, und ihn wegen der Lage des Ortes B am Scheitel der Halbkugel nicht anders als in diesen beiden Punkten halbiren kann.

Das Verfahren, wodurch die übrigen Meridiane bestimmet und gezogen werden, ist vom denjenigen nachgeahmet, welches in der zweiten Methode §. 7. beobachtet worden.

§. 9.

Wenn man entweder einen der vier Welttheile, Europa, Asia, Afrika und Amerika, oder sonst einen beträchtlichen Theil der Erdfläche vorzustellen hat, so nimmt man den Augenpunkt gern im irdischen Nadir eines Ortes der in der Mitte des vorzustellenden Welttheiles, oder nicht weit davon lieget, und verrichtet übrigens die Zeichnung nach einer der drei vorhergehenden Methoden. Sind es Polargegenden, die man zu zeichnen hat, so wird die erste Methode anwendbar sein; für Afrika und Amerika wird sich die zweite Methode gut schicken, weil der Gleicher fast mitten durch diese Länder gehet; für Europa und Asia aber ist die dritte Methode passender.

Man zeichne also vor allen Dingen eine allgemeine Weltkarte, nach der Methode, die für jeden Fall die schicklichste ist; jedoch ohne Sternbilder oder Länder, sondern nur mit den erforderlichen Kreisen. Und auch von diesen brauchet man nur diejenigen zu zeichnen, welche durch die Gegend gehen, wohin der abzubildende Theil der Erdfläche gehöret. Bei der zweiten Methode ist zu bemerken, daß man nicht den ersten Meridian, sondern einen andern zur Entwurfs-Ebene annehmen muß, nämlich denjenigen, der 90 Grade vom Augenpunkte entfernet ist.



Man ziehe eine gerade Linie AB, welche den Meridian des Ortes vorstellen soll, in dessen Nadir der Augenpunkt sich befindet. Man nehme aus der allgemeinen Karte die Entfernungen der parallelen Kreise von einander; man verdoppele oder vervielfache sie, je nachdem es die Größe der Karte, die man machen will, erfordert. Diese gehöriger maaßen vergrößerten Entfernungen, wie CD, DE, EF, FG, trage man auf die Linie AB.

Man vergrößere die Halbmesser, mit welchen man die Abweichungskreise auf der allgemeinen Karte gezogen hat, nach demselbigen Verhältnisse, wie die Entfernungen CD, DE, EF, u. s. w.; und beschreibe mit diesen vergrößerten Halbmessern die Bögen KL, MN, OP, u. s. w., welche die Abweichungskreise vorstellen.

Man messe die Entfernungen der Meridiane, vergrößere sie nach dem bewußten Verhältnisse, trage die gefundenen Entfernungen auf die Abweichungskreise, wie in GR, FS, ET, DU, CV. Dadurch werden die Punkte bestimmet, durch welche jeder Meridian wie RV gehen muß. Man kann ihn aus freier Hand, vermöge dieser Punkte, zeichnen. Man kann sich auch begnügen, drei Punkte zu bestimmen, und durch diese einen Kreisbogen ziehen. Ist die Karte nach der ersten Methode gezeichnet, so sind für jeden Meridian nur

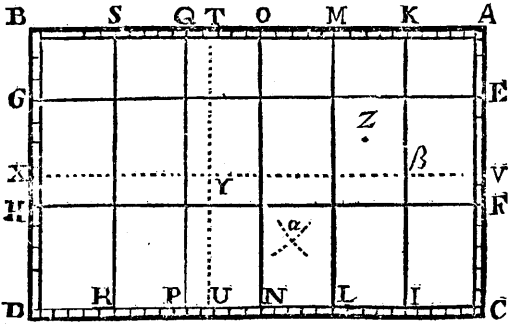
zwei

zwei Punkte nöthig, durch welche eine gerade Linie gezogen wird, oder ein Punkt und der Pol, wenn dieser in der Karte mit inbegriffen ist.

Beim Auftragen der einzelnen Sterne oder Städte wird es wohl am besten sein, daß man so verfahre, wie bei Gelegenheit der Weltkugeln (Seite 153.) gelehret worden; nur müssen die Meridiane und Abweichungszirkel in hinlänglicher Menge gezogen sein, damit die kleinen Fächer oder Felder der Karte für geradlinichte Trapezen gelten können.

§. 10.

Wenn von einzelnen Ländern Karten gemacht werden, so können sowohl die Abweichungskreise als auch die Meridiane durch gerade Linien vorgestellet werden.

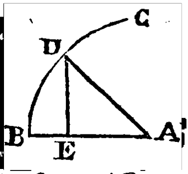


Man zeichne ein Rechteck ABDCA so groß als die Karte werden soll, und nehme an, daß oben Norden, unten Süden, rechts Osten und links Westen sei. Man theile die Seiten AC und BD in so viel gleiche Theile als das Land Grade der Abweichung oder Standbreite ententhält. Man ziehe gerade Linien wie EG, FH, um die parallelen Kreise von 5 zu 5 Grade vorzustellen.

 Man

Man messe auf der Erdkugel gegen die Mitte des vorzustellenden Landes die Seiten eines der auf der Kugel gezeichneten Reckecke, die aus den Durchschnitten der Abweichungskreise und der Meridiane entstehen; so bekömmt man das Verhältniß der Grade der Abweichung, die allenthalben gleich sind, gegen die Grade der Aufsteigung, die immer kleiner und kleiner werden, je mehr man sich dem Pole nähert. Man kann auch durch eine geometrische Zeichnung das verlangte Verhältniß finden.

Noch ist die folgende Methode zu empfehlen.



Ziehe eine gerade Linie AB, und mache sie gleich 5 Graden der Abweichung, z. E. = CF (Seite 179.). Mit dieser AB, als Halbmesser, beschreibe einen Zirkelbogen BC. Mache einen Winkel BAD von so viel Graden, als die mittlere Abweichung der Gegend beträgt. Ziehe DE senkrecht gegen AB, so ist AE die Länge von 5 Graden der Aufsteigung für das abzubildende Land. Denn es ist $V\beta$ (Figur Seite 179.) ein Bogen eines parallelen Kreises von 5 Gaaden in der mittleren Abweichung des Landes, und CF ist so groß, als ein Bogen von eben so viel Graden auf dem Aequator. Es sei φ die Abweichung des Punktes V, so ist (§. 3.)

$$V\beta = CF \operatorname{Cos} \varphi.$$

Nun ist (Figur Seite 180.) $AE = AB \operatorname{Cos} DAB$, und es ist gemacht worden $AB = CF$, $\angle DAB = \varphi$, also $AE = CF \operatorname{Cos} \varphi$, also $AE = V\beta$.

Vermittelst des gefundenen Verhältnisses, zum Exempel von 5 Graden CF der Abweichung gegen 5 Grade CI der Aufsteigung, theile man die Rände CD und

und AB in Grade der Aufsteigung oder der irdischen Standlänge. Da angenommen wird, daß der abzubildende Theil der Erde nicht sehr groß ist, so kann man die Grade der Abweichung in AB so groß annehmen, als in CD.

Man ziehe von 5 zu 5 Graden die Meridiane IK, LM, NO, PQ, RS.

Um nun einen gegebenen Ort in das geradlinichte Netz einzutragen, lege man das Lineal in V und X so an, daß es auf dem östlichen und westlichen Rande den Grad der Abweichung des Orts abschneide, und ziehe eine blinde Linie. Lege auch das Lineal so an, daß es in T und U den Grad der Aufsteigung abschneide, und ziehe eine blinde Linie. In Y, wo beide Linien einander schneiden, muß der gegebene Ort vorgestellet werden.

Wenn man die vornehmsten Oerter, wie Y und Z aufgetragen hat, so kann man die Lage der übrigen vermittelst ihrer Entfernungen von jenen auf der Karte bestimmen. Wenn z. E. die Entfernung des Ortes α von Y und Z in geographischen Meilen, deren 15 auf einen Grad der Abweichung gehen, bekannt ist; so fasse man mit dem Zirkel erstlich die eine Entfernung Yα in Graden auf dem Rande AC oder BD, und beschreibe einen Kreisbogen. Das nämliche thue man in Betrachtung der Entfernung Zα. Wo beide Bögen einander schneiden, da ist der verlangte Punkt; wohl verstanden, daß man sich merke, nach welcher Weltgegend hin der Durchschnitt der Bögen genommen werden soll.

Irgendwo in einem Winkel der Karte mache man einem Maaßstab, vermittelst dessen ein Grad der Abweichung zu 15 geographischen Meilen, oder zu 20 französischen Meilen, u. s. w., gerechnet werde.

Vermittelst dieses Maaßstabes kann auf der fertigen Karte die Entfernung eines Ortes vom andern allemal gefunden werden, wenn man beide Oerter mit den beiden Spitzen eines Kreisschreibers (oder Zirkels) fasset, und dann den Kreisschreiber auf den Maaßstab oder auf einen der Rände AC oder BD ansetzet.

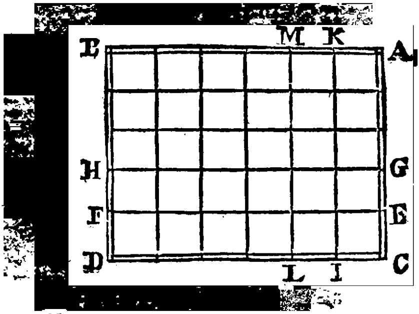
Auch kann die Abweichung und Aufsteigung des Orts vermittelst des Lineals gefunden werden, welches man erstlich in VX mit CD parallel, hernach aber in TU mit AC parallel anleget.

Himmelskarten für einzelne Sternbilder werden auf dieselbige Art verfertiget, nur daß der Maaßstab wegbleibet.

Karten oder Grundrisse von kleinen Gegenden, werden vermittelst der Landmeßkunst verfertiget. (Siehe unter andern den selbstlernenden Geometer H. XIV.)

§. 11.

Die Seekarten werden alle, wie die letzt-angeführte Art der Landkarten, mit geraden Linien verfertiget, welche die Meridiane und die parallelen Kreise vorstellen. Die einfacheste Art derselben ist folgender Weise einge-



richtet. Man ziehet die Abweichungslinien CD, EF GH, u. s. w., alle in gleichen Entfernungen von einander. Eben so ziehet man die Mittagslinien CA, IK, LM eben so weit von einander, als vorher die Abweichungslinien, und gegen diese senkrecht.

Die

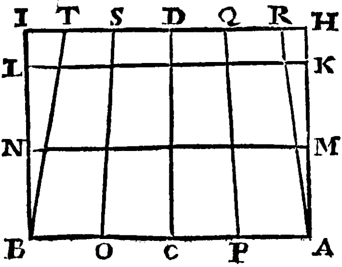
Die Seestädte, Vorgebirge, Sandbänke, u. s. w., werden nun in das Netz, vermöge der Standlänge und Standbreite oder Aufsteigung eben so eingetragen, wie in §. 10.

Diese Karten können nur für die Gegenden am Aequator und für kleine Strecken richtig sein; am Aequator, weil dort die Grade der Aufsteigung und Abweichung gleich sind; für kleine Strecken, weil bei größeren die Kreisbögen nicht mehr durch gerade Linien vorgestellet werden können.

In allen übrigen Fällen aber ist diese Vorstellungs-Art sehr fehlerhaft, indem sie die Gegenden in der Aufsteigung ausrecket. Dennoch sind dergleichen Karten wegen der Leichtigkeit, womit sie verfertiget werden, bei Seeleuten gebräuchlich, man hat sogar Vorstellungen von der ganzen Erdfläche, die auf solche Art verfertiget sind, und demnach die Erde wie ein Parellogramm abbilden.

§. 12.

Andere Seekarten sind auf folgende Weise eingerichtet.



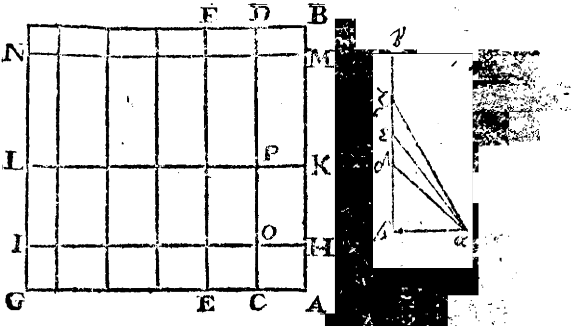
Ziehe CD, und theile sie in so viel Grade der Abweichung als deren in der abzubildenden Gegend enthalten sind. Durch die Abtheilungen ziehe gerade Linien wie HI, KL, MN, AB gegen CD senkrecht, so stellen diese die Bögen der parallen Kreise vor. Wir nehmen an, daß diese Kreise von 5 zu 5 Graden gezogen werden. Nimm die Länge CO von 5 Graden gerader Aufsteigung für die Abweichung des Punktes C (Seite 180.), und theile AB von C aus rechts und links in solche Theile wie CO, wovon jeder wiederum in 5 Graden getheilet werden kann. Theile ebenfalls die oberste Linie HI von D aus in solche Theile, wie die Abweichung des Punktes D sie erfordert. Verbinde die obere Theilungspunkte mit den unteren vermöge der Linien SO, TB, QP, RA u. s. w., so ist das Netz fertig. Die einzelne Stellen werden wie oben (§. 10.) eingetragen.

Diese Entwerfung hat zwar den Vortheil, daß die Grade der Aufsteigung gegen die Grade der Abweichung besser als in der vorhergehenden proporzioniret sind: aber sie hat das unnatürliche, daß die Meridiane mit den Abweichungskreisen schiefe Winkel machen, da doch in der Wirklichkeit die einen gegen die anderen senkrecht sind. Folglich kann es auch nicht fehlen, daß die Gestalten der Meere und ihrer Ufer in einer solchen Karte etwas verstellet erscheinen.

§. 13.

Um geradlinichte Seekarten zu erhalten, in welchen die Meridiane und Abweichungskreise einander senkrecht schneiden, und in welchen zugleich das gehörige Verhältniß zwischen den Graden der Abweichung und der Aufsteigung beobachtet sei; hat man folgende Einrichtung erfunden.

Ziehe die Linien AB, CD, EF u. s. w. gleichlaufend und in gleichen Entfernungen von einander, um die Meridiane von 5 zu 5 Graden vorzustellen. Ziehe AG senkrecht durch alle die Meridiane, um den südlichsten der auf der Karte anzudeutenden Abweichungskreise vorzustellen. Mache $\alpha\beta =$ AC. Errichte $\beta\gamma$ senk-

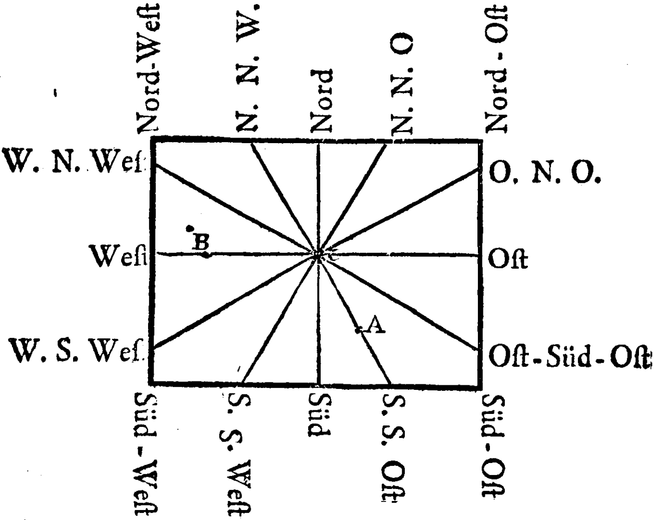


senkrecht auf $\alpha\beta$. Mache in α über $\alpha\beta$ einen Winkel von so viel Graden, als es die Abweichung des Punktes A erfordert, so schneidet der hinzukommende Schenkel die $\beta\gamma$ in δ. Mache AH $= \alpha\delta$, und ziehe HI mit AC parallel. Mache ferner $\angle\ \beta\alpha\varepsilon =$ den Abweichungsgraden in H, nämlich 5 Grade mehr als in A. Mache HK $= \alpha\varepsilon$ und ziehe KL mit HI parallel. Mache $\angle\ \beta\alpha\zeta$ noch um 5 Grade größer, und KM $= \alpha\zeta$, ziehe MN mit KL parallel, u. s. w. So stellen AG, HI, KL, MN die Abweichungskreise von 5 zu 5 Graden vor, und ihre Entfernungen AH, HK, KM u. s. w., nehmen nach demselbigen Verhältnisse zu, nach welchen AC, HO, KP abnehmen sollten. Denn es ist $\alpha\beta = \alpha\delta$ Cos $\beta\alpha\delta$ oder AC = AH Cos Abw. Eben so ist $\alpha\beta = \alpha\varepsilon$ Cos $\beta\alpha\varepsilon$ oder HO = HK Cos Abw. Ferner $\alpha\beta = \alpha\zeta$ Cos $\beta\alpha\zeta$ oder KP = KM Cos Abw. u. s. w., welches die wahren Verhältnisse zwischen den Graden der Abweichung und der Aufsteigung sind (Seite 180).

Diese Karten werden, nach den Namen ihres Erfinders, **Merkators** Karten genannt; sie stellen zwar die Verhältnisse der Grade der Abweichnng gegen die Grade der Aufsteigung dar, sind aber dabei sehr unnatürlich, weil sie die Grade der Abweichung ungleich machen, und die Meere und Länder vom Aequator nach den Polen hin ausgedehnet vorstellen.

§. 14.

Man findet Seekarten die auf folgende Art verfertiget sind.



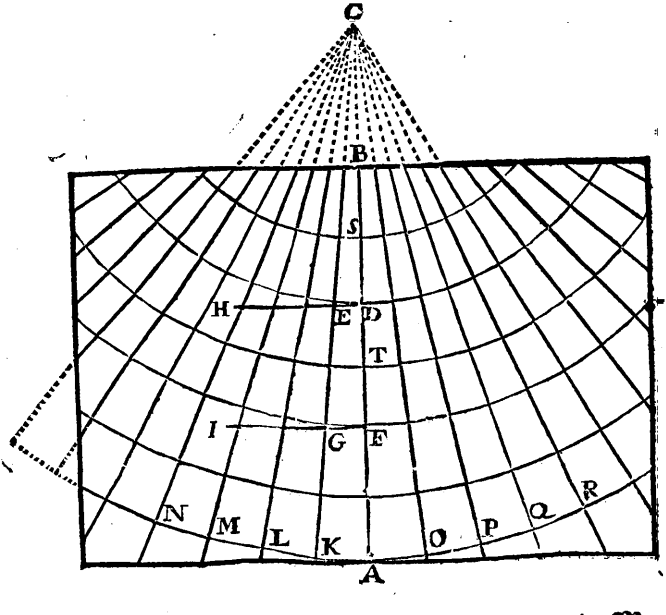
Man wählet einen Punkt C, der einen Ort ohngegefähr in der Mitte der abzuzeichnenden Gegend vorstellen soll. Man ziehet durch diesen Punkt gerade Linien, welche die Richtungen nach den verschiedenen Himmelsgegenden anzeigen, wie bei der Bussole. Um nun eine anderen Ort A einzutragen, muß man erstlich wissen, in welcher Richtung von C aus er lieget, z. E. gegen Süd-Süd-Osten. Ferner muß man wissen, wie viel Meilen er von C entfernet ist. Dieses vorausgesetzt, so sucht man die Linie, welche nach Süd-Süd-Osten hinzeiget, und mißt auf derselben von C aus, nach einem angenommenen Maaßstabe, so viel Meilen, als

als die Entfernung beträgt: dadurch wird die Lage des Ortes A auf der Karte vollkommen bestimmet. Eben so verfährt man mit jedem andern Orte, z. E. mit B, der gegen Westen lieget. Man kann die Unterabtheilungen der Winde oder der Weltgegenden noch weiter fortsetzen, als in der Figur.

Solche Karten können nur den ungefähren Abriß einer Seegegend geben, indem die Bestimmung der Lage eines Orts nach den Weltgegenden und Meilen meistens sehr ungewiß ist.

§. 15.

Herr Delisle hat zur Entwerfung der Karten eine Methode gebrauchet, die in manchen Fällen, sowohl bei Landkarten, als auch bei Seekarten anwendbar ist.



Man

Man ziehe eine gerade Linie AB, um den Meridian eines Ortes vorzustellen, der ohngefähr in der Mitte der abzubildenden Gegend lieget. Man theile die AB in soviel Grade als die Gegend, von Süden nach Norden gerechnet, enthält. Man wähle in der AB zwei Stellen D und F, die ohngefähr so weit von der Mitte der AB, als von ihren Enden entfernet seien. Man errichte zwei Linien DH und FI auf AB senkrecht. Man suche die Länge von 5 Graden der Standlänge oder Aufsteigung für die Abweichung des Punktes D (Seite 180.), und trage sie auf DH in DE. Man suche ebenfalls die Länge von 5 Graden der Aufsteigung für die Abweichung des Punktes F, und trage sie auf FI in FG. Man verlängere AB, ziehe GE und verlängere sie bis daß sie die Verlängerung der AB schneidet, wie hier in C. Aus C als Mittelpunkt beschreibe man Kreisbögen durch die Theilungspunkte der AB, um die Abweichungskreise vorzustellen. Man merke den Punkt K, wo die verlängerte EG den untersten Kreisbogen schneidet. Man übertrage die AK in KL, LM, MN u. s. w., desgleichen in AO, OP, PQ, QR u. s. w., und ziehe CK, CL, CM, CN u. s. w., CO, CP, CQ, CR u. s. w, so erhält man die Meridiane auf der Karte. Wenn man anstatt 5 Grade für DE und FG wenigere Grade oder nur einen nimmt, so verfährt man desto sicherer. Will man den Punkt C mit noch mehr Genauigkeit bestimmen, so stelle man folgende Betrachtung an. Man nehme 2 Theile des Meridians, zum Ex. DS und FT von 5 Graden. So ist DE = DS Cos Abw. D, und FG = FT Cos Abw. F. Also

DE : FG :: DS Cos Abw. D : FG Cos Abw. F

oder da DS = FG

DE : FG : Cos Abw. D : Cos Abw. F

Ferner ist

CD : CF :: DE : FG

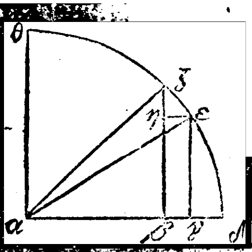
also

also $CD : CF :: \text{Cos Abw. } D : \text{Cos Abw. } F$

$(CF - CD) : CD :: (\text{Cos Abw. } F - \text{Cos Abw. } D) : \text{Cos Abw. } D$

oder $FD : CD :: (\text{Cos Abw. } F - \text{Cos Abw. } D) : \text{Cos Abw. } D.$

Es kann also CD und folglich der Punkt C durch die Regeldetri bestimmet werden.



Will man eine geometrische Konstrukzion haben, so beschreibe man den Viertelzirkel $\alpha\delta\theta$, und mache den Winkel $\theta\alpha\zeta$ gleich der Abweichung in F und den Winkel $\theta\alpha\varepsilon$ gleich der Abweichung in D. Man ziehe die Kosinusse $\zeta\beta$, $\varepsilon\gamma$, und nehme ihren Unterschied $\zeta\eta$. Nun suche man vermöge der bekannten Konstrukzion die vierte Proporzionallinie zu $\zeta\eta$, $\varepsilon\gamma$ und DF, so bekömmt man DC.

Diese Projekzion hat große Vorzüge. Denn erstlich sind die Meridiane gegen die Abweichungskreise senkrecht, welches der Wahrheit gemäß ist; und zweitens ist das Verhältniß zwischen den Graden der Aufsteigung und der Abweichung unter den Polhöhen bei D und F richtig, in der übrigen Karte aber der Wahrheit sehr nahe. Die Grade der Abweichung sind dabei nicht ungleich, wie bei Merkators Karten, sondern gleich, wie es die Natur der Sache erfordert. Daher verhalten sich die Entfernungen der Oerter auf einer solchen Karte beinahe wie auf der Erdfläche selbst, und wenn auch die abgebildete

Ge-

Gegend sehr groß ist, so giebt doch ein einziger Maaßstab alle Entfernungen ziemlich richtig an; der Fehler ist meistens unmerklich. Jedoch haben diese Karten den Fehler, daß die Meridiane nicht in dem wirklichen Pole zusammen laufen, sondern in einem andern Punkte C. Denn wäre C der Pol, so wäre die Karte eine wahre Polarkarte, die auf der Ebene des Aequators entworfen wäre (Seite 163.). Dann aber müßten die Grade der Abweichung nicht gleich, sondern ungleich erscheinen. Wären sie aber ungleich, so würde die Entfernung DF verändert, folglich auch die Lage der EG und der Punkt C, welcher der wahre Pol sein müßte. Auch muß man diese Art des Entwurfes nicht für Weltgegenden gebrauchen die bis an den Pol reichen, sondern der Pol und die Gegend um ihn herum müssen hier allemal wegbleiben. Für Polarländer kann man ja den wirklichen Pol zum Mittelpunkte nehmen (§. 6.).

Sechstes

Sechstes Hauptstück.

Von astronomischen Instrumenten.

§. 1.

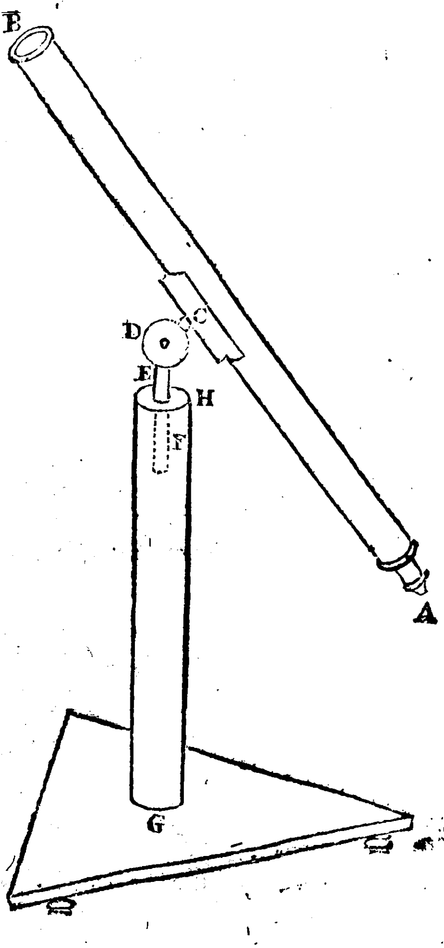
Mein Zweck ist hier nicht die Einrichtung der astronomischen Instrumente aufs genaueste, und mit allen ihren Vorrichtungen zu beschreiben; sondern nur von den gebräuchlichsten unter ihnen einen Begriff zu geben, der hinlänglich sei, um sie zu erkennen und zu nutzen. Mit umständlicheren Beschreibungen ist nur denen gedienet, die selbst dergleichen Instrumente verfertigen oder anordnen wollen; diese aber finden eine hinlängliche Befriedigung in Bions mathematischer Werkschule mit Doppelmeiers Zusätzen, wie auch am Ende des zweiten Bandes von des Herrn Delalande Astronomie, und in andern Werken. Ein Anfänger in der Astronomie hat nicht nöthig, sich in solche Weitläuftigkeiten einzulassen.

§. 2.

Heut zu Tage sind die Fernröhre aller Art, sie seien bloß dioptrisch oder katadioptrisch, die unentbehrlichsten Werkzeuge eines Sternkundigen. Von der inneren Einrichtung derselben kann man sich in optischen Schriften unterrichten, unter andern auch in meiner Anleitung zur Optik, Katoptrik und Dioptrik. Bei vielen astronomischen Beobachtungen kömmt es nur blos darauf an, einen himmlischen Gegenstand genau zu betrachten, ohne sich um die Bestimmung seines Ortes am Himmel zu bekümmern. In diesem Falle gebrauchet man Fernröhre aller Art, dioptrische und katadioptrische,

ohne

ohne Vorrichtungen zur Messung der Winkel. Solche Fernröhre haben also weiter keine Vorrichtungen als diejenigen, welche nöthig sind, um sie auf eine bequeme Art zu lenken und zu richten; denn sie sind meistens zu groß, als daß man sie mit bloßen Händen halten könnte; und außerdem haben die Hände keine genugsame Festigkeit, indem sie immer mehr oder weniger zittern.



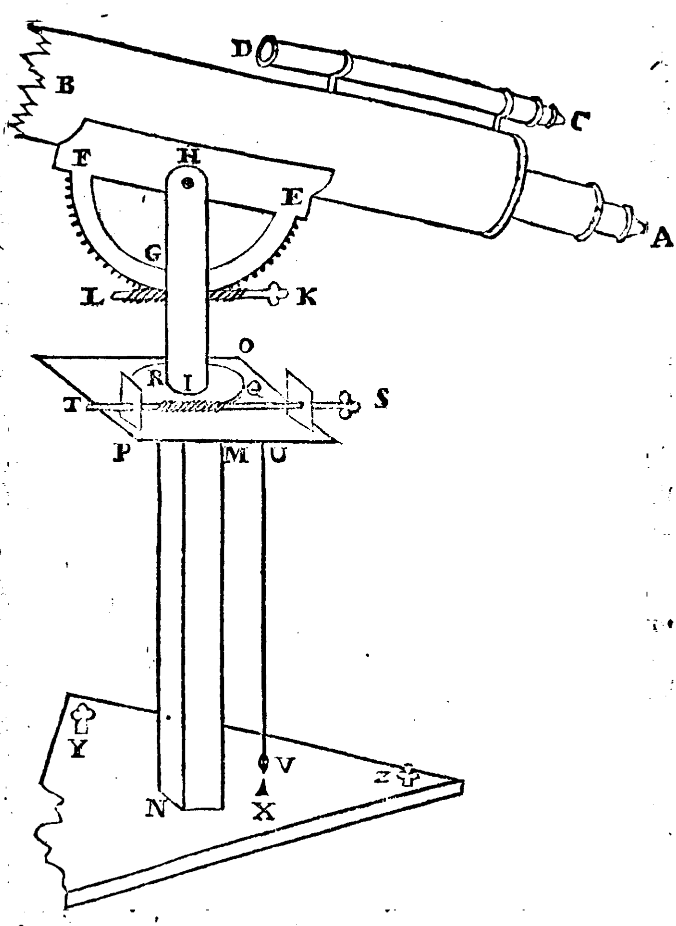
Für ein Fernrohr, das keine beträchtliche Schwere hat, kann man sich mit der folgenden Einrichtung begnügen. Gegen die Mitte des Rohres AB ist ein Stück C an demselbigen befestiget. Vermittelst dieses Stücks ist das Rohr mit dem Scharnier oder Knie D in Verbindung; dieses bestehet aus zwei runden Scheiben, welche eine Axe tragen; um diese drehet sich eine dritte runde Scheibe, die mit C zusammenhängt, und die den Raum zwischen den beiden andern Scheiben so anfüllet, daß sie sich nicht zu leicht, sondern mit etwas harter Reibung drehen läßt. Die beiden erstgemeldeten Scheiben sind verbunden mit dem Zapfen E. Dessen Verlängerung F ist etwas dünner als das obere Ende, und ist in den Baum HG eingesenket, in welchem zu dem Ende ein zylindrisches Loch gebohret ist. Dieses ist genau so weit, als der Zapfen dick ist, so daß sich der Zapfen mit geringer Reibung drehen läßt. Der Baum HG stehet auf einem Brette mit 3 Füßen, oder auch auf 3 Füßen, die unmittelbar am Baume befestiget sind.

Man siehet leicht ein, daß sich das Fernrohr mittelst des Zapfens in horizontaler und mittelst des Scharniers in vertikaler Richtung stellen läßt wie man will, und auf jeden Punkt des Himmels gerichtet werden kann.

§. 3.

Wenn das Fernrohr eine beträchtliche Schwere hat, so werden etwas genauere Vorrichtungen erfordert, um es gehörig zu lenken und zu stellen.

Erstlich wird an dem großen Tubus AB ein kleineres Fernrohr CD befestiget, so daß die Axen beider Röhre parallel seien. Dieses kleinere Fernrohr heißt der Sucher: es hat ein beträchtliches Gesichtsfeld, und dienet fürs erste die Gegend am Himmel aufzusuchen, wo der Stern sich befindet, den man mit dem größeren Rohre genauer betrachten will. Ferner, um die vertikale



Bewegung sicherer zu machen, ist am großen Tubus ein halber Ring EGF befestiget, der in einem Kloben HI läuft. Zu noch mehrerer Genauigkeit kann der Rand des Ringes mit Zähnen versehen werden, so daß man ihn mittelst einer Schraube ohne Ende KL drehen könne. Weil aber die durch die Schraube verursachte Bewegung lang=

langsam gehet, so muß man die Schraube so einrichten, daß sie vom Ringe abgerücket werden könne, wenn man sie nicht gebrauchet, und wenn man nur fürs erste die ohngefähre Richtung des Fernrohres erhalten will. Der Kloben HI, welcher unten bei I nicht gespalten ist, drehet sich mittelst eines Zapfens im Baume MN, wie bei der vorhergehenden Einrichtung. Bei I drehet sich mit dem Kloben eine Scheibe QR auf einer Tafel OP, welche am Baum befestiget ist, und mit ihm unbewegt bleibet. Die runde Scheibe ist gezahnt, so daß sie mittelst einer Schraube ohne Ende ST samt dem Kloben und dem Fernrohre gedrehet werden kann. Jedoch wird es auch hier gut sein, die Schraube so einzurichten, daß man sie von der Scheibe abrücken könne, wenn nur anfänglich die ohngefähre Richtung gesuchet wird. Der Fuß MN ruhet auf einer dreieckigten Unterlage. Durch die Ecken derselben gehen Schrauben wie Y und Z, welche unten hervorragen, und mittelst welcher die Unterlage horizontal gestellet werden kann. Dann muß der Baum MN vertikal stehen. Um sich dessen zu versichern, hänge man am untern Theile der Tafel OP ein Bleiloth UV, mit einer unterwärts gekehrten Spitze am Gewichte. Auf der Unterlage bringe man eine aufwärts stehende Spitze X an, so daß der Baum vertikal sei, wenn beide Spitzen gegeneinander stehen. Die genaue lothrechte Stellung des Baumes kann dienen, wenn man etwa mit dem Fernrohre dem Horizont, oder irgend einem Almikanter folgen will.

Wenn man nun überhaupt ein solches Instrument gebrauchen will, so stelle man fürs erste den Baum MN entweder vollkommen, oder wenn es hinlänglich ist, nur ohngefähr lothrecht. Man löse die Schrauben KL und ST, und suche mit dem Sucher CD die zu beobachtende Gegend. Man lege jetzt die Schrauben an, und drehe

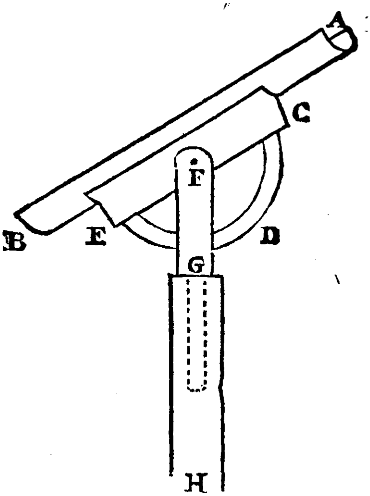
 sie

sie so lange, bis daß man den zu beobachtenden Gegenstand in der Axe des Fernrohres habe.

Es giebt noch viel zusammengesetztere Vorrichtungen zur ganz genauen Stellung und Bewegung eines Fernrohres; allein sie sind entbehrlich, und man wird sie bei Ansicht der Werkzeuge selbst kennen lernen.

§. 4.

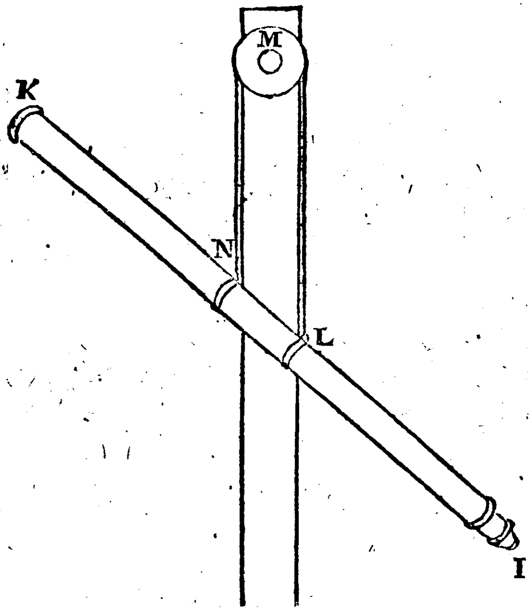
Bei sehr langen Fernröhren pfleget man sich einer Rinne oder eines Troges AB zu bedienen, in welchen das Fernrohr so gelegt wird, daß beide Enden aus dem Troge hervorstehen. Der Theil, welcher in dem Troge



ruhet, kann durch Riemen oder auf irgend eine andere Art daran befestiget werden. Mit dem Troge ist der halbe Ring CDE verbunden, welcher die vertikale Bewegung giebt. Der Kloben FG, der sich mittelst eines Zapfens im Baume GH drehet, giebt die horizontale Bewegung.

Man

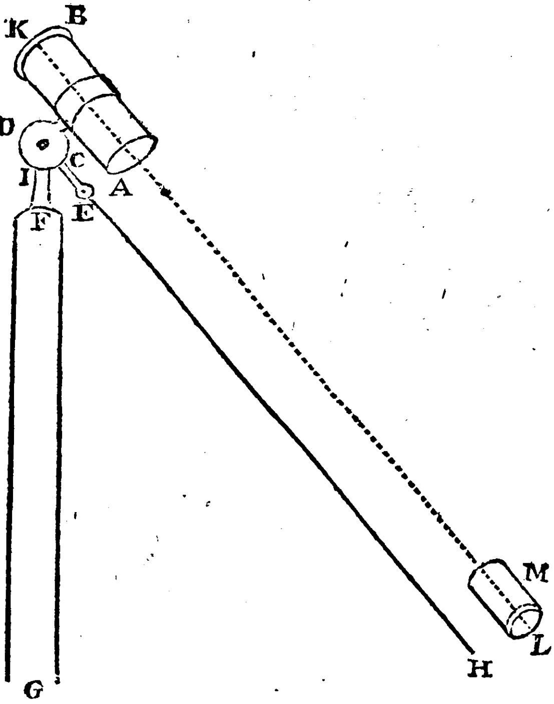
Man hat auch versuchet, ein sehr langes Rohr, wie IK mit einem Seile LMN zu versehen, dessen beide Enden am Rohre gebunden sind, dessen Mitte aber bei M über eine Rolle gehet, welche an einem vertikalen Bau-



me befestiget ist. Mittelst der Rolle läßt sich das Rohr willig in vertikaler Richtung bewegen, und vermöge der Nachgiebigkeit des Seils kann es auch etwas horizontal beweget werden. Nöthigenfalls könnte man wohl den Baum zum Umdrehen einrichten, so daß man eine freie horizontale Bewegung erhielte.

Um die Unbehülflichkeit eines gar zu langen Tubus zu vermeiden, haben einige den Gedanken gehabt, den mittelsten und größten Theil des Rohrs ganz wegzulassen. Sie haben eine kurze Röhre AB zur Haltung des Objektivglases bestimmet. Diese drehet sich mittelst des

 Schar-



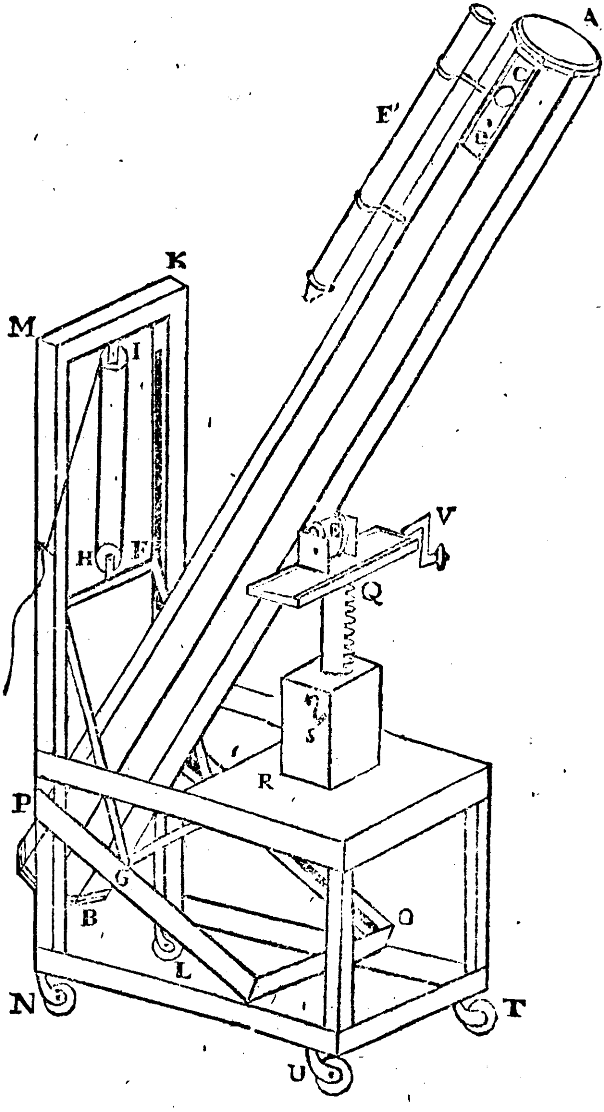
Scharniers oder Knies CD, so daß der Arm CE sich immer zugleich mit AB drehet, und mit der Axe des Objektivglases parallel bleibet. Der Zuschauer hält einen Faden EH, mittelst dessen er den Arm CE samt dem Objektivglase regieren kann. Das Scharnier samt dem Objektivglase läßt sich mittelst des Zapfens IF, der in dem Baum FG hineingehet, in horizontaler Richtung drehen. Der Zuschauer, welcher den Faden EH hält, hält auch zugleich eine kleine Röhre M, worin das Okularglas befindlich ist. Er muß das kleine Rohr durch Versuche so zu stellen trachten, daß die Axen beider Gläser in eine gerade Linie LK fallen. Bei dieser Einrich-

tung

tung fehlet der Vortheil der aus einer fortgesetzten inwendig schwarzen Röhre entstehet, nämlich die Wegschaffung alles überflüssigen und nicht vom Objektivglase kommenden Lichtes. Heut zu Tage werden selten Objektivgläser von einer so großen Brennweite gemacht, daß man dergleichen Nothmittel bedürftig sei. Die achromatischen Fernröhre und den Spiegelteleskope, die jetzt häufig gebrauchet werden, sind in Vergleich mit den großen astronomischen Fernröhren nur kurz.

§. 5.

Da Herrn Herschels Teleskope viel schwerer sind als die gewöhnlichen, so hat er ein eigenes Gestelle erdacht, um sie zu regieren. Die hier beigefügte Figur kann ohngefähr einen Begriff davon geben. AB (folg. Fig.) ist das achteckigte Rohr des Teleskops; der große Spiegel befindet sich inwendig nahe am Boden B. Gegen das andere Ende befindet sich das Okularglas C, welches in einem Schieber befestiget ist, der zugleich den kleinen oder ebenen Spiegel trägt. Bei D hat der Schieber einen Drehknopf, der durch den Schieber durchgehet, und inwendig Zähne hat, mittelst welcher er in eine zackigte Leiste eingreift, und also, wenn er gedrehet wird, den Schieber forttreibt. Der Schieber dienet um dem kleinen Spiegel und dem Okularglase jedesmal denjenigen Abstand vom Hohlspiegel zu geben, welche der Entfernung der zu beobachtenden Gegenstände entspricht. F' ist der Sucher (§. 3.). Bei E ruhet das Rohr auf einer Axe, mit welcher es verbunden ist, und um welche herum es sich in einer lothrechten Ebene bewegen läßt. Diese lothrechte Bewegung wird bewirket mittelst eines Rahmens FG, in welchem das schwerere Ende des Teleskops hänget. Der Rahmen kann mittelst des Flaschenzuges HI samt dem Teleskop auf und nieder gezogen werden. An den vier Ecken des Rahmens müssen hervor-



kehen:

stehende Zapfen mit Röllchen angebracht werden. Diese gleiten in den Rinnen, welche in den lothrechten Bäumen KL und MN angebracht sind. Zur Beobachtung der Sterne, die eine große Standhöhe haben, dienet der befestigte Rahmen OP, in welchem die Rinnen der Bäume KL und MN fortgesetzet sind, so daß der bewegliche Rahmen, wenn er heruntergehet, aus den Rinnen der Bäume, sogleich in die Rinnen des festen Rahmens eintritt. Zur Vermeidung der starken Reibung, muß am untersten Rande des beweglichen Rahmens, da wo das Rohr ihn berühret, ein Rollwerk angebracht werden, welches in der Figur weggelassen ist, weil man es sich leicht hinzudenken kann. Mittelst des beweglichen Rahmens und des Flaschenzuges läßt sich das Teleskop fürs erste ohngefähr in der vertikalen Ebne richten. Um nun die feinere vertikale Bewegung zu erhalten, ist die Einrichtung getroffen, daß der Ruhepunkt E des Teleskops, mittelst einer Art von Wagenwinde QR, auf und niedergeschoben werden kann. Nachdem also das Teleskop mittelst des Flaschenzuges ohngefähr gestellet worden, so drehet man die Kurbel S; dann gehet die Säge Q hinauf oder herunter samt dem Punkte E, und giebt dem Teleskop mit vieler Genauigkeit den gehörigen Winkel mit dem Horizont.

Was die Bewegung des Teleskops in wagerechter Richtung betrifft, so dienen erstlich dazu die Rollen L, N, T, U, unter den Füßen des Gestelles, welche so eingerichtet sind, daß die Kloben, worin sie gehen, sich selbst drehen, und also das Gestelle in jeder Richtung geschoben werden kann. Um aber eine feinere horizontale Bewegung zu bewirken, ruhet das Scharnier bei E auf einer horizontalen Platte. Diese liegt auf einer anderen, auf welcher sie sich mittelst einer Schraube und eines Handgriffs oder einer Kurbel V etwas rechts und links bewegen läßt. Nachdem man also vermöge der

Rollen L, N, T, U dem Instrumente die ohngefähre horizontale Stellung gegeben hat, so drehet man die Schraube V; und das Scharnier E nebst dem Teleskop folget der sanften Bewegung der oberen Platte.

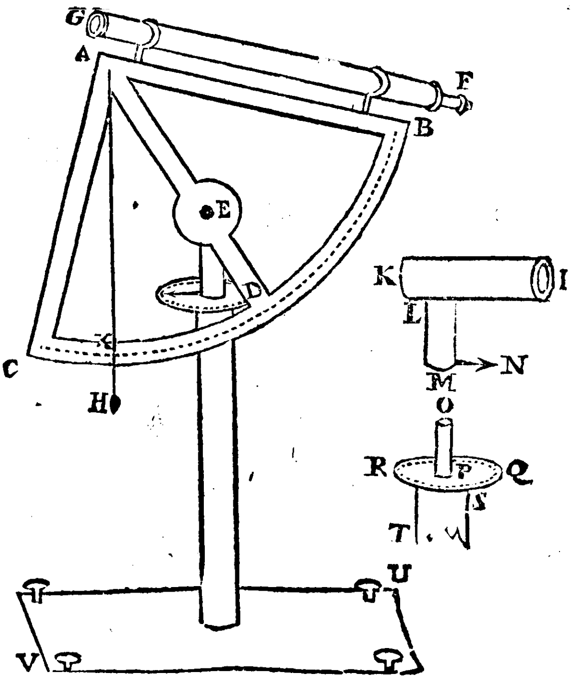
Diese Beschreibung habe ich Auszugsweise aus Herrn Schröters **Beiträgen zu den neuesten astronomischen Entdeckungen** genommen. Herrn Schröters Beschreibung betrifft eigentlich ein siebenfüßiges Teleskop, welches er durch Herrn Herrschel selbst erhalten hat. Der Hohlspiegel an demselben hat mit seiner Fassung $6\frac{7}{10}$ englische Zoll im Durchmesser, die polierte Fläche allein aber hat nur $6\frac{1}{2}$ Zoll. Er ist mit der Fassung $1\frac{3}{10}$ Zoll dick, und wiegt 14 oder 15 Pfund. Die Entfernung des ebenen Spiegels vom hohlen beträgt für Fixsterne 6 Fuß 10 Zoll, muß aber für nähere Gegenstände, hauptsächlich für irdische, bis etwa 7 Fuß 2 oder 3 Zoll vergroßert werden. Weil der Hohlspiegel nach parabolischer Gestalt geschliffen ist, so vereiniget er alle aus einem Punkte kommende Lichtstralen wieder ziemlich genau in einen Punkt, welches die kugelichten Spiegel nicht thun: der parabolische Spiegel giebt also sehr deutliche Bilder der Gegenstände, und verträgt eine große Oefnung; denn die Oefnung ist hier so groß, als die polirte Fläche selbst, nämlich $6\frac{1}{2}$ Zoll.

Der ebene Spiegel ist oval, und sein kleinster Durchmesser beträgt $1\frac{15}{100}$ Zoll. Er hänget mittelst eines metallenen Stabes mit dem Schieber CD zusammen. Uebrigens ist die ganze Einrichtung wie bei den newtonischen Spiegeln. Was den Herrschelschen einen so großen Vorzug giebt, ist die parabolische Gestalt des Hohlspiegels, und die darauf beruhende große Oefnung, welche eine starke Helligkeit verursachet.

§. 6.

§. 6.

Außer den bloßen Fernröhren ist das allernothwendigste Instrument für einen Astronomen ein Quadrant, das heißt, ein in Grade und Theile von Graden abgetheilter Viertelzirkel, wodurch die Höhen der Sterne am Himmel gemessen werden. Es giebt Quadranten von verschiedener Einrichtung. Man unterscheidet sie in bewegliche Quadranten und Mauer-Quadranten. Ein beweglicher Quadrant ist der Hauptsache nach, wie hier folget, eingerichtet.



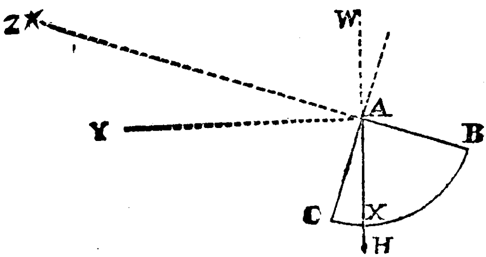
Es ist BC ein in Grade und Theile von Graden abgetheilter Bogen von 90 Graden; AB, AC, AD sind

Halb-

Halbmesser desselben, und AD halbiret den rechten Winkel BAC. GF ist ein astronomisches Ferhrohr, dessen Axe mit AB parallel ist. Am Mittelpunkte A hänget ein Bleiloth AH. Ohngefähr am Schwerpunkte E des Instruments, welches vertikal stehet, ist hinten ein horizontaler Zapfen, der sich in einer Kapsel oder einem hohlen Zilinder mit etwas harter Reibung drehet, so daß sich der Quadrant in einer Vertikalfläche drehen läßt. Die Kapsel ist in IK besonders vorgestellet. An dieser horizontalen Kapsel ist eine andere vertikale LM angelöthet, an welcher ein horizontaler Zeiger MN befestiget ist. Die Kapsel LM wird auf einen lothrechten Zapfen OP aufgestecket, welcher mit der horizontalen runden Platte QR und mit dem Fuße ST unbeweglich vereiniget ist. Vermittelst dieser Einrichtung läßt sich der Quadrant auch in horizontaler Richtung drehen, und der Zeiger MN weiset auf der Platte QR, deren Rand eingetheilet ist, die Quantität der horizontalen Bewegung, zwar nicht mit der größten Genauigkeit, aber doch für den Gebrauch dieses Quadranten mit hinlänglicher Näherung. Der Fuß kann auf einem horizontalen Brette UV stehen, und die an den vier Ecken angebrachten Stellschrauben, welche durchgehen und unten hervorragen, machen es möglich, das ganze Instrument so zu stellen, daß der Quadrant vollkommen vertikal stehe.

Ich übergehe die anderen Stellschrauben, die man noch anbringet, um den Quadranten in einer gegebenen Lage zu befestigen, oder um ihm eine sehr kleine Bewegung zu geben, wie auch verschiedene andere Nebensachen, die zur größeren Festigkeit und Bequemlichkeit gehören, weil ich mich überhaupt zu keinen ganz umständlichen Beschreibungen verpflichtet habe.

Der Gebrauch dieses Instruments bestehet darin, daß man den Quadranten erstlich in horizontaler und dann in vertikaler Richtung drehe, bis daß man den zu beobachbachtenden Stern in der Axe des Fernrohres habe. Die Grade des Bogens CX geben alsdann die Standhöhe des Sterns, und die Grade der Platte QR können zur ungefähren Bestimmung des Azimuths gebrauchet werden.



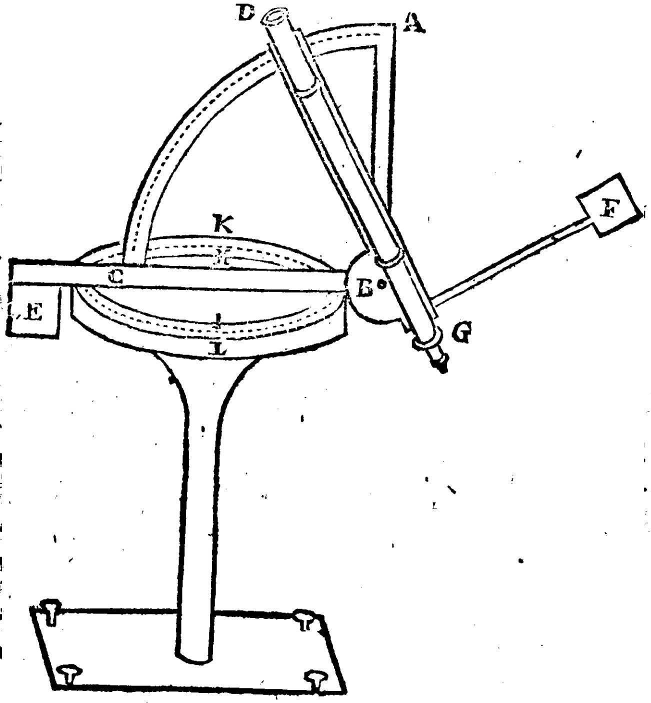
Was die Standhöhe betrifft, so sei Z der Stern; AY eine wagerechte Ebene, die durch den Mittelpunkt A des Quadranten ABC gehet, WAXH eine lothrechte Linie, die durch denselbigen Mittelpunkt gehet, und in welcher das Bleiloth AH hänget. Es sei der Halbmesser BA des Quadranten vermöge des Fernrohres so gerichtet, daß er gerade nach dem Stern Z hinziele, so sind die Winkel CAX und ZAY die Komplemente der Scheitelwinkel XAB und ZAW, also ist ∠ CAX, oder in Graden der Bogen CX, gleich der Standhöhe ZAY. Daß die Ebene AY die Erde selbst nicht berühret, und daß die Axe des Fernrohres nicht in AB selbst, sondern nur mit AB parallel lieget, machet hier gar keinen merklichen Unterschied.

Anmerkung. Wir bemerken hier ein für allemal bei Gelegenheit des Quadranten, daß ein kreisförmiger Rand, wie hier BC, welcher in Grade und Minuten getheilet ist, der **Limbus** eines Instruments genannt wird.

Ob-

§. 7.

Obgleich der vorhergehende Quadrant, vermöge der runden Platte und des Zeigers, zur Beobachtung des Azimuths gebraucht werden kann, so geschiehet dieses doch nicht mit hinlängliche Genauigkeit, weil die Scheibe zu klein ist. Um dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen, hat man besondere Azimuthal-Quadranten erfunden.



ABC ist ein vertikaler Quadrant; DG ist ein Lineal, welches sich bei B um den Mittelpunkt des Quadranten herumdrehen läßt, so daß der eine Rand DB im Radius liege, welches vermittelst eines bei B aus den Lineal vorspringenden halben Kreises erhalten wird. Auf dem Lineal

neal ist ein Fernrohr befestiget, dessen Axe mit DB parallel ist. Um das Lineal in Gleichgewicht zu erhalten, kann mit demselben ein Gegengewicht GF vereiniget werden. Der Radius BC des Quadranten ist an einer horizontalen Scheibe HI befestiget, und diese läuft in einem ebenfalls horizontalen Ringe KL, welcher in Grade und Theile von Graden abgetheilet ist. Dieser leztere Ring stehet auf einem Fuße, der so eingerichtet ist, wie bei den Quadranten erster Art (§. 6.). Des Gleichgewichts halber wird in E eine schwere Masse befestiget.

Um diesen Quadranten zu gebrauchen, stellet man die ganze Maschine erst so, daß eine auf dem Ringe KL gezeichnete Mittagslinie wirklich in der Ebene des Meridians liege, welches man durch eine Bussole oder durch andere Mittel erhält. Die Scheibe und der Ring müssen genau horizontal, und der eigentliche Quadrant genau vertikal sein.

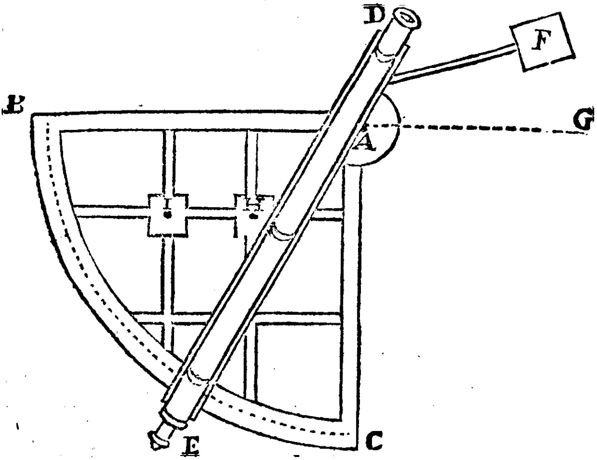
Beim Gebrauche drehet man den Quadranten und das Lineal, bis daß man den zu beobachtenden Stern sehe; alsdann siehet man auf dem Ringe das Azimuth, oder die Abweichung vom Meridiane, und am Quadranten die Standhöhe.

§. 8.

Die beiden vorhergehenden Quadranten sind beweglich; der folgende ist unbeweglich, und wird ein **Mauerquadrant** genannt, weil man ihn an einer Mauer anzuhängen pfleget. Seine Fläche muß in der Ebene des Meridians stehen, und er dienet deswegen zur Beobachtung der Kulminazion der Sterne.

ABC ist der Quadrant, welcher meistentheils von Messing verfertiget wird. Um der Festigkeit willen sind die Halbmesser und der Bogen durch metallene Stäbe, in Gestalt von Linealen, die sich durchkreuzen, mit einander verbunden. Bei H und I sind hinterwärts Haken oder

Zapfen, vermittelst welcher das Instrument an der Mauer aufgehänget wird; jedoch muß dabei eine Vorrichtung mit Stellschrauben angebracht werden, damit man den einen oder den anderen der Ruhepunkte H oder



I etwas erhöhen könne, wenn der Rand AC nicht recht löthrecht, und folglich der Rand AB nicht recht wagerecht ist. Auch müssen an verschiedenen Stellen hinter den Bogen BC und an andern Orten Unterlagen mit Stellschrauben angebracht werden, damit man die Ebene des Quadranten recht vertikal stellen könne, welches mit Hülfe eines Bleiloths geschiehet. Das Lineal DE mit dem Fernrohre und dem Gegengewichte F ist eben so eingerichtet, wie bei den Azimuthal-Quadranten (§. 7.), nur in umgekehrter Lage.

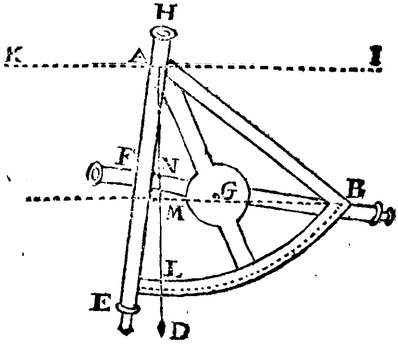
Die Mauer, woran der Quadrant hängt, muß genau in der Ebene des Meridians liegen; oder wenn dieses nicht ist, so muß die Lage des Quadranten im Meridian durch längere und kürzere Haken und durch Stellschrauben erzwungen werden.

Um

Um mit dem Mauerquadranten den Durchgang eines Sterns durch den Meridian zu beobachten, muß man schon vorher wissen, in welcher Standhöhe er durch den Meridian gehen wird. Man stellet das Lineal so, daß die Grade des Bogens BF den Graden der bewußten Höhe gleich seien, welche Höhe eigentlich durch den Winkel DAG (= BAE) gemessen wird: man giebt dann auf den Augenblick Achtung, wo der Stern durch die Axe des Fernrohres gehet. Der Zweck ist gemeiniglich dabei die Zeit des Durchgangs zu erfahren. Zu diesem Ende muß man eine gute Pendel-Uhr neben sich haben, deren Pendel Sekunden schlägt, und laut genug, um daß man die Schläge horen könne, während daß man beobachtet. Man hat Uhren, welche die Sekunden durch Glockenschläge angeben.

§. 9.

Anstatt der Quadranten gebrauchen die Astronomen oft auch Sextanten, das heißt, solche Instrumente, deren Limbus nur von 60 Graden ist. Ein Sextant hat den Vorzug, daß er leichter und wohlfeiler ist, als ein Quadrant von gleichem Halbmesser. Die Sextanten sind allemal beweglich, und werden so wie die oben beschriebenen Quadranten aufgestellet. Also ist nur nöthig von demjenigen zu reden, was sie Eigenes haben.



Der Sextant ABE, dessen Limbus BE in 60 Grade mit ihren Unterabtheilungen zerleget ist, stehet lothrecht, und ist wie der Quadrant (Seite 203.) um seinen Schwerpunkt G drehbar. AD ist das Bleiloth: EH und BF sind zwei Fernröhre, welche gegen eiander senkrecht stehen, und unbeweglich befestiget sind, eines auf jeder Seite des Quadranten.

Das Rohr EH dienet, die Standhöhe der Sterne von 30 Grad bis zum Zenith zu beobachten. Denn die Höhe wird durch den Winkel HAI bestimmet. Dieser ist gleich seinem Vertikalwinkel KAE, wovon EAD oder in Graden EL das Komplement ist. Man braucht also nur die Grade des Bogens EL zu zählen, und das Komplement davon zu nehmen, um die Standhöhe zu bekommen. Da dieses Komplement von 0 bis 60^{s} gehet, so gehet die Standhöhe von 90 bis 30, oder von 30 bis 90 Grad.

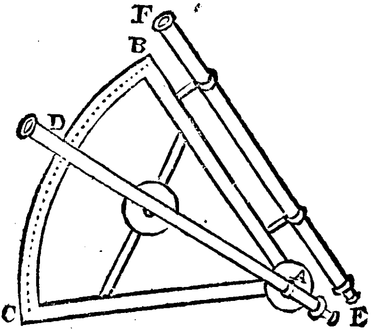
Das Rohr BF dienet um die Standhöhen der Sterne vom Horizont bis zu 60 Grad zu beobachten. Denn der Winkel FBM oder NBM bestimmet eigentlich die Standhöhe. Dieser Winkel ist gleich dem NAF, weil sie beide Komplemente der gleichen Scheitelwinkel BNM und ANF sind. Der Winkel NAF wird aber in Graden gemessen durch den Bogen LE, also auch der Winkel FBM. Also bestimmen die Grade des Bogens LE die Standhöhe selbst, nicht wie bei dem andern Rohre ihr Komplement. Da der Bogen EL von 0 bis 60 Grad gehet, so gehet auch die Standhöhe bei diesem Fernrohre von 0 bis 60 Grad.

Die Standhöhen von 30 bis 60 Grad können durch beide Röhre beobachtet werden, wodurch eine größere Gewißheit erhalten wird.

§. 10.

§. 10.

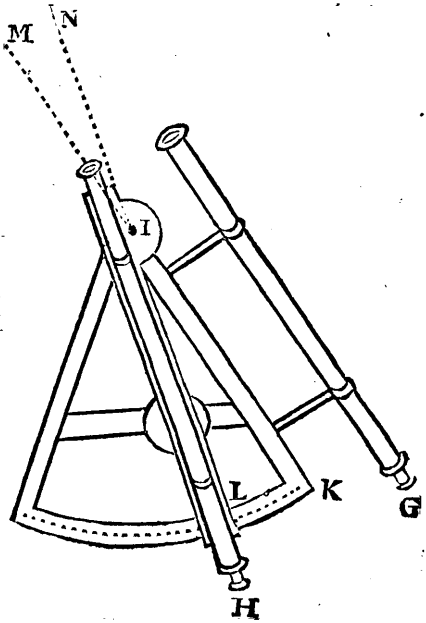
Der vorhergehende Sextant dienet nur um die Standhöhen zu messen. Es giebt andere, welche eingerichtet sind, um die Entfernungen der Sterne von einander in Graden zu messen. Dazu ist erforderlich, daß der Sextant nicht immer lothrecht stehe, sondern sich auch jedesmal so stellen lasse, daß seine verlängerte Ebene durch die beiden Sterne gehe, deren Abstand man wissen will.



Der Fuß zu einem solchen Sextanten kann wie oben Seite 203. eingerichtet werden; nur muß er noch unter QR in der Gegend ST ein Scharnier oder Knie haben, vermöge dessen er sich seitwärts legen lasse. Der Sextant ABC selbst hat zwei Fernröhre. Das eine EF ist unbeweglich mit AB verbunden und parallel. Das andere AD ist um den Mittelpunkt des Sextanten herum beweglich. Wenn nun ein einzelner Zuschauer beobachten will, so muß er den Sextanten so lange in allerlei Richtungen drehen, bis daß er den einen Stern in der Axe des einen und den andern in der Axe des andern Rohres sehe. Zu diesem Ende muß er wechselsweise und geschwind das Auge von A nach E und von E nach A bringen, weil die Sterne eine beständige scheinbare Bewegung haben, und bald wieder aus dem Gesichtskreise des Rohres herauskommen. Sind zwei Zuschauer zusammen, so siehet jeder durch ein Rohr. In allen Fällen ist BD, in Graden gezählet, der gesuchte Abstand. Der Umstand, daß das Fernrohr EF nicht auf AB, sondern nur mit AB parallel lieget, ist hier eben so unbedeutend als bei §. 6.

§. 11.

Für zwei Zuschauer kann man auch das Instrument und die Fernröhre umkehren, wie in der beigefügten Figur zu sehen ist. Hier hat der eine Zuschauer das Auge

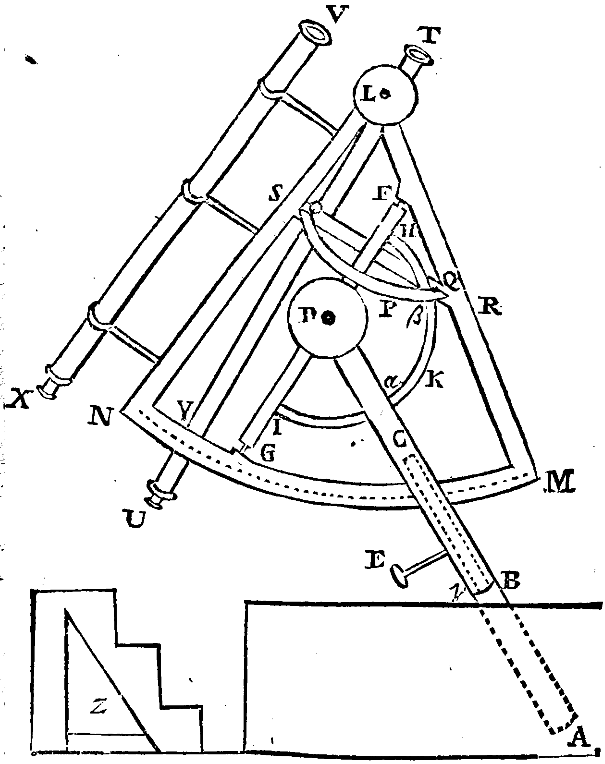


in G und der andere in H. Sie messen eigentlich den Bogen KL oder den Winkel KIL, nämlich den Vertikalwinkel des Winkels MIN, welcher letztere eigentlich den

den Abstand der Sterne von einander in Graden bestimmet. Hierbei gewinnen die beiden Beobachter mehr Raum, so daß sie einander nicht hindern.

§. 12.

Weil es mit dem Fußgestelle der beiden vorhergehenden Sextanten sehr schwer ist, die beiden Sterne zugleich zu treffen, so kann die folgende Einrichtung gebrauchet werden.



AB ist eine dicke eiserne Stange, welche in der Richtung der Weltaxe befestiget ist. In der Gegend BC ist

 sie

sie dünner und bildet einen Zapfen, auf welchen das Stück BD aufgestecket wird, so daß man es drehen könne, welches mittelst eines Handgriffs E geschiehet. In D ist eine Art von Scharnier, vermittelst welches der Stab FG sich um den Punkt D herumdrehen kann. Um diese Bewegung sicherer zu machen, dienet der Halbzirkel HKI welcher an FG befestiget ist, und sich mit etwas harter Reibung in einer Spalte, die bei α durch DB gehet, beweget. Der Sextant LMN hänget mittelst zweier Zäpflein bei I und G, am Stücke I G, um welches herum er sich als um seine Axe drehen läßt. Um diese Bewegung sicherer zu machen, dienet ein zweiter halber Zirkel OPQ, der vermittelst des platten Stabes RS an der Fläche des Sextanten, und senkrecht gegen diese Fläche befestiget ist. Der platte Stab RS muß in der Gegend des Stückes FG etwas eingebogen sein, um nicht daran zu stoßen; übrigens muß er mit FG einen rechten Winkel machen, und die Ebenen beider Halbzirkel OPQ und HKI müssen gegen einander ebenfalls senkrecht sein. Der halbe Kreis OPQ läuft mit etwas harter Reibung in einem Einschnitte, der am Halbkreise HKI gemacht worden. Die beiden Fernröhre VX und TU sind eben so beschaffen, wie oben (§. 11.). Man bemerke noch, daß die Queeraxe FG mit LN und folglich mit XV parallel ist.

Bei dem Gebrauche dieses Sextanten muß der eine Beobachter, der das Auge bei X hat, vermöge der Umdrehung des Stückes DB und des Ringes HKI oder der Queeraxe FG um den Punkt D, das Fernrohr XV so stellen, daß es nach dem einen Sterne hinziele. Alsdann mag man den Sextanten um die Axe FG herum drehen wie man will, so behält man doch den Stern im Fernrohre XV, so lange er nicht durch seine eigene Bewegung davon gehet. Denn da XV mit FG parallel ist, so bleibet XV während der Umdrehung des Sextanten um die Axe FG mit sich selbst parallel, und zielet folglich im-

immer nach dem Sterne hin, in Betrachtung dessen die kleine Ortsveränderung des Rohres XV für soviel als nichts zu achten ist.

Hat nun der eine Beobachter den Stern im Rohre XV, so drehet der andere den Halbzirkel OPQ samt dem Sextanten um die Axe FG herum, und das bewegliche Rohr TU um den Mittelpunkt L herum, bis daß er den andern Stern durch das Rohr UT siehet. Nachdem beide Röhre ganz genau gerichtet worden, so suchet man die Grade des Abstandes am Zirkelbogen NY, wie vorher (§. 11.).

Um diesen Quadranten zum bequemeren und richtigeren Gebrauche einzurichten, muß man noch Stellschrauben anbringen, nämlich in der Gegend B, wo DB auf AB ruhet, in der Gegend α des Stückes BD, und in der Gegend β des Ringes IKH. Oder noch besser, man versiehet den Rand Bγ des Stückes BD, desgleichen die halben Kreise HKI und OPQ mit Zähnen, und machet anstatt der Stellschrauben, Schrauben ohne Ende, welche dienen jedem Stücke die erforderliche Bewegung zu geben, und zwar mit mehr Genauigkeit, als man von der bloßen Hand verlangen kann.

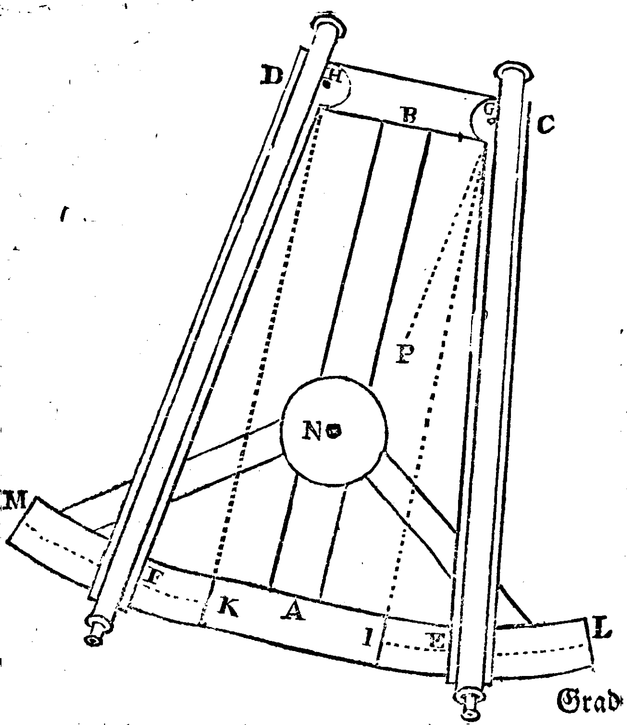
Von der beschriebenen Art ist der Sextant in Greenwich bei London, den Flamsteed eine Zeitlang zu seinen Beobachtungen gebrauchte, und der deswegen der Flamsteedsche Sextant genannt wird, obgleich Flamsteed ihn weder erfunden noch gemacht hat.

§. 13.

Noch leichter und bequemer als die Sextanten sind die **Oktanten**, deren Limbus nur 45 Grade enthält. Ueberhaupt werden Sextanten und Oktanten, und alle Instrumente, die man mit einem Limbus von weniger als 90 Graden verfertiget, **Sektoren** oder **Ausschnitte** genannt, weil ihre Flächen in der That Kreis-Ausschnitte sind. Uebrigens können Oktanten und kleinere Sektoren auf die nämliche Art und mit denselbigen Vorrichtungen gebrauchet werden, wie die Sextanten, auf welche wir also zurückweisen. Nur ist zu merken, daß bei einem Oktanten mit zweien Fernröhren, der so eingerichtet ist, wie die zuerst beschriebene Art der Sextanten (§. 9.) die Höhen von 0 bis 45 Grad durch das Rohr BF, hingegen die Höhen von 45 bis 90 Grad durch das Rohr EH beobachtet werden müssen, wovon der Beweis eben so geführet wird, wie bei dem Sextanten, wenn man sich einen Oktanten an dessen Stelle gedenket.

§. 14.

Ein Oktant sonderbarer Art ist der Hevelsche, welcher aus zwei nicht zusammenhängenden Bogen von 22½



Grad

Grad bestehet. Er ist eigentlich nach damaligem Gebrauche mit Absehen (Dioptern) eingerichtet, läßt sich aber auch mit Fernröhren gebrauchen.

Am Lineal AB wird ein kürzeres CD senkrecht angebracht. CE, DF sind zwei bewegliche Lineale mit daran befestigten Fernröhren; sie bewegen sich um die Mittelpunkte G und H, welche so bestimmet sind, daß BG = BH. IK ist ebenfalls, wie CD gegen AB senkrecht, und dessen Länge ist so bestimmt, daß die Entfernungen BG, BH, AI, AK alle vier gleich sind. IL ist ein Bogen von $22\frac{1}{2}$ Grad, dessen Mittelpunkt in G ist; KM ist ein anderer Bogen von $22\frac{1}{2}$ Grad, dessen Mittelpunkt in H ist. In N ist der Schwerpunkt des Instruments, welches auf ein Stativ gestellet wird, das eben so eingerichtet ist, wie für den im §. 10. beschriebenen Sextanten, so daß die Ebene des Instruments allerlei Winkel mit dem Horizont und dem Meridian machen kann.

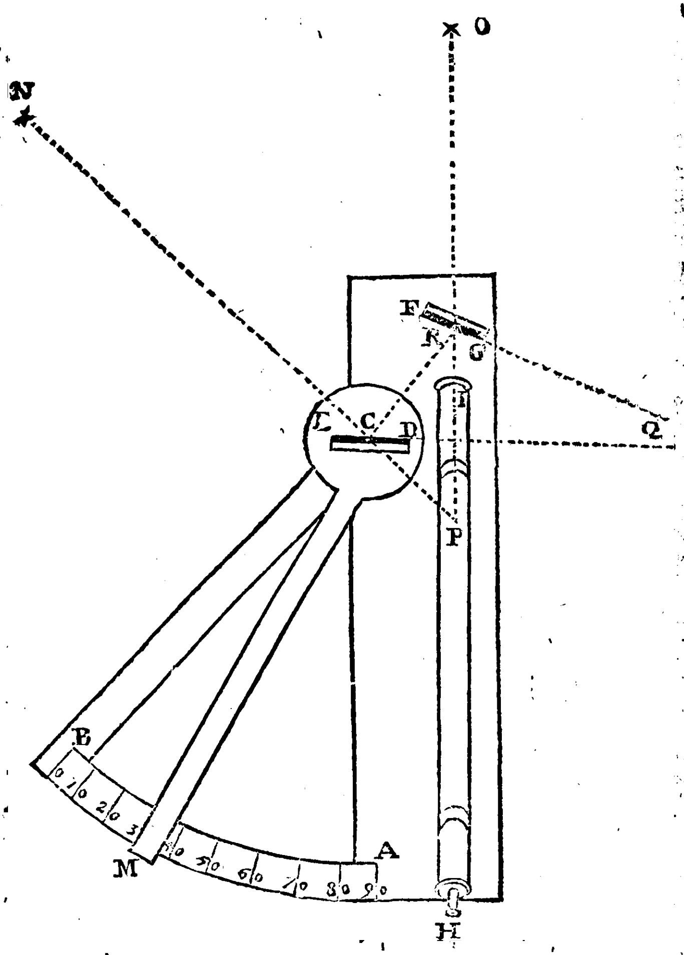
Die Zwischenräume GH und IK dienen dazu, daß zwei Zuschauer beide Fernröhre bis in I und K zusammen bringen können, ohne einander hinderlich zu sein. Die Fläche des Instruments muß vor allen Dingen so gestellet werden, daß ihre Verlängerung durch zwei Sterne gehe, deren Entfernung man beobachten will, welches durch Versuche erhalten wird. Man leget das Auge bei IK an den äußeren Rand an, und drehet das Instrument hin und her, bis daß man siehet, daß das Queerstück CD beide Sterne decket. Alsdann wird das Instrument in dieser Lage gelassen, beide Beobachter aber suchen die beiden Sterne vermittelst der beiden Fernröhre; wenn sie in der Axe der Fernröhre gesehen werden, so ist allemal EI + KF, in Graden gerechnet, der scheinbare Abstand beider Sterne am Himmel.

Um dieses zu beweisen, ziehe ich GP mit HF parallel. Wegen der sehr großen Entfernung der Sterne, zielet PG nach denselbigen Stern hin, der in der verlängerten FH gesehen wird.

Es giebt demnach $\angle$ EGP oder eigentlich sein Scheitelwinkel den Abstand beider Sterne. Dieser $\angle$ EGP bestehet aus EGI und IGP. Weil aber IG mit KH und PG mit FH parallel sind, so ist $\angle$ IGP = $\angle$ KHF, also $\angle$ EGP = $\angle$ EGI + $\angle$ KHF = (in Graden) EI + KF. Die Fernröhre liegen zwar nicht auf den Linien EG und FH, sie sind aber mit ihnen parallel, welches hier einerlei ist. Die älteren Astronomen hatten nicht die beweglichen Liniale und Fernröhre bei diesem Instrumente, sondern bloß zwei unbewegliche Dioptern bei G und H, und zwei bewegliche bei E und F, welche den Limbus umfaßten, und zugleich die Grade auf demselben zeigten.

§. 15.

Unter den Oktanten ist keiner so berühmt als der Hiedleysche, sowohl wegen der sinnreichen Erfindung, als auch des Nutzens halber, den man in manchen Fällen daraus ziehen kann. Die Einrichtung ist folgende. AB ist ein Oktant oder Bogen von 45 Graden, welcher in 90 halbe Grade eingetheilet ist, derer jeder aber bei dem Gebrauche des Instruments einen ganzen Grad vorstellet. C ist der Mittelpunkt des Oktanten. CM ist ein drehbares Lineal, oder ein Zeiger, welcher sich um den Mittelpunkt C herum bewegen läßt. DE ist ein ebener Spiegel, welcher auf dem Mittelpunkt C gegen die Ebene des Zeigers senkrecht stehet, und auf dieser Ebene befestiget ist, so daß er sich mit dem Zeiger herum drehet. Dieser Spiegel ist so befestiget, daß er mit dem andern Spiegel FG, wovon bald die Rede sein wird, parallel sei, wenn der Zeiger auf 0 stehet. Die in der Figur dicker gezeichnete Linie, stellet die polirte Fläche des Spiegels vor, welche vom Beobachter, der sein Auge



bei H hält, abgewendet ist. FG ist der andere ebene Spiegel, der auf der Fläche des Instruments senkrecht stehet, unbewegt bleibet, und so angebracht ist, daß die vom Mittelpunkte C kommenden Stralen durch ihn, in einer Richtung, die mit AC parallel ist, zurückgeworfen werden. Die polirte Fläche dieses zweiten

ten Spiegels ist dem Zuschauer zugekehret. IH ist ein Fernrohr, welches mit AC parallel ist, und die zurückgeworfenen Stralen zum Theil empfänget. Indessen muß dieses Fernrohr so gestellet werden, daß man durch die eine Hälfte des Objektivglases über den Spiegel FG hinweg, oder seitwärts vorbei sehen könne; daß aber die andere Hälfte des Objektivglases sonst keine Stralen empfange, als vom Spiegel FG.

Will man nun die Entfernung zweier Sterne O und N in Graden erfahren, so muß man das Instrument erstlich so richten, daß man den einen Stern O gerades Weges und ohne Spiegel in der Axe des Fernrohres HI habe. Dann drehet man das Instrument um die Axe des Fernrohres herum, bis daß dessen Fläche in der Ebne des großen Kreises liege, der durch O und N gehet. Ferner beweget man den Zeiger hin und her, bis daß das Bild des Sterns N im Spiegel FG den ohne Spiegel gesehenen Stern O berühret. Wenn dieses geschehen ist, so zählet man die halben Grade von B bis M, so wie sie auf dem Limbus numeriret sind; ihre Anzahl ist gleich der Anzahl der Grade des Winkels NPO, den die beide Sterne machen, wenn sie aus P, wo die verlängerte NC die Axe des Fernrohres trifft, oder einem andern Punkte der Erde gesehen werden.

Um dieses zu beweisen, so bemerke man fürs erste, daß die einfach gezählten Grade des Bogens BM, welcher durch den Zeiger abgeschnitten wird, allemal den Graden des Winkels CQF gleich sind, den die beiden Spiegel mit einander machen. Denn wenn der Zeiger o zeiget, so sind die beiden Spiegel parallel, und folglich ist der Winkel, den sie machen = o, und da sich der Spiegel DE mit dem Zeiger drehet, so beschreibet der Spiegel so viel Grade als der Zeiger, und weicht also um so viel Grade von seiner ersten Stellung, folglich auch von der Stellung des Spiegels FG ab. Es

muß

muß demnach bewiesen werden, daß der Abstand NPO beider Sterne doppelt so viel Grade beträgt, als die Neigung EQF beider Spiegel. In O oder wenigstens in der Linie PO befindet sich nicht nur der Stern O, sondern zugleich das Bild des Sterns N. Nun ist

$$\angle NPO = \angle CPR$$

und wenn man das Dreieck CPR und dessen auswendigen Winkel CRO betrachtet, so ist

$$\angle CPR = \angle CRO - \angle PCR$$

Ferner da die Neigungswinkel der Stralen CRF, GRP gleich sind, und da $\angle$ GRP seinem Scheitelwinkel FRO gleich ist, so ist $\angle CRF = FRO$ oder $\angle CRO = 2 \angle CRF$. Eben so ist $\angle$ QCR gleich dem Winkel NCE, und dieser ist gleich seinem Scheitelwinkel QCP, also ist $\angle QCR = \angle QCP$ oder $\angle PCR = 2 \angle RCQ$, demnach ist.

$$\begin{aligned} \angle CRO - \angle PCR &= 2 \angle CRF - 2 \angle RCQ \\ &= 2(\angle CRF - \angle RCQ) \end{aligned}$$

Betrachtet man jetzt das Dreieck RCQ und seinen auswendigen Winkel, so ist

$$\angle CRF - \angle RCQ = \angle CQR$$

Kurz wir haben diese Folge von Gleichungen

$$\begin{aligned} \angle NPO &= \angle CPR \\ &= CRO - \angle PCR \\ &= 2 \angle CRF - 2 \angle RCQ \\ &= 2(\angle CRF - \angle RCQ) \\ &= 2 \angle CQR \end{aligned}$$

Wenn also das Bild des Sterns in O, das heißt, in der Axe des Teleskops erscheinet, so ist der Stern selbst in N, so daß $\angle NPO = 2 \angle CQR = 2 \angle BCM$ = (in Graden) 2 Bögen BM. Da nun wirklich ein Stern in O ist, und da jener, dessen Bild auch in O erscheinet, wirklich in N ist, so ist der Abstand beider ebenfalls $= \angle NPO = 2$ Bogen BM (in Graden).

Zur

Zur richtigen Stellung des eben jetzt beschriebenen und erklärten Oktanten brauchet man nur eine gewöhnliche Nuß, so wie sie an den Astrobalien der Feldmesser befindlich ist; diese Nuß ist entweder mit einem dreifüßigen Stative verbunden, oder sie befindet sich blos am obern Ende eines Stabes, der unten spitzig ist, und in die Erde gestecket werden kann.

Wenn das Instrument nicht zu schwer ist, so kann man es auch allenfalls beim Gebrauche mit Händen halten, ohne einen merklichen Irrthum zu befürchten.

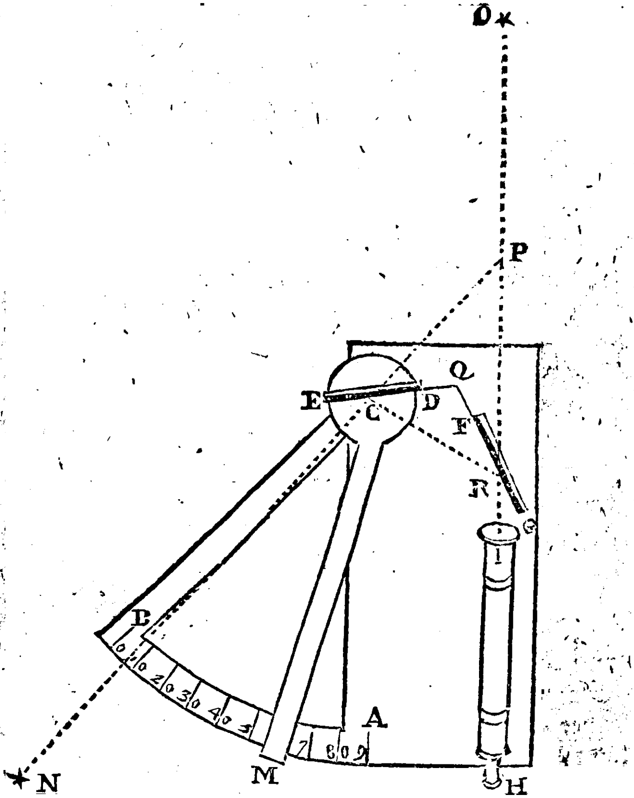
Wenn N ein sehr glänzender Gegenstand ist, als z. E. die Sonne, so muß man dunkelfarbigte Gläser bei der Hand haben, um eines vor den Spiegel ED zu schieben.

Vermittelst dieses Oktanten läßt sich die Höhe der Sonne über dem scheinbaren Horizonte recht gut finden. Man richtet das Instrument so, daß dessen Ebene lothrecht sei, daß ihre Verlängerung durch die Sonne gehe, und daß O ein Punkt im scheinbaren Horizonte sei. Dann drehet man den Zeiger bis daß man die Sonne vermittelst der Spiegel auch in O siehet, so hat man die Sonnenhöhe BM in Graden. Auf diese Art läßt sich die Sonnenhöhe mit ziemlicher Genauigkeit auf der See finden. Die See selbst giebt in der Entfernung den scheinbaren Horizont an. Die vertikale Stellung der Ebene des Instruments erhält man vermittelst zweier Fäden, welche im Brennpunkte des Objektivglases kreuzweise gespannet sind, so daß der eine horizontal ist, und der andere vertikal, wenn das Instrument entweder horizontal oder vertikal ist; man kann so ziemlich nach dem bloßen Augenmaaße die Stellung des Instruments durch diese beide Fäden einrichten. Da die See in beständiger Bewegung ist, so hält man das Instrument beim Gebrauche blos mit Händen.

§. 16.

§. 16.

Der vorige Oktant kann nur für Winkel gebrauchet werden, die nicht 90 Grade übersteigen. Man kann ihn aber auch für Winkel von 90 bis 180 Grade einrichten. Zu diesem Ende wird das Fernrohr HI vom Rande AC um einige Zolle entfernet, auf daß der Kopf des Beobachters bei H die von hinten kommenden Stra-



len nicht auffange, wenn der zu messende Winkel OPN sich den 180 Graden nähert. Der Spiegel FG wird so

ge-

gestellet, daß die aus C kommenden Stralen sich längs der Axe des Fernrohres reflektiren. Der Spiegel ED wird so gestellet, daß er mit dem andern FG einen rechten Winkel mache, wenn der Zeiger auf 90 Grad, das heißt auf A stehet. Die polirte Seite des Spiegels ED wird dem Zuschauer zugekehret. Uebrigens ist der Gebrauch fast der nämliche, wie vorher, nur daß man den einen Stern O vor sich und den anderen N hinter sich hat. Der Beweis ist auch ohngefähr der nämliche. Es ist

$$\begin{aligned} \angle NPO &= \angle CRO + \angle PCR \\ &= 2 \angle CRF + 2 \angle RCQ \\ &= 2(\angle CRF + \angle RCQ) \\ &= 2(180^g - \angle CQR) \end{aligned}$$

Da beide Spiegel senkrecht gegen einander stehen, wenn MC auf AC lieget, und also einen Winkel von 90 Graden machen, so nimmt dieser Winkel um MCA zu, wenn sich der Zeiger nach B hin beweget, es ist also allemal

$$\begin{aligned} \angle CQR &= 90^g + \angle MCA \\ &= 90^g + (45^g - BCM) \\ &= 135^g - \angle BCM \end{aligned}$$

Also ist, wenn man diesen Werth von $\angle$ CQR eintauschet

$$\begin{aligned} \angle NPO &= 2(180^g - 135^g + \angle BCM) \\ &= 2(45^g + \angle BCM) \\ &= 90^g + 2 \angle BCM. \end{aligned}$$

Da aber die Grade des Winkels BCM auf dem Bogen BM schon doppelt numeriret sind, so daß jeder Grad für 2 gerechnet ist, so hat man $\angle$ NPO, wenn man zu der auf dem Limbus geschriebenen Anzahl der Graden des Bogens BM noch 90 Grade addiret.

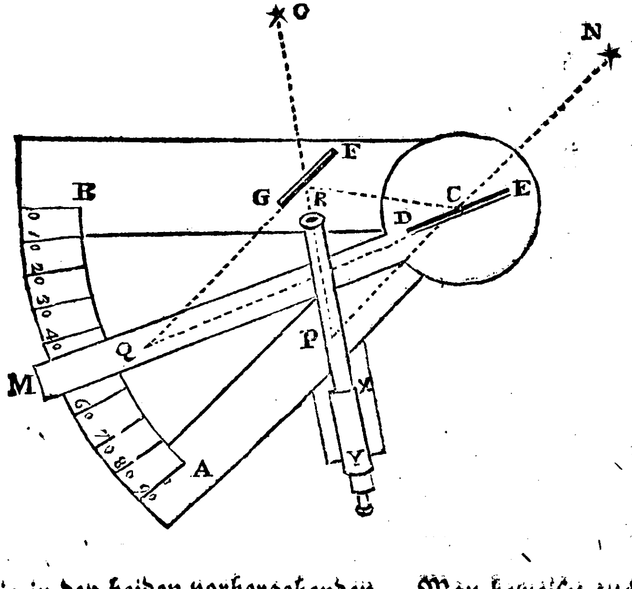
Diese Einrichtung des Spiegel-Oktanten kann dienen, wenn man die Höhe der Sonne rückwärts nehmen will, so daß man die Sonne N im Rücken habe, und mit

mit dem Fernrohre nach dem Punkte O des Horizonts hinziele.

Wenn man die Spiegel und das Fernrohr zum Anschrauben und Losschrauben zubereitet, so kann man das Instrument so einrichten, daß es sich nach Belieben für Winkel unter und über 90 Grad gebrauchen lasse.

§. 17.

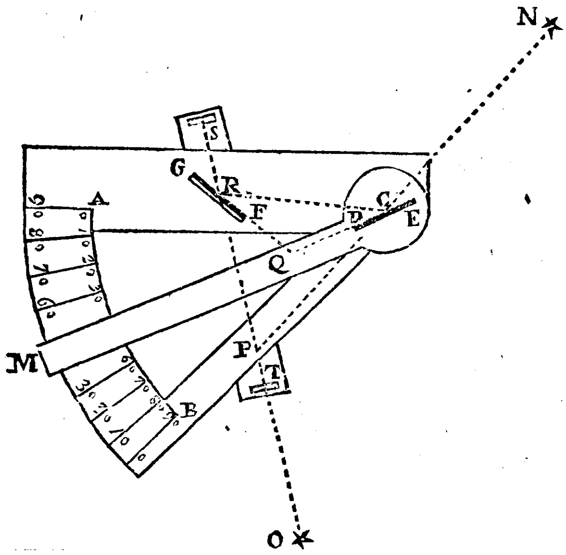
Der Hadleysche Oktant kann auch so eingerichtet werden, wie ihn die beigefügte Figur vorstellet. Die Buchstaben dieser Figur haben alle die nämliche Bedeutung,



wie in den beiden vorhergehenden. Man beweiset auch ganz wie bei §. 15 daß $\angle$ NPO $=$ 2 $\angle$ RQC. Wenn nun der Spiegel DE so gestellet wird, daß er mit GF parallel sei, wenn MC auf BC lieget, so nimmt der Winkel RQC mit dem Winkel MCB zu, und beide sind immer gleich. Also ist $\angle$ NPO $=$ 2 $\angle$ MCB: deswegen sind die halben Grade des Bogens BM und des Limbus BA wie ganze numeriret. Bei dieser Einrichtung wird das Fernrohr durch eine Hülse XY in einiger Entfernung von der Fläche des Instruments festgehalten, auf daß der Zeiger ungehindert beweget werden könne.

§. 18.

Wenn man den vorhergehenden Oktanten zu Winkeln über 90 Grad gebrauchen will, so richte man ihn folgender Weise ein.



S und T sind zwei Dioptern, die so eingerichtet sind, daß man mit dem Auge hinter S den Gegenstand O durch T sehen könne. Der Spiegel FG stehet so, daß ein aus C auf seine Mitte R fallender Stral nach S hin reflektiret wird, das heißt, so daß $\angle$ CRF $=$ $\angle$ GRS. Der Spiegel DE wird so gestellet, daß er gegen FG senkrecht stehe, wenn MC auf BC lieget; so ist allemal der Winkel

kel CQR $= 90^g + BCM$. Nun wird wie bei §. 16. bewiesen, daß

$$\angle NPO = 2\,(180^g - \angle CQR)$$

also

$$\begin{aligned}\angle NPO &= 2\,(180^g - 90^g - BCM)\\ &= 2\,(\;90^g - BCM)\\ &= 2\,(\;45^g + 45^g - BCM)\\ &= 2\,(\;45^g + ACM)\\ &= 90^g + 2\;ACM\end{aligned}$$

Wenn also die Grade von A nach B hin so numeriret sind, daß jeder Grad für 2 gerechnet wird, so ist der verlangte Winkel NPO allemal gleich der Gradzahl des Bogens AM, und 90 Grade dazu.

Die Diopter S und T müssen so liegen, daß die Gesichtslinie genau über den Spiegel FG wegstreife, so daß man ganz neben einander den Gegenstand O durch die Diopter, und das Bild des Gegenstandes N im Spiegel sehen könne.

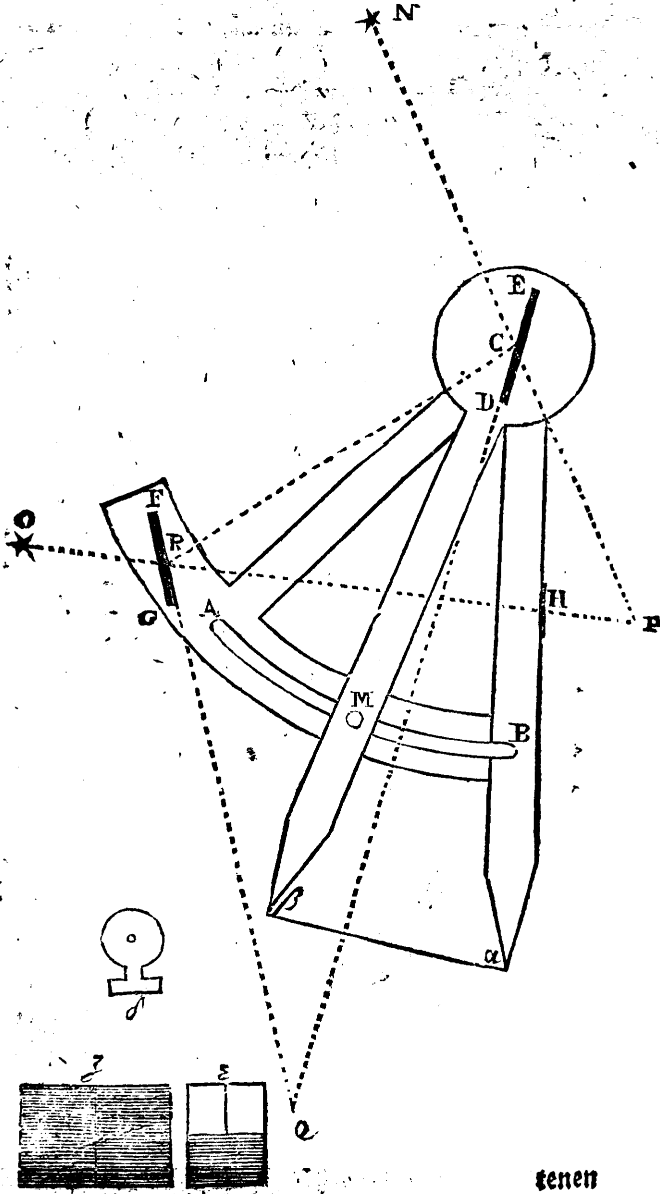
Anstatt der Diopter könnte auch bei S ein Fernrohr angebracht werden, dessen Axe in der Linie SR läge.

Umgekehrt können bei der vorhergehenden Einrichtung für spitzige Winkel (§. 17.) zwei Diopter, eine bei XY, die andere jenseit des Spiegels GF angebracht werden.

Wenn die Spiegel und das Fernrohr, oder an dessen Stelle die Diopter, zum Anschrauben und Losschrauben eingerichtet sind, und wenn der Limbus vorwärts und rückwärts numeriret ist, so kann das nämliche Instrument für spitzige und für stumpfe Winkel gebrauchet werden.

§. 19.

Hier folget noch eine Art, wie ein Spiegel-Oktant eingerichtet werden kann. BCA ist eigentlich der Oktant oder achte Theil eines Umkreises. Das Lineal hat bei M unterwärts einen Zapfen, welcher in der ausgeschnit-



tenen

tenen Oefnung AB gleitet, wenn man es drehet. Bα und Mβ sind die Verlängerungen der messingenen Stäbe oder Lineale CB und CM; es ist auch Cβ = Cα. Beide Stäbe endigen sich spitz. An einem beliebigen Orte H des Randes CB ist eine Absehe (Diopter) mit einem kleinen Loche, welche bei δ besonders vorgestellet ist. In G ist eine andere Absehe, welche zugleich mit einen Spiegel verbunden ist, und bei ε besonders vorgestellet wird. Der untere Theil ist ein wahrer Spiegel; der obere ist ein durchsichtiges Glas, auf dessen Oberfläche in der Mitte ein lothrechter Strich eingeritzet ist. Dieses Stück wird so gestellet, daß $\angle$ HRG = $\angle$ CRF. Dieses erkennet man, wenn man im Stücke GF oder ε gerade unter dem Striche der Diopter im Spiegel einen anderen Strich siehet, der die Verlängerung jenes Striches zu sein scheinet, und der eigentlich das Bild eines vertikalen Striches ist, der sich über C in der Mitte des Spiegels DE befindet. Dieser Spiegel ist besonders in ζ abgebildet, wo man den feinen Strich siehet, der darin eingeritzet ist. Um diesen Spiegel gehörig zu stellen, muß es so geschehen, daß er mit ε oder FG parallel sei, wenn Cβ auf Cα lieget.

Bei diesem Sektor ist der Winkel NPO allemal doppelt so groß, als der Winkel BCM oder αCβ. Denn es wird wie in §. 15. bewiesen, daß $\angle$ NPO = 2 $\angle$ CQR. Da nun der Winkel BCM mit dem Winkel CQR zugleich null ist, und zugleich mit ihm wächst, so ist $\angle$ CQR = $\angle$ BCM, also $\angle$ NPO = 2 $\angle$ BCM = 2 $\angle$ αCβ.

Hat man nun einen Maaßstab, worauf die Sehnen der Bögen von 0 Grad bis 45^g für den Halbmesser Cα angemerket sind, so brauchet man nur auf diesem Maaßstabe die Sehne $\alpha\beta$ zu messen, um die Grade des Winkels αCβ zu erfahren; doppelt so viel Grade geben den Winkel NPO. Oder es können auf dem Maaßstabe die Grade schon doppelt numeriret sein, so daß ein halber Grad allemal für einen ganzen gerechnet werde.

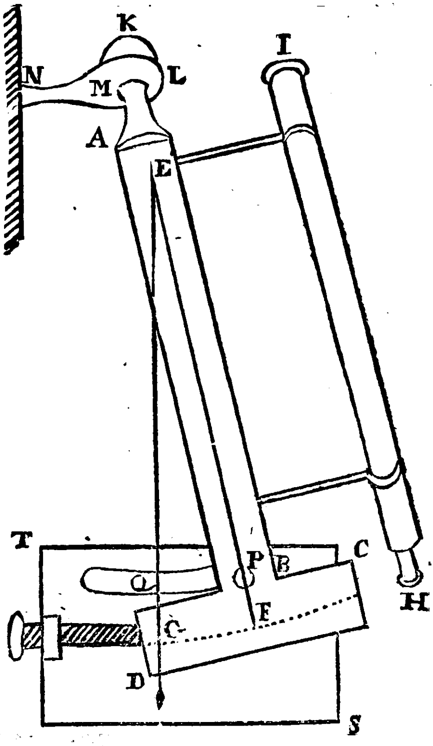
Anstatt eines Oktanten kann ein Sextant auf die nämliche Art eingerichtet werden. Ich habe einen kleinen Sextanten dieser Art gesehen, der vermuthlich zu Winkelmessungen auf dem Lande bestimmet war. Indessen scheinet er mir nicht zu diesem Gebrauche richtig genug zu sein, indem der Abstand der Objekte in Graden allemal so groß gefunden wird, wie er aus P, nicht aus H gesehen wird, und dieser Punkt P bei kleinen Winkeln sehr weit hinter den Zuschauer fällt.

Es sind noch viele andere Vorschläge und Versuche zur Verbesserung der Spiegel-Sektoren gemacht worden; allein es ist hier nicht der Ort sie anzuführen.

§. 20.

Wenn die Kulminazionen der Sterne nahe am Zenith zu beobachten sind, so gebraucht man Sektoren, die noch weniger Grade als ein Oktant haben. Unter vielen möglichen und wirklich ausgeführten Einrichtungen derselben, will ich nur einen Begriff von einer einzigen geben.

AB ist ein langes Stück Messing in Gestalt eines Lineals. Am Ende B endiget es sich mit einem Stücke CD, welches der Länge nach gegen AB senkrecht stehet. Auf AB ist eine Linie EF, welche die breite Fläche des Lineals halbiret. In dieser ist oberwärts der Punkt E nach Willkühr angenommen, und aus demselbigen ist mit dem Halbmesser EF unten auf dem Querstücke ein Kreisbogen von einigen Graden beschrieben, welcher gehöriger Weise eingetheilet ist. Aus E hänget ein Bleiloth herab, welches die Grade des Abstandes vom Zenith anzeiget, indem sie den Graden des Winkels FEG, oder des Bogens FG gleich sind. HI ist ein Fernrohr, dessen Axe mit EF parallel sein muß, und welches mit dem Lineal



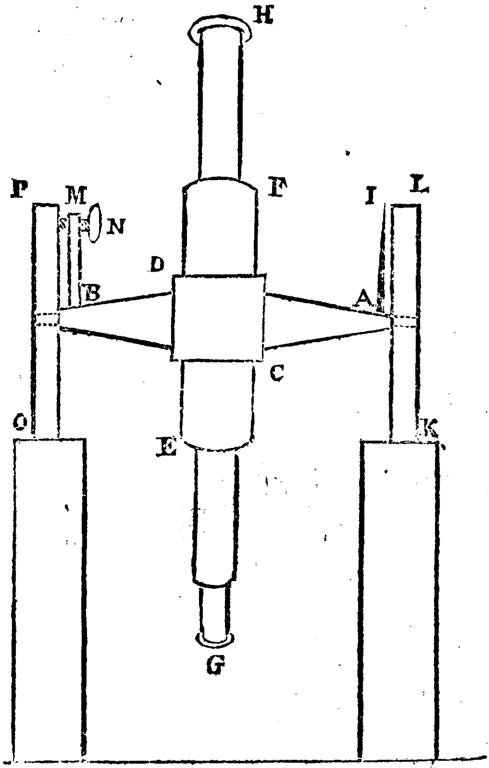
neal AB fest verbunden ist. Am Lineale ist ein rundes Stück AK befestiget; welches sich oben in eine Kugel endiget. Diese ruhet auf einem Ringe LM, welcher das ganze Instrument trägt, und welcher vermöge der eisernen Stange MN an einer Mauer oder sonst einem unbeweglichen Körper befestiget ist. Der Ring und die Kugel thun hier die nämlichen Dienste, welche die Nuß an einem Astrolabium für Landmesser verrichtet; nämlich sie machen daß das Instrument in allen möglichen Richtungen gedrehet werden kann. Bei P gehet ein Zapfen durch das Lineal AB. Dieser gleitet in einem Einschnitte Q, welcher im lothrechten Brette ST gemachet ist, dem Einschnitte BA in der Figur Seite 228. ähnlich. Der Zapfen raget hinter dem Brette hervor, und hat dort einen breiten Kopf, um das Stück CD am Brette ST mit gelinder Reibung anzuhalten. Eine Richtschraube R dienet, um dem Instrumente eine sanfte und unmerkliche Bewegung zu geben. Man kann sie zum Abnehmen einrichten, so daß sie bald auf der Seite D, bald auf der Seite C gebrauchet werden könne.

Wenn dieses Instrument gebraucht werden soll, so muß erstlich die Fläche AB vollkommen lothrecht sein, welches durch das Bleiloth EG erkannt wird. Zweitens muß die nämliche Fläche nebst dem Brette ST in der Ebene des Mittagskreises liegen, welches durch die Bussole, oder durch eine in der Nähe gezogene Mittagslinie erhalten wird. Nun bleibet noch übrig das Instrument vermittelst der Schraube R so zu rücken, daß das Fernrohr gerade nach dem Punkte des Meridians hinziele, wo ein bewußter Stern durchgehen muß. Alsdann kann man den Augenblick des Durchgangs genau beobachten und zugleich bemerken, ob der Stern wirklich in der vorausgesetzten Entfernung vom Zenith durchgehet, oder ob er etwas davon abweichet.

§. 21.

Anstatt des Mauerquadranten, welcher bestimmet ist, die Mittagshöhen und Durchgänge der Sterne durch den Meridian zu beobachten, bedienet man sich auch häufig des Mittagsrohrs oder Durchgangsrohrs (lunette méridienne, instrument des passages). Wenn wir die kleinen Vorrichtungen weglassen, welche zur genaueren Stellung dieses Instruments beitragen, so sind folgende Hauptheile dabei zu bemerken. AB ist eine Axe, welche vollkommen horizontal und in der Richtung von Osten nach Westen stehen muß. CD ist ein Würfel in der

Mitte



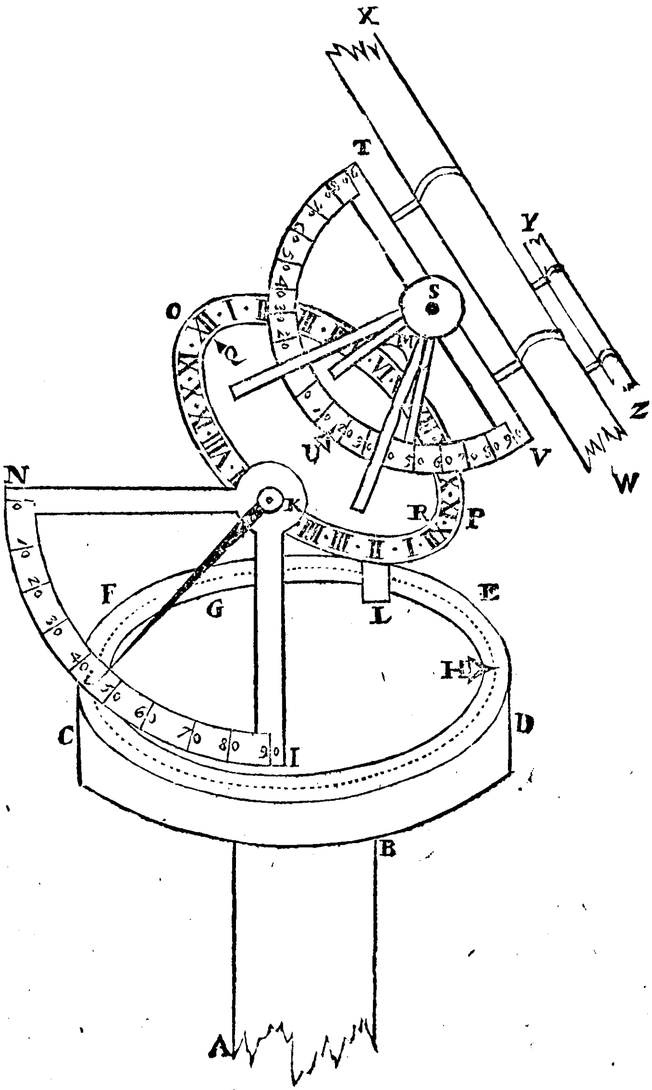
Mitte dieser Axe. EF ist eine lange Hülse, welche durch den Würfel gehet. GH ist ein Fernrohr, welches in die Hülse hineingestecket wird, und darin durch Stellschrauben oder anders befestiget wird, so daß beide Enden vollkommen in Gleichgewicht seien. AI ist ein Zeiger, der sich mit der Axe AB und dem Fernrohr drehet, und die Grade der Standhöhe zeiget. Zu diesem Ende muß auf der Platte KL ein halber Kreis gezeichnet und eingetheilet sein. BM ist ein Stab, welcher sich ebenfalls wie der Zeiger AI mit dem Instrumente herumdrehet. Durch sein Ende gehet eine Stellschraube N, welche nöthigenfalls etwas gegen die Platte OP angeschraubt wird, um das Fernrohr in einer gewissen Lage zu erhalten.

Man richtet das Fernrohr vermöge des Zeigers AI so daß es gerade nach dem Punkte des Meridians, durch welchen der Stern gehen soll, hinziele, hält es in dieser Lage vermöge der Stellschraube N, und erwartet dann den Durchgang, um ihn zu beobachten.

§. 22.

Um einen Stern in seinem Tageskreise aufzusuchen und zu verfolgen, gebrauchet man hin und wieder das **Aequatorial** oder das **Gleicherwerk**. Eine solche Maschine stehet auf einem starken Fuße AB, welchen man noch durch Strebepfähle stützen kann. CD ist ein dickes rundes Brett, welches vollkommen horizontal stehen muß. Auf diesem ist ein Ring EF befestiget, der den Horizont vorstellet und in Grade eingetheilet ist. In diesem Ringe liegt eine runde Scheibe GH, die sich im Ringe herumdrehen läßt. An dieser Scheibe ist ein kleiner Zeiger H befestiget, der auf die Grade des Ringes EF zeiget, und zu erkennen giebt, um wie viel Grade die Scheibe gedrehet worden ist. Auf derselben Scheibe GH stehen beiderseits zwei lothrechte Pfeiler IK und LM von gleicher Höhe. An dem einen befindet sich der Quadrant KNI. Durch den Mittelpunkt dieses Quadranten, und durch den oberen Theil des Pfeilers LM gehet eine horizontale Axe.

An dieser ist die Scheibe OP befestiget, welche den Aequator vorstellet. Diese Scheibe kann mittelst der Axe KM gedrehet werden; und der Zeiger Ki drehet sich dann zugleich, um die Grade der Bewegung auf dem Quadranten NI zu zeigen. Auf dem Rande dieser Scheibe OP ist ein Ring befestiget, auf welchem die Stunden des Tages und der Nacht, wie auf dem Zifferblatte



einer

einer Uhr aufgeschrieben sind. In diesem Ringe ist eine kleinere Scheibe RQ befindlich, die sich drehen läßt, und einen Zeiger in Q hat, welcher auf dem Stundenringe die Quantität der Umdrehung anzeiget. An der inneren Scheibe RQ sind vier Stäbe befestiget, welche in S ein Scharnier unterstützen, um welches herum sich der halbe Zirkel TUV drehen läßt, dessen Umfang in Grade eingetheilet ist. Bei U ist an der Platte RQ ein kleiner Zeiger befestiget, welcher auf dem halben Zirkel TUV zu erkennen giebt, um wie viel dieser gedrehet wird. Am Halbmesser TV des halben Zirkels TUV, ist ein Fernrohr XW mit TV parallel befestiget. Und da dieses Fernrohr gemeiniglich nur wenig Feld hat, so kann ein Sucher YZ damit verbunden werden (§. 3.).

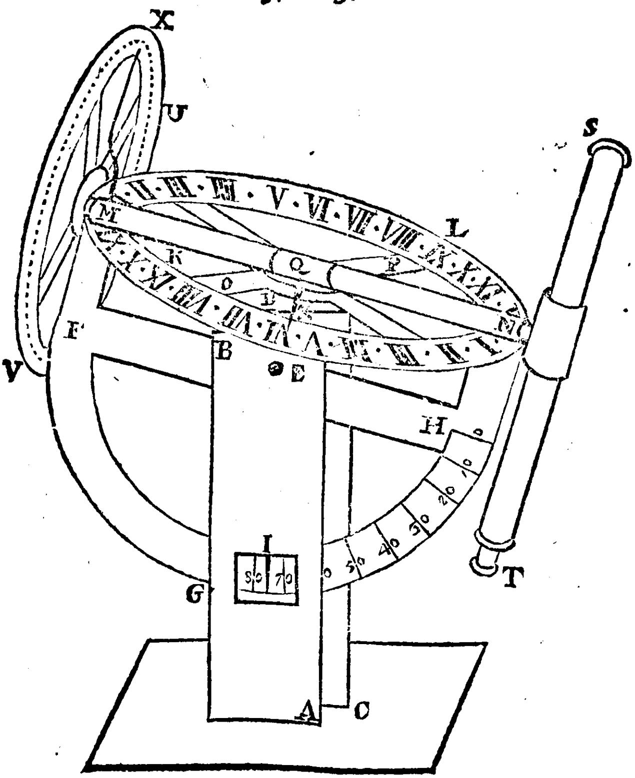
Bei dieser kurzen Beschreibung habe ich verschiedene Stellschrauben und andere Nebendinge weggelassen.

Das Gleichersgewerk oder Aequatorial ist hauptsächlich bestimmet, um einen Stern in seinem Tageskreise zu verfolgen. Der Zeiger H der Scheibe GH muß genau auf dem Nullpunkte oder Mittagspunkte des Ringes EF stehen; dann befindet sich der Quadrant KNI im Mittagskreise. Der Zeiger K*i* muß gegen die Ebene der Scheibe OP senkrecht stehen. Wenn man alsdann die Scheibe OP um die Axe KM drehet, bis daß der Bogen N*i*, den der Zeiger bestimmet, der Polhöhe an Graden gleich ist, so ist alsdann OP mit dem Aequator parallel. Denn die Standhöhe des Aequators ist das Komplement der Polhöhe. Es ist aber der Winkel OKN, den die Fläche der Scheibe OP mit der horizontalen Linie KN machet, ebenfalls das Komplement der Polhöhe NK*i*, indem OK*i* ein rechter Winkel ist; also ist der Winkel OKN der Standhöhe des Aequators gleich, und folglich lieget OP mit dem Aequator parallel. Die kleinere Scheibe RQ drehet sich mit dem Fernrohre WX, und dienet dasselbe so zu stellen, wie es die

seit

seit dem Durchgange durch den Meridian verflossene Stunden erfordern. Endlich dienet der halbe Zirkel TUV um das Fernrohr nach Angabe der Abweichung zu stellen. Kurz vor dem Gebrauche wird alles gehörig gestellet, bis auf die Scheibe RQ, so daß das Fernrohr zwar im Tageskreise des Sterns ist, nicht aber auf seinem jetzigen Punkte. Nun drehet man das Fernrohr samt der Scheibe RQ, bis daß man den Stern im Fernrohr erblicket. Dann weiset der Zeiger Q um wie viel Stunden der Stern vom Meridian entfernet ist.

§. 23.



Das

Das Aequatorial kann auf eine noch bequemere Weise eingerichtet werden. AB und CD sind zwei Pfeiler, die den Mittelpunkt E des halben Ringes FGH unterstützen, welcher in der Ebene des Mittagskreises liegen muß. Durch kleine Vorrichtungen, wodurch die Axe, welche durch E gehet, ein wenig verschoben wird, läßt sich die vollkommene Stellung dieses halben Ringes erhalten. Die Grade werden von H nach G bis 90 numeriret. Im Pfeiler AB ist eine Oefnung mit einem unbeweglichen Zeiger I, welcher allemal die Grade des Bogens HI zeiget.

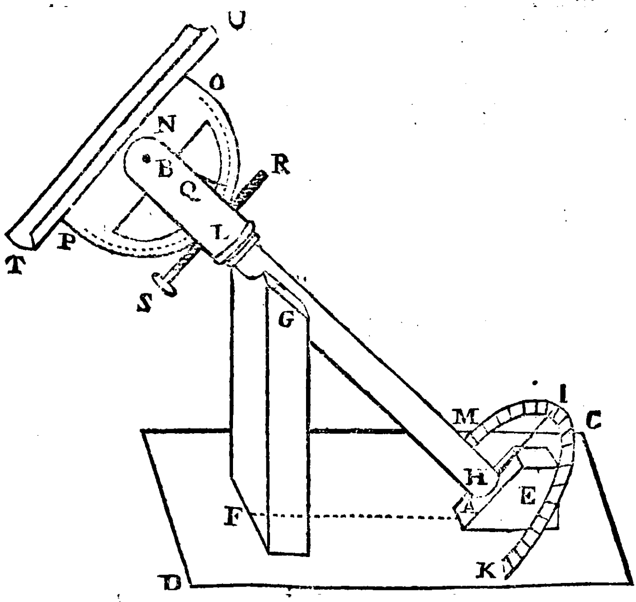
Der vertikale Ring FGH trägt einen anderen gegen ihn senkrechten KL, der an ihm befestiget und mit dem Durchmesser FH parallel ist. Dieser Ring ist in Stunden eingetheilet. Ein oder mehrere Stäbe wie OP, gehen durch den Mittelpunkte des Ringes KL. Eine Röhre oder lange Scheide MN läßt sich um den Mittelpunkt Q des Ringes KL drehen, und ein mit ihr verbundener Zeiger QR giebt die Quantität der Umdrehung der Scheibe MN zu erkennen. Durch dieses hohle Rohr MN gehet ein runder Stab, der an einem Ende das Fernrohr ST und am anderen einen in Grade getheilten Ring UV trägt. Dieser Ring drehet sich zugleich mit dem Fernrohre, und die Quantität der Umdrehung wird erkannt vermittelst eines unbeweglichen Zeigers MX, der am Rohre MN befestiget ist.

Man stellet den halben Ring FGH, so daß der Bogen HI der Polhöhe gleich sei. Dann beträgt die Neigung des Halbmessers FH gegen den Horizont so viel, als das Komplement von HI, das heißt, so viel als die Höhe des Aequators, und der Ring KL ist also mit dem Aequator parallel. Das Fernrohr ST wird gedrehet, bis daß der Ring UV vermöge des Zeigers MX den gehörigen Grad der Abweichung angiebt. Bei diesem Grade muß das Fernrohr stehen bleiben. Das Rohr MN aber wird gedrehet, bis daß der Stern im Fernrohre

rohre erscheine. Dann weiset der Zeiger QR um wie viel Stunden der Stern von seinem Durchgange durch den Meridian entfernet ist.

§. 24.

Beide vorhergehende Aequatorial-Maschinen sind ziemlich zusammengesetzt, hauptsächlich die erste. Folgende Maschine leistet denselbigen Dienst und ist einfacher. Man nennet sie die parallatische (nicht parallaktische) Maschine oder das parallatische Fernrohr, weil sie dienet, um einen Stern in seinem Abweichungskreise oder parallelen Kreise zu verfolgen. Im Deutschen könnte man sie das Abweichungswerk oder Abweichungsrohr nennen.



Ein Wellbaum HB wird mit der Weltaxe parallel gestellet. Um diese Stellung zu erhalten, nimmt man ein

ein Brett CD, an dessen vier Ecken man Richtschrauben anstatt der Füße anbringt. Auf diesem Brette stehen ein Kloß E und ein Pfeiler FG. Beide dienen um die Axe HB in der erforderlichen Stellung zu halten, jedoch so, daß sie um sich selbst herum gedrehet werden könne. Der Pfeiler FG wird so hoch gemacht, daß die Axe HB mit dem Brette CD einen Winkel bilde, welcher der Polhöhe gleich sei. Trifft man diesen Winkel nicht recht genau, so kann man die Richtschrauben am Brette CD mit zur Hülfe nehmen, welche sonst nur zur horizontalen Stellung bestimmt sind. Ferner muß die horizontale Linie AF, welche durch die Mitte des Pfeilers und durch die Mitte des Klotzes gehet, und mit der Axe des Zylinders HG in einer vertikalen Ebene lieget, vollkommen in der Mittagslinie liegen, welches durch eine Magnetnadel, oder durch eine in der Nähe gezogene Mittagslinie erhalten wird. Wenn nun HG mit AF die Grade der Polhöhe machet, und wenn AF in der Mittagslinie lieget, so ist HG mit der Axe der Welt parallel.

HI ist ein Zeiger, der an einem halben Ringe KIM die Quantität der Umdrehung des Zylinders HG in Stunden oder Theilen von 15 Graden anzeiget. Dieser Ring ist gegen HG senkrecht. Bei seinem Scheitel i stehet 0, und von dort folgen die Stunden rechts und links nach der natürlichen Ordnung der Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6. LN ist eine Art von Gabel, oder ein Kloben, welche mit dem Zylinder ein Stück ausmachet, und vermöge einer Axe B eine Scheibe OLP trägt, deren größter Theil einen halben Zirkel ausmachet. Sein Umfang ist in Grade getheilet, und ein am Kloben LN befestigter Zeiger Q weiset die Grade der Umdrehung des Halbzirkels OLP um seine Axe B. Die Numerirung dieser Grade muß so geschehen, daß der Zeiger null weise, wenn der Durchmesser OP gegen HB senkrecht, und folglich mit dem Kreise KIM parallel ist. Der halbe Kreis OLP

kann

kann vermöge einer Schraube ohne Ende S sanft herumgedrehet werden, zu welchem Zwecke der Rand des halben Zirkels OLP Kerbe oder Zähne haben muß. Mit diesem Zirkel ist eine Rinne oder ein Trog TU verbunden, welcher mit OP parallel ist. In dieser Rinne wird ein Fernrohr geleget, und durch Ueberschläge fürs Gleiten verwahret. Der Zeiger HI muß mit der Rinne und folglich mit dem Fernrohre parallel sein.

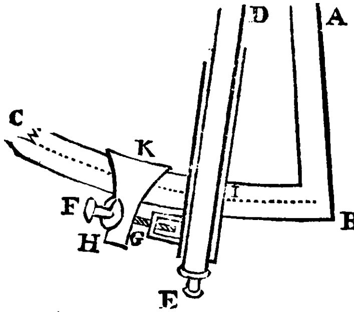
Der Gebrauch einer solchen Maschine ist leicht einzusehen. Der Baum AB stellet die Weltaxe vor, der Ring KIM den Aequator. Will man einen Stern beobachten und in seinem Laufe verfolgen, es sei bei Nacht, oder in der Dämmerung, oder sogar bei Tage, so neige man TU gegen den Aequator KIM um so viel Grade, als die Abweichung beträgt, welche Grade mittelst des Zeigers Q auf dem Rande des Halbkreises OLP gezählet werden. Dann zielet TU gerade nach irgend einem Punkte des Tageskreises des Sterns hin. Weiß man nun ferner seit wie viel Stunden der Stern durch den Meridian gegangen ist, oder nach wie viel Stunden er durchgehen wird, so drehe man den Baum AB bis daß der Zeiger KIM die gehörige Anzahl von Stunden zeiget; dann trifft TU nicht nur auf den Tageszirkel, sondern auf dem Punkte des Tageszirkels, wo der Stern sich jezt befindet.

Siebentes Hauptstück.

Von mikrometrischen Vorrichtungen.

§. 1.

Man machet die astronomischen Instrumente nicht so groß, daß sie die gemessenen Winkel unmittelbar bis auf eine Sekunde oder wenige Sekunden angeben könnten. Um dennoch diese Genauigkeit zu erhalten, hat man verschiedene Vorrichtungen ersonnen, von denen wir hier die bekanntesten beschreiben wollen. Sie werden **mikrometrische** oder **kleinmessende** Vorrichtungen genannt.

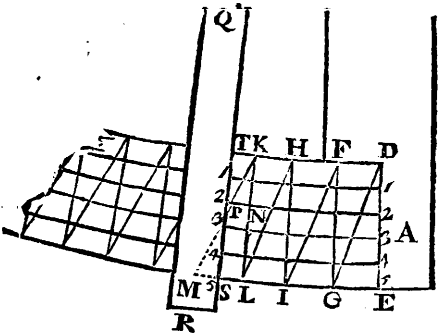


Es sei ABC ein Stück von einem Mauerquadranten oder einem andern ähnlichen Instrumente; DE sei ein Stück des beweglichen Lineals und des daran befestigten Fernrohrs. Man bringe am Limbus ein Stück HK an, welches umgebogen sei, den Limbus von beiden Seiten umfasse, und hinten vermöge einer Druckschraube am Limbus festgehalten werden könne. Durch das Stück HK gehet eine Richtschraube FG, welche bei G in eine

Mutter eingreift, die mit dem Lineal DE verbunden ist. Bei H hat diese letztere Schraube einen kleinen Zeiger, der sich mit ihr herumdrehet, und die Theile der Umwendungen auf einem an HK befestigten Zifferblatte zeiget. Wenn man beobachten will, so loset man die Schraube, welche HK festhält, und drehet die Schraube FG, bis daß ihr Zeiger auf Null weiset. Nun richtet man die Axe des Fernrohres gerade nach dem Sterne hin. Man schraubet das Stück HK an den Limbus, um das Fernrohr in seiner Lage zu erhalten. Wenn nun der Rand des Lineals bei I keinen Abtheilungspunkt des Limbus trifft, so drehet man die Schraube FG, bis daß dieses geschichet, und merket, wie viel Umwendungstheile der Zeiger durchlaufen hat. Wenn man nun durch Versuche weiß, wie weit der Zeiger gehet, wenn der Rand F eine ganze Abtheilung des Limbus durchläuft, so läßt sich leicht schließen, um wie viel Sekunden der Rand F vom nächsten Theilungspunkte des Limbus entfernet war. Die Eintheilung des Zifferblattes bei H pfleget schon so eingerichtet zu sein, daß jeder Theil einer Gradsekunde auf dem Limbus entspricht. Wenn die Schraube so geschnitten ist, daß sie für jede Minute auf dem Limbus einmal herumgehet, so wird die Scheibe H in 60 Sekunden abgetheilet.

§. 2.

Es sei SAT (folg. Fig.) ein Stück eines Limbus, der durch gerade Linien DE, FG, HI, KL, u. s. w., die alle nach dem Mittelpunkte hinzielen, in gleiche Theile eingetheilet ist. Verlanget man nun mehr Genauigkeit, z. E. so daß man jeden Theil des Limbus wieder in 5 theilen wolle, so ziehe man die schrägen Linien DG, FI, HL, KM, u. s. w. Man theile DE in 5 gleiche Theile, und durch die Theilungspunkte ziehe man längs dem Limbus konzentrische Kreislinien, aus dem Mittelpunkte des Limbus selbst. Gesetzt nun ein Faden oder ein Zeiger gehe in der Richtung QR über den Limbus, und schneide eine der Queerlinien irgendwo in P, so ist NP der so vielte Theil von LM als KP von KM, oder KN von KL



Zum Exempel wenn KP $= \frac{2}{5}$ KM oder KN $= \frac{2}{5}$ KL, so ist NP $= \frac{2}{5}$ LM, und der Winkel oder Bogen von A an gerechnet, enthält so viel Grade, als $3\frac{2}{5}$ Abtheilungen betragen. Wären z. E. die ganzen Abtheilungen von 5 Minuten, so betrüge jede Unterabtheilung 1 Minute, und man bekäme im Exempel AP = 17 Minuten. Je mehr man konzentrische Zirkel ziehet, desto kleiner werden die Gradtheile, die man bestimmen kann. Der Beweis ist sehr leicht. In den ähnlichen Dreiecken KNP, KLM ist NP : LM : : KN : KL. Da nun KN $= \frac{2}{5}$ KL, so ist NP $= \frac{2}{5}$ LM; NP wird hier ohne merklichen Irrthum als eine gerade Linie angesehen.

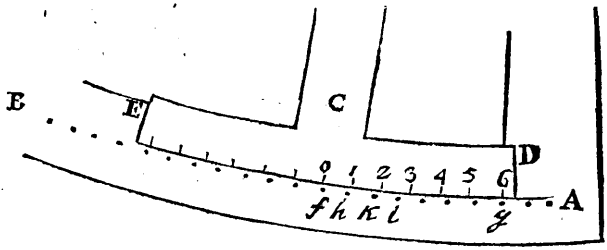
Hat das Instrument ein bewegliches Lineal, so können die konzentrischen Kreise wegbleiben, und der Theil TS des Lineals in eben so viel Theile getheilet werden, als man sonst DE getheilet haben würde. Diese Theile werden von T nach S numeriret, und die nächste Nummer beim Punkte P, wo der Rand des Lineals die schräge Linie schneidet, giebt die Größe des Bogens NP an. Ist aber nur ein Faden anstatt eines Zeigers vorhanden, so

sind

sind die konzentrischen Kreise nöthig. Die Linien FG, HI, KL, u. s. w., welche die ursprünglichen Abtheilungen anzeigen, können in allen Fällen wegbleiben. Es ist genug, daß die schrägen Linien da sind; ihre Enden geben genugsam die Grenzen der Hauptabtheilungen zu erkennen.

§. 3.

Es sei AB ein Stück vom Limbus eines Instruments, C ein Stück des Lineals, an welchem oder mit welchem parallel das Fernrohr befestiget ist. DE ein Theil eines Ringes, welcher mit dem Limbus konzentrisch ist. Dieser Ringtheil DE mit den darauf befindlichen Abtheilun-

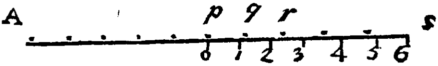


gen wird der **Nonius** oder **Vernier** genannt. Beide Namen rühren von zwei Mathematikern her, denen man die Erfindung dieses Hülfsmittels zuschreibt. Nimm auf dem Limbus eine gewisse Anzahl von Abtheilungen, z. E. sieben von *f* bis *g*. Nimm auf dem Rand des Nonius eine gleiche Strecke o . . 6, so daß der Anfangspunkt o gerade in der Visirlinie liege. Theile o . . . 6, in einen Theil weniger als *fg*, hier nämlich in 6. Wenn wir nun die Theile der *fg* als Einheiten annehmen, so ist $fg = (0 \ldots 6) = 7$, und $(0 \ldots 1) = 7 : 6 = \frac{7}{6} = 1 + \frac{1}{6}$, also $h \ldots 1 = \frac{1}{6}$. Eben so ist $0 \ldots 2 = 2 \times (1 + \frac{1}{6}) = 2 + \frac{2}{6}$, und $k \ldots 2 = \frac{2}{6}$. Eben so findet man $= l \ldots 3 = \frac{3}{6}$, u. s. w. Gesetzt nun man schiebe das Lineal C oder das Ringstück DE links, bis daß der Punkt 1 auf *h* zu stehen komme, so muß er $\frac{1}{6}$ durchlaufen, also gehet auch der Punkt 0 um $\frac{1}{6}$ linker Hand über *f* hinweg. Gesetzt man schiebe DE bis daß der Punkt 2 auf *k* komme, so durchläuft er $\frac{2}{6}$, und der Punkt 0 gehet auch um $\frac{2}{6}$ über *f* hinweg. Wenn 3 auf *l* gebracht wird, so gehet 0 um $\frac{3}{6}$ jenseit *f*. Wenn also der Nullpunkt jenseit *f* linker Hand stehet, so darf man nur bemerken, der wie vielte Punkt des Nonius mit einem Punkte des Limbus zusammentrifft, um zu wissen, um wie viel Theile der Nullpunkt jenseit *f* stehet. Diese Theile sind immer solche, die da entstehen, wenn ein Theil des Limbus wieder in so viel Theile getheilet wird, als in 0 . . . 6 auf den Nonius gezählet werden. Gesetzt z. E. der Limbus wäre in bloße Grade abgetheilet, und aus 7 Graden *fg* des Limbus wären 6 Theile auf dem Nonius gemacht, so müssen, wenn der Nullpunkt nicht genau auf einen Gradpunkt trifft, so viel Sechstel eines Grades, oder so vielmal 10 Minuten zugegerechnet werden, als man Theile auf dem Limbus rückwärts nach A hin zählen muß, bis daß man einen Theilpunkt des Nonius antrifft, der auf einen Theilpunkt des Limbus fällt. Gesetzt es sei der Limbus von 5 zu 5 Minuten abgetheilet, und aus 21 Theilen des Limbus seien 20 auf dem Nonius gemacht, so erhält man 20tel von 5 Minutenbogen, das heißt 4tel Minuten oder Theilchen von 15 Sekunden, und man kann die 20 Theile des Nonius von 15 zu 15 Sekunden numeriren, nämlich mit den Zahlen 0, 15, 30, 45, 60, u. s. w.

Wenn die Grade nicht von A nach B hin, sondern von B nach A gezählet werden, so gebrauchet man die andere Hälfte 0 . . E des Nonius, welche ebenfalls von 0 nach E hin abgetheilet und numeriret ist, und die gefundenen Theile werden zum Bogen B*f* hinzugethan.

Wir haben angenommen, daß die Theile des Nonius größer sind, als die des Limbus. Man kann es aber

aber auch umgekehrt einrichten. Nur müssen alsdann die Theilchen auf dem Limbus nicht rückwärts, sondern vorwärts gezählet werden. Es seien $p \ldots s$ fünf Theile



des Limbus, und $0 \,..\, 6$ sechs Theile auf den Nonius, so ist $0 \,..\, 6 = 5$, wenn die Theile des Limbus als Einheiten angesehen werden, und $0 \,..\, 1 = \frac{5}{6}$, also $1 \,..\, q = pq - (0 \,..\, 1) = \frac{6}{6} - \frac{5}{6} = \frac{1}{6}$. Eben so ist $0 \,..\, 2 = 2 \times \frac{5}{6}$ und $2 \,..\, r = pr - (0 \,..\, 2) = 2 - 2 \times \frac{5}{6} = 2\,(1 - \frac{5}{6}) = 2 \times \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$, u. s. w. Wenn man 1 auf q schiebet, so gehet 0 um $\frac{1}{6}$ rechts von p ab. Wenn man 2 auf r schiebet, so gehet 0 um $\frac{2}{6}$ rechts von p ab, u. s. w. Wenn also die Grade von A nach s hin gezählet werden, und wenn der Nullpunkt des Nonius auf keinen Punkt des Limbus fällt, so suchet man weiter in derselbigen Richtung, nach welcher man zählet, nämlich von 0 nach 6 hin, bis daß man einen Punkt des Nonius trifft, der auf einen Punkt des Limbus fällt. Die bei dem Punkte des Nonius stehende Zahl zeiget an, wie viel zum Bogen Ap hinzugesetzet werden muß.

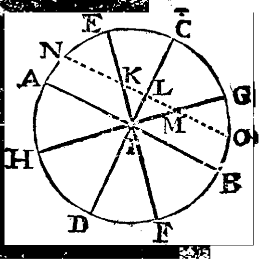
Wenn die Grade von s nach A hingezählet würden, so müßte man die andere Hälfte des Nonius gebrauchen.

Wenn das Instrument so beschaffen ist, daß die Grade nur in einer Richtung gezählet werden, so kann die eine Hälfte des Nonius wegbleiben. Nämlich nach der letzten Einrichtung, wo die Theile am Nonius kleiner sind, als am Limbus, wird nur diejenige Hälfte behalten, die, wenn das Lineal nach der Ordnung der Grade fortrücket, vorangehet; und nach der ersten Einrichtung, wo die Theile des Limbus am kleinsten sind, wird die nachgehende Hälfte beibehalten.

§. 4.

Die vorhergehenden mikrometrischen Vorrichtungen werden außerhalb des Fernrohrs angebracht. Die folgenden, außer den letzten, befinden sich im Fernrohre selbst.

Eines der ältesten Mikrometer dieser Art, ist das sogenannte Netz von 45 Graden. Es wird gebrauchet, um den kleinen Unterschied der geraden Aufsteigung und der Abweichung zu finden, zwischen zwei Himmelskörpern, die fast gleich weit vom Aequator entfernet sind: ADBCA ist der Kreis des Diaphragma, oder der Blen-



dung, welche sich in der Gegend des gemeinschaftlichen Brennpunktes beider Gläser eines astronomischen Fernrohres befindet, und genau die nöthige Größe hat, um das Feld des Fernrohres nicht zu verengen. In dieser Blendung, oder in einem Ringe, der auf ihr anliegt, werden vier dünne Fäden AB, CD, EF, GH gespannet, welche durch den Mittelpunkt I gehen und mit einander Winkel von 45 Graden machen. Will man nun die Lage zweier Sterne mit einander vergleichen, so muß das Fernrohr so gestellet werden, daß der Faden AB genau in dem Tageskreise des einen Sterns liege, welches vermittelst eines Aequatorials oder einer parallatischen Maschine (H. VI. §. 22. 23. 24.) geschehen kann. Man beobachte an einer sehr richtigen Uhr die Stunde, Minute und Sekunde, wann dieser Stern durch den Mittelpunkt I gehet. Der andere Stern beschreibe durch

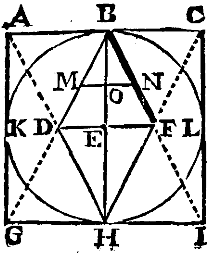
durch das Netz eine Linie NO mit AB parallel. Man beobachte ebenfalls die Zeit seines Durchganges durch den Punkt L, wo er hinter dem Faden vorbeigehet. Der Unterschied beider beobachteten Zeiten giebt den Unterschied der geraden Aufsteigung in Stunden, Minuten und Sekunden, welcher leicht in Grade und Gradtheile verwandelt werden kann, wenn man für eine Stunde 15 Grad; für eine Zeitminute $\frac{1}{4}$ Gradminute, und für eine Zeitsekunde $\frac{1}{4}$ Gradsekunde rechnet.

Nun bleibet noch der Unterschied der Abweichung zu finden. Man merke die Zeit, während welcher der Stern von K bis M gehet, und halbire sie, so hat man die Zeit, während welcher der Stern von K bis L gehet. Man verwandele diese Zeit, wie vorher, in Gradtheile, so hat man die Grade des Abweichungsbogens KL. Dem Bogen KL ist der Bogen LI an Länge gleich, weil die Winkel I und K des Dreiecks ILK beide 45 Grade haben. Aber der Bogen IL hat den Halbmesser des Firmaments, welchen wir R nennen wollen, der Bogen KL aber hat einen Halbmesser, welcher gleich ist R × Cos Abweichung (Seite 151.). Die Grade der Bögen von gleicher Länge verhalten sich aber umgekehrt, wie die Halbmesser, also

Grade LK : Grade IL :: R : R × Cos Abw.
:: 1 : Cos Abw.

Daher Grade IL = Grade LK × Cos Abw. Die Abweichung des Sterns, der durch L gehet, ist zwar bei der Beobachtung noch nicht bekannt; indessen ist sie doch vermöge der Abweichung des andern Sterns ungefähr bekannt, und dieses ist hinlänglich. Die Regel ist demnach folgende: Man verwandele die Zeit von K bis L oder dieselbe Zeit von L bis M in Grade, und multiplizire diese Grade mit dem Kosinus der ungefähr bekannten Abweichung, so bekömmt man die Grade des Bogens IL oder den Unterschied der Abweichung.

§. 5.



Bradley hat, anstatt des vorhergehenden Netzes ein anderes eingeführet, welches das Rauten-Netz (reticulum rhomboïdale) genannt wird. Es bestehet in einer Raute BDHF, deren eine Queerlinie DF halb so groß ist, als die andere BH. Diese Raute bestehet aus platten und dünnen metallenen Stäbchen, deren größere Flächen mit der Axe des Fernrohres parallel, oder gegen die Ebene der Figur senkrecht sind. Diese Raute machet ein Stück mit einem Ringe bLHKB, welcher an der Blendung (Diaphragma) des Fernrohres befestiget ist. In der Raute werden zwei Fäden BH, DF angebracht. Um dieses Rautennetz zu verfertigen, nimmt man ein Stück Metall, und beschreibet darauf ein Viereck ACIGA, und einen Kreis BLHKB darin. Man halbiret AC in B und GI in H. Man ziehet BG, BI, HA, HC; so bekömmt man die Raute BDHFB. In dieser Raute ist nun DF halb so groß als BH. Denn es ist vermöge der Konstrukzion DF $= \frac{1}{2}$ GI $= \frac{1}{2}$ BH. Man behält nur den Umfang dieser Raute und den Ring BKHLB, das übrige Metall wird weggeschnitten; man spannet die beiden Fäden DF, BH in der Raute.

Wenn man fürchtet, man möchte bei Nacht nicht gut unterscheiden können, ob ein Stern durch die obere oder untere Hälfte des Netzes gehet, so mache man die eine Seite BF der Raute viel dicker als die übrigen. Wenn der

der Stern oben hinter BF vorbeigehet, so muß er während einer merklichen Zeit dem Auge verborgen bleiben; gehet er aber unten hinter FH, so ist er kaum hinter dem Stäbchen verschwunden, da er wieder an der andern Seite desselben erscheinet.

Der Gebrauch dieses Bradleyschen Netzes ist folgender. Man stellet das Rohr so, daß DF im Tageskreise des einen Sternes liege. Man bemerket, in wie viel Zeit dieser von D bis F gehet, und verwandelt diese Zeit in Grade. Nun sind DF und BE Bögen von ohngefähr gleicher Länge, aber von verschiedenen Halbmessern, und man kann, wie im vorigen Paragraph beweisen, daß Grade BE = Grade DF × Cos Abw. Der Kosinus der Abweichung wird hier im ganzen Netze für unverändert angenommen. Durch diese letzte Formel erhält man ein für allemal die Grade oder vielmehr Gradtheile des Stückes BE vom Meridian.

Gesetzt nun, der andere Stern gehe längs MN, so zählet man die Zeitsekunden seines Durchganges. Diese Zeit wird in Grade verwandelt, und mit dem Kosinus der ohngefähr bekannten Abweichung multipliziret, so bekömmt man die Grade des Bogens BO, welcher eben so lang ist als MN.

Von BE subtrahire BO, so bleibet EO als der Unterschied der Abweichung. Was den Unterschied der geraden Aufsteigung anbetrifft, so wird er eben so gefunden, wie mit dem vorhergehenden Netze.

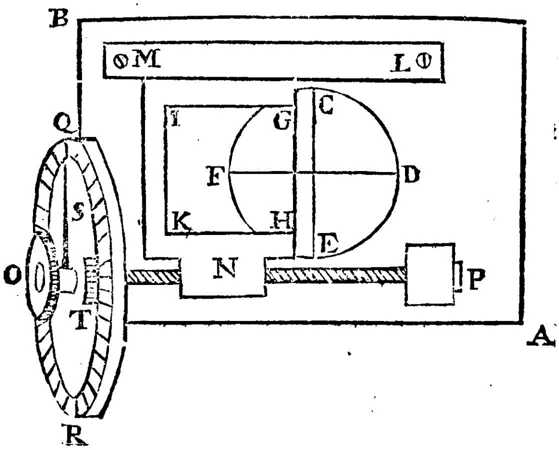
§. 6.

Anstatt der Fäden und metallenen Stäbchen der beiden beschriebenen Netze, kann man auch runde, aber platte Glasscheibchen gebrauchen, und die nothwendigen Striche darauf sehr fein stechen oder ritzen. Denn ein dünnes Glas, welches weder erhaben noch hohl ist, verändert den Gang der Lichtstralen nicht merklich, und

die

die Striche können darauf so fein gemacht werden, daß sie das Gesichtsfeld auf keine merkliche Art verdunkeln. Man kann auf solchen Scheibchen noch mehr Striche anbringen, die zu mikrometrischen Beobachtungen gebrauchet werden können.

§. 7.



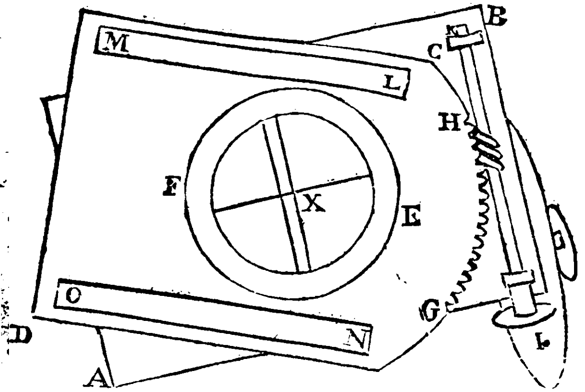
Obgleich alle Vorrichtungen, welche zur Messung kleiner Winkel gebrauchet werden, eigentlich Mikrometer sind, so pfleget man doch diesen Namen ganz besonders einer Vorrichtung zu geben, vermöge welcher ein Faden mit sich selbst parallel in der Gegend des gemeinsamen Brennpunktes eines astronomischen Fernrohres beweget wird, während daß ein oder zwei andere Fäden unbewegt bleiben. Hier folget die Beschreibung eines solchen Mikrometers. AB ist eine metallene Platte, in welcher sich ein rundes Loch CDEFC befindet, welches das Feld des Fernrohres enthalten soll. CE und DF sind zwei kreuzweise gespannete silberne Fäden, mit den Ränden der Platte parallel. GH ist ein anderer silberner Faden

der

der sich mit CE parallel bewegen lassen soll. Zu dieser Bewegung dienen alle übrigen Stücke, nämlich der Läufer oder Schieber GIKH, an welchem der Faden befestiget ist: das Stück LM, welches die Seite GI des Läufers zum Theil bedecket, so daß eine Falze entstehe, worin diese Seite des Läufers gleitet: das Stück N, welches am Läufer befestiget ist, und eine Schraubemutter enthält: die Schraube OP, welche durch die Mutter N gehet, in P aber so gehalten wird, daß sie zwar gedrehet werden, aber nicht rückwärts oder vorwärts weichen kann; so daß die Schraube, wenn sie gedrehet wird, nothwendig die Mutter N nebst dem Läufer GIKH und dem Faden GH fortschiebet. Mit der Schraube drehet sich zugleich ein Zeiger S, welcher auf einem Zifferblatte QR die Hunderttheile jeder Umdrehung weiset. Hinter diesem Zifferblatte kann ein Uhrwerk angebracht werden, um die ganzen Umwendungen zu zählen; zu diesem Behufe wird im Zifferblatte eine Oeffnung T gemacht, durch welche die auf einer beweglichen Scheibe geschriebenen Striche gesehen werden. Von diesen Strichen kommt bey jeder Umdrehung der Schraube ein neuer zum Vorschein. Diese Scheibe wird mittelst eines Räder- oder Uhrwerks beweget, wovon das erste Rad sich mit der Schraube OP drehet.

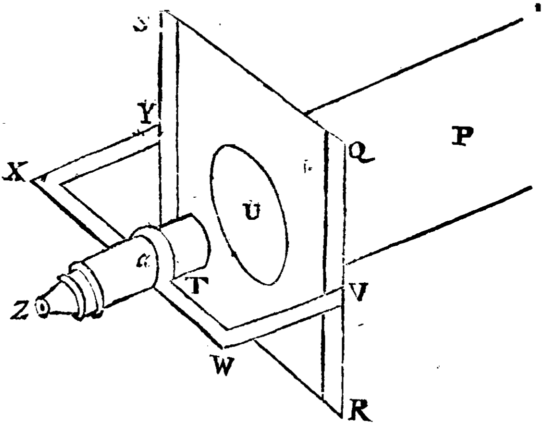
Um der Platte AB des Mikrometers eine kleine Bewegung um den Mittelpunkt X (folgende Figur) herum zu geben, so leget man dieselbe mit ihrer Rückseite, die hier vorgestellet ist, gegen eine andere Platte CD. Diese hat eine Oeffnung, welche etwas größer ist, als diejenige der Platte AB. Aus dem Rande der Oeffnung der Platte AB entspringet ein Ring, der durch die Oeffnung der Platte CD gehet. Dieser Ring hänget mit einem andern EF zusammen, welcher die Platte CD gegen AB, oder diese gegen jene, mit etwas harter Reibung andrücket. Die

Platte



Platte CD wird, wie man bald sehen wird, am Fernrohre fest gemacht, und vermöge des Ringes EF läßt sich die Platte AB um den Mittelpunkt X herumdrehen, jedoch braucht diese Bewegung nur klein zu sein. Um sie zu erhalten, trägt die Platte AB eine Schraube ohne Ende Ik, welche in die Zähne GH der Platte CD eingreift.

Die Befestigung der Platte CD geschiehet vermittelst zweier metallener Leisten LM und NO. Jede hat am Rande einen Vorsprung oder Falz, vermittelst dessen sie in eine Fuge eingelassen werden kann.



P ist

P ist ein Stück des Fernrohres. Es ist in der Gegend, wo der Brennpunkt des Objektivglases hinfällt, unterbrochen, und trägt dort eine Platte SR, welche die Oeffnung U des Fernrohres umgiebt. Diese Platte hat an ihren Rändern zwei metallene Leisten QR und ST, mit Fugen. In diese Fugen werden die Vorsprünge oder Leisten LM und NO der vorigen Figur eingelassen, so daß die Platte CD fest bleibe, die Platte AB aber, welche dem Okularglase zugekehret ist, sich etwas drehen lasse. Die Platte RS der letzten Figur hat zwei Arme VW und YX. Diese tragen vermittelst des Queerstückes WX die Hülse α, worin sich das kleine Rohr Z mit dem Okular ein- und ausschieben läßt, auf daß ein jeder das Okular nach seiner Gesichtsweite stellen könne.

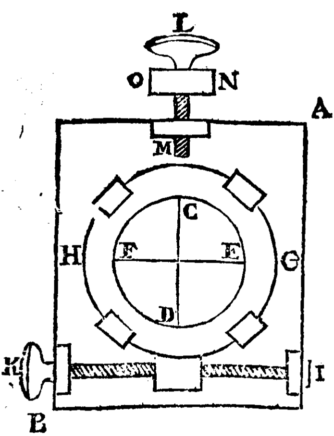
Der Gebrauch dieses Mikrometers erfordert, daß man den Werth einer Umwendung der Schraube genau erforschet habe. Diesen Werth kann man am bequemsten vermittelst des Durchmessers der Sonne erfahren. Den Durchmesser der Sonne bekömmt man, wenn man an einem Mauerquadranten oder einem Durchgangsrohre (instrument des passages) beobachtet, wie viel Zeit die Sonne brauchet, um ganz durch den Meridian zu gehen, und wenn man diese Zeit in Gradtheile verwandelt und sie mit dem Konsinus der Abweichung multipliziret. Weiß man nun den scheinbaren Durchmesser der Sonne, so fasse man ihn zwischen den beiden Fäden des Mikrometers. Hernach zähle man, wie vielmal die Schraube umgedrehet werden muß, bis daß beide Fäden einander berühren. Man dividire den scheinbaren Durchmesser der Sonne durch die Anzahl der Umdrehungen, so hat man den Werth einer jeden.

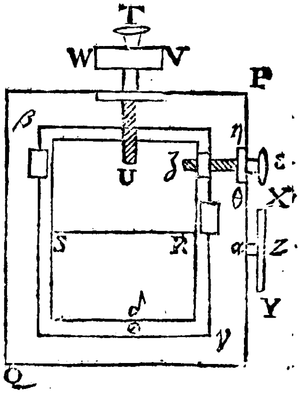
Die kleine Bewegung der Platte, welche den Läufer trägt, ist dazu bestimmet, daß man die Fäden recht genau in eine beliebige Richtung bringen könne, zum Exempel den Faden CE (Seite 252.) genau in den Abchungskreis eines Sternes. Will man ihn genau horizontal haben, so muß am Mikrometer noch eine Richtwaage (niveau) angebracht werden.

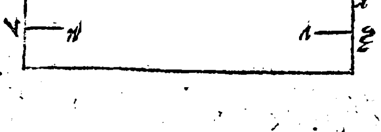
Das beschriebene Mikrometer wird gebrauchet, um die scheinbaren Durchmesser der Planeten zu bestimmen, um die kürzeste Entfernung der Rände zweier Himmelskörper zu finden, um die Unterschiede der Abweichung noch genauer als mit dem Netze (§. 4. und 5.) zu finden, um einen kleinen Unterschied in der Standhöhe oder dem Azimuth zu beobachten, und überhaupt um jede kleine Ausmessung oder scheinbare Entfernung himmlischer Gegenstände zu bestimmen.

§. 8.

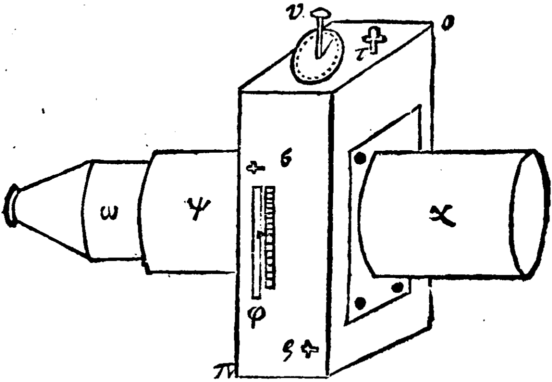
Das vorige Mikrometer ist zwar sehr gut, jedoch hat es die Unbequemlichkeit, daß das Fernrohr dadurch gänzlich unterbrochen wird. Diesem Fehler abzuhelfen, hat man das folgende Mikrometer erfunden, welches nichts anders als eine Veränderung des Vorhergehenden ist.







AB



AB ist eine Platte, welche die unbeweglichen Fäden CD, EF halten soll. Jedoch da die horizontale und vertikale Lage dieser Fäden nicht allemal genau getroffen wird, so wird dafür gesorget, daß die Fäden vermittelst einer kleinen Bewegung gestellet werden können. Zu diesem Ende sind sie in einem Ringe GH gespannet, der sich vermittelst der Schraube IK etwas drehen läßt, und durch einige Ueberschläge gegen die Platte gehalten wird. Auch kann die ganze Platte AB nöthigenfalls etwas gehoben oder erniedrigt werden. Dieses geschiehet vermittelst der Schraube LM; diese wird durch ein Klötzchen NO, das am Deckel der Büchse des Mikrometers befestiget ist, in ihrer Lage erhalten.

Der Rahmen PQ ist bestimmet, den beweglichen Faden zu tragen, und sich mit ihm auf und nieder zu bewegen. Dieses geschiehet durch die Schraube TU, die durch das Stück VW, welches an dem Deckel der Büchse des Mikrometers befestiget ist, in ihrer Lage erhalten wird. Der Stab XY ist neben der Seite des Rahmens mittelst des Stäbchens Zα befestiget, und gehet also mit dem Rahmen auf und nieder. Das Stäbchen Zα gehet durch die Büchse, in welcher ein lothrechter Einschnitt gemacht wird, und dann befindet sich XY außerhalb der Büchse, und zeiget das Auf- und Niedergehen des Fadens, wie bald näher erkläret werden soll.

Um den Faden RS nöthigenfalls, wenn er mit dem anderen EF nicht recht parallel wäre, eine kleine Bewegung zu geben, so spannet man ihn in einem kleineren Rahmen $\beta\gamma$. Dieser wird an den großen gehalten, vermöge einer Schraube δ, die nicht ganz fest ist, und das Drehen des Rahmens $\beta\gamma$ um die Axe δ selbst nicht verhindert. Außerdem kann man ein paar Ueberschläge anbringen, die ein wenig Raum zur Umdrehung übrig lassen. Die kleine Drehung des Rahmens $\beta\gamma$ um die Axe δ geschiehet mittelst der Schraube $\varepsilon\zeta$, welche vermittelst des Stückes $\eta\theta$, das am äußeren Rahmen befestiget ist, in ihrer Lage erhalten wird.

Die Schrauben IK, LM, TU, $\varepsilon\zeta$, werden durch Schlüssel mit viereckigten Löchern gedrehet, deren Griffe hier angezeiget sind. In dem Deckel und den Wänden der Büchse werden Löcher gemacht, wodurch die Schlüssel eingestecket werden können.

$\iota\varkappa$ stellet den Grundriß oder den Boden der Büchse vor. Die kleineren Seitenwände sind mittelst zweier Schienen oder Plättchen von oben bis unten halbiret, deren an den Boden stoßende Enden sind hier in $\lambda\mu$ und $\nu\xi$ vorgestellet. Diese beide Schienen theilen die Büchse in zwei Kammern, die jedoch mittelst einer großen Oeffnung Gemeinschaft haben. In die eine wird die Platte AB, in die andere aber die Platte PQ eingesenket, und dann die Büchse bedecket.

$o\pi$ stellet die Büchse perspektivisch vor. In ϱ stecket der Schlüssel für die Schraube IK, in τ für LM, in σ für $\varepsilon\zeta$, in υ für TU. Diese letzte Schraube trägt, wie man in der Figur siehet, einen Zeiger, mittelst dessen sie auf einem Zifferblatte die Theile der Umwendungen anzeiget. Indessen zeiget der Stab φ oder XY, mittelst einer

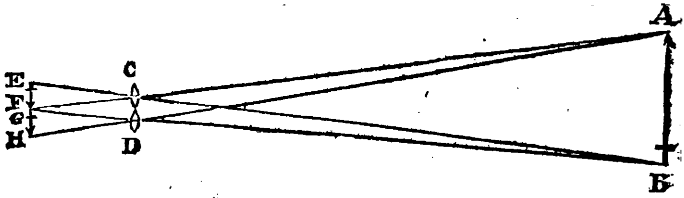
einer kleinen Spitze und einer vertikalen Skala, die ganzen Umwendungen, indem die Theile der Skala eben so weit von einander abstehen, als die Schraubengänge. Die Röhr-Enden χ und ψ sind an der Büchse befestiget, deren größten Wände die gehörigen Oeffnungen haben. Die Röhre χ wird in die Röhre des Teleskops gestecket. Hingegen ψ empfängt das Rohr ω mit dem Okularglase.

Um das Wanken der Schrauben zu verhüten, leget man unter die Platte AB und dem Rahmen PQ am Boden der Büchse Springfedern, welche beide Stücke jedesmal gegen den Deckel hinaufdrücken.

Der Gebrauch dieses Mikrometers ist übrigens völlig wie bei dem vorhergehenden.

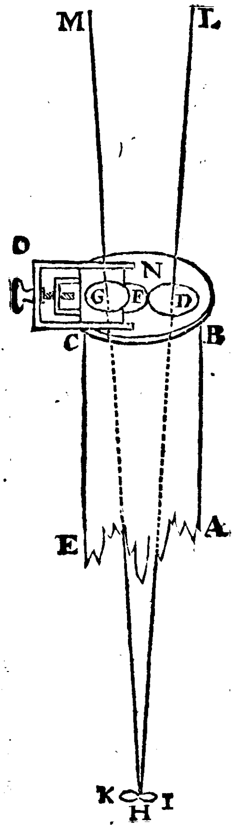
§. 9.

Herr Bouguer hat eine gute Vorrichtung zur Ausmessung der Durchmesser der Sonne und der Planeten erfunden. Sie beruht auf folgender dioptrischen Betrachtung. Es sei AB ein Gegenstand, C und D seien zwei ähnlichgleiche erhabene Glaslinsen, EF und GH die beiden Bilder, welche zwischen den geraden Linien



ACF, BCE, ADH und BDG enthalten sind, die durch die Enden des Gegenstandes und durch die Mitten der Gläser gehen. Gesetzt die Gläser werden zusammengerücket, bis daß beide Bilder sich berühren, so daß die Punkte F und G einander decken, so giebt der Winkel CFD oder CGD den scheinbaren Durchmesser AFB des Ge-

Gegenstandes, so wie er, aus F mit bloßen Augen betrachtet, erscheinet.



Diesem Grundsatze zufolge sei ABCE das dem Gegenstande zugekehrte Ende eines Fernrohres. Anstatt des gewöhnlichen Objektivglases, bedecke man das Ende mit einer Platte BC. In D mache man eine Oeffnung, und befestige darauf das eine Objektivglas. Neben dabei mache man eine länglichte Oeffnung F. Ueber dieser

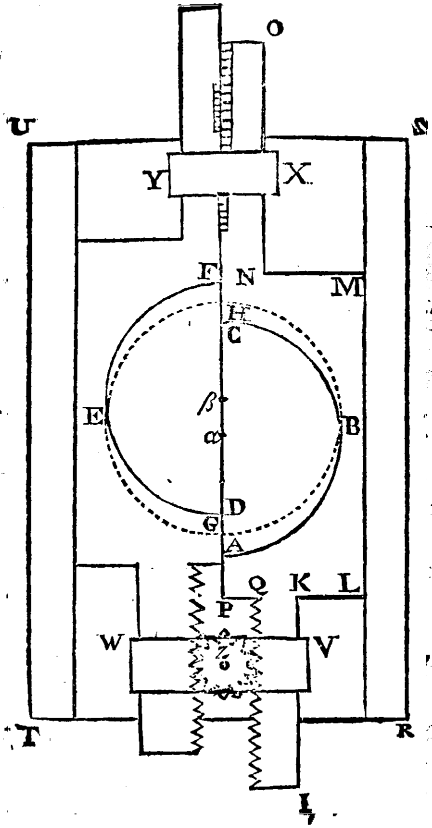
ser Oeffnung muß ein anderes gleiches Objektivglas G sich hin und her bewegen lassen.

Um diese Bewegung zu erhalten, muß das Glas G in einer Platte befestiget werden, die sich in einem Rahmen, ohngefähr wie die bewegliche Platte eines Mikrometers, mittelst einer Schraube fortrücken läßt. Die übrig bleibende Oeffnung F muß man mit schwarzem Papier oder auf eine andere Art bedecken, daß das Tageslicht nicht hinein falle. Gesetzt nun, man wolle die scheinbare Größe der Sonne oder eines Planeten messen, so verrücket man mittelst der Schraube und des Schiebers das bewegliche Objektiv, bis daß man durch das Okularglas bemerket, daß die beiden Bilder HI, HK einander in H berühren. Dann hat man den Winkel DHG, welcher der scheinbaren Größe LHM des Gegenstandes gleich ist. Um nun den Winkel DHG zu messen, braucht man nur die Sehne DG zu messen, und zu suchen, wie viel Gradsekunden sie bespannet, in einem Kreise, dessen Halbmesser der Brennweite DH der Objektivgläser gleich ist. Wenn DH sehr beträchtlich ist, so kann die Sehne DG für den Bogen selbst gelten; und in dieser Voraussetzung pfleget man an der Leiste NO, worin der Schieber läuft, eine Skala anzubringen. Auf dem Schieber selbst zeichnet man einen Nonius, der statt eines Zeigers dienet, und die Entfernung DG in Gradsekunden und Brüchen davon genau angiebt.

Eine solche Vorrichtung wurde vom Erfinder Herrn Bouguer ein **Astrometer** oder **Heliometer** genannt.

§. 10.

Die Engländer haben das Heliometer auf folgende Art etwas verändert. Anstatt zweier ganzer Objektivgläser gebrauchen sie zwei halbe ABC, DEF, die zusammen genommen so groß sind, als die Oeffnung GBHEG des Fernrohres. Diese halben Linsen geben



jede ein ganzes Bild, obgleich etwas schwächer, als wenn jedes Objektiv ganz wäre; denn eine zerbrochene Glaslinse giebt immer ein vollständiges, obgleich, wenn viel fehlet, ein etwas schwaches Bild. Diese halben Gläser können nun verschoben werden, und der Gebrauch ist völlig der nämliche, als wenn sie ganz wären, nämlich man rücket beide Gläser so lange, bis daß beide Bilder einander berühren, und die Entfernung der Mit-

tel-

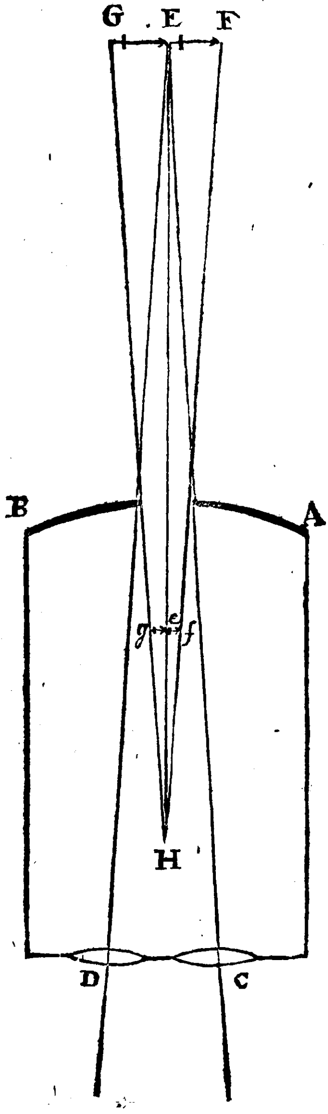
telpunkte beider Gläser giebt ebenfalls den scheinbaren Durchmesser.

Das halbe Glas ABC ist in eine Platte IKLMNOCBAPQI eingeküttet, und das andere DEF in eine ähnliche. Beide Platten liegen auf einer größeren RU, an welcher sie gehalten werden, vermittelst zweier Leisten RS und TU, und zweier Ueberschläge VW und XY, doch so, daß die beiden Platten, welche die Gläser tragen, sich schieben lassen. Die große Platte hat eine Oeffnung GBHEG, so groß als die Oeffnung des Fernrohres. Die Gläser passen genau wie ein einziges Objektivglas zusammen, wenn sie die Oeffnung GBHEG bedecken. Sie lassen sich aber vermöge eines Getriebes Z verrücken, welches in die Zähne eingreift, womit die hervorragenden Theile der kleineren Platten versehen sind, wie es die Figur zeiget. Diese Axe dieses Getriebes kann leicht vom Beobachter selbst beweget werden, wenn man längs dem Rohre einen langen dünnen eisernen Stab anbringet der die Fortsetzung der gedachten Axe sei. Am andern Ende O der Vorrichtung hat die eine der kleineren Platten eine abgetheilte Skala, die andere aber einen Nonius, auf daß man sehen könne, wie viel Sekunden der Kreisbogen betrage, welcher den Abstand $\alpha\beta$ beider Mittelpunkte zur Sehne und die Brennweite beider Gläser zum Halbmesser hat.

§. 11.

Man kann, wenn man will, ein Heliometer vor der großen Oeffnung eines katadioptrischen Teleskops anbringen. Der Gebrauch ist allemal derselbige, als wenn das Heliometer mit einem gewöhnlichen astronomischen Fernrohre verbunden wäre.

Es sei AB der große Spiegel eines katadioptrischen Teleskops, CD eine Platte, welche die große Oeffnung des Teleskops bedecket, und in welcher die beiden ähnlichgleichen mikrometrischen Objektivgläser C und D ange-


G
E
F
B
A
g
e
f
H
D
C

gebracht werden. Diesen Gläsern giebt man eine beträchtliche Brennweite. Gesetzt sie werden so gestellet, daß die Bilder EF, EG des Gegenstandes einander berühren würden, wenn sie zur Wirklichkeit kommen könnten, so muß man den Grundsätzen der Katoptrik zufolge, die Punkte F, E, G und die übrigen Punkte beider Bilder in Betrachtung des Spiegels AB als Gegenstände in negativer Entfernung betrachten. (Optik. H. V. §. 8) Jeder dieser Punkte hat sein Bild vor dem Spiegel, in einer geraden Linie, welche vom abzubildenden Punkte zum Mittelpunkte H des Spiegels gehet, zwischen dem Spiegel selbst und seinem Brennpunkte. Z. B. der Punkt E wird abgebildet in *e*, F in *f* und G in *g*. So gehet es mit den übrigen Punkten beider Bilder EF und EG. Man siehet, daß die in *ef* und *eg* entstehenden zweiten Bilder einander berühren, sobald sich die ersten Bilder EF und EG berühren.

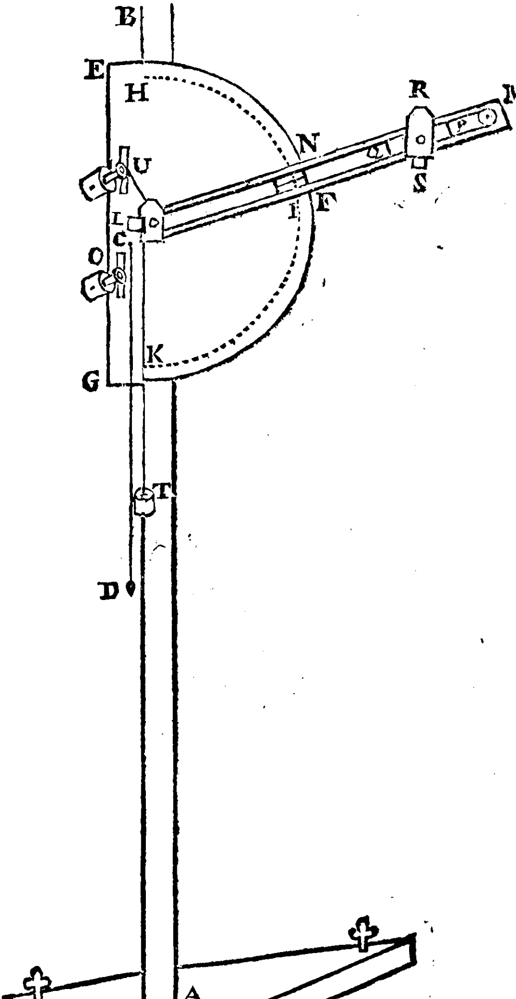
Wenn man nun das Bild *feg* als ein einzelnes betrachtet, das aus zwei Hälften bestehet, die sich berühren, so kann es durch einen zweiten Spiegel, oder durch Okulargläser, so oft man will wiederum abgebildet werden; es muß, den Regeln der Dioptrik zufolge, immer unter derselbigen Gestalt erscheinen; und wenn auch das doppelte Bild nicht sogleich zur Wirklichkeit kömmt, sondern wenn die Lichtstralen, noch ehe sie das Bild machen, von einem anderen Spiegel oder einer Glaslinse aufgefangen werden, so muß man es wiederum als einen Gegenstand in negativer Entfernung ansehen, und wie vorher beweisen, daß aus dem doppelten Bilde immer wieder ein ähnliches doppeltes entstehet, bis zum letzten Bilde, welches der Beobachter unmittelbar durch das dem Auge am nächsten gelegene Okularglas zu sehen glaubet.

Hieraus erhellet also, daß alle auf einander folgende wirkliche oder imaginäre Bilder einander im selbigen Augenblicke berühren, und daß hier die mikrometrische Vorrichtung dieselbige Wirkung thut, als wenn sie selbst die Stelle des Objektivs verträte, und keine Spiegel vorhanden wären. Sobald also der Zuschauer durch das Okularglas siehet, daß die letzten Bilder einander berühren, so kann er schließen, daß auch die ersten imaginären Bilder EF und EG einander berühren. Geschiehet aber dieses, so ist ∠ CED der scheinbare Durchmesser des Gegenstandes, und CD ist die Sehne dieses Winkels für den Halbmesser CE, welcher der Brennweite der Objektivgläser gleich ist. Es können demnach hier eben solche Vorrichtungen angebracht werden, wie in beiden vorigen Paragraphen, entweder mit ganzen Gläsern, oder mit halben.

§. 12.

Zu den neuesten Arten von Mikrometern gehören die Lampenmikrometer, deren sich Herr Herrschel bedienet, und wovon man die Beschreibung in Herrn **Schröters Beiträgen zu den neuesten astronomischen Entdeckungen** findet.

AB ist ein lothrechter Baum, welcher etwas höher sein muß, als der Stand des Auges, wenn man durch ein Herrschelsches Teleskop beobachtet. Er stehet auf einem dreieckigten Fuße, der sich mittelst dreier Stellschrauben so richten läßt, daß der Baum vertikal sei. Diesen vertikalen Stand erkennet man vermöge des Bleiloths CD, welches an der Scheibe EFG hänget. Diese Scheibe ist von Holz, sowohl als der Baum und sein Fuß. Die Scheibe läßt sich am Baume auf- und niederschieben. Zu diesem Behufe hat sie hinten zwei Oesen oder Klammern, womit sie den Baum umfasset, und Druckschrauben, mittelst welcher die Oesen mehr oder weniger am Baume fest gehalten werden. Die Oesen und Schrauben sind in der Figur nicht sichtbar,


B
E
H
R
M
N
U
L
F
I
C
O
K
G
T
D
A

können aber leicht hinzugedacht werden. Auf der Fläche der Scheibe ist ein halber Zirkel HIK beschrieben und eingetheilet. Die Scheibe machet auch einen halben Kreis, welcher mit HIK konzentrisch ist, nebst noch einem Stücke HEGK, welches nicht zum halben Kreise gehöret. Um den gemeinsamen Mittelpunkt beider Halbkreise drehet sich ein messingenes Lineal LM, welches in der Gegend N eine Oeffnung hat, durch welche die Abtheilungen des Halbkreises HIK gesehen werden können. Mitten durch diese Oeffnung wird ein Faden gezogen, der die Grade genau anzeiget. Bei N ist an dem Lineale eine Schnur gebunden. Diese gehet in einer Vertiefung oder Aushölung des Randes der Scheibe, von N bis E, dort gehet sie über eine kleine Rolle, welche in der Dicke des Brettes angebracht ist. Von der Rolle an gehet die Schnur herab bis zur Gegend O; dort wickelt sie sich auf eine Trommel, die ebenfalls in der Dicke des Brettes lieget, deren Axe aber durch das Brett gehet, und bei O von auswendig gedrehet werden kann. Um sie auch aus einiger Entfernung drehen zu können, ist bei O ein Doppelgelenk angebracht, und dieses wird mittelst eines langen Stabes, den man zum Gebrauche daran befestiget, beweget. Drehet man nun das Doppelgelenke, so drehet sich zugleich die Trommel bei O, die Rolle oben bei E und das Lineal LM, weil alle drei mittelst der Schnur in Verbindung stehen.

Bei L ist eine Laterne angebracht, mit einem kleinen in der vordern Wand gemachten Loche, durch welches man die inwendigen Flamme der Lampe nur wie einen hellen Punkt siehet. Diese Laterne stehet vor dem Lineale, ohne es zu berühren, und wird mittelst eines gekrümmten Armes an der hölzernen Scheibe befestiget. Sie muß so angebracht werden, daß das kleine Loch, wodurch die Flamme gesehen wird, gerade vor der Bewegungsaxe des Lineals stehe. Im Lineale ist eine Vertie-

fung

fung, in welcher ein Schieber PQ sich bewegen läßt. An diesem hängt eine zweite Laterne RS, welche sich um eine am Schieber befestigte Axe drehet. Sie hat ebenfalls ein kleines Loch, welches mit der gedachten Axe in einer geraden Linie lieget. Sie ist unten bei S mit einem Stücke Blei beschweret, damit sie immer in ihrer vertikalen Lage bleibe, während daß das Lineal gedrehet wird. Gegen das Ende M des Lineals ist eine kleine Rolle angebracht. Ueber diese gehet wiederum eine Schnur. Am untern Theile derselben ist der Schieber befestiget, welcher die Laterne RS trägt. Dieser Theil der Schnur gehet über eine Rolle, die sich am Lineale befindet, die aber in der Figur durch die Laterne L verstecket wird; von dort hänget die Schnur frei herunter, und trägt ein Gewicht T, welches stark genug sein muß, um die Laterne RS bei jeder Lage des Lineals zu überwiegen, und solche nach dem Mittelpunkte hinzuführen, wenn sonst nichts hindert. Der obere Theil der Schnur gehet in eins fort, von der bei M befindlichen Rolle bis zu einer andern Rolle, die sich auch am Lineale hinter der Laterne L befindet. Von dort gehet sie in schiefer Richtung aufwärts nach U hin; dort ist eine Trommel, worauf sich die Schnur wickelt, und welche durch ein Doppelgelenk beweget wird, und das Doppelgelenk wird selbst mittelst einer langen Stange regieret, wie das andere bei O. Drehet man das Doppelgelenk U samt der Trommel, so drehet sich zugleich die obere Rolle hinter der Laterne L, wie auch die Rolle bei M, so daß der untere Theil der Schnur entweder länger oder kürzer wird, und die Laterne RS sich dem Mittelpunkte nähert oder sich von demselben entfernet, indem das Gewicht T die ganze Schnur immer straff anziehet, und sich bestrebet, die Laterne zum Mittelpunkte hinzuzubringen, welches aber durch die Gegenwirkung der Trommel verhindert wird. Es muß dafür gesorget werden, daß die

Trom=

Trommeln bei O und U genug Reibung ausstehen, damit sie nicht von selbst zurückgehen.

Der Gebrauch dieses Mikrometers ist folgender. Es ist bekannt, daß man mittelst eines Newtonischen oder Herrschelschen Teleskops den Gegenstand, der in der verlängerten Axe des Teleskops lieget, allemal in einer horizontalen Linie siehet, die mit gedachter Axe einen rechten Winkel machet. Um das beschriebene Mikrometer gebrauchen zu können, machet man im Tubus, wenn er zu breit ist, zwei entgegengesetzte Oefnungen, so daß man mit dem linken Auge queer durch den Tubus sehen könne, während daß das rechte das Bild mittelst des Okularglases betrachtet; diese Oefnungen werden durch Schieber bedecket, sobald man sie nicht brauchet. Ist der Tubus nicht breit, so kann das linke Auge unter, über oder neben wegsehen, ohne daß Oeffnungen nöthig seien. Wenn man nun den Abstand zweier nahe an einander liegender Punkte am Himmel bestimmen will, so stelle man den Baum des beschriebenen Mikrometers vor sich, jenseit des Tubus in der Richtung, in welcher das Bild gesehen wird, so weit vom Orte des Auges oder vom Okularglase, daß man die hellen Punkte der Laternen mit dem linken Auge deutlich sehen könne, und daß man die Doppelgelenke O und U durch leichte Handstangen bequem regieren könne, ohne das Auge vom Okular zu entfernen, also etwa in einer Entfernung von 4 bis 8 Fuß. Man stelle das Instrument auch so, daß die Scheibe mit der Axe des Teleskops, oder diese mit der Scheibe parallel sei; und stelle die Scheibe so, daß ihr Mittelpunkt so hoch sei, als das Auge des Beobachters. Nun mache man, vermöge einer kleinen Bewegung des Teleskops, daß einer von den himmlischen Punkten, die man mit dem rechten Auge durch das Okular siehet, den hellen Punkt der Laterne L decke, den man mit dem linken Auge siehet. Jetzt drehe man unverzüglich mittelst

der

der einen Handstange das Lineal LM, und mittelst der andern Handstange verschiebe man die Laterne RS, bis daß der mit dem rechten Auge gesehene zweite himmlische Punkt den mit dem linken Auge gesehenen hellen Punkt der Laterne RS zu decken scheine.

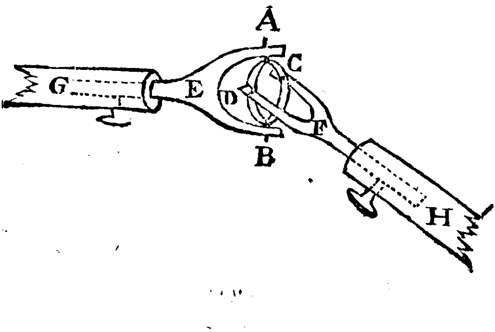
Man stelle sich ein Dreieck vor, welches die leuchtenden Punkte bei L und R, und das linke Auge des Zuschauers zu seinen drei Scheiteln hat, so kann ein solches Dreieck als gleichschenkelicht angesehen werden, indem das Auge allemal ohngefähr gleich weit von L und von R stehet. Man betrachte demnach den Abstand des Mikrometers vom Auge als einen Halbmesser, und LR als eine Sehne, so wird sich der Winkel am Auge ergeben, unter welchem der Abstand LR gesehen wird.

Da nun das rechte Auge die beiden himmlischen Punkte ebenfalls in L und R siehet, so machen die Stralen dieser himmlischen Punkte im rechten Auge den selbigen Winkel, den die hellen Punkte der Laternen im linken machen. Man hat also den durch das Teleskop gesehenen scheinbaren Abstand beider himmlischen Punkte in Theilen von Graden. Man dividire den gefundenen Winkel durch die Zahl, welche anzeiget, wie vielmal das Teleskop die Gegenstände oder eigentlich die Gesichtswinkel vergrößert, so bekömmt man den Winkel, unter welchen die beiden himmlischen Punkte mit bloßen Augen gesehen werden, welcher aber meistens zu klein ist, als daß man ihn unmittelbar mit hinlänglicher Genauigkeit messen könnte.

Die Grade des Bogens HI können dienen, um die Lage der geraden Linie, die durch beide himmlische Punkte gehet, in Betrachtung des Horizonts zu bestimmen. Hierbei müßte aber die Neigung des Teleskops gegen den Horizont mit in Anschlag genommen werden; da sich aber diese Neigung durch Herrn Herrschels Vorrichtung nicht angeben läßt, so ist der halbe Zirkel HIK nebst seinen

Eintheilungen ziemlich überflüssig. Auch ist er ein neuerer Zusatz, der nicht von Herrn Herrschel herstammet. Uebrigens kann das beschriebene Herrschelsche Mikrometer keine vollkommene Genauigkeit leisten. Denn erstens werden beide Linien vom Auge bis zu den beiden hellen Punkten der Laternen als gleich angenommen, welches selten der Fall ist; man könnte auch die eine als die Hypothenuse, die andere aber als die längere Kathete eines rechtwinkeligen Dreiecks betrachten, welches aber ebenfalls selten eintrifft: ferner wird angenommen, daß zwei Dreiecke, welche beide LR zur Basis haben, und wovon das eine dem Scheitel im linken Auge, das andere aber den seinigen in der Mitte des Okularglases hat, ähnlichgleich sind, welches nicht ganz richtig ist. Indessen isi der Irrthum allemal klein, und das Herrschelsche Mikrometer kann immer mit Nutzen gebrauchet werden, wenn man sich nur nicht zu sehr auf dessen Genauigkeit verläßt.

Die **Doppelgelenke**, die in der Beschreibung dieses Mikrometers erwähnet worden, können in verschiedenen Fällen bei astronomischen und anderen Instrumenten gebrauchet werden. An zwei entgegengesetzten Punk-



ten

ten A und B eines messingenen Ringes ADBCA, sind kleine Stifte oder Zapfen angebracht, welche dem Stücke AEB zur Axe dienen, so daß sich dies Stück um die Axe AB herumdrehen läßt, während daß ADBCA unbewegt bleibet, oder daß der Ring ADBCA sich um dieselbige Axe drehen läßt, während daß AEB unbewegt bleibet. An zwei andern entgegengesetzten Punkten C und D des Ringes ADBCA, 90^{g} von den Punkten A und B, befinden sich wiederum zwei Zapfen, welche dem Stücke CFD zur Axe dienen. Das Stück AEB wird an die Welle G angeschraubet, die man drehen will, und das andere Stück CFD an einen langen Stab H, mittelst dessen man G drehen kann. Durch eine solche Einrichtung erhält man den Vortheil, daß es nicht nöthig ist, daß der Stab H mit der umzudrehenden Axe G ganz in einer geraden Linie sei, denn durch das Drehen des Ringes ADBCA um den Durchmesser AB, und des Stückes CFD um den Durchmesser CD, entstehet eine Nachgiebigkeit, mittelst welcher die drehende Bewegung des Stabes sich auch in schiefer Richtung der Welle G mittheilet.

§. 13.

Das Herrschelsche Lampenmikrometer hat Herrn Oberamtmann Schröter veranlasset, ein neues Scheiben-Lampenmikrometer zu erfinden, welches nicht nur den Durchmesser einer planetischen Scheibe, sondern auch die Lage eines jeden Punktes innerhalb derselben unmittelbar angiebt. Ferner hat derselbe erfunden: eine neue bei Abzeichnung der Sonn- und Mondflecken nützliche Projekzionsmaschine. Beide Maschinen beruhen, wie das Herrschelsche Mikrometer, auf dem Gebrauche beider Augen zugleich, indem das eine allemal durch das Okularglas, das andere aber blos durch die Luft siehet. Die Beschreibung dieser Erfindungen wäre für meinen Zweck zu weitläuftig. Man findet sie in den schon (Seite 266) erwähnten Beiträgen. Sie haben mit dem Herschelschen Mikrometer diese Unbequemlichkeit gemein, daß, durch die verschiedene Lage beider Augen, die Gesichtswinkel etwas verrücket werden.

Achtes Hauptstück.

Von der Eintheilung der Zeit.

§. 1.

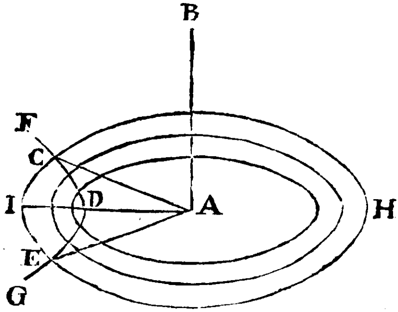
Die Zeit, welche von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum folgenden oder von einem Mittage bis zum folgenden verfließt, heißt ein Nachttag (nychthemeron). Sie wird in 24 Stunden von gleicher Dauer eingetheilet, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden, die Sekunden aber werden meistens in Zehntel, Hundertel, Tausendtel u. s. w. eingetheilet. Sonst kann man auch auf die Sekunde 60 Terzien, auf die Terzie 60 Quarten u. s. w. rechnen. Die Stunden werden vom Mittage an bis 12 das heißt bis Mitternacht gezählet, und von Mitternacht wiederum bis 12, das heißt bis zum folgenden Mittage. Jedoch pfleget man in astronomischen Rechnungen auch 24 Stunden nacheinander von einem Mittage bis zum andern zu zählen. In diesem Falle wird der Mittag als Anfang des Nachtages betrachtet. Im gemeinen Leben zählet man die Tage von Mitternacht zu Mitternacht. Z. E. Heut haben wir den 30ten Mai und dieser 30te Mai dauert von der vorigen Mitternacht bis zur nächst folgenden. Bei den Astronomen aber fängt der 30te Mai erst heute Mittag an, und dauert bis zum künftigen Mittage; so daß die Morgenstunden von den Astronomen immer dem vorhergehenden Tage zugerechnet werden.

den. Jedoch gebrauchen die Astronomen diese Art zu zählen nur bei ihren Rechnungen, nicht aber in Calendern und Ephemeriden.

Die Natur theilet die 24 Stunden jedes Nachttages in 2 meistens ungleiche Theile nämlich die **Nacht**, während welcher die Sonne unter dem Horizonte ist, und den **Tag** während welchem sie über dem Horizonte ist; vor und nach dem eigentlichen Tage kommt die **Morgen- und Abenddämmerung**, welche von den Astromen zur Nacht, im gemeinen Leben aber größten Theils zum Tage mit gerechnet wird.

§. 2.

Man siehet aus den vorigen Erklärungen, daß die richtige Abmessung der Zeit vorzüglich auf der genauen Kenntniß des Mittags beruhet. Der Zeitpunkt des Mittags ist aber nicht so leicht zu bestimmen, als ein Unwissender sichs vorstellen möchte. Das älteste und bekannteste Mittel dazu ist der **Gnonom**, das heißt ein Stab, dessen Schatten man beobachtet. Ein solcher Stab kann folgender Weise zur Bestimmung der Mittagslinie und des Mittags gebrauchet werden.



Auf einer horizontalen Ebne beschreibe eine Kreislinie HI, nnd errichte in der Mitte den lothrechten

Stab

Staab AB, so beschreibt das Ende des Schattens eine krumme Linie GDF. Merke Vormittag die Stelle E, wo das Ende des Schattens oder die krumme Linie durch die Kreislinie HI gehet. Merke Nachmittag die Stelle C, wo das nämliche zum zweitenmal geschiehet. Halbire den Bogen CE in I, und ziehe AI, so ist AI die Mittagslinie; denn da die Sonne Nachmittag eben so sinkt wie sie Vormittag gestiegen ist, und da sie 2 oder 3 Stunden Nachmittag wieder eben so niedrig ist, als sie 2 oder 3 Stunden Vormittag war, so entstehen die gleichen Schatten AC, AE in gleichen Entfernungen vom Mittage, und die Mittagslinie gehet durch die Mitte des Winkels EAC oder des Bogens EC.

Jedesmal nun, wenn der Schatten auf die gezogene Mittagslinie fällt, so ist es Mittag an der Sonne.

Die vorgeschriebene Methode setzet voraus, daß die Sonne an jedem Tage einen wirklichen Kreis zu beschreiben scheint, dessen Nachmittagsbogen eben so groß ist, als der Vormittagsbogen. Dieses ist aber nicht ganz der Wahrheit gemäß, weil die Sonne während ihres täglichen Umlaufs, zugleich ihre Standbreite etwas verändert, und also am Himmel eine Art von Spirallinie oder Schraubenlinie zu beschreiben scheint. Um allem Irrthume der daraus entstehen könnte vorzubeugen, ist es am besten, daß man die Beobachtung zur Zeit der Sonnenwende, das ist am 20ten Junius oder am 21ten Dezember, auch wohl kurz vor oder nach diesen Tagen, anstelle; weil die Sonne um diese Zeiten ihre Standbreite nur sehr wenig verändert. In einer der folgenden Aufgaben wird man sehen, wie man auch ohne die Zeit der Sonnenwenden zu erwarten, den Mittag den man durch zwei gleiche Sonnenhöhen gefunden hat, allemal verbessern kann.

Der Gebrauch des Gnonoms wird durch den Halbschatten, welcher den wahren Schatten umgiebt, etwas unsicher gemacht. Deswegen pflegen einige das obere Ende des Stabes platt zu machen, und ein kleines Loch durchzubohren; alsdann entstehet im Schatten ein heller Fleck dessen Mittelpunkt leicht zu treffen ist. Jede kleine Oefnung in einer Mauer oder einem Brette, wodurch das Sonnenlicht auf eine wagerechte Ebene fällt, kann statt eines Gnonoms gebrauchet werden.

Anmerkung. Das vorhergehende Verfahren beruhet auf der allgemeineren Methode der **gleichen** oder **korrespondirenden Höhen**, welche darin bestehet, daß man die Sonne Vor- und Nachmittag in einerlei Höhe oder in andern Fällen im Frühling und Sommer oder im Herbst und Winter in einerlei mittäglicher Höhe beobachte, und daraus die jedesmal beabsichtigten Folgerungen ziehe. Wir werden noch andere Anwendungen dieser Methode anzuführen haben.

§. 3.

Zur genauen Bestimmung des Mittags gehört die unmittelbare Beobachtung des Durchgangs der Sonne durch den Meridian. Dazu kann ein schon gestelltes Durchgansrohr (Passagen-Instrument) oder ein richtig aufgestellter Mauerquadrant gebraucht werden. Das Objektivglas muß durch Vorschiebung einer wenig durchsichtigen Glasscheibe verdunkelt werden. Ferner muß man eine Sekundenuhr in der Nähe haben. Es ist aber nicht nöthig, daß sie richtig gestellet sei. Denn es kömmt nur darauf an, daß man sagen könne, der Mittelpunkt der Sonne ging durch den Meridian, oder es war an der Sonne Mittag, da die Uhr so und so viel Stunden, Minuten und Sekunden zeigte.

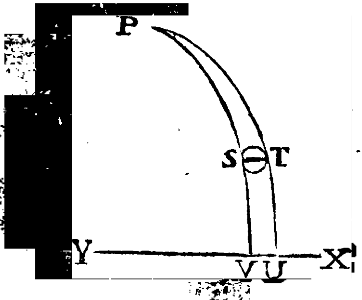
Bei diesem Geschäfte ist nur eigentlich vom Mittelpunkte der Sonnen die Rede. Da aber dieser Mittelpunkt nichts Merkwürdiges hat woran man ihn erkennen könnte, so gebrauchet man an dessen

Stelle

Stelle die Rände der Sonne. Hat man die Durchgänge beider Rände genau beobachtet, welches vermittelst der Mikrometer geschiehet, die in Fernröhren angebracht sind, und hat man an der Uhr die Zeiten bemerket, so sucht man die mittlere Zeit zwischen beiden Beobachtungen und bekömmt dadurch den Zeitpunkt wo der Mittelpunkt der Sonne durch den Meridian ging, nach der gebrauchten Uhr gezählet. Oft aber erlaubet das Wetter nicht die Durchgänge beider Rände zu beobachten, oder man will sich die Mühe der zweiten Beobachtung ersparen; dann brauchet man nur zu wissen, in wie viel Zeit der halbe Durchmesser der Sonne durch den Meridian gehet, und diese Zeit zur Zeit der Beobachtung zu addiren, oder sie von derselben zu subtrahiren, um den Zeitpunkt des Durchganges des Mittelpunktes zu finden.

Es ist aber die Dauer des Durchganges des Durchmessers nicht im ganzen Jahre einerlei, und dieses rührt von 2 Ursachen her. Erstlich ist der scheinbare Durchmesser der Sonne bald kleiner bald größer, welches machet, daß er bald weniger bald mehr Zeit zum Durchgange erfordert. Diese ungleiche scheinbare Größe entstehet daher, daß die Sonne das ganze Jahr durch nicht in einerlei Entfernung von der Erde ist; wie in der Folge gelehret werden soll. Zweitens ist die Sonne nicht immer in gleicher Entfernung vom Aequator. Je weiter sie vom Aequator abstehet, desto mehr Gradminuten nimmt sie in gerader Aufsteigung ein. Diese beiden Ursachen müssen also zusammen erwogen werden, wenn die Dauer des Durchganges der ganzen oder halben Sonne gefunden werden soll. Was die Veränderung der scheinbaren Größe der Sonne betrift, so kann man fürs erste ihren scheinbaren Durchmesser aus den Ephemeriden nehmen, wo er von 6 zu 6 Tagen angezeigt ist. Was aber die Entfernung der Sonne vom Aequator anbelanget,

get, so kann sie folgender Weise in Anschlag genommen werden.



Es sei XY der Aequator, TS der Durchmesser der Sonne, P der Pol. Ziehe in Gedanken durch beide Rände der Sonne die Aufsteigungszirkel PV, PU, so muß der westliche Rand der Sonne von S bis T gehen, um den Durchgang des Diameters zu vollenden; dieses macht in gerader Aufsteigung einen Bogen VU der in Zeit verwandelt werden kann, 15 Grade auf eine Stunde gezählet, oder 15 Gradminuten auf eine Zeitminute, und 15 Gradsekunden auf eine Zeitsekunde.

Wenn man den Durchmesser der Sonne als bekannt annimmt, so läßt sich leicht VU finden. Denn es ist sin PS : sin PV :: ST : VU (Seite 151). Nun ist sin PS = Cos VS = Cos ⊙ Abweichung; PV ist $\frac{1}{4}$ Zirkel, also sin PV = 1, folglich Cos ⊙ Abw. zu 1 wie ⊙ Durchm. zu VU daher VU = $\frac{\odot \text{ Durchm.}}{\text{Cos} \odot \text{ Abw.}}$

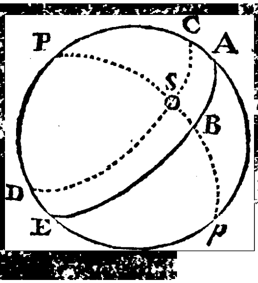
In den Ephemeriden findet man von 6 zu 6 Tagen die halbe oder ganze Dauer des Durchgangs der Sonne durch den Meridian schon berechnet. Die halbe Dauer verändert sich von ohngefähr 1 Zeitminute 4 Sekunden, bis 1 Zeitminute 11 Sekunden. Der scheinbare Durchmesser der Sonne beträgt immer etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Grad

Wäre

Wäre der Durchmesser = 30 Minuten, und die Sonne immer im Aequator, so wäre die Dauer der Kulmination = $\frac{30}{15}$ = 2 Zeitminuten, und die halbe Dauer folglich 1 Minute.

§. 4.

Wenn man ausser der Mittagszeit durch die Pole und den Mittelpunkt der Sonne einen Kreis ziehet, wecher also ein Aufsteigungskreis ist, so machet dieser mit dem Meridian des Ortes, wo man ist, einen Winkel, welchen man den **Stundenwinkel** nennet, weil er in Stunden, Minuten und Sekunden gerechnet, zu erkennen giebt, seit wie viel Stunden die Sonne durch den Meridian gegangen ist, oder nach wie viel Stunden sie durchgehen wird. Denn der gedachte Winkel hat eben so viel Grade, als der Bogen des Tageskreises der Sonne, welcher zwischen dem erwähnten Aufsteigungskreise und den Meridian des Ortes begriffen ist. Es



seien P und p beide Pole, PAp der Meridian des Ortes, PS:p der Aufsteigungskreis der Sonne S, AE der Aequator, CD der Tageskreis der Sonne, so ist ∠ APB der Stundenwinkel, welcher eben so viel Grade hat, als der Bogen AB des Aequators, oder als der Bogen CS des Tageskreises. Wenn man diese Grade in Zeit ver-

verwandelt, 15 Grade auf jede Stunde gerechnet, so hat man die Zeit während welcher die Sonne den Bogen CS beschreibet. Wenn man an die Stelle der Sonne S den Mond oder einen Planeten setzet, so ist ∠ APB ebenfalls der Stundenwinkel dieses Körpers.

§. 5.

Wenn man wissen will, ob eine Uhr nach der Sonne richtig gehet, oder um wie viel sie zu früh oder zu spät gehet, so kann man den Durchgang der Sonne durch den Mittagskreis beobachten, wie oben (§. 3) gelehret worden. Indessen setzet diese Methode voraus, daß man schon ein Instrument genau in der Ebene des Mittagskreises gestellet habe, welches weder leicht zu thun noch leicht zu erkennen ist. Besser ist die Methode der korrespondiren Höhen (§ 2 Anmerk.) Man beobachte die Höhe der Sonne, mittelst eines beweglichen Quadranten, Vormittag zu einer beliebigen Stunde, und bemerke zu gleicher Zeit, wie viel Stunden, Minuten und Sekunden die Uhr zeiget. Nachmittag beobachte man den Augenblick wo die Sonne wieder die nämliche Höhe hat, und man merke sich wiederum was die Uhr zeiget. Man addire beide Zeiten so wie sie die Uhr gezeiget hat. Machen sie zusammen 12, so gehet die Uhr mit der Sonne, und sie hat 12 gezeiget im Augenblicke, da die Sonne durch den Meridian ging. Macht die Summe nicht 12, so halbire man die Summe und addire 6 dazu; dann hat man was die Uhr zeigte, im Augenblicke da die Sonne im Meridian war.

Das arithmetische Verfahren hierbei ist weiter nichts, als das Suchen der arithmetischen mitleren Proporzionalzahl zwischen den beiden an der Uhr bemerkten Zeichen. Es sei a die Vormittagszeit, welche bemerket worden und b die Nachmittagszeit. Wenn man beide Zeiten von der vorigen Mitternacht an rechnet, um einen

gemein-

gemeinschaftlichen Anfangspunkt der Zeit zu haben, so ist eigentlich die Nachmittagszeit $12 + b$. Man nehme zwischen a und $12 + b$ oder $b + 12$ die mittlere arithmetische Größe, so ist sie

$$\frac{a + b + 12}{2}$$

$$\text{oder } \tfrac{1}{2}(a + b) + 6$$

Soll nun diese mittlere Größe genau auf 12 treffen, so muß sein

$$\tfrac{1}{2}(a + b) + 6 = 12$$
$$\tfrac{1}{2}(a + b) = 6$$
$$a + b = 12$$

Wenn $\frac{1}{2}(a + b) + 6$ mehr als 12 beträgt, so ziehet man 12 davon ab, weil die Uhren nur bis 12 zeigen und schlagen.

Die Zeiten zu den Beobachtungen pfleget man gegen 9 Uhr Vormittags und 3 Uhr Nachmittags zu wählen, weil alsdann dir Höhe der Sonne sich schnell genug verändert, um keine beträchtliche Ungewißheit zu überlassen, und weil die Zwischenzeit nicht lang genug ist, um daß im Gange der Uhr eine merkliche Veränderung geschehen könne.

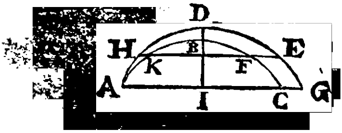
Zu mehrerer Sicherheit nimmt man diese Operazion mehrmals Vormittag und folglich auch mehrmals Nachmittag vor, alles an einem und demselbigen Tage. Wenn die Resultate nicht genau stimmen, so suchet man das Mittel zwischen ihnen, nämlich man addiret sie und dividiret die Summe durch die Anzahl der Aggreganden.

Da die Sonne allmählig ihre Standbreite ändert, so ist die vorgeschriebene Methode nicht ganz richtig, denn sie sezet voraus, daß die Sonne einen wahren Zirkel beschreibet der gegen die Ebne des Meridians senkrecht ist; in der That aber ist der scheinbare tägliche

Weg

Weg der Sonne am Himmel eine Art von Schrankenlinie oder Spirallinie, wie schon erinnert worden.

Wenn die Sonne sich dem Nordpol nähert, so werden ihre Tagesbögen immer größer und größer; und da diese Vergrößerung nicht plötzlich, sondern allmählig geschiehet, so folget daraus, daß die Sonne nach Mittag mehr Zeit gebrauchet um bis zu einer großen Höhe herabzugehen, als Vormittags, um von derselbigen Höhe bis zum Meridian zu steigen.

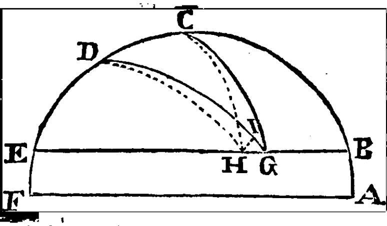


Es sei DI der Meridian des Orts. Es sei ABC der scheinbare Weg der Sonne über dem Horizont CA, so wie er sein würde, wenn die Sonne vom Morgen bis zum Abend ihre Abweichung nicht änderte. Es sei aber ADG der wirkliche Weg der Sonne indem sich der Tagesbogen allmählig erweitert. Ginge die Sonne längs den Wege ABC, so wäre AB = BC und die Sonne würde von ihrem Aufgange bis zum Mittage eben so viel Zeit zubringen als hernach von Mittage bis zum Untergange. Ebenfalls wenn man FK mit dem Horizonte parallel ziehet, so ist KB = BF, und die Zeiten, in welchen die Sonne sich in den gleich hohen Punkten K und F befindet, sind vom Mittage gleich entfernet.

Weil aber die Sonne den Weg ADG nimmt, so ist DE größer als HD, desgleichen ist DG größer als AD, und die Sonne brauchet Nachmittags mehr Zeit um vom Meridian bis zu einer großen Höhe E oder bis zum Horizonte in G zu kommen, als sie des Morgens gebrauchet hat, um von einen gleich hohen Punkte H oder vom Horizonte A bis zum Meridian zu steigen.

Umge-

Umgekehrt verhält sich es, wenn die Sonne nach dem Südpol hingehet. Dann werden die Tageszirkel immer kleiner und kleiner, und die Nachmittagszeiten kürzer als die Vormittagszeiten.



Nun sei ACF der Meridian des Orts, C der Zenith, D der Pol, AF der Horizont, BE ein mit dem Horizonte peraralle Zirkel oder ein Almikanter. Gesetzt es sei G der Ort, wo die Sonne Nachmittags zu einer gegebenen Stunde sein müßte, wenn sie ganz im selbigen Abweichungskreise geblieben wäre. Es sei aber Vermöge der Veränderung der Abweichung die Sonne Nachmittag dem Pol D etwas näher gekommen, so kömmt sie später bis zum Almikanter BE herunter, und erreichet ihn z. E. erst in H. Ziehe die Bögen CG, DG, CH, DH. Aus dem Pole D beschreibe durch H den Bogen HI, so ist IG die Abnahme der Entfernung vom Pole oder die Zunahme der Abweichung. Die Winkel CDG, CDH sind **Stundenwinkel** (§ 4). GDH ist der Unterschied beider Stundenwinkel und giebt zu erkennen, wie viel Grade der Aufsteigung die Sonne Nachmittags mehr als Vormittags durchlaufen muß, bevor sie bis zum nämlichen Almikanter gesunken ist. Dieser Unterschied läßt sich, wie bekannt, in Zeit verwandeln. In den Dreiecken CDG und CDH ist bekannt: CD als das Komplement der Polhöhe FD, oder der Standbreite des Orts wo man ist. Ferner wird durch Beobachtungen gefunden, CG oder CH, das ist, das Komplement der gleichen Höhen der Sonne Vormittags

und

und Nachmittags. DG ist das Komplement der Abweichung der Sonne am Morgen. GI ist die Quantität um welche die Abweichung von der frühen Beobachtung bis zur späten zugenommen, oder die Entfernung vom Pole abgenommen hat; und es ist $DH = DG - GI$.

Also sind die drei Seiten in jedem der Dreiecke CDG, CDH als gegeben zu betrachten. Folglich lassen sich die Stundenwinkel CDG, CDH berechnen, und ihr Uuterschied, in Stundentheilen gerechnet, zeiget an, um wie viele Zeit der Weg der Sonne Abends vom Meridian zum gegebenen Almikanter länger dauert als Vormittags der Weg vom selbigen Almikanter bis zum Meridian.

Wenn man nun die Richtigkeit einer Uhr untersuchen will, so muß man von der gefundenen Zeit, welche die Uhr am wahren Mittage zeigen soll, die halbe Zeit die aus der Zunahme des Stundenwinkels entstehet, subtrahiren. Denn es zeige die Uhr bei der morgentlichen Beobachtung a, bei der nachmittäglichen b, oder von der vorigen Mitternacht gerechnet $b + 12$. Gesetzet nun die nachmittägliche beobachtete Zeit sei um c zu groß, so sollte sie eigentlich sein $b + 12 - c$; uud dann ist die mittler arithmetische Größe

$$\tfrac{1}{2}(a + b + 12 - c)$$
$$= \tfrac{1}{2}(a + b) + 6 - \tfrac{1}{2}c$$

Es ist aber $\frac{1}{2}(a + b) + 6$ die Zeit des Durchganges der Sonne durch den Meridian nach der gebrauchten Uhr ohne Rücksicht auf die veränderliche Abweichung der Sonne; also muß von dieser Zeit $\frac{1}{2}c$ oder die halbe Zeit, welche der Vergrößerung des Stundenwinkels entspricht, subtrahiret werden, nämlich in der Voraussetzung, daß die Sonne sich unserm Pole nähert. Wenn sich aber die Sonne von unserm Pole entfernet, so wird

man

man durch ganz ähnliche Schlüsse finden, daß die Verbesserung nicht subtrahiret, sondern addiret werden muß.

Um den Winkel CDG aus den drei Seiten des Dreiecks zu berechnen, lehret die sphärische Trogonometrie Folgendes: 1) man multiplizire den Sinus von DC mit den Sinus von DG; 2) man nehme die Hälfte der drei Seiten DG, GC und CD, suche den Sinus von $\frac{1}{2}$ GC + $\frac{1}{2}$ CD — $\frac{1}{2}$ DG, desgleichen den Sinus von $\frac{1}{2}$ GC + $\frac{1}{2}$ DG — $\frac{1}{2}$ CD, und multiplizire diese beiden Sinusse mit einander; 3) nun sage man; wie das erste Produkt sich zum zweiten verhält, so verhält sich das Quadrat des Halbmessers zum Quadrate des Sinus des halben Winkels D; 4) aus der gefundenen vierten Provinzionalzahl ziehe man die Quadratwurzel, so kommt ein Sinus, dessen zustimmender Winkel die Hälfte des Winkels D ist. Auf eine ganz ähnliche Art wird der Winkel CDH mittelst der Seiten CD, DH, CH gefunden.

§. 6.

So wie die Sonne uns Nachtage zum Zeitmaaße giebt, so giebt sie uns auch Jahre zur Abmessung längerer Zeitfristen. Ein **tropisches Jahr**, oder kurz ein **Jahr**, ist die Zeitfrist nach welcher die Sonne eine gewisse Standlänge in der Ekliptik wieder erreichet. Um die Dauer des Jahres und den Anfang der Jahreszeiten zu erkennen, beobachte man an einem beliebigen Tage die mittägliche Standhöhe der Sonne. Nach einem Jahre oder mehreren Jahren, gegen dieselbige Jahreszeit, thue man das nämliche einige Tage nacheinander, so wird man leicht bemerken, wann die Sonne wieder zur nämlichen mittäglichen Standhöhe gelanget ist, nnd folglich denselbigen Punkt der Ekliptik oder die nämliche Standlänge erreichet hat. Weil es sich aber nie trift, daß nach einem oder einigen Jahren,

ren, die Sonne gerade am Mittage genau dieselbe Standhöhe habe; so muß man die Zunahme der Standhöhe in 24 Stunden beobachten; und daraus schließen, in der wie vielten Stunde, Minute und Sekunde Nach- oder Vormittag die Sonne die nämliche Standhöhe hat, wie vor einem Jahre oder einigen Jahren. Jemehr Jahre man vefließen läßt, desto mehr zertheilet sich der etwa vorfallende Irrthum. Uebrigens verstehet sich von selbst, daß die verflossen Zeit durch die Anzahl der Jahre dividiret wird, wenn man die Dauer eines einzigen Jahres verlanget.

Gesetzt man habe folgende mittägliche Standhöhen der Sonne beobachtet.

1789 am 8ten Mai $54^{s}\ 46'\ \ 3''$
1793 am 7ten Mai $54^{s}\ 30'\ \ 6''$
1793 am 8ten Mai $54^{s}\ 46'\ 20''$

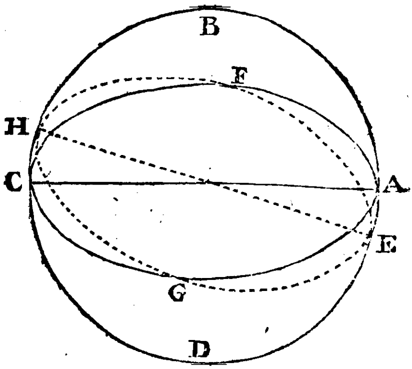
Hier siehet man daß die Sonne zwischen den Mittagen des 7ten und 8ten Mais 1793 dieselbige Standhöhe erreichet haben muß, die sie am Mittage des 8ten Mais 1789 hatte. Man bemerke ferner, daß die Standhöhe zwischen beiden letzten Beobachtungen, also in 24 Stunden um $16'\ 14''$ zugenommen hat; wie auch daß die Standhöhe des 8ten Mais 1793 um $17''$ grösser ist, als die des 8ten Mais 1789. Nun sage man: $16'\ 14''$ geben 24 Stunden, was geben $17''$? man findet etwa $\frac{5}{12}$ einer Sekunde, welche Zeit von den letzten 24 Stunden abgezogen werden muß, die vom 7ten bis zum 8ten Mai 1793 verflossen sind. Da diese Quantität aber sehr wenig beträgt, so wollen wir sie aus der Acht lassen. Die erwähnten 4 Jahre zu 365 Tagen gerechnet, machen 1460 Tage. Hierzu kommt der Schalttag von 1792, also haben wir 1461 Tage für 4 Jahre, dieses macht für jedes Jahr 365 Tage 6 Stunden. Die Angaben waren aber nur beiläufig und sollten als bloße Beispiele dienen. Durch genauere Beobach-

tungen

tungen hat man gefunden, daß die Dauer eines tropischen Jahres 365 Nachttage 5 Stunden und ohngefähr 49 Minuten beträgt. Die Zeitsekunden sind noch nicht genau bestimmt.

Anmerkung. Ein solches Jahr in welchem die Sonne alle Grade der Ekliptik durchläuft, heißt, wie schon angezeiget worden, ein **tropisches Jahr**, eben weil die Sonne während demselben ihren Umlauf (auf Griechisch Trope) in der Ekliptik vollendet. Ausserdem hat man noch das **Sternjahr**, das ist, die Zeit während welcher die Sonne zum selbigen Stern oder zum selbigen Punkte eines Sternbildes zurück kehret. Dieses Jahr ist um 20 Zeitminuten länger als das tropische, denn es dauert 365 Tagen 6 Stunden und ohngefähr 9 Minuten. Die Ursache dieses Unterschiedes ist folgende. Während daß die Sonne in der Ekliptik vorwärts fortrücket, so verändert sich bei wenigen die Lage des Aequators in Betrachtung der Ekliptik, wovon die Ursache zur gehörigen Zeit erörtert werden soll. Die Durchschnittspunkte beider Kreise gehen ein wenig zurück, und folglich ist der Frühlingspunkt, gegen das Ende des Jahres, der Sonne etwas entgegen gekommen; die Sonne erreichet ihn demnach, und vollendet ihren Umlauf in der Ekliptik, bevor sie die vollen 360 Grade am gestirnten Himmel beschrieben hat. Sie muß also noch einige Minuten fortrücken bevor das Sternjahr zu Ende ist.

Es sei ABCDA die Ekliptik, AFCGA der Aequator, AC der gemeinsame Durchschnitt dieser beiden Kreise. Bliebe der Aequator unverändert in seiner Lage, so müßte die vom Frühlingspunkte A ausgehende Sonne den ganzen Weg ABCDA zurücklegen um das tropische Jahr zu vollenden. Nun aber wird in der Zwischenzeit der Aequator in die Lage EFHGE versetzet; jetzt ist E der Frühlingspunkt, und die Sonne durchläuft nur, vermöge ihren eigenen Bewegung, den Weg



ABCDE bis zur Vollendung des tropischen Jahres. Sie muß also noch den kleinen Raum EA zurück legen und dann erst ist das Sternjahr zu Ende. Beobachtungen die wir jetzt nicht anführen wollen, haben gelehrt, daß dieser Weg EA in 20 Zeitminuten zurück gelegt wird. Nun wissen wir, daß die Sonne in 24 Stunden ohngefähr 1 Grad oder 60 Gradminuten zurück geleget, dieses macht für 20 Zeitminuten einen Weg von 50 Gradsekunden. Also beträgt EA jährlich beiläufig 50 Gradsekunden. Diese Quantität heißt die **Voreilung der Nachtgleichen**, und macht nach etwa 70 Jahren einen ganzen Grad.

Es giebt noch ein **anomalistisches Jahr**. Damit hat es folgende Bewandniß: wenn man den Durchmesser der Sonne genau beobachtet, so bemerket man daß er während einem Jahre etwas zu und abnimmt, daher man schließt, daß die Sonne sich der Erde bald etwas nähert bald sich von ihr entfernet, oder, welches einerlei ist, daß die Erde von der Sonne nicht in gleicher Entfernung bleibet. Die Zeit nun, welche von der größten Entfernung bis wieder zur größten, oder von der kleinsten bis wieder zur kleinsten verstreichet, heißt ein **anomalistisches Jahr**. Es ist noch etwas länger

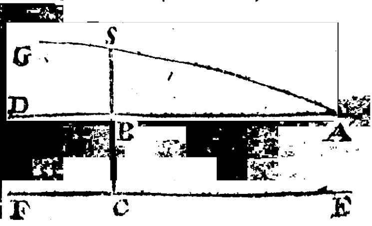
als

als das Sternjahr, und beträgt 365 Tage 6 Stunden und beinahe 16 Minuten, also 7 Minuten mehr als das Sternjahr, und 27 Minuten mehr als das tropische Jahr.

Alles dieses sei hier nur beiläufig, in Erwartung einer genauern Untersuchung, angeführet. Da wir vom tropischen Jahr geredet haben, so konnten wir nicht unterlassen, dem Lernende zu erklären, was es noch für andere Jahre giebt, von denen man es unterscheiden muß. Wann übrigens bloß vom Jahr gesprochen wird, so verstehet man allemal das tropische.

§. 7.

In Fällen, wo keine sonderliche Genauigkeit erfordert wird, pfleget man anzunehmen, daß die Sonne sich ganz einförmig in der Ekliptik beweget, so daß sie in einem Zeichen oder Grade der Ekliptik so lange verweilet, als in dem andern. Man siehet aber schon das Gegentheil aus der Tabelle der Ein- und Austritte, (Seite 41.) aus welcher erhellet, daß der Frühling oder der Gang der Sonne durch die drei ersten Zeichen ohngefähr 94 Tage dauret, der Sommer 93, der Herbst 89 und der Winter ebenfalls 89. Noch besser kann man sich davon überzeugen, wenn man oftmals im Jahr die mittägliche Höhe der Sonne beobachtet, welches mittelst eines Mauerquadranten, oder eines anderen bequemen Instruments geschehen kann. Es stelle AG einen Theil Ekliptik vor, AD den Aequator,



EF den Horizont, SBC einen Theil vom Meridian des Ortes wo man ist, und S den Ort der Sonne. Man beobachte zur Mittagszeit die Sonnenhöhe SC, und ziehe davon ab die Höhe des Aequators CB, welche das Komplement der Polhöhe ist, so bleibt die Abweichung BS der Sone.

Nun ist im rechtwinkeligen kugelichten Dreiecke ABS bekannt die Seite BS, und der Winkel A, welcher die Neigung der Ekliptik ist. Daraus und aus dem rechten Winkel B, läßt sich AS oder die Standlänge der Sonne finden, oder wenigstens ihre Entfernung vom nächsten Punkte der Nachtgleichen, woraus sich die Standlänge sehr leicht folgern läßt. Die sphärische Trigommetrie lehret, daß sin A : 1 : : sin BS : sin AS.

Es ist in der Figur augenommen worden, daß die Sonne in den nördlichen Zeichen ist; befindet sie sich in den südlichen, so muß von der Höhe des Aequators die beobachtete Höhe der Sonne abgezogen werden, um die südliche Abweichung und daraus die Standlänge der Sonne zu finden.

Wenn der scheinbare Lauf der Sonne in der Ekliptik einförmig wäre, und wenn man die Länge des Jahres zu 365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten rechnet, so käme auf jeden Tag nächstens $0^{s}\ 59'\ 8''$, und wenn man diese Quantität durch die Anzahl der seit der letzten Frühlings-Nachtgleiche verflossenen Tage multipliziret, so müßte die Standlänge der Sonne herauskommen. Die auf solche Art berechnete Standlänge der Sonne, heißt die **mittlere Standlänge**, diejenige hingegen die man aus der beobachteten Höhe der Sonnen berechnet, kann die **wahre** oder **beobachtete Standlänge** der Sonne genannt werden. Man saget auch in der selbigen Bedeutung der **mittlere** und der **wahre** Ort der Sonne.

Aus allen Beobachtungen, die seit vielen Jahrhunderten gemacht worden, erhellet, daß die beobach-

tete

tete Standlänge der Sonne mit den mittleren nicht allemal üllereinstimmet, und daß also der Lauf der Sonne in der Ekliptik oder der Erde in ihrer Bahn nicht ganz einförmig ist. Der Unterschied zwischen der mittleren und der beobachteten Standlänge der Sonne, wird die **Verbesserung der Bahn**, die **Verbesserung des Mittelpunkts** oder die **Prosthaphäresis** genannt; dieser leztere Name bedeutet, was bald zugesetzet, bald abgezogen werden muß; die beiden andern entstehen aus der Erklärung der Ungleichförmigkeit des jährlichen Sonnenlaufes, welche in der Folge gegeben werden soll.

§. 8.

Man pfleget von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian, bis zum folgenden, immer 24 Stunden zu rechnen, und im gemeinen Leben wird angenommen, daß die heutigen 24 Stunden eben so lange dauren als die gestrigen, und so durchs ganze Jahr. Dieses ist aber nicht völlig der Wahrheit gemäß, sondern die 24 Stunden sind zu gewissen Jahreszeiten etwas kürzer oder länger.

Man gedenke sich eine Uhr, die ohne gestellet zu werden immer mit einförmiger Bewegung gehet. Gesetzet, man habe sie vor einem Jahre auf 12 Uhr gestellet im Augenblick da die Sonne durch den Meridian ging; seit der Zeit habe der Zeiger so viel mal 24 Stunden durchlaufen, als Tage im Jahre sind, und heute zeige sie wiederum Mittag, indem die Sonne durch den Meridian gehet; so theilet sie die Zeit in gleiche Nachttage und gleiche Stunden. Was sie zeiget, wird die **mittlere Zeit** genannt. Vergleichet man den Gang einer solchen Uhr jeden Mittag mit der Sonne, so wird man finden, daß die Sonne bald früher bald später durch den Meridian gehet. Wenn nun eine andere Uhr so eingerichtet ist, daß sie Mttag zeiget, jedesmal wenn die Sonne durch den Meridian gehet, so zeiget diese die wahre Zeit, welche von einigen auch die scheinbare genannt wird. Solche Uhren werden in der That gemacht; sie sind künstlicher und erfordern mehr Geschicklichkeit als die gewöhnlichen, weil es leichter ist dem Zeiger eine einförmige, als eine nicht einförmige Bewegung zu verschaffen.

Wenn man den Durchgang der Sonne durch den Meridian fleißig beobachtet, und dabei eine Uhr gebrauchet, welche die mittlere Zeit zeiget, und am 24 December gestellet worden, so findet man, mit Weglassung der Sekunden die Zeiten der Durchgänge wie hier folget:

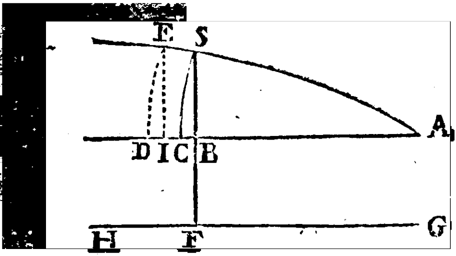
Am	24ten	Dezember	um	12	Uhr.		
=	10ten	Februar	=	12	=	14½	Minute.
=	15ten	April	=	12	=		
=	14ten	Mai	=	11	=	56	Minuten.
=	15ten	Junius	=	12	=		
=	25ten	Julius	=	12	=	6	=
=	31ten	August	=	12	=		
=	2ten	November	=	11	=	43¾	=
=	24ten	Dezember	wiederum um	12	Uhr.		

Ich habe nur die Tage wo die Uhr mit der Sonne übereinstimmet und die Tage, wo sie am meisten abweichet, angezeiget. Man siehet daraus, daß wenn man die scheinbare Zeit zum Maaßstabe nimmt, die einförmig gehenden Uhren die am 24 Dezember nach der Sonne gestellt sind, von diesen Tage bis zum 15ten April zu geschwinde zu gehen scheinen, hernach bis zum 15ten Junius zu langsam, dann bis zum 31ten August wiederum zu geschwinde, und endlich bis zum 24ten Dezember wiederum zu langsam, und, daß der größte Unterschied zwischen der mittleren und der scheinbaren Zeit am Anfange Novembers Statt findet, und 16¼ Minuten beträgt.

Diese Unterschiede rühren vorzüglich von zwei Ursachen her.

Die

Die erste Ursache ist die veränderliche Bewegung der Sonne in der Ekliptik, wovon schon oben (§. 7.) Er-



wähnung geschehen ist. Es sei GH der Horizont, AD ein Theil des Aequators, AE ein Theil der Ekliptik, SF ein Theil vom Meridian des Orts wo man ist. Die Sonne sei in S, so ist es Mittag an der Sonne. Gesezt es seien gewisse Tage, wir wollen setzen 50, verflossen seitdem die Sonne im Punkte der Nachtgleichen A gewesen ist. Wenn sich die Sonne in der Ekliptik einförmig bewegte, so müste sie einen Bogen AE zurückgeleget haben, denn man findet, wenn man diese Proporzion machet: $365\frac{1}{4}$ Tage geben 360 Grad, was geben 50 Tage: oder, ein Tag giebt $0^{\circ}\ 59'\ 8''$ (S. 292.) was geben 50 Tage? Nun aber befindet sich die Sonne, vermöge ihrer ungleichen Bewegung nicht in E sondern sie ist etwas zurück geblieben, und in S anzutreffen. Also ist sie schon im Meridian, da sie, wenn ihre Bewegung einförmig wäre, noch nicht in Meridian sein sollte, oder wenn es nach der mittleren Zeit noch nicht Mittag ist: das heißt, die Sonne gehet, zu Folge der mittleren Zeit, vor Mittag durch den Meridian. Zu andern Zeiten geschiehet der Durchgang nach Mittag.

Die andere Ursache des Unterschiedes zwischen der mittleren und der scheinbaren Zeit, lieget in der Schiefe der Ekliptik. Wenn von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum folgenden immer eine gleiche Zeit verstreichen sollte, so wäre es nicht hinlänglich,

 daß

daß sie in der Ekliptik einen einförmigen Gang hätte, sondern es müßte die Ekliptik mit dem Aequator parallel sein. Denn die Sonne stehet in Meridian, wenn der Endpunkt B des Bogens AB der ihre gerade Aufsteigung anweiseit, in Meridian stehet. Wenn also zwischen jedem Sonnenmittage und dem folgenden gleich viel Zeit verstreichen sollte, so müßte die Aufsteigung der Sonne entweder unverändert bleiben, oder doch einförmig zunehmen. In lezten Falle müßte die einförmig gehende Sonne in Aequator selbst oder in einem mit dem Aequator parallelen Kreise ihren jährlichen Lauf haben. Gesezt die Sonne bewegte sich einförmig in der Ekliptik und sie wäre in 50 Tagen bis in E gekommen. Nimm auf dem Aequator den Bogen AD = AE; sollte nun der 50ste Sonnenmittag nach der mittleren Zeit richtig eintreffen, so müßte die Sonne während den 50 verflossenen Tagen auch an gerader Aufsteigung einförmig zugenommen haben, und in D gekommen sein; und sollte D mit E zugleich kulminiren, so müste der Bogen ED auf dem Aequator senkrecht sein; also wäre der Winkel ADE ein rechter, und da die Seiten AE und AD gleich angenommen worden, so wäre auch ∠ AED ein rechter. Nur in dem Falle, wo AE und AD Viertelzirkel sind, können in E und D rechte Winkel Statt finden. In allen übrigen Fällen also gehet der Punkt D des Aequators nicht zugleich mit dem Punkte E der Ekliptik durch den Meridian, sondern der Punkt E gehet in gegenwärtigen Falle früher durch den Meridian, oder Vormittag nach der mittleren Zeit gerechnet.

Eben diese Ungleichheit welche die Sonne treffen würde, wenn sie einförmig in der Ekliptik ginge, trift dieselbe auch in ihrem ungleichförmigen Gange. Sie sei in S. Nimm AC = AS, so gehet mit dem Bogen AS nicht der Bogen AC des Aequators, sondern nur der Bogen AB durch den Meridian, also kömmt die

Sonne

Sonne früher in den Meridian, als wenn sie im Aequator wäre.

Folglich bestehet der Unterschied zwischen der mittleren und der scheinbaren Zeit aus zwei Stücken, nämlich dem Unterschiede SE oder CD in Stundentheilen gerechnet, und dem Unterschiede BC oder AC — AB oder AS — AB. Viermal im Jahre heben sich beide Unterschiede, indem der eine positiv, der andere negativ, und beide gleich an Quantität werden; sonst heben sie sich nur zum Theil, oder sie werden addiret, indem sie einerlei Zeichen haben.

Ausser diesen Verbesserungen der Zeit, giebt es noch andere, die von andern Ursachen herrühren; z. E. von der anziehenden Kraft des Mondes und anderer Planeten; sie betragen aber so wenig, daß ein Anfänger sie ganz aus der Acht lassen kann.

Anmerk. Wenn der Unterschied zwischen der scheinbaren und der mittleren Zeit nur bloß von der Schiefe der Ekliptik herrührete, so wäre er leicht zu berechnen. Man fälle EI lothrecht auf AD, so ist, im rechtwinkeligen Dreiecke AEI,

$$1 : \mathrm{Cos}\ EAI :: \mathrm{tang}\ AE : \mathrm{tang}\ AI$$

Wo $\angle EAI$ der Neigungs-Winkel der Ekliptik gegen den Aequator ist; EA ist die in Grade verwandelte Zeit, die seit der lezten Nachtgleiche verflossen ist; AI ist der Bogen des Aequators der mit den Bogen EA der Ekliptik durch den Meridian gehet. Der Unterschied $ID = AD - IA = AE - IA$ in Stundentheilen gerechnet, und von 12 Uhr abgezogen oder zu 12 Uhr addiret giebt in mittlerer Zeit den Durchgang der Sonne durch den Meridian.

Die andern Quantität die bei der Vergleichung der Zeit in Anschlag kömmt, und die von der nicht einförmigen Bewegung der Sonne abhängt, kann hier noch nicht bestimmt werden, sondern muß bis zur einer anderem Gelegenheit aufbehalten werden.

Unterdessen findet man in Kalendern, und noch vollständiger in Ephemeriden die **Gleichung** der Uhren für jedes Jahr, das heißt, was einförmig gehende Uhren zeigen sollen, wann die Sonne durch den Meridian gehet. Die Sternkundigen bedienen sich des Wortes **Gleichung** (vielleicht besser **Vergleichung**), um eine Verbesserung einer Rechnung anzudeuten, welche zu Folge einer nicht ganz richtigen Hypothese gemacht worden.

§. 9.

Da die Sonne, mit der mittleren Zeit verglichen, bald zu früh nnd bald zu spät gehet, und da der Unterschied bald größer, bald kleiner ist, so folget, daß wenn man von einem Mittage an der Sonne bis zum folgenden 24 gleiche Stunden zählet, diese Stunden nicht an allen Tagen gleich, sondern bald länger, bald kürzer sein müssen; selten haben sie die nämliche Länge wie die Stunden der mittleren Zeit.

Zum Exempel gestern am 28ten Mai ging die Sonne durch den Meridian um 11 Uhr 56 Minuten $53\frac{7}{10}$ Sekunden, heute gehet sie durch den Meridian um 11 Uhr 57 Minuten $1\frac{3}{10}$ Sekunden, nach der mittleren Zeit gerechnet. Also gehet heute die Sonne $7\frac{6}{10}$ Sekunden später durch den Meridion als gestern; folglich sind die 24 Stunden von gestern Mittag bis heute Mittag an der Sonne um $7\frac{6}{10}$ Sekunden länger, als die 24 Stunden mittlerer Zeit. Dieses macht auf jede Stunde ohngefähr $\frac{3}{10}$ oder genauer $\frac{316}{1000}$ einer Sekunde, und auf jede Minute $\frac{5}{1000}$ einer Sekunde.

Gesetzt, man wolle wissen was die Zeit eigentlich an der Sonne sei, wenn es heut Vormittag an der mittleren Zeit 9 Uhr $37'15''7$ ist. (Die Ziffer 7 bedeutet hier $\frac{7}{10}$). Seit dem gestrigen Mittage sind also

ver-

verflossen 21 Stunden 37′15″7 mittlerer Zeit. Die 21 Stunden, jede zu 0,316 gerechnet, geben 6,636 Sekunden; und die 37 Minuten, zu 0,005 gerechnet, geben 0,185. Beides zusammen, macht ohngefähr 6, 8 Sekunden. Wenn diese zu 21 Stunden 37′15″7 addiret, so kommen 21 Stunden 37′22″5 scheinbarer Zeit. Es war aber Mittag an der Sonne gestern um 11 Uhr 56′53″7, also 0 Stunden 3′6″3 früher als an der mittlern Zeit. Setzet man diesen Unterschied zu 21 Stunden 37′15″5, so kommen 21 Stunden 40′28″8 oder 9 Uhr 40′28″8 an der Sonne, wenn es an der mittleren Zeit 9 Uhr 37′15″7 ist.

Auf eine ähnliche Art kann man eine gegebene Sonnenzeit in mittlere verwandeln. Zum Exempel es sei jezt, im Jahr 1793 am 30 Dezember an der Sonne 10 Uhr 11 Mununiten 3 Sekunden Morgens, was ist es an der mittleren Zeit? Gestern am 29ten ging die Sonne durch den Meridian um 12 Uhr 2′49″ und heute wird sie es thun, den Ephemeriden zufolge, um 12 Uhr 3′18″ Also brauchet die Sonne diesmal 24 Stunden und 29″ mittlerer Zeit um ihre 24 Stunden scheinbarer Zeit zu vollenden. Seit dem gestrigen Durchgange gezählet, haben wir 22 Stunden 11 Minuten 3 Sekunden. Nun sage man: 24 scheinbare Stunden geben 24 Stunden 29 Sekunden mittlerer Zeit, was geben 22 Stunden 11 Minuten 3 Sekunden scheinbare Zeit? Man bekömmt 22 Stunden 11′30″. Soviel mittlere Zeit ist seit dem gestrigen Durchgange verflossen, der um 12 Uhr 2′49″ Sekunden geschah. Hierzu addire man 22 Stunden 11′30″, so kommen 34 Stunden 14′19″ oder wenn man 2mal 12 abziehet 10 Uhr 14′19″. Dies ist heut die mittlere Zeit im Augenblicke da es an der Sonne 10 Uhr 11′3″ ist.

§. 10.

Da es etwas umständlich ist, den Augenblick des Durchgangs der Sonne durch den Meridian mit Zuverlässigkeit

lässigkeit zu bestimmen, und die Uhren, mit Zuziehung der Zeitvergleichung darnach zu stellen; so kann man die Fixsterne dazu gebrauchen: denn da diese nur wie Punkte erscheinen, so dauret ihre Kulminazion nur einen Augenblick, und der Zeitpunkt dieser Kulminazion ist um desto leichter anzugeben. Anstatt der Kulminazion kann man auch den Durchgang des Sterns durch irgend einen beliebigen Punkt des als unbeweglich betrachteten Himmels beobachten. In Ermangelung eines andern Mittels wähle man sich irgend einen hellen Stern den man durch ein Fenster oder eine Thür beobachten kann, in dem Augenblicke wo er sich hinter einen etwas entfernten Gegenstand verstecket, z. E. hinter einen Thurm oder ein Haus. Zu diesem Ende muß man nach Süden oder Westen eine Aussicht haben. Man befestige irgendwo am Fenster oder in der Thür ein Blech mit einem Löchlein, welches Blech als Diopter dienen soll.

Durch dieses Mittel kann man ganz genau in jeder Nacht den Zeitpunkt bemerken, wann der Stern sich verstecket und sich folglich immer wieder in derselbigen Lage in Betrachtung des Horizonts und des Meridians befindet. Hat man nun eine Sekundenuhr in der Nähe, so kann man beobachten, wieviel sie jedesmal bei der Verschwindung des Sterns zeiget, indem man die Schläge des Pendels zählet, während daß man durch das Blech siehet. Ist es eine Taschenuhr, so kann man sie fast im Augenblicke des Verschwindens ansehen. Ist es eine Pendeluhr, die vom Orte der Beobachtung etwas entfernet ist, so richtet man kurz vorher eine Taschenuhr nach ihr. Man muß sich hüten, anstatt eines Fixsterns einen Planeten zu nehmen; denn dieser hat keinen einförmigen Gang am Himmel und kann also nicht auf diese Art zur Zeitmessung gebrauchet werden. Die Planeten sind unter andern daran zu erkennen, daß sie sich nie weit von der Ekliptik entfernen. Wenn man also in der Gegend der Ekliptik einen hellen Stern siehet der zu keinem Sternbilde des Thierkreises gehöret, so ist es gewiß ein Planet. Nimmt man die Ephemeriden zur Hülfe, so wird man sich noch mehr versichern können, ob ein Planet in der bemerkten Himmelsgegend stehet. Da jeder Stern nach einer gewissen Zeit anfängt nicht mehr bei Nacht, sondern bei Tage über dem Horizont zu sein, so muß man alsdann einen andern zu seinem Zwecke wählen.

Die tägliche Bewegung der Erde um ihre Axe, oder die scheinbare Bewegung der Sterne um die Weltaxe herum ist einförmig, so daß von einem Durchgange eines Sterns durch den Meridian bis zum folgenden, oder überhaupt von einem Durchgange durch einen gewissen Grad der Höhe und des Azimuths bis zum Durchgange in der folgenden Nacht immer gleichviel Zeit verstreichet. Also hat man in der täglichen Bewegung ein sehr sicheres Zeitmaaß, und welches bequemer ist als die Bewegung der Sonne, die nicht ganz einförmig gehet (§. 8.). Indessen da die Sonne als der glänzendste Gegenstand am Himmel, die meiste Aufmerksamkeit auf sich ziehet, so wird die Bewegung dieses großen Himmelslichts allgemein zum Zeitmaaße angenommen, mit dem Vorbehalt, daß man sorgfältig, wo es nöthig ist, ihre wirkliche ungleiche Bewegung von der mittleren und einförmigen unterscheide.

Die Stellung der Uhren nach der mittleren Zeit läßt sich nicht besser bewirken, als mittelst der Beobachtung der Sterne, wenn man nur ein für allemal bemerket, daß die nach der mittleren Zeit gestellte Uhr, nach vollendetem täglichen Umlaufe eines Sterns, jedesmal um 3 Zeitminuten 55″9 oder in runden Zahlen 3 Minuten 56 Sekunden, oder beinahe 4 Minuten zurück bleiben muß. Zum Exempel, wenn beim gestrigen Durchgange des Sterns die Uhr 9 Uhr 32 Minuten 16 Sekunden zeigte, so muß sie beim heutigen

Durch-

Durchgange 9 Uhr 28 Minuten 20 Sekunden zeigen. Die Ursache dieses Unterschiedes ist folgende.

Der ganze Himmel drehet sich dem Scheine nach um die Erde herum von Osten nach Westen. In zwischen aber gehet die Sonne in der Ekliptik von Westen gegen Osten, und bleibet folglich in Betrachtung der täglichen Bewegung zurück, oder die Sterne scheinen ihr etwas vorzugehen. Gesetzt ein Stern gehe heute mit der Sonne durch den Meridian, so wird morgen die Sonne schon um etwa einen Grad weiter nach Osten stehen, folglich um ohngefähr 4 Zeitminuten nach dem Stern durch den Meridian gehen, oder der Stern gehet um ohngefähr 4 Zeitminuten eher durch den Meridian als die Sonne; da es nun nicht eher Mittag ist, als wenn die Sonne durch den Meridian gehet, so ist es Mittag weniger ohngefähr 4 Zeitminuten, wenn der Stern durch den Meridian gehet. Hierbei wird anstatt der ungleichen Bewegung der Sonne die mittlere angenommen. Ueberhaupt, wenn heut zwischen den geraden Aufsteigungen der Sonne und des Sternes ein gewisser Unterschied bemerket wird, so wird morgen, wenn der Stern wiederum in Betrachtung des Horizonts und Mittagskreises in die selbige Lage gekommen ist, der gedachte Unterschied schon um etwa einen Grad größer sein, also wird man an einer nach der Sonne gestellten Uhr etwa 4 Minuten weniger Zählen als heute. Anstatt der runden Zahl von 4 Minuten haben wir oben 3 Minuten 55′9 anzugeben. Diese Quantität wird folgender Weise erhalten. Die Sonne durchläuft die 360 Grade des Ekliptik in 365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten. Man sage vermöge der Regel Detri: 365 Tage 5 Stunden 49 Minuten geben 360 Grade, was geben 24 Stunden? oder 525949 Zeitminuten geben 360 Grade was geben 1440 Zeitminuten? Man findet 59 Gradminuten 8″328. Von einem Mittage zum andern durchläuft die Sonne diese 59′8″328 mehr als die 360 Grade ihres Tageskreises; also durchläuft sie

in

in 24 Stunden $360^g 59' 8'' 328$, wenn man nämlich die mittlere Bewegung zum Grunde leget. Nun sage man ferner: $360^g 59' 8'' 328$ geben 24 Stunden, was geben $5' 98'' 328$? so kommen 3 Zeitminuten $55'' 9$ in welchen die Sonne den Weg zurück legt, den sie in 24 Stunden mehr als 360^g machet. Ein Stern aber, der gestern mit der Sonne im Meridian war, durchläuft bis zu seinem heutigen Durchgange durch den Meridian nur 360 Grade, also kömmt er in den Meridian, wenn die Sonne noch während 3 Zeitsekunden $55'' 9$ gehen muß, bevor sie den Meridian erreichet; folglich muß die Uhr 12 Stunden weniger 3 Zeitminuten $55'' 9$ zeigen, das heißt, 11 Uhr 56 Minuten $4'' 1$ Sekunden, oder 23 Uhr $56' 4'' 1$, wenn der Stern durch den Meridian gehet. Ueberhaupt jeder Stern beschreibet seinen Tageskreis in 3 Zeitminuten $55'' 9$ weniger als die Sonne, den ihrigen, wenn man den Tageskreis der Sonne von einem Durchgange durch den Meridian zum andern rechnet.

Eigentlich müßte man bei obiger Rechnung, für 365 Tage 5 Stunden 49 Minuten nicht volle 360 Grade, sondern 50 Gradsekunden weniger annehmen, wegen der Voreilung der Nachtgleichen (S. 290.). Indessen entstehet daraus kein merklicher Unterschied im Resultate.

§. 11.

Aus dem vorigen Paragraph folget, daß es ausser der scheinbaren und der mittleren Sonnenzeit noch eine Sternzeit gebe, die von beiden merklich unterschieden ist. Sie bestehet darinn, daß man von einer Kulminazion eines Sterns bis zur folgenden 24 Sternstunden rechnet. Auf einer Sternwarte ist es gut, daß man unter andern Uhren auch eine habe, welche die Sternzeit zeige. Eine jede Uhr kann zu diesem Zwecke gebrauchet werden. Man darf nur die Linse am Perpendikel etwas in die Höhe schrauben, so daß die Uhr geschwinder gehe, und allemal nach einem Umlaufe eines Sterns in Vergleich mit der mittleren Zeit um

Zeit-

3 Zeitminuten und beinahe 56 Sekunden voreile. Nach einer solchen Uhr wird ein und derselbige Stern immer zur nämlichen Stunde durch den Meridian gehen. Dergleichen Uhren sind bequem zu gebrauchen, wann der Unterschied der geraden Aufsteigung der Sterne gefunden werden soll. Man zählet die Stunden und Stundentheile von der Kulminazion des einen Sterns bis zur Kulminazion des andern, in Sternzeit, und verwandelt hernach die Stunden im Grade, jede Stunde zu 15 Grade gerechnet, so bekömmt man den Unterschied der geraden Aufsteigung. Wenn hingegen die Uhr nach der mittleren Sonnenzeit gerichtet ist, so kann diese Rechnung nur als ein Ohngefähr gelten, indem die Sonnenstunden etwas länger sind als die Sternstunden, und folglich 15 Grade des Aequators durch den Meridian gehen, ehe noch eine ganze Sonnenstunde verflossen ist.

Wenn Sternzeit in mittlere Sonnenzeit verwandelt werden soll, so sage man: 24 Stunden Sternzeit machen 23 Stunden 56′4″1 Sonnenzeit; was machen so und so viel Stunden Sternzeit? Auf diese Art findet man, daß eine Stunde Sternzeit so viel als 59′50″17 Sekunden Sonnenzeit machet.

Will man hingegen mittlere Sonnenzeit in Sternzeit verwandeln, so sage man: 23 Stunden 56′4″1 Sonnenzeit geben 24 Stunden Sternzeit, was geben so und so viel Stunden Sonnenzeit. Auf diese Art findet man, daß 1 Stunde Sonnenzeit so viel machet als 1 Stunde 0′9″85 Sekunden Sternzeit.

Diese beiden Verwandelungen können nun auch geschehen indem man saget: 1 Stunde Sternzeit giebt 59′50″17 Sonnenzeit, was giebt so und so viel Sonnenzeit? und: 1 Stunde Sternzeit giebt 1 Stunde 0′9″85 Sekunden Sonnenzeit, was giebt so und so viel Sternzeit?

Ende des ersten Bandes.

Berichtigungen.

Die Formeln der geradlinichten Trigonometrie, auf der xxxxvten Blattseite der Einleitung, haben zwar ihre Richtigkeit; jedoch ist bei der Proporzion, welche in der 8ten Zeile von unten stehet, nämlich

$$BC : (\tfrac{1}{2}\,AB - \tfrac{1}{2}\,x) :: R : S'B$$

zu merken, daß x größer sein kann als AB; dann wird $\tfrac{1}{2}AB - \tfrac{1}{2}x$ negativ, folglich auch $S'B$; also muß man, statt des Winkels B den man in den Tafeln findet, in diesem Falle seine Ergänzung zu 180 Graden nehmen. Sollte $x = AB$ sein, so würde $S'B = 0$, welches einen rechten Winkel anzeiget.

Seite 56, Zeile 11 von unten, stehet Fuchs statt Luchs, welches der Leser gebeten wird mit der Feder zu verbessern.