H. Pfaff.
Helmst. Junii
1792

Von den verschiedenen bisher bekannten

Methoden

zur Bestimmung der geographischen

Länge und Breite,

besonders in Rücksicht

des Seemanns,

von

P. H. C. Brodhagen,

Lehrer der Handlungs-Academie und Associirten der Hamburgischen Gesellschaft, zur Beförderung der Künste und nützlichen Gewerbe, wie auch ordentlichem Mitgliede der Gesellschaft, zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften in Hamburg.

Mit einer Kupfertafel.

Hamburg, 1791.

Auf Kosten der Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischan Wissenschaften und in Commission zu haben bei B. G. Hoffmann.

Vorbericht.

Nichts kann für den Seemann und für den Geographen wichtiger seyn, als wenn beide im Stande sind, den jedesmaligen Ort ihres Aufenthaltes auf der Erde mit Zuverlässigkeit anzugeben. Besonders muss es aber für den erstern, in mehr als einer Hinsicht, ein Ernst seyn, sich mit allen den Hülfsmitteln, welche ihm zu dieser Zuverlässigkeit verhelfen können, bekannt zu machen. Denn nur durch die völlige Ueberzeugung, dass er sich an diesem oder jenem Orte auf der See befindet, kann er der Gefahr ausweichen, mit der er sonst alle Augenblick bedrohet wird. Es können sich oft Fälle ereignen, wo auch *der geübteste, der befahrenste* und *der kundigste Seemann* mit allen seinen Erfahrungen scheitert, woferne er nicht andere Hülfsmittel in Händen hat, durch die er sich von der jedesmaligen Lage seines Schiffes vergewissern kann. Zu dieser Gewisheit führt ihn aber nicht seine Praxis, sondern nur theoretische Kenntnisse; und eben diese müssen auch den eigentlichen Geographen zu richtigen und genauen Zeichnungen, von jedem Lande, verhelfen. Beide werden ihren Zweck durch eine richtige und genaue Bestimmung der Länge und Breite erreichen. Aber, um diese angeben zu können, muss sowohl der Seemann, als der Geograph, astronomische Kenntnisse besitzen, weil alle übrige Angaben bei weitem nicht so genau und zuverlässig ausfallen, als jene.

Die bekannten Schiffsrechnungen erfordern allemal eine Verbesserung durch Beobachtungen an der Sonne, am Monde oder an Sternen, weil sie sich grösstentheils auf ein nicht genau eintreffendes Hülfsmittel, nemlich, für eine gewisse Zeit, den zurückgelegten Weg des Schiffes, durch das *Logg* zu finden, gründen. Dazu kommt noch, dass die gewöhnliche Schiffer-Rechnung, mit den *Meridionaltheilen*, voraussetzt, dass die Erde eine völlige Kugel sei, ein Satz, welcher nicht mit der Wahrheit ganz übereinstimmt. Doch, dieser letzterer Umstand liesse sich, ohne viele Schwierigkeiten, berichtigen; allein, die Versuche mit dem *Logg*, bleiben bei allen den Verbesserungen,

rungen, die man in neuern Zeiten an dieſem Werkzeuge auch angebracht hat, noch immer fehlerhaft.

Ich habe daher in gegenwärtiger Abhandlung verſucht, beſonders deutſchen Leſern, mit allen den brauchbaren Methoden, deren man ſich jetzt auf der See, zur Beſtimmung der Länge und Breite, bedienet, und die ſich faſt alle auf aſtronomiſche Kenntniſſe gründen, bekannt zu machen. Der eigentliche Seemann wird hoffentlich daraus einſehen lernen, wie nothwendig für ihn dergleichen Kenntniſſe ſind, wenn er ſich allenfalls nicht in den Ruf ſetzen will, ſeine Wiſſenſchaft nur halb gelernet zu haben.

Die Abhandlung ſelbſt beſteht aus zween Abſchnitten. In dem erſten kommen alle Methoden vor, durch welche die geographiſche Breite auf der See gefunden wird. Die dazu erforderlichen Inſtrumente, ihre Einrichtung und die Sätze, worauf ſie ſich gründen, habe ich mich angelegen ſeyn laſſen, in möglichſter Kürze auseinander zu ſetzen. Da, wo das Geſagte nothwendig war, mit Beiſpielen zu erläutern, habe ich ſelbige mit einflieſſen laſſen.

Im zweyten Abſchnitte kommt alles das vor, was nur irgend einen Bezug auf das wichtigſte Problem in der ganzen mathematiſchen Geographie,

nemlich

nemlich die Länge, haben kann. Auch bei diesem sind Beispiele, wo sie erforderlich waren, nie ausgelassen. Für mich wird es sehr aufmunternd seyn, wenn gegenwärtige Abhandlung den Beifall der Kenner erhalten, und von Nutzen für unsere Seeleute seyn wird. — Ueberdiess sehe der Leser diese kleine Schrift als den Anfang von der Arbeit einer Gesellschaft an, die es in der Folge, zur Bekanntmachung nützlicher mathematischer Kenntnisse, so weit ihre Kräfte zureichen, nicht fehlen lassen wird.

Hamburg,
am Ende des Septembers 1791.

Erfter Abfchnitt.

Von der Beftimmung der geographifchen Breite.

Wenn man fich von der Mittellinie (Aequator) der Erde, entweder nach Norden oder nach Süden bewegt, fo erhebt fich der eine Pol um eben fo viel Grade über den Horizont, und der andere oder der ihm entgegengefetzte unter denfelben, als man fich vom Aequator nordlich oder füdlich entfernet hat. Letzteres heifst die geographifche Breite, erfteres aber die Polhöhe, die alfo beyde einerlei feyn müffen.

Im Aequator fallen demnach beide Pole in den Horizont. Der Aequator der Himmelskugel liegt in eben der Fläche mit dem der Erdkugel. Die breiten Kreife der Erde gehen zwar parallel mit den Parallelkreifen der Himmelskugel, aber liegen in verfchiedenen Ebnen.

Der Zenith, oder Scheitelpunkt eines Orts auf der Erde, fällt allemal in den Parallelkreis der Himmelskugel, der eben fo weit vom Aequator entfernet ift, als die Breite des Orts beträgt.

Um alfo anzugeben, wie viel Grade ein Ort auf der Erde vom Aequator nordlich oder füdlich abliegt, brauchr man nur, entweder die Höhe des Pols, oder die Lage des Aequators, über dem Horizont, mit einem dazu fchicklichen Werkzeuge zu meffen.

Für die nordliche Hälfte der Erde bezeichnet ein Stern der zweyten Gröffe, welcher nur um ein paar Grade von dem Pol der Himmelskugel entfernet ift, die Lage des Pols. Diefer Stern (Polarftern) befchreibt innerhalb 24 Stunden einen ganz kleinen Kreis um den Pol; und eben daher hat man denfelben zur Beftimmung der geogr. Breite fchon fehr frühe angewendet. Zu eben dem Zwecke gelangt man auch mit allen übrigen Sternen, die entweder für einen Ort auf und unter, oder auch gar nicht unter den Horizont des Orts unter gehen. In beiden Fällen mufs aber die Zeit der *Culmination*, oder des Durchgangs durch den Mittagskreis, als bekannt angenommen, oder durch Meffungen herausgebracht werden. Den letztern Fall wendet man gewöhnlich beim Polarftern zur Beftimmung der Breite an; wiewohl diefer fich auch für alle Fixfterne pafst, deren Abweichung (Declinatio) gröffer ift als das Complement der geogr. Breite zu 90°. Denn alle diefe Sterne kommen zweymal im Meridian, (culminiren) einmal bei

ihrer

ihrer gröſsten Höhe und ein andernmal bei ihrer kleinſten. Miſst man beide Höhen, und nimmt von beiden das arithmetiſche Mittel, ſo ergiebt ſich die Lage des Pols für den Horizont des Beobachtungorts.

Es verſteht ſich, daſs beide gemeſſene Höhen von der Strahlenbrechung und von der Höhe des Beobachters über dem Horizont, wie auch von der Aberration und Nutation, geſäubert (corrigirt) werden müſſen.

Alle Sterne, deren Declination von der Art wäre, als ich oben angeführet habe, würden zu eben dem Zwecke führen, wenn die Strahlenbrechung (Refractio) bei ihrem niedrigſten Stand im Meridian nicht die genommene Höhe gar zu unſicher machte. Deswegen wählt man dazu am liebſten den Polarſtern.

Allein auf der See läſst ſich dieſe Methode aus zweyen Mittagshöhen eines Sterns die Breite des Orts zu beſtimmen, nicht gut anwenden. Ia ſelbſt auf dem feſten Lande findet ſie Schwierigkeiten, weil man ſie nur zu einer ſolchen Iahrszeit gebrauchen kann, an welcher die Nächte länger als 12 Stunden ſind, da man ſonſt nicht den Stern zweymal im Mittage beobachten kann. Mehr anwendbarer iſt daher die Methode aus einer Mittagshöhe die Breite des Orts zu finden.

Am bequemſten läſst ſich dieſes bei der Sonne anſtellen, weil bei dieſer die Zeit der Culmination immer dieſelbe bleibt, welches aber nicht der Fall beim Monde, bei den Planeten und den Fixſternen iſt. Auſſer der Mittagshöhe muſs auch noch zur Beſtimmung der Breite die Declination des Himmelskörper bekannt ſeyn.

In der Aſtronomie wird gezeigt, daſs die Sonnenbahn (Ecliptic) nicht in der Fläche des Aequators liegt, ſondern mit derſelben einen Winkel von etwa 23° 28′ macht. Und aus dieſem Grunde ſehen wir die Sonne nur zweymal im Iahre den Aequator beſchreiben. Für jede andere Zeit befindet ſie ſich entweder nord- oder ſüdwärts der Mittellinie. Legt man durch den Ort der Sonne in der Ecliptik einen gröſsten Kreis, der ſenkrecht auf dem Aequator ſteht, ſo giebt der Abſtand beider Kreiſe von einander, die Abweichung der Sonne für den Punkt der Ecliptik an.

Zu der Zeit, wenn die Sonne die Ebne des Aequators zu beſchreiben ſcheint, iſt ihre Declination $= 0$; und bei ihrer gröſsten Entfernung von dem Aequator hat ſie eine Abweichung von 23° 28′.

Steht die Sonne im Aequator, ſo iſt ihre Mittagshöhe, für jeden Ort der Erde, ſo groſs als die Höhe dieſes Kreiſes übern Horizont beträgt. Aus der Höhe dieſes Kreiſes ergiebt ſich aber leicht die Höhe des Pols, weil beide zuſammen genommen $= 90°$ machen. Denn es ſei (Fig. 1) HZPRH der Meridian, HO der Horizont, AR der Durchſchnitt des Aequators, P der Pol deſſelben und Z der Scheitel (Zenith). Nun iſt $HA + AP + PO = 180°$. Aber AP iſt $= 90°$; alſo $HA + PO = 90°$, folglich $PO = 90° - HA$.

Die

Die Mittagshöhe der Sonne ist grösser als die Höhe des Aequators für die nordliche Hälfte der Erde, wenn die Abweichung der Sonne nordlich, kleiner aber, wenn die Abweichung der Sonne südlich ist. Das Gegentheil gilt für die südliche Halbkugel der Erde. Einmal stehe die Sonne in S im Meridian, mit einer nordlichen Declination A S, so ist ihre Mittagshöhe $= HS = HA + AS$, d. h. gleich der Höhe des Aequators und der Declination; ein andermal habe sie eine südliche Abweichung A s, so ist ihre Mittagshöhe $= Hs = HA - As$, d. h. gleich der Höhe des Aequators weniger der Declination. Hieraus läst sich also leicht die Lage des Pols P übern Horizont herleiten. Aber der Abstand des Aequators vom Zenith ist einerlei mit der Höhe des Pols übern Horizont, denn $AZ + ZP = ZP + PO$, also $AZ = PO$.

Steht die Sonne demnach in S im Mittage, so ist $AZ = SZ + AS$, und steht sie in s, so ist $AZ = sZ - As$. Im ersten Falle addirt man zu dem Complemente der Sonnenhöhe die Declination der Sonne, und im andern subtrahirt man dieselbe von dem Complemente der Sonnenhöhe zu 90°. Hierauf beruht folgende Regel:

Man addire zu dem Abstande der Sonne, oder des Mondes oder eines Sterns, vom Zenith, die Abweichung, wenn die Lage des Scheitels und die Abweichung einerlei Namen führen; und subtrahire selbige, wenn die Namen verschieden sind. Also bei einer nordlichen Declination und einer nordlichen Lage des Scheitels wird die Declination zu der Ergänzung der Sonnenhöhe vom Scheitel addirt, und bei einer südlichen Abweichung und nordlichen Lage des Zeniths, subtrahirt. Die Differenz oder der Rest erhält den Namen von der Benennung der grössern Zahl.

Diese Regel gilt allgemein und läst sich auch so leicht nicht vergessen, wie eine andere, die man aus der Höhe des Aequators herleiten könnte.

Das vornehmste, was demnach zur Bestimmung der geographischen Breite erforderlich ist, ist die mittägige Höhe der Sonne so genau als möglich zu beobachten. Dazu werden Werkzeuge erfordert, wodurch man mehr oder weniger genau den Winkel, den der Himmelskörper mit dem Horizonte macht, messen kann. Sehr viel kömmt dabei auf die Grösse des Werkzeuges selbst, auf die möglichste Genauigkeit der Ausarbeitung desselben, auf den Ort der Beobachtung und auf die Geschicklichkeit des Beobachters, an. Es giebt ein grosser Unterschied zwischen den Instrumenten, deren man sich zu Beobachtungen auf dem festen Lande und auf der See bedienet. Die Einrichtung der letztern muss, wegen der Beweglichkeit des Schiffes, ganz anders beschaffen seyn, als die der erstern. Ich werde mich nur, in dieser Abhandlung, auf die Structur und Beschreibung derjenigen einlassen können, deren man sich jetzt, oder auch ehemals, auf der See bedienet hat, weil die Beschreibung aller der sonst hieher gehörigen Werkzeuge, mich gar zu weit von meinem Plane führen würden.

Das ältste Instrument, dessen man sich auf der See zu Höhenmessungen bediente, war wahrscheinlich das *Astrolabium*. In der Folge, und schon vor der Erfindung der Fernröhren, gebrauchte man am meisten den Gradstock, der auch noch jetzt, obgleich weit genauere Werkzeuge seit der Zeit zum Seegebrauche erfunden worden sind, von vielen Seeleuten gebraucht wird. Der erste Gradstock mag wohl nicht von der Art gewesen seyn, wie man denselben jetzt verfertiget. Ein gerader Stab, oder auch nur ein Stift, welchen man von der Sonne beschienen liess, war vielleicht den damaligen Seefahrern hinlänglich, um aus der Länge des Schattens und der Länge des Stifts, den Winkel zu bestimmen, den die Sonne mit dem Horizonte machte. In der Folge verbesserte man ihn, und suchte denselben vorzüglich zum Beobachten bequemer zu machen; und so mag der jetzt gebräuchliche entstanden seyn.

Er besteht nemlich aus zweyen Stäben, wovon der eine beweglich und zugleich senkrecht auf dem andern steht. Dieser letzterer läst sich auf den erstern nach Gefallen verschieben, und die Hälfte desselben dienet zugleich zum Radius. A E (Fig. 2) sei der Durchschnitt des einen und C D der, des andern. Da sich bei allen den Werkzeugen, dessen man sich zum Höhennehmen auf der See bedienet, keine Horizontallinie, wie bei denen auf dem festen Lande, anbringen läfst, so nimmt man bei diesem Werkzeuge die Linie A D zur Horizontallinie, oder vielmehr zur Gesichtslinie, an, weil das Auge bei der Beobachtung in D gesetzt wird, wenn der Gegenstand, dessen Höhe bestimmt werden soll, in Rücken des Beobachters steht. Bei einer Beobachtung, wo der Gegenstand vorwärts liegt, befindet sich das Auge in A. Der Gegenstand selbst muss in beiden Fällen in der Fläche des Instruments liegen. Die Linie A E ist nach den Cotangenten der Sonnenhöhe eingetheilet, weil $CB : AB = r : \text{cotang.}\ CAB$. CAB ist aber $= \frac{1}{2}\ CAD$; mithin braucht man nur auf AE, bei den Cotangenten des Winkels CAB, den doppelten Winkel bemerken, um die Höhe der Sonne übern Horizont anzugeben. Bei der Beobachtung selbst muss man CD so lange verschieben, bis das Auge bei D den Schatten von C B genau in A sich endigen sieht. Dies würde auch genau zutreffen, so bald der beobachtete Körper gar keine scheinbare Grösse hätte, sondern blos ein leuchtender Punkt wäre, welches aber nicht der Fall bei der Sonne und dem Monde ist. Da ihr scheinbarer Durchmesser, wie die Astronomie lehrt, ohngefähr einen halben Grad beträgt, so kann es dem Beobachter nicht einerlei seyn, von welchem Theile der Sonnenscheibe der Lichtstrahl CA, der die Länge des Schattens auf dem Instrumente abschneidet, herkomme. Denn es sei b a der scheinbare Durchmesser der Sonnenscheibe, c der Mittelpunkt derselben, so wird der Lichtstrahl b d, der von dem obern Rande der Sonne kömmt, die Länge des Schattens B d, auf AE abschneiden, hingegen der Lichtstrahl a e, aus dem untern Rande, bestimmt die Länge des Schattens nach B e, und der, aus dem Mittelpunkte c, schneidet ihn nach A B ab. Diese letztere Schattenlänge ist die wahre, oder der Winkel C A B giebt die wahre Sonnenhöhe an, die beiden andern aber nicht.

nicht. Denn der aus b giebt den Winkel b d B, und der andere aus a, den Winkel a e B. Iener ist zu grofs, dieser zu klein. Nimmt man den scheinbaren Durchmesser der Sonne nur zu 30 Min. oder $\frac{1}{2}$ Grad an, so liegen beide Ränder vom Mittelpunkte der Sonne $\frac{1}{4}$ Grad oder 15 Min. ab. Richtet man sich demnach bei der Beobachtung nach dem Endpunkte des Schattens, so giebt man die Höhe um 15 Min. zu klein an. Diese Höhe wäre aber leicht durch die Addition des Halbmessers der Sonne zu verbessern. Allein die gröſste Schwierigkeit besteht darinn, dafs man genau angebe, wo der Schatten sich eigentlich endige. Der wahre Schatten endigt sich in A, der andere (den man den Halbschatten nennt) in e; A e wird gröſser, je niedriger die Sonne übern Horizont zu stehen kömmt, rückt aber immer näher nach A, je höher die Sonne kömmt, bis endlich beide Schatten in A zusammen fallen, wenn die Sonne im ZenitL steht.

In hohen Breiten ist der Fehler, den man mit diesem Instrumente begehet, beträchtlicher, als in den Gegenden, die nahe beim Aequator liegen, weil dort die Sonnenhöhen sich weit mehr verändern als in diesen. Wenn man auch noch so genau verfährt, so ist ein Fehler von 5 bis 6 Min. fast unvermeidlich. Und dieser ist doch zu merklich als dafs man ihn bei der Bestimmung der Breite ausser Acht setzen darf.

Iohann Werner, aus Nürnberg, hat den Gradstock zuerst in seinen Anmerkungen zu der Geographie des Ptolemäus, welche im Iahre 1514 gedrukt wurde, beschrieben.

Schon in der Mitte des 16ten Iahrhunderts sahe man das Fehlerhafte dieses Werkzeuges ein; und *Gemma Frisius* brachte den Schiffsquadranten an seine Stelle. Allein ein Quadrant setzt eine lothrechte Linie voraus, die sich aber, wie ich schon vorhin bemerkt habe, auf der See, wegen des Schwanken des Schiffes, nicht genau angeben läſst. Dieses Mangelhafte suchte der berühmte Seekapitain *Davis* dadurch abzuhelfen, dafs er einen Quadranten einführte, bei dem man die Horizontallinie beinahe auf eben die Art, wie beim Gradstocke, bestimmte. Um dafs Instrument so leicht als möglich zu machen, setzte er dasselbe aus zwey ungleichen Cirkelbögen zusammen, deren Summe 90° betrug. Der Quadrant hatte also zwey verschiedene Halbmesser, mit dem gröſsern war der kleine Bogen, nemlich 30°, mit dem kleinern Halbmesser aber der gröſsere Bogen, nemlich 60°, beschrieben. In dem Centro des Instruments ist ein senkrechtes Diopter, mit einer länglichten Oefnung, und auf jeden Bogen ein anderes, die aber beide beweglich sind, angebracht. Das, was sich auf dem kleinern Bogen befindet, ist mit einer ganz kleinen runden Oefnung versehen, und das andere hat eine Oefnung, mit einem erhabenen Glase, dessen Brennweite etwas über das erste Diopter im Centro fällt. Auch mit diesem Instrumente beobachtet man in den meisten Fällen rückwärts, und zwar so, dafs man das Diopter mit der kleinen runden Oefnung ans Auge bringt, und dasselbe auf den kleinen Cirkelbogen so lange verschiebt, bis man durch dasselbe in dem Diopter im Centro nicht nur den Horizont, sondern auch das Sonnenbild, welches von dem Glase

in

in dem Diopter auf dem gröſſern Bogen entſteht, gewahr wird. Deswegen muſs vorher das Diopter, auf dem gröſſern Bogen, auf eine gewiſſe Abtheilung deſſelben geſtellet werden. Zählt man nun die Grade zwiſchen den beiden Dioptern zuſammen, ſo bekömmt man die geſuchte Sonnenhöhe.

Es iſt nicht zu leugnen, daſs dieſes Inſtrument Vorzüge vor dem zuerſt beſchriebenen Gradſtocke hat; allein, es iſt noch immer ein nicht unbeträchtlicher Fehler an demſelben, daſs der gröſſere Bogen des Quadranten einen weit kleinern Halbmeſſer hat, als der kleinere Bogen. Die Eintheilung auf den erſtern kann daher nie genau genug ſeyn, und leicht einen Fehler von 4 bis 5 Min. veranlaſſen, welches auch durch die Erfahrung beſtätiget wird. Wollte man dem Bogen von 60 Grad einen gröſſern Radius geben, ſo würde dadurch das Inſtrument zu ſchwer werden, und ſich nicht ſo leicht regieren laſſen, als bei ſeiner jetzigen Einrichtung.

Dieſe beide hier beſchriebene Inſtrumente waren ſo lange die einzigen, deren man ſich auf der See bei Höhenmeſſungen bediente, bis der berühmte *Hadley* im Iahre 1731 ſeinen Spiegel-Octanten erfand, der nicht nur die beiden vorigen an Genauigkeit in der Eintheilung übertraf, ſondern beim Beobachten eben ſo leicht als jene, regiert werden kann. Dazu kommt noch, daſs er einen Vorzug beſitzt, welcher bei den beyden vorigen gar nicht angetroffen wird, welcher dieſer iſt, daſs, wenn man einmal den Gegenſtand im Spiegel hat, derſelbe auch, durch das heftigſte Schwanken des Schiffs, nicht wieder aus demſelben heraus gebracht werden kann. Ein Vorzug, der ihm am meiſten zum Seegebrauch empfiehlt. Ferner iſt kein anderes Werkzeug beſſer geſchickt, Entfernungen verſchiedener Gegenſtände zu meſſen, als gerade dieſes. Der Schiffer kann es mit eben der Bequemlichkeit zum Aufnehmen der Küſten, als zu Höhenmeſſungen, gebrauchen. Die Vorzüge dieſes Werkzeuges wird man in der Folge dieſer Abhandlung noch häufig genug gewahr werden.

Die Theorie deſſelben iſt ganz aus katoptriſchen Grundſätzen hergenommen; und die äuſſere Einrichtung iſt ſo beſchaffen, daſs ein Bogen von 45 Grad für einen Bogen von 90° gilt. Man kan alſo mit dieſem Inſtrumente gerade das meſſen, was man mit einem Quadranten miſst, und der Bogen braucht nur halb ſo groſs zu ſeyn, als der von einem Quadranten. Nimmt man ſtatt 45 Gr. einen Bogen von 60°, und giebt ihm eben die Einrichtung als die eines Octanten, ſo laſſen ſich Gegenſtände damit meſſen, die 120° von einander liegen. Dieſes letztere Werkzeug iſt unter dem Namen des *Sextanten* bekannt. Sowohl an dieſem, als an dem Octanten, befinden ſich zwey Spiegel, wovon das gröſſere beweglich, das kleinere aber unbeweglich iſt. Beide ſtehen auf der Fläche des Spiegels ſenkrecht. Das bewegliche iſt auf einer Regel angebracht, der die Gradzahl auf den Bogen des Inſtruments abſchneidet. Die eine Hälfte des kleinen Spiegels iſt mit Spiegelfolie belegt, die andere aber nicht. Dadurch ſieht man in dem belegten Glaſe das Bild von dem Gegenſtande, welches von

dem

dem gröſſern aufgefangen wird, und zugleich in dem unbelegten den Horizont, oder einen andern Gegenſtand, welchen man ſtatt dieſen dafür gebrauchen will. Wenn die Regel auf Null Grad des Bogens ſteht, ſo müſſen, wenn das Inſtrument anders gut gemacht iſt, beide Spiegel eine parallelle Lage haben.

In der Katoptrick wird gezeigt, wenn ein Lichtſtrahl D C (Fig. 3) von einem leuchtenden Gegenſtande D, auf eine ebene Spiegelfläche A B, unter dem Winkel D C B einfällt, daſs dieſer Strahl, unter eben dem Winkel, nach C E wieder zurückgeworffen wird. Sowohl der Einfallsſtrahl D C, als der zurückgeworffene E C, liegt in einer Ebne, welche ſenkrecht auf der Fläche des Spiegels ſteht. Läſst man eine Linie F C auf den Punkt C des Spiegels A B ſenkrecht fallen, ſo heiſst dieſe Linie das Einfallsloth; und der Winkel F C D = F C E. Da nun C D B = E C A, ſo iſt E C D = 180° — 2 C D B = 2 E C F. Auf dieſen Lehrſatz gründet ſich die ganze Theorie des Hadleyiſchen Octanten.

Denn man bringe zwey ebne Spiegel B A und F G, (Fig. 4) die in einer Fläche liegen, in eine parallelle Lage. C D ſei der einfallende Lichtſtrahl auf den Punkt D des Spiegels A B, ſo wird dieſer unter dem Winkel E D A zurückgeworffen, der dem Winkel C D B gleich iſt. Der Spiegel F G, welcher den Strahl D E in E auffängt, wird denſelben nach E O zurückwerffen, ſo daſs B D C = E D A = D E F = O E G wird. Ein Auge alſo, das in O, oder in der Verlängerung des Spiegels B A liegt, wird den Gegenſtand C, durch die doppelte Strahlenbrechung in dem Theil F E des Spiegels F G, gerade ſo ſehen, als wenn es denſelben aus D mit bloſſem Auge betrachtet hätte.

Das Einfallsloth K D, macht hier mit dem einfallenden Strahl C D, und dem zurückgeworffenen D E, gleiche Winkel. Allein ein Lichtſtrahl, welcher über C D liegt, wird bei dieſer Stellung der Spiegel nicht von O durch die doppelte Strahlenbrechung geſehen werden können. Läſst ſich aber der Spiegel B A um einen ſenkrechten Zapfen in D drehen, ſo daſs er von der Lage B A in die Lage L M kömmt, ſo verändert ſich das Einfallsloth gerade um eben den Winkel, um eben den ſich der Spiegel B A gedrehet hat. Bei der Lage L M iſt das Einfallsloth I D, bei der erſten Lage war es aber K D, beide machen nun den Winkel I D K, wovon man beweiſen ſoll, daſs er ſo groſs ſey als M D A. Der Beweis iſt folgender:

I D K + K D M = 90°, und K D M + M D A iſt ebenfalls 90°, alſo I D K = M D A. Soll aber bei einer ſolchen Lage, wie jetzt der Spiegel hat, der zurückgeworffene Strahl D E ſich nicht ändern, und ein anderer Lichtſtrahl S D, welcher von einem leuchtenden Punkte S auf den Spiegel fallen, ſo daſs derſelbe in dem Spiegel F G durch die doppelte Strahlenbrechung geſehen werden kann: ſo muſs der Winkel S D C, welchen der einfallende Strahl S D mit dem Strahl oder mit der Linie C D macht, nochmal ſo groſs ſeyn als der

Winkel

Winkel M D A iſt, um welchen ſich der Spiegel A B gedrehet hat. Um dieſes zu zeigen, ſo iſt, wie man aus dem vorhergehenden weiſs, der Winkel $IDE = \frac{1}{2} SDE$

und $KDE = \frac{1}{2} CDE$

folgl. $IDE - KDE = \frac{1}{2} SDE - \frac{1}{2} CDE = \frac{1}{2}(SDE - CDE)$

das iſt: $IDK = \frac{1}{2} SDC$.

Nun iſt vorhin bewieſen, daſs $IDK = MDA$, alſo $MDA = \frac{1}{2} SDC$.

Iſt nun C D eine Horizontallinie, und S ein heller Gegenſtand über dem Horizont, ſo macht dieſer mit der Horizontallinie einen Winkel, der nochmal ſo groſs iſt als der, um den ſich der Spiegel B A gedrehet hat. Nun habe ich vorhin geſagt, daſs dieſer Spiegel ſich auf der beweglichen Regel des Inſtruments befindet, welche ſich alſo nur durch den halben Bogen bewegen darf, während daſs der Gegenſtand über dem Horizont, einen nochmal ſo groſſen, mit der Horizontallinie einſchlieſst. Oder, um ſo viel halbe Grade ſich die Regel verrückt, um eben ſo viel ganze Grade hat ſich der Gegenſtand übern Horizont verändert. Der Bogen des Inſtruments wird demnach in 45 ganze oder 90 halbe Grade (bei einem Sextanten in 60 ganze oder 120 halbe Grade) und jeder Grad in 3 Theile, welches bequem angeht, eingetheilet. Auf der Regel ſelbſt iſt ein Nonius, oder Vernier, angebracht, der den 3ten Theil eines Grades, oder 20 Minuten, groſs iſt, aber ſtatt 20 in 21 gleiche Theile eingetheilet wird, wodurch man alſo im Stande iſt, die Gröſſe der Winkel bis auf einzelne Minuten anzugeben. Die übrige Einrichtung dieſes Inſtruments läſst ſich leicht aus dem Vorzeigen deſſelben erklären. Ueberdieſs findet man dieſes Werkzeug faſt in allen Büchern, welche die Navigation gründlich abhandeln, vollſtändig beſchrieben. Auſſer den beiden beſchriebenen Spiegeln hat faſt jeder Octant noch einen dritten, welcher dazu dienet, um mit demſelben auch rückwärts beobachten zu können.

Dieſe drey beſchriebene Werkzeuge ſind die gewöhnlichſten, deren man ſich auf der See bey Beobachtungen bedienet, und das letztere hat in unſern Zeiten die beyden erſtern faſt ganz verdränget. Unterdeſſen hat doch der Herr *Cheval. de Borda*, vor ein paar Iahren, ein ähnliches Werkzeug, als der Hadleyiſche Octant iſt, in Gebrauch zu bringen geſucht. Dieſes Werkzeug beſteht aber nicht aus einem Bogen, ſondern aus einem ganzen Cirkel. Er iſt eben ſo, wie der Octant, mit Spiegeln verſehen, und führt daher den Namen, *Reflexionscirkel*. Der eigentliche Erfinder dieſes Werkzeuges iſt nicht Herr Borda, ſondern unſer berühmter Prof. *Mayer* in Göttingen. Herr Borda hat ihn aber verbeſſert, und dadurch zum Seegebrauche bequemer gemacht. Dieſes Inſtrument iſt aber ohnweit koſtbarer als ein Octant, und wird daher Schwierigkeiten verurſachen, daſſelbe auf die See allgemein einzuführen. Wer dieſes Inſtrument kennen lernen will, den muſs ich auf die Beſchreibung und den Gebrauch deſſelben, von dem Herrn Borda ſelbſt, verweiſen. Sie iſt unter folgenden Titel herausgekommen:

Deſcrip-

Description et Usage du Circle de Reflexion avec differentes Methodes pour calculer les Observations nautiques par le Chevalier de Borda, Capitaine de Vaisseau &c. a Paris 1787.

Alle Beobachtungen, die mit den beschriebenen Werkzeugen gemacht werden, geben nur die scheinbaren Höhen der Himmelskörper an, welche nun noch verschiedene Verbesserungen nöthig haben, ehe man sie zur Bestimmung der Breite gebrauchen kann.

Die erste Verbesserung, welche durchgehends bei jeder gemessenen Höhe angestellet werden muss, ist diejenige, welche von der *Strahlenbrechung* oder *Refraction* der Himmelskörper herrührt.

Unsere Erde ist in einer beträchtlichen Höhe von einem flüssigen Körper umgeben, der, ausser vielen andern Eigenschaften, auch diese hat, dass er die Lichtstrahlen, welche von einem leuchtenden Körper ausgehen, von ihrem geraden Wege ablenket, so bald sie in diesen Körper (Atmosphäre, Dunstkreis) unter einem schiefen Winkel einfallen. Nur derjenige Strahl, welcher von einem Körper, der im Zenith steht, herkömmt, geht gerade durch und wird nicht gebrochen. Eigentlich wird der Lichtstrahl, auf seinem Weg durch die Atmosphäre, beständig anders und anders gebrochen, weil er immer von einer dünnern in eine dichtere Schichte von Luft kömmt. Er wird demnach eine krumme Linie seyn, und so das Auge des Beobachters berühren. Uns kommt es aber vor als wenn der Gegenstand, von dem der Lichtstrahl kömmt, in der Tangente dieser krummen Linie liegt. Mithin müssen die Himmelskörper, welche weniger als 90° hoch stehen, uns höher erscheinen als sie würklich stehen. Die Strahlen-Brechung nimmt aber ab, je höher der Gegenstand übern Horizont kömmt. Im Horizonte selbst ist sie am grössten.

Die 6te Tafel, welche auf der 21sten Seite, der zum immerwährenden Gebrauche und Erklärung unseres Schiffers-Kalenders, befindlich ist, giebt die Refraction im Horizonte auf 33 Min. an; für 30° Höhe ist sie 1 Min. 38 Sec., und für 44 Grad ist sie nur 59 Sec., und so nimmt sie beständig ab, bis sie für 90° = 0 wird. Die Refraction, welche man also für eine gegebene Höhe aus dieser Tafel, oder einer ähnlichen nimmt, muss allemal von der beobachteten Höhe abgezogen werden.

Eine zweyte Correction ist die, welche von der Parallaxis der Himmelskörper herrühret. Diese kann aber nur bei solchen Körpern statt finden, deren Entfernung von der Art ist, dass wenn ein solcher Körper von verschiedenen Orten der Erde beobachtet wird, er an verschiedenen Orten der Himmelskugel erscheinet. Dieser Fall ereignet sich nun würklich bey dem Monde, Planeten und der Sonne.

Zu mehrerer Deutlichkeit nehme man an, dass c (Fig. 5) der Mittelpunct der Erde, a das Auge eines Beobachters auf der Oberfläche derselben sei. a h die Horizontallinie für a, tpxh ein Bogen der scheinbaren Himmelskugel, l ein Himmelskörper, welcher der Erde nahe ist und für den Ort a im Horizonte steht, und nach h hin referirt wird. Ein Beobachter in c, setzt ihn aber nach x. Dieses ist sein wahrer Ort, jener sein scheinbarer, und der Unterschied x h zwischen beiden heisst die Parallaxe des Körpers l, welche dem Winkel x l h oder a l c gleich gesetzt werden kann. Dieser Winkel, welcher auch der parallactische Winkel heisst, wird immer kleiner und kleiner, je weiter der Himmelskörper von der Erde entfernet ist, und daher hört die Parallaxe bei den Fixsternen, wegen ihrer sehr grossen Entfernung, ganz auf, oder wird für Nichts gerechnet. Selbst bei der Sonne beträgt dieser Winkel kaum 9 Sec., und kann daher bei Beobachtungen an diesem Körper, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, ausser Acht gesetzt werden. Hingegen ist dieser Winkel beim Monde weit beträchtlicher. Seine Grösse fällt allemal zwischen 54 und $61\frac{1}{2}'$. Unter dieser Grösse versteht man aber die Horizontalparallaxe, welche beständig die gröste ist. Denn die Parallaxe nimmt ab, je höher der Weltkörper übern Horizont kömmt; und dieses Abnehmen steht im Verhältniss des Sinus, der Entfernung vom Scheitel.

Denn in dem geradlinichten $\triangle$ c a l

ist sin. a l c : sin. tot = a c : c l

und im $\triangle$ m a c

sin. a m c : sin. m a c = a c : m c.

Aber m c = c l, und sin. m a c = sin. m a z.

Also folgt aus beyden Proportionen : sin. a l c : sin. a m c = s. t : sin z a m oder sin. tot : sin. z a m = sin. a l c : sin. a m c. Sin. a m c heisst die Höhenparallaxe und sin. a l c die Horizontalparallaxe. Setzt man diese = h und sin. tot = 1, so ist die Höhenparallaxe = cosin. der Höhe $\times$ h, oder der sinus der Entfernung vom Zenith multipl. in die Horizontalparallaxe. Die Parallaxe verursacht dass die Himmelskörper, von der Oberfläche der Erde angesehen, niedriger erscheinen als sie würklich stehen. Mithin muss diese jedesmal zu der Höhe addiret werden; oder man nehme die Parallaxe weniger der Strahlenbrechung, und addire die Differenz zu der gemessenen Höhe. Diese Regel gilt aber nur für den Mond. Für die Sonne fällt die Parallaxe, wie ich schon oben erwähnet habe, bei den meisten Beobachtungen weg.

Die dritte Correction, welche auf der See durch die beschriebene Werkzeuge vorkömmt, ist diejenige, welche von der Höhe des Auges übern Horizont, (die Schiffer nennen es die Tiefe der Kimm) oder wie hoch sich der Beobachter über der Erdoberfläche befindet, herrühret. Wenn man den Meershorizont zur Grenze annimmt, so übersieht das Auge mit einmal etwas mehr als die Hälfte eines Kreises, oder die Gesichtslinie liegt etwas weiter als 90° vom Scheitel. Wie viel dass dieser Bogen beträgt, lässt sich, wenn man keine Strahlenbrechung in Betracht zieht, leicht auf folgende Art bestimmen: Es sei (Fig. 6.) B A die Höhe des Beob-

Beobachters über der Oberfläche der Erde, G F die Horizontallinie und A E die des Meereshorizont; C der Mittelpunkt der Erde, B C, C D Halbmesser derselben, wovon letzterer auf A E senkrecht steht. E liegt um den Winkel F A E tiefer als F in der Horizontallinie. Weil nun der Winkel $FAE + EAC = CAD + DCA = R$, so ist $FAE = ACD$. Nun ist im rechtwinkl. Dreyecke A C D, die Seite $AC = CB + BA$, und C D gegeben, woraus man durch folgende Proportion den Winkel $ACD = FAE$ findet.

$$AC : CD = \text{sin. tot} : \text{cos. } ACD.$$

Diese gefundene Correction muss von einer Beobachtung, die vorwärts genommen, subtrahiret, und zu einer rückwärts genommene, addiret werden.

Werden die Beobachtungen an der Sonne oder dem Monde genommen, wie zur Bestimmung der Breite fast immer (besonders auf der See) geschieht, so kann es dem Beobachter nicht einerlei seyn, ob er die Höhe von dem obern oder untern Rand der Sonne oder des Mondes nimmt, weil diese beiden Körper bekanntlich einen beträchtlichen scheinbaren Durchmesser haben. Die wahre Höhe bestimmt allemal der Mittelpunkt dieser Körper. Beobachtet man demnach den untern Rand derselben, so muss man zu der Höhe den scheinbaren Halbmesser addiren; nimmt man aber die Höhe des obern Randes, so muss derselbe von der gemessenen Höhe subtrahiret werden.

Bei der Parallaxe habe ich gezeigt, dass derselbe nach dem Sinus des Abstandes vom Scheitel kleiner wird; bei den scheinbaren Durchmessern dieser Körper ist es aber umgekehrt, denn sie werden nach eben dem Verhältnisse grösser.

Diese sind nun die Correctionen, welche bei jeder Höhenmessung an der Sonne und dem Monde vorgenommen werden müssen, ehe man die wahre oder eigentliche Höhe bekömmt, und die nur zur genauen Bestimmung der geograph. Breite führen kann. Um das ganze Verfahren desto bequemer übersehen zu können, will ich hier ein paar Beispiele, wozu ich die Data aus unserm Schiffer-Kalender genommen, hersetzen.

Beispiel an der Sonne.

Auf ohngefähr 95 Grad westlicher Länge von Hamburg sei, den 5ten April 1791, die Mittagshöhe des obern Sonnenrandes, von einem 12 Fuss über der See erhobenen Auge, beobachtet worden, 57 Grad 26 Min.; der Scheitel war nordlich von der Sonne; man verlangt die Breite des Orts der Beobachtung zu wissen.

Beobachtete Höhe des obern Sonnenrandes - - 57 Grad 26 Min.
Strahlenbrechung für 57° nach Tab. VI. 37 Sec.
Tiefe der Kimm f. 12 Fuss nach Tab. VII. 3 M. 34 - } abzuziehen
Halbmesser der Sonne nach dem Kalender 16 - 1 -
20 - 12 -

Wahre Höhe des Mittelpuncts der Sonne = 57 Grad 5 M. 48 Sec.
Wird abgezogen von 90 -

Wahre Entfernung des Scheitels vom Mittelp. der Sonne = 32 Grad 54 M. 12 S. nordl.

Abweichung der Sonne zu Hamburg Mittags
den 5ten April 1791 nach dem Kalender - 6 Gr. 9 M. 10 Sec.
6ten - - - — 6 - 31 - 51 -
Unterschied in 24 St. 22 - 41 -
macht für 95 Gr. 5 M. 59 Sec.
dazu die Abweich. vom 5ten 6 - 9 - 10 -
Abweichung der Sonne genau zu Mittage - - 6° 15′ 9″ N.

Werden addirt, weil beide nordl. sind und geben beobachtete Br.
Mittags den 5ten Ap. 1791, ohngef. 95° westl. von Hamburg - 39 Gr. 9 M. 21 S. N.

Anmerkung. Wenn man die Abweichung der Sonne oder des Mondes aus einem Kalender nimmt, so gilt diese nur für die Länge des Orts, nach welchem der Kalender berechnet worden ist. Diese muss nothwendig, für einen andern Meridian, anders ausfallen. Denn alle Oerter, die von dem angenommenen östlich liegen, haben früher Mittag, und die westlichen später. Ist also die Abweichung der Sonne oder des Mondes zu nehmend, so muss, wenn der Beobachtungsort z. B. 30 Grad östlich läge, der 12te Theil von der Differens der Abweichung in 24 Stunden subtrahiret, und läge er um eben so viel westlich, der 12te Theil derselben zu der mittägigen Abweichung, addiret werden. Das Gegentheil geschieht, wenn die Abweichung der Sonne oder des Mondes abnehmend ist.

Verlangt man die Breite durch eine Beobachtung am Monde, oder einem Planeten oder an Fixsternen zu bestimmen, so muss noch die Zeit bekannt seyn, wenn dieser Himmelskörper am höchsten steht, oder durch den Mittag geht. Und für einen andern Meridian muss eine ähnliche Reduction, als ich so eben bei der Abweichung der Sonne gezeigt habe, vorgenommen werden. Aus folgendem Beispiele wird man das ganze Verfahren leicht einsehen können.

Beispiel am Monde.

Auf ohngefähr 65 Grad ostlicher Länge von Hamburg sei, den 12ten August 1791, eine Beobachtung am obern Mondrande gemacht worden, die Breite darnach zu bestimmen.

Die

Die Mittagshöhe des obern Mondrandes war 24° 46 Min. von einem 24 Fuſs über der See erhobenen Auge beobachtet. Der Scheitel war nordlich vom Monde.

Den 12ten ſtand der Mond im Mittage um 11 Uhr 0 Min. Abends.	
Tägliche Verſpätung iſt = 54 Min.	
Macht für 65 Gr. oſtl. Länge, welche abgezogen	9. 45 Sec.
Culminationszeit des Mondes am Beobacht. Ort =	10 Uhr 50 M. 15 Sec.
Von da bis zu Mitternacht ſind noch	1 Uhr 9 M. 45 Sec.
Beobachtete Höhe des obern Mondrandes =	24° 46′
Halbmeſſer des Mondes um Mitternacht = 16′ 6″ } zu ſubtrahiren	
Tiefe der Kimm für 24 Fuſs = 5. 3 }	
	21. 9″
	24°. 24′. 51″
Verbeſſerung der V Taf. für eine Höhe von 24°. 46′. und eine Horizontalparallaxe von 59′ 7″, welche zu addiren iſt =	51. 40
Wahre Mittagshöhe des Mittelp. des Mondes	= 25°. 16′ 31″
Abgezogen von	90°
Wahre Entfern. des Scheitels vom Mittelp. des Mondes	= 64°. 43′. 29″ nordl.
Abweichung des Mondes um Mitternacht den 12ten Mai zu Hamburg	= 14°. 1′ ſüdlich abnehm.
Die 12ſtündige Veränderung giebt 1°. 24′, dies macht für 65° oſtl. = 15′. 10″	
Und für 1 Stunde 10 Min. bis zur nächſte Mitter. = 8. 10″	
Wird beides addirt, weil die Abw. abnehmend iſt =	23. 20
Abweichung des Mondes genau für die Zeit der Beobachtung =	14° 24′ 20″ ſüdl.
Werden ſubtrahirt, wegen der ungl. Namen.	50°. 19′. 9″
Beobachtete Breite den 12ten Aug. 1791. um 10 Uhr 50 Min. 15 Sec. Abends.	

Dieſe Methoden ſind ohnſtreitig zur Beſtimmung der Breite die beſten; allein nicht allemal erlaubt es die Witterung, daſs gerade um Mittag oder zur Zeit der Culmination, Beobachtungen angeſtellt werden können. Und doch kann an einer ſolchen Obſervation dem Schiffer ſo ſehr viel gelegen ſeyn. Für ihn iſt es alſo ganz unentbehrlich, ſich mit den Methoden bekannt zu machen, die ihn lehren, aus einer oder mehreren Beobachtungen, die auſſer Mittage fallen, die Breite des Orts zu beſtimmen. Je weniger der Beobachtungen genommen werden dürfen, deſto beſſer, und deſto geſchwinder wäre die Aufgabe aufgelöſet. Und wiewohl es der Aſtronomie nicht an ſolchen Angaben fehlt, ſo ſetzen ſelbige in den meiſten Fällen doch andere Stücke voraus, die dem Schiffer zu beſtimmen, eben ſo ſchwer fallen würde, als wenn er, zur Auflösung dieses Problems, mehrere Höhen-Beobachtungen anstellen müsste. Indessen will ich einer derselben, wegen einer andern Aufgabe, die von weit mehrern und allgemeinern Nutzen, und in eben derselben enthalten ist, dem Leser mittheilen.

Aufgabe.

Aus der Höhe der Sonne oder eines andern himmlischen Körpers, dem Azimuthe und der Abweichung derselben, die Breite zu bestimmen.

Es sei H A Z P H (Fig. 7) der Meridian, H O der Horizont, A R der Aequator, P der Pol desselben, P O die Polhöhe, Z der Scheitel, M Z ein Vertical- und V P ein Declinationskreis. Diese Erklärung voraus gesetzt, so stehe die Sonne in S übern Horizont; oder S M sei ihre Höhe, S V ihre Abweihcung, und der Bogen M O das Azimuth nach Norden und M H dasselbe nach Süden. Durch diese drey gegebene Stücke entstehet das stumpfwinkligte Kugeldreyeck Z S P, worinn Z S das Complement der Höhe, S P das Complement der Abweichung und S Z P der Azimuthalwinkel ist, woraus Z P gefunden wird, deren Ergänzung zu 90° die verlangte Polhöhe giebt. Die andere Aufgabe, welche von ausgedehnterm Nutzen für den Seefahrer ist, liegt in eben dem Dreyecke, und setzt, ausser der Declination und der Höhe, die Breite des Orts, als gegeben, voraus. Dadurch sind alle drey Seiten in dem Kugeldreyecke Z S P bekannt, woraus man den Winkel Z P S berechnet. Dieser Winkel wird durch den Bogen des Aequators A V gemessen, welcher, wenn er in Zeit verwandelt wird, die Zeit anzeigt, wann die Beobachtung geschehen ist. Dadurch ist also der Beobachter in den Stand gesetzt, den Gang seiner Uhr, jedesmal nach der Bewegung der Sonne, zu berichtigen.

Beispiel.

Unter einer nordl. Breite von 53° 34′ wurde den 19ten Iuly des Morgens um 7 Uhr 30 Min. die Höhe des obern Randes der Sonne auf 30° 12′ von einem 24 Fuss über der See erhobenen Auge beobachtet. Die Abweichung der Sonne war zu der Zeit 20° 53′ nordlich, der Halbmesser der Sonne 15′ 48″. Man verlangt die wahre Zeit der Beobachtung zu wissen.

Auflösung.

Höhe des obern Sonnenrandes	=		30° 12′
Halbmesser der Sonne	= 15′ 48″	} zu subtrah.	
Refraction für 30°	= 1. 38.		
Tiefe des Horizonts für 24 Fuss	= 5. 3.		

Wahre

	22′. 29″
Wahre Höhe des Mittelpuncts der Sonne =	29°. 49′. 31″ = MS
Compl. zu 90° =	60°. 10′. 29″ = ZS
Abweichung der Sonne 20°. 53′ = VS Compl. zu 90° =	69. 7. = PS
Polhöhe 53°. 34′ = PO deren Compl. zu 90° =	36. 26. = PZ

Um den Winkel ZPS zu finden, verfahre man folgendermassen:

ZS = 60°.	10′.	29″			
PS = 69°.	7		Compl. arith.		0, 0294617
PZ = 36.	26.		-	-	0, 2262961
Summe = 165.	43′	29″			
½ Summe = 82°	51.	44			
½ Sum. - PS = 13°	44.	44	Log. sin.		9. 3758742
½ Sum. - PZ = 46°	25.	44	-	-	9. 8600445
			Summe		19. 4916765
			½ Summe		9, 7458382
			Log. sin. von		33° 50′ 49″
			Doppelt		67° 41. 38 = ZPS

Mit 15° auf Zeit gebracht, giebt	4 Stunden 30 Min. 46 Sec.
Abgezogen von	12 -
Zeit der Beobachtung	7 Uhr 29 M. 14 Sec. Vormitt.
- der Uhr	7 - 30 -
Die Uhr geht zu früh um	46 Sec.

Ist der Stundenwinkel ZPS bekannt, so läst sich auch der Winkel SZP oder das Azimuth nach Norden, folglich auch HZM berechnen. Denn

Log. Cosin. der Höhe MS : Log. sin. ZPS = L. cosin. der Decl. VS : Log. sin. SZP.
Und HZM = 180° — MZO.

Statt der Sonne läst sich diese Aufgabe auch leicht auf den Mond, Planeten oder einen Fixstern anwenden. Will man die Zeit durch eine Beobachtung an der Sonne herausbringen, so muss die Beobachtung etwas weit vom Mittage genommen werden, weil sich die Höhen der Sonne, nahe am Mittage genommen, zu wenig verändern.

Ausser den mittägigen Beobachtungen, lehrt die Astronomie noch, wie man aus mehreren Höhen, die entweder vor- oder Nachmittage genommen worden sind, und wenn die Zeit zwischen den Beobachtungen als bekannt angenommen, die geographische Breite durch Rechnung bestimmen kann. Unter diesen zeichnet sich vorzüglich folgende aus.

Aufgabe.

Aufgabe.

Aus zweyen Beobachtungen, die entweder beide Vor- oder auch Nachmittag, oder wovon die eine Vor- die andere aber Nachmittag gemacht worden ist, mit der Zwischenzeit beider Beobachtungen, die Breite zu finden.

Diese Aufgabe läst sich auf zweyerlei Art auflösen: Die eine ist ganz sphärisch; die andere gründet sich auf eine Projection, und läst sich auf einen sehr bequemen Ausdruck bringen, der ganz durch die ebene Trigonometrie und die Logarithmen aufgelöset werden kan.

Der Vollständigkeit wegen will ich beide Auflösungen hersetzen, und mit der sphärischen den Anfang machen.

Es sei daher in (Fig. 8) A Z P R H ein Mittagskreis, H O der Horizont, Z der Scheitel, A R der Aequator, P der Pol; Z K, Z M zweien Scheitel oder Höhen- und P D, P d zweien Declinationskreise. Die Sonne stehe zur Zeit der ersten Observation in s um M s übern Horizont, bei der andern in S um K S. Die Declination für die erste ist s d, für die Zweite S D. Aus diesen bekannten Stücken finde man Z P oder den Abstand des Pols vom Scheitel, woraus P O oder die Polhöhe folget.

Wenn die Zwischenzeit von beiden Beobachtungen nicht gros ist, und überhaupt auch nicht zu nahe am Aequinoctio genommen worden sind, so kann man S D = s d annehmen. Der Bogen D d ist die Zwischenzeit auf Grade des Aequators gebracht, und mist den Winkel D P d. Durch diesen Winkel und die gegebene Declination sind in dem sphärischen gleichschenklichten Dreyecke S P s (weil angenommen, dass S P = s P) drey Stücke bekannt, woraus man die Seite S s und den Winkel P S s = P s S finden kann. Man ziehe daher den Bogen eines grösten Kreises P x perpendikular auf A R, mithin auch auf W L, so wird nicht nur der Winkel S P s und die Seite s S halbiret, sondern auch das ganze Dreyeck P S s in zwey gleiche und rechtwinkligte P x S und P x s eingetheilet. Hat man die Seite S s und den Winkel P S s gefunden, so sind in dem sphärisch stumpfwinkligten Dreyecke Z S s alle drey Seiten (den Z S und Z s sind die Complemente der beiden Höhen zu 90 Gr.) gegeben, woraus man den Winkel Z S s berechnet. Wird der vorher gefundene Winkel P S s von dem Winkel Z S s abgezogen, so bleibt der Winkel Z P S nach; und man hat nun im sphärischen Dreyecke Z S P, ausser diesem Winkel, die beiden Seiten Z S (das Compl. der 2ten Höhe) und P S (das Compl. der Declination von der zweiten Höhe) bekannt, woraus man die Seite Z P, deren Ergänzung zu 90° die gesuchte Breite giebt, findet.

Beispiel.

An einem gewissen Tage wurde des Morgens die Höhe der Sonne zweimal beobachtet.

Einmal um 10 Uhr 5 Min. war die wahre Höhe M ſ = 36° 50′ 47″.
Das Zweitemal - 11 - 23 - ——— KS = 42° 11′.
Zwiſchenzeit = 1 Uhr 18 Min.
Auf Grade gebracht = 19° 30′ = D d = S P ſ.
Davon die Hälfte = 9° 45′ = S P x.

Die Declination für die Mittelzeit war = 2° 6′ 7″ = S D = ſ D.
Abgezogen von 90
87° 53′ 53″ = S P = ſ P.

Das Complement der erſten Sonnenhöhe = ſ Z = 53° 9′ 13″
- - zweiten - = Z S = 47° 49′

In dem gleichſchenklichten ſphäriſchen Dreyeck S P ſ, ergiebt ſich die Seite S ſ durch folgende Proportion:

L. ſin. tot : Log. ſin. S P 87° 53′ 53″ = L. ſin. S P x 9° 45′ : Log ſin. ½ S ſ
9. 9997076
9. 2287839
Log. ſin. 9. 2284915
9° 44′ 36″ = S x
2
19° 29′ 12″ = S ſ.

Der Winkel P S ſ findet ſich in eben dem Dreyecke durch

Log. coſ. P S 87° 53′ 53″ : Sin. tot = Log. cot. S P x 9° 45′ : Log. tang. P S ſ
20. 7648974
8. 5643998
Log. tang. 12. 2004976
89° 38′ 20″

Aus den drey gegebenen Seiten des ſphäriſch ſtumpfw. Dreyecks berechnet man nun den Winkel Z S P.

 Z ſ =

$$Z\,s = 53^\circ\ 9'\ 13''$$

$ZS = 47^\circ\,49'$ Compl. ar. 0, 1301818

$S\,s = 19.\ 29.\ 12''$ - - 0, 4767903

Summe $= 120^\circ\ 27'\ 25''$

$\frac{1}{2}$ Summe $= 60^\circ\ 13'\ 44''$

$\frac{1}{2}$ Summe $- ZS = 12^\circ\ 24'\ 44''$ Log. ſin. 9, 3323245

- - $- S\,s = 40.\ 44.\ 32.$ - - 9. 8146849

Summe = 19, 7539815

$\frac{1}{2}$ - Log. ſin. 9. 8769907

$48^\circ\ 52'\ 50''$

multiplicirt mit 2

giebt für $ZS\,s$ = $97^\circ\ 45'\ 40''$. Davon

abgezogen den Wink. $PS\,s$ = 89. 38. 20.

giebt ZSP = $8^\circ\ 7'\ 20''$.

In dem ſtumpfw. Dreyecke S Z P berechne man aus den beiden Seiten Z S, P S und dem eingeſchloſſenen Winkel Z S P, die Seite Z P, deren Compl. zu 90° die geſuchte Breite giebt. Um dieſe zu finden, ſo wird der Bogen Z y perpendicular auf S P gezogen, wodurch es in zwey rechtw. Dreyecke Z y S und Z y P zerlegt wird. — Durch folgende Proportion ergiebt ſich die Seite S y.

Log. coſ. Z S P $8^\circ\ 7'\ 20''$: L. ſin tot = log. cot. S Z $47^\circ\ 49'$: log. cot. S y

19. 9572311

9. 9956336

Log. cot. = 9. 9615975

S y = $47^\circ\ 31'\ 48''$

Abgezogen von S P = 87. 53. 53

giebt y P = 40. 22. 5.

Folgender Satz giebt endlich das geſuchte:

L. Coſ. S y $47^\circ\ 31'\ 48''$: l. coſ. y P $40^\circ\ 22'\ 5''$ = l. coſ. S Z : l. coſ. Z P = l. ſin. P O

9. 8819156

9. 8270493

19. 7089649 — 9, 8294351 = 9, 8795298 = $49^\circ\ 16'$ = P O.

Eben dieſe Aufgabe läſst ſich durch die Auflöſung, welche Herr *Douwes*, (und welche ich die Zweyte genannt habe,) zuerſt gebraucht hat, und in den Abhandlungen der Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Harlem 1775 vorkömmt, durch folgenden Weg auflöſen. Nur ſetzt diese Aufgabe, ausser den in der vorigen gegebenen Stücken, auch die ohngefähre Breite des Orts, welche man in der Schiffarth die *gegisste* nennt, als bekannt voraus.

Pitot hat zuerst diese Aufgabe aus zweien Höhen eines Sterns und ihrer Zwischenzeit seine Abweichung zu finden, wenn man die Polhöhe weiss, oder die Polhöhe zu finden, wenn man die Abweichung weiss, eingeführet, und ist von erwähnten Herrn Douwes aufgelöst worden.

Vorbereitung.

Um das ganze Verfahren besser zu übersehen, muss man sich vorher mit der dazu gehörigen Figur (wovon ich deren zwei gezeichnet habe, nemlich die eine (Fig. 9), wenn die beiden Beobachtungen Vor- oder auch Nachmittage genommen, die andere (Fig. 10), wenn die eine Beobachtung Vor- und die andere Nachmittag angestellt worden ist) bekannt machen. A Z P H A stelle demnach in beiden Figuren der Meridian oder Mittagskreis vor; O C H der Durchschnitt des Horizonts, Z der Pol desselben oder das Zenith, P der Weltpol und P H die ohngefähr bekannte oder gegisste Breite. M b Q sei der Tageskreis der Sonne und M L Q die Projection desselben. Die beiden Beobachtungen fallen in a und b, entweder auf eine, wie in Fig. 9, oder auch zu beiden Seiten des Meridians, wie in Fig. 10. A M ist die Abweichunng der Sonne in beiden Figuren.

Man ziehe die Sehne a b, und aus L das Perpendikel L m, welches beides die Sehne in M und den Bogen in K rechtwinklicht halbiret. Aus a und b lasse man auf die Projection des Tagescirkel M Q die lothrechten Linien a d und b f fallen; und auf den Durchschnitt des Horizonts, aus d, f und M, die lothrechten Linien d h, f g und M i; so stellen diese letztern die Sinus der verschiedenen Sonnenhöhen vor. Nämlich f g ist der Sinus der am weitsten vom Mittage fallenden Beobachtung, d h der Sinus, der zunächst am Mittage genommenen, und M i der Sinus der Mittagshöhe selbst. Ziehe hierauf die Linie e f aus f auf d h, und aus d die Linie d l auf M i senkrecht, so ist d e der Unterschied der Sinus der beiden Sonnenhöhen, und M l der Unterschied von dem Sinus der Mittagshöhe und dem, zunächst am Mittage fallenden.

Gesucht wird bei dieser Aufgabe 1) der Bogen M a, das heisst: die Zeit der zunächst am Mittage beobachteten Sonnenhöhe. Ist diese gefunden, so läst sich die Uhr darnach corrigiren. 2) Der Sinus M i von der Mittagshöhe der Sonne, wodurch die Breite leicht nach dem Vorhergehenden gefunden wird.

Auflösung.

In dem rechtwinkligten $\triangle$ d e f ist die Seite d e als der Unterschied der Sinus von beiden Beobachtungen bekannt. Ferner: ausser dem rechten Winkel ist auch d f e = A C O =

 der

der Höhe des Aequators über dem Horizont, vermöge der Parallellinien A C und M Q gegeben; folglich auch der Winkel f d e = der gegifsten Breite, welcher Winkel in der Folge blos durch *Br.* angedeutet werden soll. Aus diesen finde man die Seite d f; und wenn man d e zum Radius annimmt, so ist

$$\text{sin. tot} : \text{secans Br.} = d\,e : d\,f$$

$$\text{folglich } d\,f = \frac{\text{sec. Br. } d\,e}{\text{rad.}}$$

Durch diese Proportion wird d f in Theilen des Radius des Tageskreises gefunden, die auf Theile von dem Radius der Kugel gebracht werden müssen. Bekanntlich aber verhalten sich die Parallelkreise zum Aequator, wie die Cosinus der Abstände zum Radius. Der Tageskreis liegt aber um den Bogen M A = der Abweichung der Sonne vom Aequator. Mithin ist

cosin. der Abweich. der Sonne : sin. tot = d f : d f in Theil. auf den Aequat. gebracht.

Allein aus der Trigonometrie erhellet, dass cosin. : rad = sin. tot : secans

folglich ist

rad : sec. Abweich. = d f : d f

$$\text{für } d\,f \text{ setze man } a\,x\text{; also } a\,x = \frac{\text{sec. Abweich. } d\,f}{\text{rad.}}$$

Durch a x hat man im rechtwinklichten Dreyecke a x b, ausser dieser Seite und dem rechten Winkel noch a b, den Unterschied in Bogen zwischen den beyden Observationen bekannt, woraus man den Winkel a b x berechnen muss. Dieser Winkel ist dem Winkel K L M gleich: weil der Winkel b x m = f x L, x f L = b m x = R, und daher △ b m x ähnlich △ x f L.

Nimmt man nun die Seite a x als Radius an, so ist

a x : a b = rad : cosec. a b x

Aber $\underline{a\,x : a\,b} = \underline{\text{sin. } a\,b\,x : \text{rad.}}$

Mithin ist rad : cosec. a b x = sin. a b x : rad.

Nun ist a b = 2 sinus m b.

Folglich ist a x : 2 sin. m b = sin. a b x: rad.

Oder 2 sin. m b : a x = rad. : sin. a b x.

Und welches einerlei ist

sin. m b : rad = a x : 2 sin. a b x.

In der Trigonometrie wird aber gezeigt, dass

sin. m b: rad = rad : cosec. m b

folglich hat man

rad : cosec. m b = a x : 2 sin. a b x.

$$\text{Demnach sin. } a\,b\,x = \frac{\text{cos. } m\,b.\ a\,x.}{2\text{ rad.}} = K\,L\,M.$$

Dieser

Dieſer Winkel heiſst die *Mittelzeit.* Zieht man von demſelben, wenn die beiden Beobachtungen auf einer Seite des Mittags liegen, den Bogen a K ab; oder, wenn die eine Beobachtung Vor- und die andere Nachmittags genommen, von dem Bogen den gefundenen Winkel ab, ſo erhält man die Zeit von der zunächſt am Mittage genommenen Beobachtung. Der Bogen a K heiſst die *halb verfloſſene Zeit.*

Von dieſem gefundenen Bogen a M, iſt M d der ſinus verſus, und auch zugleich die Hypothenuſe des Dreyecks M l d. M d gehöret aber für den Aequator, oder iſt in Theilen dieſes Kreiſes gefunden, und muſs daher erſt auf den Parallelkreis gebracht werden, welches durch folgende Proportion geſchieht:

ſec. decl. Sonne : rad = ſin. verſ. M d : M d in Theilen des Parallelkr.

$$\text{Alſo } Md = \frac{\text{rad. ſin. verſ.}}{\text{ſec. decl. Sonne}}$$

Nun iſt es leicht die Seite M l in eben dem Dreyecke zu finden, weil l M d = e d f = der gegiſsten Breite bekannt iſt, alſo

ſecans Br: rad = M d : M l

$$\text{folgl. } Ml = \frac{\text{rad. } Md}{\text{ſec. Br.}}$$

Dieſes Stück M l addire man zu dem Sinus der zunächſt am Mittage genommenen Sonnenhöhe, d h = l i, ſo hat man den Sinus der Mittagshöhe, woraus alsdann die Breite leicht gefunden wird.

Alle die einzelne Sätze in dieſer Aufgabe laſſen ſich, ohne viele Mühe, folgendergeſtalt auf eine allgemeine Formul bringen.

Gleich zu Anfangs hatte man

$$df = \frac{\text{ſec Br.} \times de}{\text{rad}}\text{; und darauf}$$

$$ax = \frac{\text{ſec. Abweich. der Sonne} \times df}{\text{rad.}}$$

Setzt man in dieſen Ausdruck den vorhin gefundenen Werth von d f, ſo hat man für

$$ax = \frac{\text{ſec. Abw. der Sonne} \times \text{ſec. Br.} \times de}{\text{rad}^2}$$

Dieſer Werth wird alsdann in die dort gefundene Proportion

rad : coſec. m b = a x : 2 ſin. a b x

für a x geſetzt; und daraus ergiebt ſich der allgemeine Ausdruck

$$\text{für ſin. } abx = \frac{\text{coſec. } mb \times \text{ſecans Abw. der Sonne} \times \text{ſec. Br.} \times de}{2\ \text{rad}^3}$$

den man auf folgende Art durch die Logarithmen ausdrucken kann, wenn man für m b die halb verflossene Zeit setzet.

Log. sin. a b x = (log. sec. br. — log. rad + log. sec. Abw. der Sonne — log. rad + log. cosec. $\frac{1}{2}$ verfloss. Zeit — log rad + log. d e) — log. 2.

Um für M l auch einen schicklichen Ausdruck, vermittelst der Logarithmen, zu finden, muss man in den letzten Ausdruck $\frac{\text{rad} \times \text{M d}}{\text{sec. Br.}}$ = M l den vorhin gefundenen Werth von M d = $\frac{\text{rad. sin. vers. M a}}{\text{sec. decl. Sonne}}$ setzen; und man erhält alsdann

$$\text{M l} = \frac{\text{sin. vers. M a} \times \text{rad}^2}{\text{sec. decl. Sonne} \times \text{sec. Br.}}$$

Das ist in Logarithmen:

log. M l = log. sin. vers. M a — (log. sec. decl. Sonne — log. rad) + (log. sec. br. — l. rad.)

Dieser Logarithmus von M l heisst der Logarith. des *Steigens.*

In den beiden so eben gefundenen Formuln kömmt der Ausdruck

log. sec. decl. Sonne — log. rad + log. sec. Br. — log. rad

vor, den man einen beliebigen Buchstaben, etwa M, gleich setzen kann. Dies giebt für

log. sin. a b x = (M + log. cosec. $\frac{1}{2}$ verfloss. Zeit — log. rad + log. d e) — log. 2.

Und für

log. M l = log. sin. vers. M a — M.

Beispiel.

Die Data sind dieselben, die im Beispiele, welches durch die sphärische Trigonometrie aufgelöset worden ist, vorgekommen sind; nur dass die gegisste Breite auf 49° 15′ nordl. fällt.

Log. sec. br.	—	49° 15′	— rad	= 0, 18525
-	- decl. Sonne	2° 6′ 7″	— rad	= 0, 00029
				0, 18554 = M

Natürl. Sin. der kleinsten Sonnenhöhe von 36° 51 = 59972

- - grössten - - — 42° 11 = 67151.

Unterschied = d e 7179

Log. 3, 85606

\+ 5

8, 85606

Anmerk.

Anmerk. Die Characteristik des Logarithmen muſs dieſerwegen um 5 Einheiten vergröſsert werden, weil der Logarithmus Sinus für die natürliche Sinus in den gewöhnlichen Tabellen nicht für 7, ſondern für 10 Dezimalſtellen berechnet worden iſt. Nimmt man alſo den natürl. Sinus aus Tafeln, die nur 5 Dezimalſtellen haben, ſo fehlen noch 5 derſelben, mithin muſs, um eben ſo viele Einheiten, die Kennziefer von dem Logarithmen der Zahl vergröſsert werden. Denn die Differenz ſollte eigentlich aus 9 Zahlen beſtehen, wovon offenbar die Kennziefer 8 iſt.

Die halb verfloſſene Zeit in Bogen betrug 9° 45′, davon nehme man den Log. coſec. weniger den radius, ſo erhält man = 0, 77122

Werden die drey gefundenen Gröſſen addirt, ſo erhält man den erſten Theil der Formul, von deren Summe, der Logarithm. 2 abgezogen, den Sin. Log. der Mittelzeit in Bogen giebt. Der bequemen Ueberſicht wegen, will ich hier die Rechnung nochmal herſetzen.

M	=	0, 18554
Log. ſin von d e	=	8, 85606
½ verfloſſ. Zeit	=	0, 77122
		9, 81286
Davon Log. 2	=	0, 30103
Log. ſin a b x	=	9, 51183
		18° 58′ Mittelz. in Bogen.
Davon die ½ verfloſſ. Z. ebenfalls in Bogen	=	9. 45
Abſt. der höchſten Beobacht. vom Mittage	=	9° 13′
giebt in Zeit	=	36′ 52″ zwiſchen dem Mittage und der höchſten Beob.
Abgezogen von		12 Uhr.
Zeit der h. Beob.		11 Uhr 23′ 8″
die Uhr zeigte		11. 23.
folgl. ging die Uhr zu ſpäth um		8 Sec.

Ferner nehme man den Sinus verſ. vom Abſt. der höchſten Beobachtung, oder welches einerlei iſt, den Coſinus dieſes Bogens, und ziehe denſelben von dem Radius ab. Von dem Unterſchiede, den Logarithmen genommen, und von dieſem den Werth von M abgezogen, giebt den Logarithmus des *Steigens*, die dazu gehörige Zahl wird zu dem natürlichen Sinus der zunächſt am Mittage genommenen Sonnenhöhe addirt, ſo ergiebt ſich der Sinus der Mittagshöhe der Sonne.

Sin. verf. von 9° 13′ = 100000 — cofin. 9° 13′ = 1291.

Der Logarith. davon ift	=	3, 11093
Hievon M	=	0, 18525
Logar. des Steigens	=	2, 92568
Die dazu gehörige Zahl ift	=	842, 7
natürl. Sinus der gröfsten Son. H.	=	67151
Sinus der Mitt. Höhe		67993, 7
		42° 50′
Abgezogen von		90°
Abftand vom Scheitel	=	47° 10′ nördlich
Dazu die Decl.		2° 6′
Breite des Orts	=	49° 16′
gegifte Breite	=	49. 15
Fehler in der Br.	=	1′

Um die Rechnung zum Gebrauche noch mehr abzukürzen, und für den Seemann bequemer zu machen, hat man die vornehmften Theile der beiden Formuln in Tabellen gebracht, wovon der Lefer eine umftändliche und deutliche Befchreibung in folgenden Schriften antrift.

Abhandl. der Gefellfchaft der Wiffenfchaften zu Harlem. 1771.

Nautical-Almanac. 1771.

L. H. Röhls Anleitung zur Steuermannskunft. Greifswald 1778.

Tables requifite to be ufed with the Nautical Ephemeris, for finding the Longitude at Latitude at fea. London 1787.

Zum immerwährenden Gebrauch eingerichtete Erklärung des Hamburgifchen Schiffer-Kalenders.

I. I. Fruchtnicht Voorbeelden en Regeln &c. 1790.

Zweiter

Zweiter Abschnitt.

Von der Bestimmung der Länge.

Aller, der im vorigen Abschnitte erwähnten Methoden, die geographische Breite eines Orts auf der Erde anzugeben, sind bei weitem noch nicht hinreichend, genau zu bestimmen, wo der Fleck ist, den der Ort auf der Erdkugel einnimmt. Wenn die beiden Pole der Erde ausgenommen werden, so giebt die geographische Breite weiter nichts, als den Parallelkreiss des Orts, an, das heisst: wie weit derselbe Nord- oder Südwärts vom Aequator ab liegt. Der Umfang eines solchen Kreises ist aber in den meisten Fällen so beträchtlich als dass seine Ausdehnung nach Osten oder Westen zu, ausser Acht gesetzt werden könnte. Liegen zwey Oerter unter dem Aequator 180 Grad von einander, so beträgt ihre Entfernung 2700 geographische Meilen, wenn der Umfang desselben zu 5400 Meilen angenommen wird. Befinden sich zwei Oerter, unter dem Parallelkreis von 60°, um eben so viel Grade von einander entfernt, so ist ihre Entfernung zwar nur 1350 solcher Meilen, aber in Ansehung der Lage viel zu gross, als dass man blos mit der Breite derselben zufrieden seyn dürfte. Wüste man also, dass beide Oerter 180° von einander entfernt lägen, so liesse sich die Lage beider Oerter genau auf der Erdkugel angeben.

Aus der Astronomie ist bekannt, dass die Erde, ausser ihrer jährlichen Bewegung um die Sonne, sich auch noch, innerhalb 24 Stunden, einmal um ihre Axe von Westen nach Osten drehet; dass also jeder Ort, der von einem angenommenen, gegen Osten liegt, früher die Sonne im Mittage sieht, als der angenommene Ort selbst; liegt er aber gegen Westen von demselben, so muss die Sonne später bei ihm Mittag machen, als an dem angenommenen. Könnte man nun auf eine oder die andere Art wissen, wie viel dieser Unterschied in Zeit ausmachte, so wäre es auch leicht den Unterschied an Graden, Minuten u. s. w. anzugeben; weil man nur nöthig hätte, für jede Stunde Unterschied, 15 Grad, für eine Zeitminute, 15 Minuten, und für eine Zeitsecunde 15 Secunden in Bogen, zu rechnen. Oder 1 Grad in Bogen auf 4 Minuten in Zeit zu bringen.

Am besten liesse sich dieses nun bewerkstelligen, wenn von zwey oder mehrern Personen, an verschiedenen Orten auf der Erde, eine Erscheinung am Himmel, wie etwa eine Mond- oder Sonnenfinsterniss, oder auch eine Bedeckung eines Sterns durch den Mond, beobachtet

achtet würde. Eine solche Erscheinung geschieht für alle Oerter der Erde zu gleicher Zeit, nur dass sie, der Umdrehung der Erde zufolge, verschiedene Stunden zählen. Voraus gesetzt, dass die Beobachtungsörter nicht auf der einen Hälfte der Erde unter einerlei Mittagskreise liegen. Diese Erscheinungen wendet man in der That zur Bestimmung der Länge verschiedener Oerter an; allein die Art und Weise selbst, wie sie beobachtet werden, ist oft schwierig, und hängt vorzüglich von dem Beobachtungsorte selbst ab; besonders trift man die meisten Hindernisse auf der See an. Dazu kommt noch, dass dergleichen Begebenheiten, wie Sonn- und Mondfinsternisse, überhaupt genommen, sich viel zu wenig ereignen, als dass man zu jeder Zeit davon Gebrauch machen könne. Ferner müssen diese Erscheinungen durch Fernröhre beobachtet werden, die auf einem Schiffe immer schwer anzubringen sind, um den Gegenstand auf eine Zeitlang fest darin zu halten. Die Erscheinung einer Mondfinsterniss liesse sich noch zur Noth auf der See auch ohne Fernrohr beobachten, weil nur auf die Art ein Fehler von etwa zwey Minuten begangen werden kann. Allein es können Iahre eintreten, worin sich gar keine Mondfinsternisse ereignen; und allgemein haben wir immer mehr Sonnen- als Mondfinsternisse. Bei einer Sonnenfinsterniss fallen nun, ausser der Schwierigkeit im Beobachten, auch noch Rechnungen vor, die von der Parallaxe des Mondes herrühren, und diese anzustellen, sind eben nicht Iedermanns Sache. Eben diese mühsame Rechnungen kommen auch bei den Bedeckungen der Sterne vom Monde vor. So vortheilhaft diese Erscheinungen also auf dem festen Lande gebraucht werden können, so wenig finden sie grösstentheils ihre Anwendnng auf der See. Man muss daher auf andere Hülfsmittel bedacht seyn, die im Stande sind dem Seemann, zur Auflösung dieses Problems, auf eine leichte Art zu verhelfen; eine Art, wobei keinen weitläuftigen und kostbaren Apparat von Werkzeugen und Rechnungen nöthig ist.

Als *Galliläus* im Anfange des vorigen Iahrhunderts, (1610) die Trabanten des Iupiters entdeckte, und gewahr wurde, dass diese eben solche Verfinsterungen von ihrem Planeten erlitten, als der Mond von unserer Erde, und dass sie also zu eben dem Zwecke gebraucht werden könnten, als unsere Mondfinsternisse, so glaubte man auch, sie mit eben dem Vortheile auf der See als auf dem festen Lande zur Erfindung der Länge anwenden zu können. Zumal da die Verfinsterungen der Iupitersmonden sich weit häufiger ereignen als die vorhin erwähnten Erscheinungen an der Sonne und dem Monde. Allein auch bei diesen besteht das grösste Hinderniss darin, dass sie sich nicht mit blossen Augen, sondern nur durch Fernröhre beobachten lassen. Vor der Verbesserung derselben, und ehe die achromatischen oder Dollondschen Fernröhre bekannt waren, brauchte man, um diese Erscheinungen zu beobachten, sehr lange Fernröhre, die auf einem beweglichen Boden, wie auf einem Schiffe, fast gar nicht anzubringen und zu befestigen sind. Seit der Zeit aber, dass Dollond die achromatischen Fernröhre verfertigte, lassen sich diese Verfinsterungen mit drey- und vierfüssigen Fernröhren eben so gut beobachten,

ten, als ehemals mit den sehr langen. Doch hält es immer noch schwer, und erfordert einen geschickten Beobachter einen kleinen Gegenstand auf einige Zeit in dem Fernrohre fest zu halten. Es wurden daher von verschiedenen Gelehrten, wohin *Irwin*, *Fyot*, *Kratzenstein* und *de Rochon* gehören, allerlei Erfindungen in Vorschlag gebracht, welche die Beobachtungen, die auf der See an dem Iupiter angestellet werden, zu Hülfe kommen, oder erleichtern sollten.

Irwin erfand im Iahre 1760 einen Schwungstuhl, dessen sich der Beobachter auf der See bedienen, und wodurch das Schwanken des Schiffs auf den beobachteten Gegenstand ganz gehoben werden sollte. Die Versuche, welche damit gemacht worden sind, haben aber wahrscheinlich der Erwartung nicht entsprochen, weil man seit der Zeit von diesem Stuhle gar nichts weiter gehöret hat. Auch Herr Prof. *Kratzenstein* in Copenhagen, hat einen ähnlichen Sitz zum Beobachten auf der See beschrieben. Der Schwungstuhl von *Fyot* ist von französischen Seeofficieren ganz unzweckmässig gefunden worden. Die Erfindung des Herrn Abbt *de Rochon* bestand in Verbesserung der gewöhnlichen achromatischen Fernröhren, vermittelst dreyer Hülfsgläser. Aller dieser Erfindungen ohngeachtet, lassen sich bis jetzt die Verfinsterungen des Jupiterstrabanten auf der See nicht mit dem Nutzen gebrauchen, mit dem man diese Beobachtungen auf dem festen Lande, zur Erfindung der Länge, anwendet. Dazu kommt noch, dass der Planet Iupiter, jährlich bei zwey Monate lang, nicht zu sehen ist, weil er sich zu der Zeit in der Nachbarschaft der Sonne aufhält. Während dieses Zeitraums läst sich also gar kein Gebrauch von den Verfinsterungen seiner Trabanten machen, wenn man auch sichere Hülfsmittel in Händen hätte, durch welche sich diese Erscheinung auf der See beobachten liesse. Indessen muss der Schiffer, dessen ohngeachtet, keine Gelegenheit vorbei gehen lassen, die Verfinsterungen derselben auf dem festen Lande zu beobachten, um dadurch die Lage eines Orts desto sicherer zu bestimmen. Er muss sich daher mit den Berechnungen derselben, aus den Tafeln selbst, bekannt machen, und eine gehörige Fertigkeit darin zu erhalten suchen, welches gar nicht schwer hält, weil die ganze Rechnung sich nur auf eine Additio und Subtractio erstreckt. Die besten Tafeln über die Verfinsterungen der Iupiterstrabanten hat *Wargentin* geliefert, die für die drey letzten Trabanten nur eine Ungewissheit von einer Minute in Zeitübrig lassen. Diese Tafeln stehen im Nautical-Almanac vom Iahre 1779, und auch in des *Evesque* Guide du Navigateur.

An der Magnetnadel, die so unentbehrlich für unsere Seefarth ist, und welche die jetzige Schiffarth so sehr über die der Alten ihre, erhebt, entdeckte schon *Magellan*, im Anfange des 16ten Iahrhunderts, die Eigenschaft, dass die Magnetnadel nicht genau nach Norden zeigte, sondern an einigen Orten eine Abweichung, (Declination,) nach Osten oder auch nach Westen hatte. Im vorigen Iahrhundert entdeckte man auch noch einen andern Umstand an der Nadel, daſs ſie nemlich an einigen Orten in der Fläche, an andern über derſelben, und noch an andern unter der Fläche des Horizonts lag. Man nannte dieſes die Inclination der Nadel. Beim Gebrauch der Schiffarth hielt man dieſen letzten Umſtand nicht für ſo wichtig als den erſten, wie er auch dann in der That für die Schiffahrt nicht iſt. Man fand auch ſchon im vorigen Iahrhundert, daſs die Declination der Magnetnadel an demſelben Orte, nicht einerlei blieb, ſondern ſich nach und nach veränderte. So wich die Magnetnadel im Iahre 1580 zu London um 11° 15′ gegen Oſten ab, und im Iahre 1657 hatte ſie gar keine Abweichung. Im Iahre 1692 fand ſie *Halley* 6° weſtlich. Zu Paris hatte die Nadel 1666 gar keine Abweichung. Um dieſe Erſcheinung zu erklären, nahm der berühmte *Halley* an, daſs die Erde ſelbſt ein groſſer Magnet ſey; aber von der Art, (damit er nicht nöthig hatte den magnetiſchen Polen ſelbſt eine Bewegung zu geben) daſs der innere Kern der Erde, den er für feſt hielte, von einer andern concentriſchen Kugelſchale umgeben ſei, auf deren Oberfläche wir wohnen. Beide Körper hielt er für magnetiſch, und jeder hatte ſeine beiden Pole, welche auf die Magnetnadel ihre Wirkung äuſſeren. Der innern feſten Kugel gab er eine langſamere Bewegung als der äuſſern, und eben dadurch glaubte er die Abweichung der Magnetnadel hinlänglich erklären zu können. *Halley* ſammlete eine Menge Beobachtungen über die Abweichung der Nadel, und gab 1700 eine magnetiſche Declinationscharte heraus, auf welcher krumme Linien von 5 zu 5 Graden gezogen waren. Dieſe krumme Linien gingen durch diejenigen Oerter, welche zu der Zeit einerlei Abweichung hatten. Dadurch glaubte er, die Länge der Oerter beſtimmen zu können, wenn nur die Abweichung der Magnetnadel bekannt wäre. Dieſe Abweichung läſst ſich aber, wie bekannt iſt, entweder durch des Azimuth, oder auch durch die Morgen- oder Abendweite der Sonne, jedesmal beſtimmen. Allein, da ſich die Abweichung der Nadel nicht nach den Geſetzen richtet, nach welchen ſie *Halley* hat bewegen laſſen, ihm auch nicht bekannt war, welche Zeit die magnetiſchen Pole gebrauchten, ſich um die Weltpole zu drehen, er überdieſs auch noch viel zu wenige Beobachtungen von Abweichungen der Nadel hatte, ſo lieſſe ſich von ſeiner Charte nicht den glücklichen Erfolg erwarten, den er ſich Anfangs davon vorgeſtellt hatte. Indeſſen haben ſich, nach *Halley*, berühmte Mathematiker mit Unterſuchung dieſer Materie beſchäftiget, worunter vorzüglich der berühmte *Euler* den erſten Platz einnimmt. Er nahm aber nicht, wie *Halley* that, vier magnetiſche Pole an, ſondern nur zwey derſelben; und nach dieſer Vorausſetzung entwarf er eine Declinationscharte, worin er eben ſolche Declinationslinien zog, als *Halley* in ſeiner Charte gezogen hatte. Den nordlichen magnetiſchen Pol ſetzte *Euler* unter 75° nordl. Breite und 265° Länge, und den ſüdlichen unter 75° ſüdl. Breite und 204° Länge. Da, nach dieſer Vorausſetzung, die magnetiſchen Pole nicht gerade entgegengeſetzte Punkte ſind, ſo kann die magnetiſche Axe nicht einerlei ſeyn mit dem Durchmeſſer der Erde, ſondern muſs nur eine Sehne derſelben ſeyn. Unter den magnetiſchen Meridianen iſt nur ein einziger, (welcher auch für den erſten magne-

tiſchen

tischen Meridian gilt,) ein gröſster Kreiſs, alle übrige ſind kleine Kreiſe. Da die magnetiſchen Pole alſo verſchieden von den Weltpolen ſind, ſo müſſen ebenfalls die magnetiſchen Meridianen von den Erdmeridianen verſchieden ſeyn, uud den Winkel, den beide mit einander machen, muſs der Abweichung der Magnetnadel gleich kommen. Aus dieſem Winkel, den man für jeden Ort, wie ich ſchon im vorigen gezeigt habe, finden kann, müſste ſich die Länge des Orts ergeben; und umgekehrt, aus der gegebenen Länge, die Abweichung der Nadel. Da aber die magnetiſchen Declinationskreiſe, keine gröſste Kreiſe ſind, ſo müſten dieſe Winkel noch auf eine andere Art gefunden werden, als eben erwähnet worden iſt. Ueber das ganze Verfahren leſe man folgende Abhandlung: Recherches ſur la déclinaiſon de l'aiguillée aimanté, par *M. Euler*; in den Mém. de l'acad. roy. des ſc. de Pr. 1757. In der Folge fand Herr *Euler* ſelbſt einige Unrichtigkeiten in ſeiner Hypotheſe, und *Mayer* hat auch einige wichtige Zweifel dagegen angebracht.

Ueberhaupt hält die ganze Materie über die Abweichung der Magnetnadel noch ſo viel Dunkles in ſich, daſs vielleicht noch eine geräume Zeit von Iahren darüber weggehen kann, bevor man etwas zuverläſſiges darüber angeben kann. Unterdeſſen iſt erſt neuerlich die Sache über die Abweichung der Magnetenadel von einem Amerikaner, Namens *Churchman*, aufs neue unterſucht, und, ſeiner Meinung nach, ganz erſchöpft worden. Wenn dem ſo iſt, ſo iſt das Problem der Länge von dieſem Manne, auf eine in der That leichte Art, und faſt ganz ohne Rechnung, aufgelöſet worden. Die Schrift, welche darüber im vorigen Iahre herausgekommen iſt, führet folgenden weitläuftigen Titel:

An Explanation of the Magnetic Atlas or Variation Chart, herunto annexed; projected on a Plan entirely new by wich the Magnetic Variation on any part of the Globe may be preciſely determined, for any time, paſt, preſent, or future: and the Variation and Latitude being accuratly known, the Longitude is of conſequence truly determined. By Iohn Churchman late land ſurveyor for the diſtrict of counties of Delaware &c. Philadelphia, print. by James Iohnſon. 1790.

Wer dieſes Buch in ſeinem ganzen Umfange kennen lernen will, den muſs ich hier, der Kürze wegen, auf eine weitläuftige Rezenſion deſſelben, von dem Herrn *Reinke* und mir, in den Annalen der geographiſchen und ſtatiſtiſchen Wiſſenſchaften des Herrn Hofraths *Zimmermann*, im zehnten Stücke des erſten Iahrganges, verweiſen. Hier wird genug ſeyn, wenn ich nur ſo viel aus demſelben anmerke, daſs Herr *Churchman* die Umlaufszeiten der beiden magnetiſchen Punkte (nicht Pole) heraus gebracht haben will. Nach welchen Gründen dies geſchieht, davon habe ich keine Spuhr in dem Buche finden können. Die periodiſche Umlaufszeit des magnetiſchen Nordpunkts ſetzt er auf 426 Iahre, 77 Tage und 9 Stunden,

den, und die des Südpunkts auf 5459 Iahre. Die Bewegung des erstern geht von Westen nach Osten, des letztern aber von Osten nach Westen, wiewohl aus einer Tabelle, die dem Buche angehängt ist, welche die Bewegung dieses Punkts für kleinere Zeiten enthält, folget, dass dieser Punkt sich ebenfalls von Westen gegen Osten zu bewegen scheinet. Den magnetischen Nordpunkt setzt Herr *Churchman* für das Iahr 1777, unter dem 76° 4′ der nördlichen Breite, und 90° 58′ westl. Länge von Greenwich. Der Südpunkt fällt hingegen unter 72° südlicher Breite und 140° östl. Länge, von eben dem Meridian. Wo die beiden Punkte auf der Erde hinfallen, daselbst hat die Nadel gar keine Abweichung. Der magnetische Aequator fällt für 1794 in den indischen Ocean, zwischen Ceylon und Sumatra. Die magnetische Charte, welche der Abhandlung beigefügt, ist für das Iahr 1794 sterographisch entworfen. Alle magnetische Meridiane erscheinen in derselben durch punctirte Linien. Die Winkel, welche diese Linien mit dem Erdmeridianen einschliessen, geben die Abweichung der Nadel für jeden Ort der Erde. Da die beiden magnetischen Punkte eine so sehr verschiedene Bewegung von einander haben, so müssen die magnetischen Meridiane eine besondere Krümmung haben; und da die beiden Punkte nicht in einer entgegengesetzten Lage liegen, so müssen fast alle Meridiane kleine Kreise seyn. Mit Hülfe eines Maasstabes, der sich zugleich auf der Charte befindet, werden die Winkel, welche die magnetischen Meridiane mit den Erdmeridianen machen, gemessen; und von der Genauigkeit desselben hängt die ganze Auflösung dieses berühmten Problems der Länge ab. Schon das Verfahren, Winkel durch Maasstäbe zu messen, und so genau, als hier erfordert wird, scheint mir zweckwidrig zu seyn. Ueberdiess muss der Herr Verfasser uns ganz andere Beweise von der Theorie der Bewegung seiner magnetischen Punkte geben, als er in diesem Buche gethan hat. Dann müssen nach der Theorie des Herrn Verfassers, alle Oerter, die einerlei Breite, aber verschiedene Länge haben, verschiedene Abweichung der Nadel zeigen, welches aber wider die Beobachtung von einigen Orten, z. B. in der spanischen See &c., streitet.

Schon seit dem Anfange dieses Iahrhunderts, bemüheten sich die grossen Seemächte Europens durch ansehnliche Prämien, jeden zur Erfindung der Länge aufzumuntern. Unter allen zeichneten sich die Engländer am meisten darinn aus. Denn unter der Königinn *Anna* bewilligte das Parlament demjenigen, der dieses Problem auflösete, eine Belohnung von 20,000 Pfund Sterl., und derjenige, welcher die Länge nur bis auf einen halben Grad in Bogen anzugeben im Stande war, sollte schon einen Anspruch auf diese Prämie machen. Auch die Holländer haben eine Belohnung von 100,000 Gulden auf diese Erfindung gesetzt. Diese ansehnliche Belohnungen feuerten zu sehr den menschlichen Geist an, als dass man nicht von demselben Erfindungen erwarten dürfte, wodurch dieses Problem aufgelöst werden könnte. Da, wie ich schon oben erwähnet habe, der Längen-Unterschied von zweyen oder mehreren

ren Oerter einerlei ist mit dem Unterschied in Zeit, oder, um wie viel der eine Ort früher oder später Mittag zählt als der andere, so liesse sich diese Aufgabe am besten und geschwindesten auflösen, wenn man im Stande wäre, eine Uhr zu verfertigen, deren Gang und übrige Einrichtung so regelmässig und einfach war, dass sie weder durch das Schwanken des Schiffs, noch durch die Veränderung oder Abwechselung des Klima, in ihrem Gange unterbrochen oder gestört werden konnte. Bei allen den gewöhnlichen Uhren ist aber die Einrichtung der Theile von der Art, dass diese, durch das Reiben derselben an einander, nothwendig einen Einfluss auf den Gang der Uhr zu wege bringen müssen. Ia selbst, während dem Aufziehen der Uhr, muss sie etwas an der Zeit verlieren. Alle diese Hindernisse müsten bei einer Uhr aus dem Wege geschaft werden, wenn sie zur Erfindung der Länge gebraucht werden sollte Geht dieses an, so darf die Uhr nur nach der mittlern Zeit und nach dem Meridian des Orts gestellt werden, und man könnte versichert seyn, dass sie, man mögte sie unter einen Meridian bringen, unter welchen man wollte, beständig die Zeit von dem Ort angäbe, nach welchem sie zu anfangs gestellet ist. Im vorigen Abschnitte habe ich gezeigt, wie man die Zeit, wenn die Breite des Orts als bekannt voraus gesetzt wird, durch eine Höhe an der Sonne oder dem Monde, oder auch an Sternen, genau genug herausbringen kann. Diese gefundens Zeit läst sich alsdann mit der Zeit, welche die Uhr angiebt, vergleichen, und der Unterschied von beiden, gäbe den Unterschied an Zeit zwischen beiden Oertern, den man nur auf Grade, Minuten und Secunden in Bogen zu bringen nöthig hat, um den Unterschied in der Länge anzugeben.

Man nehme z. B. an, dass man an einem Orte auf der See, dessen geographische Breite bekannt ist, die Zeit, durch eine Beobachtung an der Sonne, auf 10 Uhr Vormittags gefunden habe. Zur Zeit der Observation zeigte aber die Uhr 12 Uhr Mittags. Also läge der Beobachtungsort von dem Meridian der Uhr 2 Stunden westlich, welche mit 30 Grad in Bogen übereinkommen. Da nun der Meridian der Uhr bekannt ist, so braucht man, um die Länge des Beobachtungsort anzugeben, nur 30 Grad zu subtrahiren. Ietzt hat der Schiffer seinen Ort, wo er sich zur Zeit der Beobachtung befunden, völlig bestimmt. Wäre die Zeit der Beobachtung 12 Uhr Mittags befunden worden, und die Uhr hätte 10 Uhr Vormittags gezeigt, so läge der Ort um 30 Grad östlicher als der Meridian der Uhr, oder jener hätte 2 Stunden früher Mittag als dieser.

Eine so genaue Angabe, in Ansehung der Zeit, läst sich unmöglich von einer gewöhnlichen Uhr erwarten. Wenn eine solche Maschine so etwas leisten sollte, so müste die Einrichtung der Theile von einer ganz andern Art, nicht so sehr zusammengesetzt, seyn, als diess der Fall bey den meisten Uhren ist.

Harrison, ein englischer Künstler, hatte eine solche Uhr, die alles das leisten sollte, was ich vorhin erwähnt habe, würklich verfertiget; und überreichte selbige, im Iahre 1761, der dazu niedergesetzten Commission der Länge. Er nannte diese Uhr *Zeitmesser*, (time keeper) und machte dadurch einen gerechten Anspruch auf die zur Erfindung der Länge, niedergesetzten Prämie von 20,000 Pfd. Sterl. Allein dieser Preis, oder ein Theil desselben, konnte ihn nicht eher bewilliget werden, bis man sich vorher von der Aechtheit der Uhr durch würkliche Versuche überzeugt hatte. Zu dem Ende wurde eine Reise von England nach Iamaica, unter der Aufsicht eines geschickten Astronomen, vorgeschlagen. Die Reise ging würklich vor sich; und bei der Rückkunft zeigte sich, dass die Uhr nur einen Fehler von 1 Minute und 54 Sec. in Zeit, welches noch keinen halben Grad in Bogen ausmacht, gezeigt hatte. Ihm wurden deswegen 2500 Pfd. Sterl. ausgezahlt. Auf einer zweyten Reise nach Barbados, wo sich der noch jetzt lebende Astronom, *Maskelyne*, vorhin begeben hatte, um astronomisch den Unterschied der Länge zu bestimmen, gab die Uhr die Länge bis auf 54 Sec. in Zeit, oder 13½ Min. in Bogen, richtig an. *Harrison* erhielte hierauf die halbe Prämie, nemlich 10,000 Pfd. Sterl. Es sollte ihm auch die andere Hälfte ausgezahlet werden, wenn er genau die ganze Structur seines Zeitmessers bekannt machte, und wenn eine Probe mit mehreren seiner Uhren den günstigen Erfolg bestätigte. Herr *Maskelyne* probirte diesem zufolge drey derselben in Greenwich über 9 Monate, uud da sollen sich denn, Herrn *Maskelyne* zufolge, selbst bei der Besten dieser drey Uhren, so bedeutende Unrichtigkeiten gefunden haben, dass *Harrison* keine weitere Belohnung erhielt. Gegen diese Behandlung des Herrn *M.* ist Herr *H.* öffentlich aufgetreten, und hat die Beurtheilung für Partheyisch erklärt.

Gleich nach der Erfindung dieser Uhren in England, haben zwey sehr geschickte und berühmte französische Künstler, selbige nach zu machen versucht, welcher Versuch nicht nur glücklich ausgefallen, sondern sie haben auch den Englischen an Güte nichts nachgegeben.

Le Roy, ein geschickter Uhrmacher in Paris, überreichte im Iahre 1765 der Academie der Wissenschaften zuerst zwey von ihm, nach Harrisonscher Erfindung, verfertigte Uhren. Sie wurden, durch den berühmten französischen Astronomen *Pingré*, auf einer dreymonatlichen Seereise probirt; erhielten aber keinen allgemeinen Beifall, und *le Roy* prüfte sie deswegen bei einer zweyten Reise selbst. Diese fiel so gut aus, dass *le Roy* den doppelten Preis erhielt, welche die Academie auf die Verfertigung der besten Seeuhren gesetzt hatte. Im Grunde eine Kleinigkeit gegen die grosse Belohnungen, welche *Harrison* in England vom Parlamente erhalten hatte. — Ein anderer geschickter Uhrmacher, Namens *Berthoud*, hatte, während des Versuches mit den Uhren des *le Roy*, gleichfalls welche verfertiget, die an Richtigkeit und Genauigkeit der erstern gar nichts nachgaben. Auch die Uhren dieses Künstlers, wurden auf einer Seereise geprüft und gut befunden. Nach dem Zeugnisse des Herrn *Pingré* hatte

hatte eine von diesen, in einer Zeit von 42 Tagen, noch nicht um einen halben Grad fehl gezeigt. Dieser Unterschied ergab sich auch in der Folge, auf noch andere Seereisen, die zur Untersuchung des Ganges der Uhren angestellet wurden. Auf diesen Untersuchungsreisen ist noch merkwürdig, dass weder das heftigste Schwanken des Schifs, welches bisweilen eine Neigung von 45° betragen habe, noch die grosse Abwechselung der Temperatur, die von 0 bis 25 Grad Reaum. ging, eben so wenig die Erschütterung, welche von der Entladung aller Kanonen auf dem Schiffe herrührte, keine Veränderung in dem Gange der Uhr hervorgebracht habe.

In England fingen zwey Künstler, *Arnold* und *Kendal*, nach Harrisonschen Grundsätzen, Zeitmesser zu verfertigen, an, worunter einige waren, die an Regelmässigkeit des Ganges die ersten übertrafen. Dazu kam noch dieser Umstand, dass sie nicht so kostbar waren als die Harrisonschen. Der Arnoldsche Zeitmesser wurde zuerst auf einer Seereise nach dem Nordpol, durch den Capitain *Phips*, jetzt Lord *Mulgrave*, untersucht und geprüft. Auch mit dem Kendalschen Zeitmesser stellte dieser geschickte Seeofficier eine Prüfung auf eben der Reise an, und fand den Gang derselben noch richtiger, als den der Arnoldschen. Von keinem sind aber diese Seeuhren sorgfältiger geprüft und mehr gebraucht worden, als von dem berühmten Capt. *Cook* auf allen seinen Entdeckungsreisen. Ia, nach dem Urtheile des Astronomen *Bayley*, der die erste Reise mit *Cook* machte, gaben die Arnoldschen und Kendalschen Zeitmesser die Länge bis auf ½ Grad an, welches in einer Breite von 50 Grad noch keinen Fehler von zwey Meilen beträgt. *Arnold* hat sich vorzüglich durch seine Taschenuhren berühmt gemacht, die von einer so vorzüglichen Güte sind, dass der Capt. *Phips*, binnen 128 Tagen, nur einen Fehler von 2 Min. 40 Sec. an ihrem Gange bemerkte.

Allein, aller dieser hier so eben erwähnten Werkzeuge sind viel zu kostbar, als, dass jeder Privatmann sich selbige anzuschaffen im Stande ist, und der allgemeine Wunsch nach einer Uhr, die nicht so theuer, übrigens aber eben das leisten möchte, was die Zeitmesser würklich leisteten, wurde durch die Erfindung eines freyen Stosswerks (Echappement libre) von dem Herrn *Mudge* erfüllet. Durch die Veranstaltung des Herrn Grafen *Brühl*, und durch einen geschickten Londner Uhrmacher, Namens *Iospeh Emmery*, ein Schweitzer von Geburt, wurde diese Erfindung des Herrn *Mudge* für die Zeitmesser benutzt, die jetzt unter dem Namen: der *Taschen-Chronometer*, bekannt sind, die eine weit geringere Grösse haben, und wohlfeiler sind, als die Zeitmesser von *Harrison*, aber an innere Güte diesen gar nicht nachstehen. Denn einer dieser Zeitmesser gab, nach einer Fahrt von vier Wochen, dem Admiral *Campbell* die Länge, von St. Iohn auf Terreneuve, bis auf 6″ richtig an; ein anderes ähnliches Instrument hatte, nach 14 Monaten, nur um 17″ gefehlt; ein andermal hatte das Chronometer die Länge von Brüssel nur bis auf 17″ zu gross angegeben. Wer ausführlicher von diesen letztern und den vorhergehenden Werkzeugen unterrichtet sein will, den verweise ich auf die *Annalen der Geographie und Statistik des Herrn Hofrath Zimmermann* im ersten Bande Seite 110 bis 119. Und noch umständlicher findet man die Beschreibung der Chronometer in folgenden Schriften:

Herrn von Zach in Meisners Quartal-Schrift. 3 Iahrg. 8 Heft.

Latitudes and Longitudes of several Places ascertained by Count de *Brühl*, by Observations taken with a nineinch Hadleys-Sextant of Mr. Ramsdens Construction an artificial Horizon with a Spirith Level of a new Construction made by M. Nairn and Blunt, and a Pocket-Chronometer made by Mr. *Emery*. London 1786. 4to.

Der Bemühungen des Herrn *Emery* ohngeachtet, die Uhren so wohlfeil als möglich zu machen, so sind selbige doch noch für einen gröſsten Theil der Seeleute zu kostbar, als daſs man so bald erwarten kann, sie allgemein eingeführt zu sehen. Ueberdieſs macht, wenn nur ein Theil derselben durch einen Zufall, der sich doch leicht auf der See ereignen kann, schadhaft wird, die Ausbesserung viele Schwierigkeit, und der Gebrauch derselben wäre ganz ohne Nutzen. Zu dem Ende befinden sich auf den Schiffen, wo man Gebrauch davon macht, mehrere solcher Uhren, damit die eine beständig die Stelle von einer andern, ersetzen kann.

Auſser den Uhren war also noch eine andere Methode nöthig, um die Länge nicht nur eben so genau, sondern in manchen Fällen noch genauer, als vermittelst der Uhren, herauszubringen. Um diesen Zweck zu erreichen, muſste man seine Zuflucht wieder zur Astronomie nehmen.

Von allen Himmelskörpern ist uns der Mond nicht nur am nächsten, sondern er verändert auch seine Lage an der scheinbaren Himmelskugel am geschwindesten. Aber eben, wegen der Nähe desselben, hat seine Bewegung den Astronomen von jeher am meisten zu schaffen gemacht. Vor *Neuton*, war die Theorie des Mondes sehr mangelhaft. Alle Monds-Tafeln des vorigen Iahrhunderts geben den Ort des Mondes am Himmel, für eine gewisse Zeit, noch sehr mangelhaft an. Und da er, gerade wegen seiner geschwinden Bewegung und Veränderung seiner Lage, in Rücksicht der andern Sternen, der brauchbarste Körper ist, um die Länge von verschiedenen Orten anzugeben, so setzten verschiedene gelehrte Academien, in diesem Iahrhundert, ansehnliche Belohnungen auf genauere Mondstafeln. Die gröſsten und berühmtesten Mathematiker dieses Iahrhunderts beschäftigten sich mit dieser Arbeit. Unter diesen zeichneten sich vorzüglich *L. Euler*, *Dalembert*, *la Grange*, *Clairaut* und *T. Mayer* aus. *Euler* und *Clairaut* arbeiteten, mit der gröſsten Scharfsinnigkeit, die Mondstafeln aus, die der berümte berühmte *T. Mayer*, durch eine grosse Reihe von Observationen am Monde, so berichtete, dass derselbe endlich im Iahre 1760 im Stande war, der Londner Commission der Länge (Commissioners of the board of Longitude) die genauesten Mondtabellen zu überliefern. Diese Tafeln geben den Ort des Mondes genau bis auf eine halbe Minute im Raum an. *Mayer* selbst erhielt keine Belohnung, aber seine Erben bekamen im Iahre 1765, nach seinem Tode, 3000 Pfd. Sterl. Auch der berühmte *Euler* erhielt für seine Arbeit 300 Pfd. Sterl. Die Mayerschen Mondtafeln wurden im Iahre 1770, unter Aufsicht des Astronomen Herrn *Maskelyne*, in England gedruckt. Nach diesen Tafeln muss nun der Ort des Mondes für eine gewisse Zeit berechnet werden, wenn man denselben zur Erfindung der Länge anwenden will. Wenn man die mittlere Bewegung des Mondes täglich auf 13 Gr. setzt, so verändert er seinen Ort am Himmel stündlich um 32 Min. Vergleicht man also den Ort des Mondes mit der Sonne, oder mit solchen Fixsternen, die sich in der Nähe der Mondbahn am Himmel aufhalten, so muss diese Entfernung, in Rücksicht der ganzen Erde, dieselbe seyn; nur dass die Zeit an verschiedenen Oertern der Erde nicht dieselbe ist. Das heisst: an einem Orte wird man die Entfernung des Mondes von der Sonne, oder einem Sterne, früher oder später, als an einem andern, sehen. Für einen gegebenen Ort, den man als den ersten Meridian ansehen kann, muss man daher den Abstand des Mondes von den übrigen Körpern, so genau als möglich, berechnen. Man braucht alsdann nur, unter einem andern Meridian, die scheinbare Entfernung des Mondes von eben dem Sterne, oder der Sonne, zu messen, und die Zeit der Beobachtung nach einer gewöhnlichen Taschenuhr anzumerken, deren Gang man aber durch Höhen an der Sonne oder Sternen berichtigen muss. Misst man auch zu gleicher Zeit die Höhen beider Himmelskörper übern Horizont, und corrigirt selbige, wegen der Refraction, und beim Monde auch, wegen der Parallaxe und Refraction, zugleich, so lässt sich aus diesen wahren Höhen und der scheinbaren Entfernung beider Körper, vermittelst der sphärischen Trigonometrie, die wahre Entfernung bestimmen, die alsdann mit der Berechneten verglichen werden muss, um daraus den Unterschied in Zeit zwischen den beyden Oertern, mithin auch die Länge, herauszubringen.

Die Beobachtung selbst kann von zwey Personen bequem angestellt werden. Das Instrument, dessen man sich zu den Distantznehmen der beiden Himmelskörper bedienet, ist der von mir im ersten Abschnitte dieser Abhandlung beschriebene Spiegeloctant, oder ist die Entfernung grösser als 90 Gr., so geschieht die Messung vermittelst eines Sextanten. Während die eine Person die Entfernung der beiden Himmelskörper nimmt, misst die andere, entweder mit einem Octanten, oder auch mit einem Gradstocke, Davisquadrant, die Höhen der Himmelskörper, und bemerkt zugleich auf einer Uhr, die nur gleichförmig gehen darf, die Zeit der Beobachtung in ganzen und halben Minuten. Die Höhen der Himmelskörper brau-

 chen

chen hiebei nicht so genau gemessen zu werden, als zur Bestimmung der Breite erforderlich ist, und daher lassen sich die Höhen auch, durch nicht so genaue Werkzeuge, als die Octanten und Sextanten sind, beobachten. So bald man aber aus der beobachteten Höhe die wahre Zeit bestimmen will, so muss alsdann auch die Beobachtung mit der grössten Genauigkeit genommen werden. Ehe man zur Beobachtung schreitet, muss das Instrument sorgfältig geprüft werden. Wie diese Prüfung geschieht, findet der Leser in der zum immerwährenden Gebrauch eingerichtete Erklärung des Hamburgischen Schiffer-Kalenders, Seite 39, umständlich beschrieben.

Bei der Beobachtung wird das Werkzeug jedesmal in die Fläche beider Himmelskörper gebracht, und nach dem dunklen Gegenstande durch das unbelegte Spiegel gesehen, so, dass der Helle, vermittelst der Umdrehung der Regel, in das belegte Spiegel gebracht wird. Um das Licht von dem hellen Gegenstande etwas zu dämpfen, läst man hier, wie bei den Höhenmessungen, ein paar der gefärbten Gläser zwischen den beiden Spiegeln fallen.

Wenn man eine Beobachtung an der Sonne und dem Monde macht, so wird die Sonne in den Spiegel gebracht; bei einem Sterne und dem Monde, muss man letztern hineinbringen. Dabei muss man vorzüglich darauf sehen, dass sich die beiden Körper mit den Rändern berühren, nicht einschneiden, oder über und unter einander weggehen. Steht die Sonne westwärts vom Monde, und der Stern ostwärts, so hält man die Seite des Octanten, oder Sextanten, auf welcher die Spiegel und Eintheilung stehen, oberwärts; steht die Sonne aber ostwärts, und der Stern westwärts vom Monde, so muss die Seite des Octanten oder Sextanten, auf welcher die Spiegel und Eintheilung stehen, unterwärts gehalten werden.

Es ist auch gut, und fast immer nothwendig, dass man mehrere Beobachtungen von gleichen Zwischenzeiten anstellt, und daraus eine mittlere Beeobachtung und Zeit zieht, indem man die Resultate aus den Beobachtungen aufzählt, und die Summe durch die Zahl der Beobachtungen dividirt. Dadurch wird wenigstens der Fehler, den man bei den Messungen begehen kann und würklich begangen hat, unter die ganze Zahl von Beobachtungen vertheilt, und kommt nicht ganz auf eine zu liegen. Aus den Differenzen läst sich auch auf die mehr oder wenigern Fehler, die man allenfalls begangen hat, schliessen, wenn man sie mit den berechneten Differenzen, in gleichen Zwischenzeiten, für den bekannten Meridian vergleicht.

Nachdem man nun die Entfernung und die Höhen von beiden Himmelskörper so genau als es nur durch die Werkzeuge möglich ist, herausgebracht hat, muss, da die Beobachtung von der Oberfläche der Erde geschehen ist, die wahre Entfernung beider Körper, durch die Correction der Höhen, entweder durch Rechnung, wie die, welche unten folget, oder auch durch allgemeine Regeln, die aus dieser oder einer ihr ähnlichen hergeleitet wird, gefunden werden. Das Resultat derselben wird alsdann, mit der berechneten Distanz, eben derselben Himmelskörper. für einen gewissen Ort, dessen Meridian als bekannt angenommen, verglichen, um dadurch den Unterschied in Zeit, zwischen beiden Oertern, herauszubringen.

Damit man aber nicht nöthig hat, erst die wahre Entfernung der beiden Himmelskörper für einen angenommenen Meridian, vermittelst der Astronomie, zu berechuen, hat man diese Rechnung schon zum Voraus in einigen Büchern, die jährlich herauskommen, angestellt. Die Bücher, worinn man diese Berechnung antrift, sind, der Nautical-Allmanac für Greenwich, die Conoissance de Tems für Paris, der Hamburger Schiffer-Calendet für Hamburg, der Spanische für Cadix, und der Portugisische für Lissabon. In diesen Iahrbüchern ist die Entfernung des Mondes von der Sonne und von einigen Sternen, erster und zweyter Grösse, als Pollux, Spica, Regulus, Antares, Marcab, Aldebaran &c., alle Sterne, die innerhalb, oder nahe bei der Mondsbahn am Himmel stehen, von drey zn drey Stunden berechnet worden. Die Berechnung, welche in diesen Büchern angegeben ist, bezieht sich immer auf die Entfernung der Mittelpunkte; die beobachtete Distanz aber erstreckt sich auf die zunächst liegenden Ränder, die durch die bekannten Halbmesser (wenn die Rede von der Entfernung der Sonne und des Mondes ist, denn bei den Fix-Sternen fällt dieses von selbst weg) auf die Entfernung der Mittelpuncte gebracht werden müssen.

Um nun das Gesagte, was ich zur Erklärung der ganzen *Distanz-Methode* nothwendig voran zu schicken geglaubt habe, besser zu verstehen, bleibt mir weiter nichts übrig, als die Rechnung aus einer scheinbaren Entfernung zweier Himmelskörper, die wahre, und aus dieser die Länge des Beobachtungsorts zu finden, mit einem einzigen Beispiele an Sonne und Mond, trigonometrisch zu erläutern.

Beispiel.

Auf 35 Gr. 2 Min. norder Breite und ohngefähr 34 Gr. westlicher Länge von Hamburg, sei um 8 Uhr 35 Min. Morgens, nach der Schiffsuhr, von einem ohngefähr 8 Fuss über der Meersfläche erhobenen Auge, die Entfernung der nächsten Ränder der Sonne und des Mondes auf $52° 38'$ beobachtet worden. Die scheinbare Höhe des untern Mondrandes war $34° 33'$. Die scheinbare Höhe des obern Sonnenrandes $17° 22'$. Zu der Zeit war der Halbmesser der Sonne $16' 15''$, der, des Mondes $15' 54''$, die Parallaxe und Refraction des Mondes zusammengenommen $46' 40''$, die Refraction für die Sonnenhöhe $3' 1''$. Man fragt nach der wahren Entfernung beider Körper, und nach der Länge des Beobachtungsorts.

Erklärung

Erklärung der Figur.

HOR sei (Fig. 11) der Durchschnitt des Horizonts und HZR der halbe Meridian. BZ und DZ zwei Vertikal oder Höhenkreise. In dem ersten stehe der Mond in L und in dem andern die Sonne in S; die scheinbare Entfernung beider Körper wird durch den Bogen LS angegeben. Der wahre Ort des Mondes fällt, vermittelst der Correction für die Strahlenbrechung und Parallaxe, in M, und der wahre Ort der Sonne in A. Folglich ist MA die wahre Entfernung, welche gesucht wird.

Auflösung.

Entfernung der nächsten Ränder		=	52° 38'.
Dazu Halbmesser der Sonne	16' 15''		
- des Mondes	15. 54.		32. 9''
Scheinbare Entfern. der Mittelpuncte		=	53° 10' 9'' = LS
Beobachtete Höhe des untern Mondrandes		=	34° 33'
Davon, für die Tiefe der Kimm v. 8 F. =	3' 0''		
Dazu Halbmesser des Mondes =	15. 54		12. 54''
Scheinbare Höhe des Mittelp. des Mondes		=	34° 45' 54'' = BL
Dazu: für die Parallaxe und Refraction		=	46. 40'' = LM
Wahre Höhe des Mittelp. des Mondes		=	35° 32' 34'' = BM.
Beobachtete Höhe des obern Sonnenrandes		=	17° 22'
Davon geht ab: die Tiefe der Kimm =	3' 0''		
und der Halbmesser der Sonne	16. 15		19. 15''
Scheinbare Höhe des Mittelp. der Sonne		=	17° 2' 45'' = DS
Davon die Strahlenbrechung		=	3. 1 = AS
Wahre Höhe des Mittelp. der Sonne		=	16° 59' 44'' = AD.

Aus der scheinbaren Höhe des Mondes ergiebt sich, die scheinbare Entfernung desselben vom Scheitel = 55° 14' 6'' = LZ;
und aus der scheinbaren Höhe der Sonne, die Entfernung derselben vom Zenith = 72° 57' 15'' = SZ.

Jetzt hat man in dem sphärisch stumpfwinklichten Dreyecke ZLS alle drey Seiten bekannt, woraus man, nach bekannten Gründen, den Winkel LZS berechnet.

LS =

L S	= 53° 10′ 9″		
Z L	= 55. 14. 6	Compl. ar.	0, 0853936
S Z	= 72. 57. 15.	- -	0, 0195101
Summe	= 181° 21′ 30″		
½ Summe	= 90° 40′ 45″		
½ Summe — Z L	35° 26′ 39″	Log sin.	9, 7633606
- — S Z	17° 43 30	- -	9, 4835141
		Summe =	19, 3517784
		½ - Log. sin.	9, 6758892
			28° 18′ 8″
		multipl. mit	2
		L Z S =	56° 36′ 16″

Um nun die wahre Entfernung der beiden Himmelskörper aus dieſem Winkel zu berechnen, ſo hat man im ſtumpfwinklichten ſphäriſchen Dreyecke M Z A, die Seiten M Z und Z A, als die wahren Abſtände der Sonne und des Mondes vom Scheitel, nebſt dem gefundenen Winkel M Z A, bekannt: und wenn man nun aus dem Winkel Z M A auf die Seite Z A den Perpendikular-Bogen M x fallen läſst, ſo wird das ganze Dreyeck Z M A in zwey rechtwincklichte Z x M und M x A eingetheilet. In dem erſten berechne man aus M Z und M Z x die Seite Z x; wodurch auch x A gefunden wird.

Nun beweiſst die Trigonometrie, daſs die Coſinus dieſer beiden Stücke der Grundlinie, ſich wie die Coſinus der anliegenden Seiten verhalte, aus welcher Proportion alſo die Seite M A gefunden wird.

Das Compl. der wahren Mondshöhe iſt = 54° 27′ 26″ = M Z
und das - ——— Sonnenhöhe = 73. 0. 16 = A Z
wie aus den wahren Höhen beider Körper folget.

Log. ſin. tot : Log. coſ. M Z A = log. tang. M Z : log. tang. Z x

	56° 36′ 16″		54° 27′ 26″
	9. 7406910		
	10. 1460463		
Log. tang.	9. 8867373		
	37° 36′ 43″ = Z x	Abgezogen von	
	73. 0. 16 = A Z		
	35° 23′ 33″ = A x.		

Ferner:

Ferner:

Log. cos. Z x 37° 36′ 43″ : log. Cos. A x 35° 23′ 33″ = log. cos. Z M : log. cos. M A

	9. 9112661
	9. 7644082
	19. 6756743
	9. 8988143
Log. cos.	9. 7768600

53° 15′ 27″ = M A = *der wahren Entfernung der Sonne und des Mondes.*

In der immerwährenden Erklärung zum Gebrauche des Schiffer-Kalenders wird diese Entfernung auf 53° 15′ 26″ herausgebracht; also zwischen beyden nur einen Unterschied von 1 Sec.

Die wahre Entfernung der beiden Himmelskörper läſst sich noch auf folgende Art bestimmen:

In dem Dreyecke Z M A berechne man, aus den bekannten Stücken, den Winkel Z M A und M A Z; lasse alsdann aus dem Winkel Z L S und Z S L, auf den Bogen M A, die Bogen L l und S s perpendikular herabfallen, wodurch der Bogen l s der scheinbaren Entfernung L S von beiden Körpern gleich wird; aber eben dadurch entstehen zwey kleine rechtwinklichte Dreyecke M l L und S s A, die man hier als geradlinicht ansehen kann, weil die Seiten M L und A S, wegen ihrer geringen Grösse, keine merkliche Krümmung haben. In dem ersten Dreyecke M l L berechne man aus der Seite M L, als dem Unterschiede zwischen der scheinbaren und wahren Höhe des Mondes und dem Winkel L M l, die Seite M l; und in dem andern, aus S A, dem Unterschiede der scheinbaren und wahren Höhe der Sonne, und dem Winkel M A Z, die Seite A s. Die Summe von M l und A s, lege man in diesem Falle zu der scheinbaren Entfernung, so ergiebt sich M A als die wahre Entfernung beider Himmelskörper.

Nach trigonometrischen Gründen finde ich die Grösse des Winkels A M Z auf Minuten berechnet = 94° 54′; und die, des Winkels M A Z = 57° 58′. Ietzt hat man in den beiden geradlinicht rechtwinkl. Dreyecken M l L und A s S, ausser den rechten Winkeln bei l und s, die Seiten M l (Refraction und Parallaxe beim Monde) und A S (Refraction bei der Sonne) die Winkel L M l = 180° — A M Z und Z A s bekannt, woraus man nach folgenden Proportionen, die Seiten M l und s A berechnet.

L. s. t.

L. f. t. : log. M l = 46′ 40″ = log. cof. L M l = 85° 6′ : log. M l

2800″

Log. 3, 4471580

Log. cof. 8. 9315439

12, 3787019

10.

Log. 2. 3787019

3′ 59, 2″ = M l

Ferner:

Log. f. t. : log. S A = 3′ 1″ = log. cof. Z A M = 57° 58′ : log. A f.

60″

181″

Log. 2. 2576786

9. 7246138

11. 9822924

10

Log. 1. 9822924

1′ 36″ = A f

Dazu 3′ 59, 2″ = M l

5′ 35, 2″ = A f + M l

Dazu addire man 53° 10′ 9 = L S = der fcheinbaren Entfernung der Sonne und des Mondes.

giebt 53° 15′ 44″ = M A = der wahren Entfern. beider H. Körper.

Vergleicht man diefe, mit der vorhin gefundenen Entfernung, fo hat man einen Unterfchied von 17 Sec., welcher zwar eine Kleinigkeit ift, aber doch zeigt, dafs die erfte Methode der letztern an Genauigkeit vorzuziehen fei. Ueberdies ift die Rechnung nach der letztern Art weitläuftiger als nach der erftern.

Nachdem man die wahre Entfernung der beiden Himmelskörper auf die eine oder die andere Art gefunden hat, mufs aus einer der beobachteten Höhe die wahre Zeit des Beobachtungsort gefunden werden. In unferm Beifpiele wollen wir dazu die Höhe der Sonne gebrauchen. Um die wahre Zeit zu finden, müffen wir, auffer der Breite des Orts, der wahren Höhe des Weltkörpers, auch die Abweichung deffelben, bekannt haben. Weil nun der

Beobachtungsort, nach der Schiffsrechnung, eine Länge von 34° westl. hat, und die Beobachtung selbst, nach der Schiffsuhr, um 8 Uhr 35 Min. geschah, so erinnere man sich an das, was ich über dieses im ersten Abschnitte zur Bestimmung der Breite beigebracht habe, dass man erst, nach diesen beiden Stücken, die Declination corrigire, oder dieselbe auf den Beobachtungsort bringe. Gesetzt nun, dass die Declination der Sonne für die Zeit der Beobachtung 20° 33′ 46″ südl. gefunden werde, so hat man, in Fig. 7, folgende Stücke bekannt. Z P das Compl. der Polhöhe; Z S das Compl. der wahren Sonnenhöhe und S P das Compliment der Declination, woraus man den Stunden Winkel Z P S, welcher von dem Bogen des Aequators A V gemessen wird, berechnet. Wird die Grösse des gefundenen Winkels auf Zeit gebracht, und diese von 12 Uhr Mittags abgezogen, so erhält man die wahre Zeit der Beobachtung. Denn

Z S =	73° 0′ 16″		
Z P =	54. 58	Compl. ar.	0, 0868125
P S =	110. 33. 46.	- -	0, 0285906
Summe =	238° 32′ 2″		
½ Summe =	119° 16′ 1″		
½ S. − P Z =	64° 18′ 1″	Log. sin.	9. 9547629
½ S. − P S =	8° 42. 15.	- -	9. 1799327
		Summe =	19. 2500987
		Log sin. von der ½ Summe =	9. 6250493
			24° 56′ 41″
		verdoppelt giebt	49° 53′ 22″ = Z P S.

Auf Zeit gebracht, ist = 3 St. 19 Min. 33 Sec.
Abgezogen von 12 Uhr
Wahre Zeit der Beobachtung = 8 Uhr 40 Min. 27 Sec. Morg.

Um diese Zeit ist die wahre Entfernung der Sonne und des Mondes so gross als oben gefunden worden ist. Ietzt muss man aus einer der oben erwähnten Hülfsbücher berechnen, um welche Zeit die Sonne denselben Abstand von dem Monde zu Hamburg hatte. Der Unterschied zwischen den beiden Zeiten, giebt den Unterschied der Länge in Zeit. Man setze, im Hamburger Schiffer-Calender fände man, an eben dem Tage, die Entfernung des Mondes von der Sonne um 9 Uhr 40 Min. 24 Sec. Morg. = 53° 52′ 8″
- 12 - 40 - 24 - Ab. = 52. 16. 58.

Für 3 Stunden, gäbe diess eine Differenz
in der Entfernung = 1° 35′ 10″.

Zieht

Zieht man die kleinste Entfernung, nemlich		52° 16′ 58″
von der gefundenen		53. 15. 27
so ist der Unterschied	=	0° 58. 29;

und schliefst nun, wie sich die erste Differenz der Entfernung zu der letztern, so drey Stunden zur vierten Proportionszahl. Diese Stundenzahl von der Zeit der kleinsten Beobachtung abgezogen, (weil die Entfernung abnimmt) giebt die wahre Zeit für Hamburg, wenn die Entfernung einerlei ist mit der berechneten. Die Berechnung selbst ist diese:

	1° 35′ 10″ :	0° 58′ 29″	= 3 Stunden : x		
oder	5710″ :	3509″	= 3 St. : x		
folgl. x	=	1 Stunde	50 Min.	37 Sec.	
Abgezogen von		12 -	40.	24	
giebt		10 Uhr	49′	47″ M.	Wahre Zeit der Beobacht. zu Hamburg.
Davon		8 -	40.	27 M	- - - - - des Beobacht. O.
Untersch. in Zeit	=	2 St.	9′	20″ westlich	
Auf Grade gebracht	=	32° 20′ westlicher Länge von Hamburg.			

In der Erläuterung des Schiffer-Calenders, woraus ich dieses Beispiel genommen habe, (es steht auf der 54 Seite) wird die Länge auf 32° 18′ westl. von Hamburg angegeben. Dieser Unterschied von 2 Min. rührt von dem Unterschiede von 1 Sec. in der Entfernung her. Man sieht daraus, wie scharf und genau man die Entfernung der Himmelskörper berechnen muss, um Fehler, die sehr beträchtlich werden können, zu vermeiden.

Uebrigens kann vorhergehendes Beispiel, welches ich mit allen den dabei vorfallenden Umständen, genau durch Rechnung aus einander gesetzt habe, als Muster für alle ähnliche dienen.

Durch die obenerwähnten Mondtafeln lässt sich der Ort des Mondes am Himmel auf eine halbe Minute genau berechnen, und auf eine ganze Minute beobachten. Dies giebt einen Unterschied in Ansehung der Länge von 15 Gradminuten, und nimmt man allenfalls diesen Fehler doppelt so gross an, so kommt ein Unterschied von 30 Gradminuten oder ein halber Grad in der Länge heraus, der aber doch in den meisten Fällen geringer ausfällt.

Die Berechnung dieser Distanz-Methode findet man in folgenden Büchern gründlich und umständlich aus einander gesetzt.

La Lande Astr. second. edit. Tom. 3 P. 772 &c., unter der Rubrike: *Usage des Mouvemens de la Lune pour trouver les longitudes en Mer.*

Herr *de la Lande* erläutert hier die ganze Methode, und zeigt, daſs *Appian* für den ersten gehalten wird, der die Länge aus Beobachtungen des Mondes hat herleiten wollen, und nach ihm *Gemma Friſius* eben dieſes, in einem Buche, welches zuerſt in Antwerpen (1530) unter dem Titel: *De principiis aſtronomiae et Cosmographiae* &c. erſchienen, gelehret hat. Er zeigt auch, daſs der berühmte *Kepler* eben dieſer Methode den Vorzug vor vielen andern gegeben hat. Ueberhaupt findet man in dieſen Werken die Methode erläutert, wie die Entfernung des Mondes von den Sternen zu meſſen, um daraus die Länge des Mondes zu finden, welche mit der Länge die aus den Mondtabellen berechnet, zu vergleichen ſei. In der Folge verbeſſerte *Morin*, Profeſſor der Mathematik und Medicin in Paris, die Methode des *Keplers*. Auch *Halley* ſchlug die Diſtanz-Methode zur Erfindung der Länge vor. Weil aber die damals gebräuchlichen Mondtabellen den Ort des Mondes ſo ſehr unrichtig angaben, ſo konnte er wenig oder gar keinen Gebrauch von derſelben machen.

Im 4ten Theil der Aſtronomie, Seite 752 &c., unterſucht und prüft Herr *de la Lande* ſehr ausführlich die bekannten Methoden über die Berechnung der Entfernung des Mondes von den Sternen. Hier giebt er zuerſt den Beweis von der *Maskelynſchen* Regel; kommt hierauf auf die Tafeln, wegen der Verbeſſerung der ſcheinbaren Diſtanz des Mondes, durch die Refraction und Parallaxis, welche zuerſt von *Witchell* im Iahre 1769 angefangen, aber ganz von *Lyons*, dem jüngern *Parkinſon* und *Williams* geendigt worden ſind. Dieſe Tafeln erſchienen im Iahre 1773 in England unter folgendem Titel:

Tables for correcting the apparent diſtance of the moon and a ſtar from the effects of refraction and parallax published by order of the commiſſioners of longitude.

Dieſe Tafeln ſind ſo genau aus einander geſetzt, daſs ein Steuermann, der weder Aſtronomie noch die Gründe der Rechnung weiſs, in einer halben Stunde Zeit, die Länge auf der See, bis auf einen halben Grad, angeben kann. Er braucht keine andere Kenntniſs zu beſitzen, als 7 bis 8 der vornehmſten Fixſternen zu kennen, ihre Entfernung vom Monde mit dem Octanten zu meſſen, und addiren und ſubtrahiren zu können.

Ferner giebt Herr *de la Lande* in dieſem Supplement einen Beweis von der Regel des Herrn *de Borda*, und erläutert dieſelbe durch ein Beiſpiel. Wenn man hinlänglich geübt iſt, ſo erfordert dieſe ganze Arbeit eine Zeit von 17 Minuten. Die Auflöſung dieſes Problems, von dem Herrn *de Borda*, vergleicht er alsdann mit der, des Herrn *Dunthorn*, welche kürzer iſt, wozu aber mehrere Hülfstabellen erforderlich ſind. Die Methode des Herrn *de Borda*, trift bis auf $\frac{1}{10}$ Sec. zu.

Die

Die Art, nach welcher die wahre Entfernung der Himmelskörper, vermittelst der Winkel an der Sonne und dem Monde, gefunden wird, und die ich im vorigen aus einander gesetzt habe, ist am meisten fehlerhaft, und weicht über 20'' von der wahren ab. Herr *de la Lande* verläſst sie daher ganz. In dem oben gegebenen Beispiele wich sie von der ersten und wahren Entfernung, nur um 17 Sec. ab.

Eine sehr gute Erläuterung und Auseinandersetzung der Distanzmethode, trift man in *Traité de Navigation par M. Bezout. de l'Academie royale des Sciences et de celle de la Marine &c. A Paris*, 1781. Seite 249 &c.

Im 4ten Abschnitte, Seite 316, folgen noch einige Zusätze, die besonders die Beobachtung mit dem *Megameter* des Herrn *Charnieres* betreffen. Dieses Instrument ist eine Art von *Heliometer*, an einem Sector angebracht, und dienet vorzüglich kleine Entfernungen zu messen, die weit genauer ausfallen, als durch den Octanten und Sextanten. In eben diesen Zusätzen kommt auch noch etwas Allgemeines über die Anwendung der Interpolationsmethode bei der Bewegung des Mondes, statt der sonst gewöhnlichen Proportionaltheile, vor.

Vollständig, und mit vielen Beispielen erläutert, findet man diese Methode in *Robertson's Elements of Navigation;* auch die Anwendung davon in *Nicholson Navigators Assistant. London* 1784.

In einem spanischen Werke, das vielleicht noch wenigen von meinen Landsleuten bekannt ist, und das so zu sagen, fast alle Bücher, welche die Navigation abhandeln, hinter sich läſst, findet man im zweyten Theile die Distanzmethode sehr ausführlich abgehandelt, und alle Formuln, die nur über diese Methode bekannt sind, gründlich aus einander gesetzt und erläutert. Das ganze Werk besteht aus zweyen Theilen, und führet folgenden Titel: *Tratado de Navegacion. Por Don Iosef de Mendoza y Rios, Teniente de Navio de la Real Armada. Madrid, Anno de* 1787.

In deutschen Schriften trift man über die Distanzmethode und deren Anwendung wenig oder gar nichts an, ausser in den vortreflichen Erläuterungen des Hamburgischen Schiffer-Calenders, von dem sehr geschickten und verdienstvollen Schiffs-Capitain Herrn *Müller* in Stade, und auch hin und wieder in dem astronomischen Iahrbuche des Herrn *Bode*. Das ganze Verfahren ist, in dem erstern, so deutlich und bestimmt aus einander gesetzt, und mit so vielen und wohlgewählten Beispielen erläutert, daſs auch der Ungeübteste keine Schwierigkeit finden wird, den erforderlichen Gebrauch davon in der Anwendung zu machen. Den

Beweis

Beweis des Verfahrens (Sehe Seite 44 der schon mehrmalen angeführten Erläuterungen &c.) findet man in den Abhandlungen der Kaiserlichen Academie zu Petersburg für das Iahr 1779, in der vierten astronomischen Abhandlung, welche folgenden Titel führet: *Reflexion sur la principales methodes de corriger les distances apparentes de la lune a une étoile rélativement aux effects de la refraction et de la parallaxe, par Nicolas Fuss.*

In der schon im ersten Abschnitte dieser Abhandlung erwähnten Schrift, des Herrn *de Borda*, findet man die Distanz-Methode Seite 55 u. s. w. mit Beispieleu erläutert. Die Beweise dieser Rechnung, mit den dazu erforderlichen Tabellen, befinden sich am Ende dieses Buchs.

Auch in den oben angeführten *Tables requisite to be used with the nautical Ephemeris*, findet man sehr viele Beispiele über diese Methode.

Folgende Auflösung der Distanzmethode, welche ich der gütigen Mittheilung meines Freundes, des Herrn *Grenz-Aufseher Reinke*, zu verdanken habe, theile ich meinen Lesern ganz so mit, als ich selbige schriftlich von demselben erhalten habe.

Von dem Cosinus des Unterschiedes der scheinbaren Höhen- oder Zenith-Distanzen Fig. 11 (Z S — Z L) subtrahire man den Cosinus der scheinbaren Entfernung beider Himmelskörper (L S.) Für den Unterschied beider Cosinus suche man den Logarithmen. Hievon subtrahire man die Correction des Mondes (L M), und addire dazu die Correction der Sonne oder des Sterns (S A), und suche sodann für diesen veränderten Log. die Zahl.

Endlich suche man den Cosinus des Unterschiedes der wahren Höhen- oder Zenith-Distanzen (Z A — Z M), und subtrahire davon die vorhin gefundene Zahl.

Anmerkung. Für die Corr. des Mondes und Corr. der Sonne, oder eines Sterns, sind zur Erleichterung die beiden folgenden Tafeln von dem Herrn *Reinke* berechnet worden.

Die Secunden bei der scheinbaren Distanz können in der Rechnung weggelassen und nur am Ende wieder zu addiret werden.

Folgendes, sehr gut geordnetes Schema, kann hier zur bequemen Uebersicht der ganzen Rechnung, als ein allgemeines Beispiel dienen.

Die scheinbare Distanz des Mondes von der Sonne sei = 55° 19′ 21″; die Horizontal-Parallaxe des Mondes sei = 57′ 16″.

Schema

Schema und Auflösung.

Scheinbare Höhe der Sonne oder des Sterns	=	19° 24′ 0″
- - des Mondes	=	10. 56. 0
Differenz der scheinbaren Höhen	=	8. 28. 0
Summe der Corr. der Parallaxe und Refr. des Mondes und des Sterns	=	0. 53. 56
Differenz der wahren Höhen	=	7. 34. 4
Cosinus Differenz der scheinbaren Höhen	=	989102
Cosinus der scheinbaren Distanz (″)	=	569040
Differenz der Cosinus oder Summe	=	420062
Logarithmus numerus	=	62331, 3
Corr. des Mondes — Corr. der Sonne od. des Sterns	=	120, 0
Differenz	=	62211, 3
Numerus	=	41890, 3
Cosinus Differenz wahrer Höhen	=	99129. 0
Differennz = Cosinus wahrer Distanz	=	57238, 7
		55° 5′ 0″
Dazu die weggelassenen Secunden	=	21
Wahre Distanz		55° 5′ 21″

Tafel für Correct ⊙

Höhe	Correct
3°	9. 5
4	10. 4
5	10. 8
6	11. 0
7	11. 1
8	11. 1
9	11. 1
10	11. 1
15	11. 1
20	11. 1
25	11. 1
30	11. 1
40	11. 0
50	10. 9
60	10. 7
70	10. 5
80	10. 3
89	10. 1

Tafel für Correct *

Höhe	Correct
3°	9. 6
4	10. 5
5	11. 0
6	11. 3
7	11. 6
8	11. 8
9	11. 9
10	11. 9
15	11. 9
20	11. 9
25	11. 9
30	11. 9
40	12. 0
50	12. 0
60	12. 0
70	12. 0
80	12. 0
89	12. 0

Scheinb. Höhe	l Parallaxe des ☾ 57′	58′	59′	60′	61′	62′	Differ.
3°	511. 7	521. 0	530. 3	539. 6	548. 9	558. 2	9. 3
4	520. 3	529. 8	539. 2	548. 7	558. 1	567. 6	9. 4
5	528. 9	538. 5	548. 1	557. 7	567. 3	576. 9	9. 6
6	537. 2	547. 0	556. 7	566. 5	576. 2	586. 0	9. 7
7	545. 4	555, 3	565. 2	575. 1	585. 0	594. 9	9. 9
8	553. 3	563. 4	573. 4	583. 5	593. 5	603. 6	10. 0
9	561. 2	571. 3	581. 5	591. 7	601. 9	612. 1	10. 2
10	568. 9	579. 2	589. 5	599. 8	610. 1	620. 4	10. 3
11	576. 3	586. 7	597. 2	607. 6	618. 1	628. 5	10. 4
12	583. 6	594. 2	604. 7	615. 2	625. 8	636. 4	10. 5
13	590. 7	601. 4	612. 1	622. 8	633. 5	644. 2	10. 7
14	597. 7	608. 5	619. 3	630. 1	640. 9	651. 8	10. 8
15	604. 5	615. 4	626. 4	637. 3	648. 2	659. 2	10. 9
16	611. 0	622. 1	633. 1	644. 2	655. 2	666. 3	11. 0
17	617. 4	628. 5	639. 7	650. 8	662. 0	673. 2	11. 2
18	623. 6	634. 8	646. 1	657. 3	668. 6	679. 9	11. 3
19	629. 6	641. 0	652. 3	663. 7	675. 1	686. 5	11. 4
20	635. 5	646. 9	658. 4	669. 9	681. 4	692. 9	11. 5
21	641. 1	652. 7	664. 3	675. 9	687. 5	699. 1	11. 6
22	646. 5	658. 2	669. 9	681. 6	693. 3	705. 0	11. 7
23	651. 6	663. 4	675. 2	687. 0	698. 8	710. 6	11. 8
24	656. 6	668. 5	680. 3	692. 2	704. 0	715. 9	11. 8
25	661. 5	673. 4	685. 3	697. 2	709. 1	721. 0	11. 9
26	666. 1	678. 1	690. 0	702. 0	714. 0	726. 0	12. 0
27	670. 6	682. 6	694. 7	706. 7	718. 8	730. 8	12. 0
28	674. 7	686. 8	699. 0	711. 1	723. 2	735. 4	12. 1
29	678. 7	690. 9	703. 1	715. 3	727. 5	739. 8	12. 2
30	682. 5	694. 8	707. 1	719. 4	731. 7	744. 0	12. 3
31	686. 1	698. 5	710. 8	723. 2	735. 6	748. 0	12. 4
32	689. 7	702. 1	714. 7	727. 0	739. 5	751. 9	12. 4
33	692. 9	705. 4	717. 9	730. 4	742. 9	755. 5	12. 5
34	695. 8	708. 4	721. 0	733. 6	746. 2	758. 8	12. 6
35	698. 5	711. 1	723. 8	736. 4	749. 1	761. 8	12. 7
36	700. 9	713. 6	726. 3	739. 0	751. 7	764. 4	12. 7
37	702. 9	715. 7	728. 4	741. 1	753. 8	766. 6	12. 7
38	704. 7	717. 4	730. 2	742. 9	755. 7	768. 5	12. 8
39	706. 2	719. 0	731. 8	744. 6	757. 4	770. 2	12. 8
40	707. 7	720. 5	733. 3	746. 1	758. 9	771. 8	12. 8
41	708. 8	721. 7	734. 6	747. 5	760. 4	773. 3	12. 9
42	710. 0	722. 9	735. 8	748. 7	761. 6	774. 6	12. 9
43	710. 9	723. 8	736. 8	749. 8	762. 8	775. 8	13. 0
44	711. 8	724. 8	737. 8	750. 8	763. 8	776. 9	13. 0
45	712. 3	725. 4	738. 4	751. 5	764. 5	777. 6	13. 0
46	712. 8	725. 9	738. 9	752. 0	765. 1	778. 2	13. 1

Scheinb. Höhe	Horizontal Parallaxe des ☾										Differ.
	53′	54′	55′	56′	57′	58′	59′	60′	61′	62′	
3°	28.3	29.1	29.9	30.8	31.6	32.4	33.2	34.0	34.8	35.6	0.8
4	38.9	40.0	41.1	42.2	43.3	44.4	45.5	46.6	47.7	48.8	1.1
5	50.8	52.1	53.3	54.6	55.9	57.2	58.4	59.7	61.0	62.3	1.3
6	62.4	63.9	65.4	66.9	68.4	69.9	71.4	72.9	74.4	75.9	1.5
7	74.0	75.7	77.5	79.2	86.9	82.6	84.4	86.1	87.8	89.5	1.7
8	85.6	87.5	89.5	91.5	93.4	95.3	97.3	99.3	101.2	103.1	1.9
9	97.2	99.3	101.5	103.7	105.9	108.0	110.2	112.4	114.6	116.7	2.2
10	108.8	111.1	113.5	115.9	118.3	120.7	123.1	125.5	127.9	130.3	2.4
11	120.3	122.9	125.5	128.1	130.7	133.4	136.0	138.6	141.2	143.8	2.6
12	131.8	134.6	137.4	140.3	143.1	145.9	148.8	151.6	154.4	157.2	2.8
13	143.2	146.2	149.3	152.3	155.4	158.4	161.5	164.5	167.6	170.6	3.0
14	154.6	157.8	161.0	164.3	167.6	170.8	174.1	177.4	130.6	183.9	3.3
15	166.0	169.5	172.9	176.4	179.9	183.3	186.8	190.3	193.7	197.2	3.5
16	177.2	180.9	184.6	188.3	192.0	195.6	199.3	203.0	206.7	210.4	3.7
17	188.4	192.3	196.2	200.1	204.0	207.9	211.8	215.7	219.6	223.5	3.9
18	199.6	203.7	207.8	211.9	216.0	220.1	224.2	228.3	232.4	236.5	4.1
19	210.8	215.1	219.4	223.7	228.0	232.3	236.6	240.9	245.2	249.5	4.3
20	221.8	226.3	230.8	235.3	239.8	244.3	248.8	253.3	257.9	262.4	4.5
21	132.8	237.5	242.2	246.9	251.6	256.3	261.0	265.8	270.5	275.3	4.7
22	243.7	248.6	253.5	258.4	263.3	268.2	273.1	278.1	283.1	288.1	4.9
23	254.5	259.6	264.7	269.8	274.9	280.0	285.2	290.3	295.5	300.7	5.1
24	265.2	270.5	275.8	281.1	286.5	291.8	297.1	302.4	307.8	313.2	5.3
25	275.8	281.3	286.8	292.3	297.8	303.3	308.9	314.4	320.0	325.6	5.5
26	286.3	292.0	297.7	303.4	309.2	314.9	320.7	326.4	332.2	338.0	5.7
27	296.8	302.7	308.6	314.5	320.5	326.4	332.4	338.3	344.3	350.3	5.9
28	307.1	313.2	319.3	325.4	331.6	337.7	343.9	350.0	356.2	362.4	6.1
29	317.4	323.7	330.0	336.3	342.7	349.0	355.4	361.7	368.0	374.4	6.3
30	327.6	334.1	340.6	347.1	353.6	360.1	366.7	373.2	379.7	386.3	6.5
31	337.7	344.4	351.1	357.8	364.5	371.2	377.9	384.6	391.3	398.1	6.7
32	347.7	354.6	361.5	368.4	375.3	382.2	389.1	396.0	402.9	409.8	6.9
33	357.5	364.5	371.6	378.7	385.8	392.9	400.0	407.1	414.2	421.3	7.1
34	367.2	374.4	381.7	389.0	396.2	403.5	410.8	418.1	425.4	432.7	7.3
35	376.8	384.2	391.7	399.1	406.6	414.0	421.5	429.0	436.5	444.0	7.5
36	386.4	394.0	401.6	409.2	416.9	424.5	432.2	439.8	447.4	455.1	7.6
37	395.8	403.6	411.4	419.2	427.0	434.8	442.6	450.4	458.2	466.1	7.8
38	405.1	413.0	421.0	429.0	437.0	445.0	453.0	461.0	469.0	477.0	8.0
39	414.3	422.4	430.5	438.7	446.8	455.0	463.2	471.4	479.6	487.8	8.2
40	423.3	431.6	439.9	448.3	456.6	465.0	473.3	481.7	490.0	498.4	8.3
41	432.2	440.7	449.2	457.7	466.2	474.7	483.2	491.7	500.2	508.7	8.4
42	441.0	449.6	458.3	466.9	475.6	484.2	492.9	501.5	510.2	518.9	8.6
43	449.6	458.4	467.2	476.0	484.8	493.6	502.4	511.3	520.1	529.0	8.8
44	458.1	467.0	476.0	485.0	493.9	502.9	511.9	520.9	529.9	538.9	9.0
45	466.5	475.6	484.7	493.8	502.9	512.1	521.2	530.3	539.4	548.6	9.1
46	474.7	483.9	493.2	502.4	511.7	521.0	530.3	539.6	548.9	558.2	9.3

Scheinb. Höhe	Horizontal Parallaxe des ☾										Differ.
	53′	54′	55′	56′	57′	58′	59′	60′	61′	62′	
46°	474.7	483.9	493.2	502.4	511.7	521.0	530.3	539.6	548.9	558.2	9.3
47	482.7	492.1	501.5	510.9	520.3	529.8	539.2	548.7	558.1	567.6	9.4
48	490.6	500.1	509.7	519.3	528.9	538.5	548.1	557.7	567.3	576.9	9.6
49	498.3	508.0	517.7	527.5	537.2	547.0	556.7	566.5	576.2	586.0	9.7
50	505.9	515.7	525.6	535.5	545.4	555,3	565.2	575.1	585.0	594.9	9.9
51	513.3	523.3	533.3	543.3	553.3	563.4	573.4	583.5	593.5	603.6	10.0
52	520.6	530.7	540.9	551.0	561.2	571.3	581.5	591.7	601.9	612.1	10.2
53	527.7	538.0	548.3	558.6	568.9	579.2	589.5	599.8	610.1	620.4	10.3
54	534.7	545.1	555.5	565.9	576.3	586.7	597.2	607.6	618.1	628.5	10.4
55	541.5	552.0	562.5	573.1	583.6	594.2	604.7	615.2	625.8	636.4	10.5
56	548.1	558.7	569.4	580.1	590.7	601.4	612.1	622.8	633.5	644.2	10.7
57	554.5	565.3	576.1	586.9	597.7	608.5	619.3	630.1	640.9	651.8	10.8
58	560.8	571.7	582.6	593.5	604.5	615.4	626.4	637.3	648.2	659.2	10.9
59	566.9	577.9	588.9	600.0	611.0	622.1	633.1	644.2	655.2	666.3	11.0
60	572.8	583.9	595.1	606.2	617.4	628.5	639.7	650.8	662.0	673.2	11.2
61	578.6	589.8	601.1	612.3	623.6	634.8	646.1	657.3	668.6	679.9	11.3
62	584.2	595.5	606.9	618.2	629.6	641.0	652.3	663.7	675.1	686.5	11.4
63	589.7	601.1	612.6	624.0	635.5	646.9	658.4	669.9	681.4	692.9	11.5
64	594.9	606.4	618.0	629.5	641.1	652.7	664.3	675.9	687.5	699.1	11.6
65	599.8	611.4	623.1	634.8	646.5	658.2	669.9	681.6	693.3	705.0	11.7
66	604.6	616.3	628.1	639.8	651.6	663.4	675.2	687.0	698.8	710.6	11.8
67	609.3	621.1	632.9	644.8	656.6	668.5	680.3	692.2	704.0	715.9	11.8
68	613.9	625.8	637.7	649.6	661.5	673.4	685.3	697.2	709.1	721.0	11.9
69	618.3	630.2	642.2	654.1	666.1	678.1	690.0	702.0	714.0	726.0	12.0
70	622.4	634.4	646.5	658.5	670.6	682.6	694.7	706.7	718.8	730.8	12.0
71	626.2	638.3	650.4	662.6	674.7	686.8	699.0	711.1	723.2	735.4	12.1
72	629.8	641.0	654.2	666.4	678.7	690.9	703.1	715.3	727.5	739.8	12.2
73	633.3	645.6	657.9	670.2	682.5	694.8	707.1	719.4	731.7	744.0	12.3
74	636.7	649.0	661.4	673.7	686.1	698.5	710.8	723.2	735.6	748.0	12.4
75	639.9	652.3	664.8	677.2	689.7	702.1	714.7	727.0	739.5	751.9	12.4
76	642.8	655.3	667.8	680.3	692.9	705.4	717.9	730.4	742.9	755.5	12.5
77	645.5	658.0	670.6	683.2	695.8	708.4	721.0	733.6	746.2	758.8	12.6
78	647.9	660.5	673.2	685.8	698.5	711.1	723.8	736.4	749.1	761.8	12.7
79	650.1	662.8	675.5	688.2	700.9	713.6	726.3	739.0	751.7	764.4	12.7
80	652.0	664.7	677.4	690.2	702.9	715.7	728.4	741.1	753.8	766.6	12.7
81	653.7	666.4	679.2	691.9	704.7	717.4	730.2	742.9	755.7	768.5	12.8
82	655.2	667.9	680.7	693.4	706.2	719.0	731.8	744.6	757.4	770.2	12.8
83	656.4	669.2	682.0	694.9	707.7	720.5	733.3	746.1	758.9	771.8	12.8
84	657.4	670.2	683.1	695.9	708.8	721.7	734.6	747.5	760.4	773.3	12.9
85	658.3	671.2	684.1	697.1	710.0	722.9	735.8	748.7	761.6	774.6	12.9
86	659.1	672.0	685.0	697.9	710.9	723.8	736.8	749.8	762.8	775.8	13.0
87	659.7	672.7	685.7	698.8	711.8	724.8	737.8	750.8	763.8	776.9	13.0
88	660.2	673.2	686.3	699.3	712.3	725.4	738.4	751.5	764.5	777.6	13.0
89	660.6	673.6	686.7	699.7	712.8	725.9	738.9	752.0	765.1	778.2	13.1

Verbeſſerungen und Druckfehler.

Seite	1	Zeile	14	von unten	l.	t. für r
—	2	—	2	von oben	l.	ander f. andern
—	5	—	11	—	l.	am nächſten zuſammen f. zuſammen
—	—	—	12	—	l.	Zenith f. Zenit L
—	6	—	5	von unten	l.	Inſtruments f. Spiegels
—	—	—	4	—	l.	die für der
—	7	—	12	von oben	l.	C D B f. D C B.
—	11	—	14	von unten	l.	dieſelbe f. derſelbe
—	16	—	5	von unten	l.	Z S P f. Z P S.

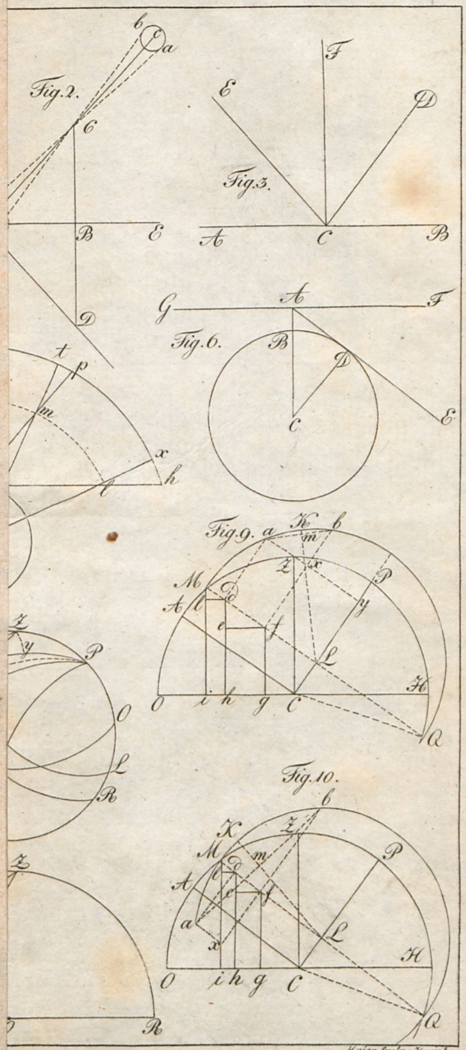
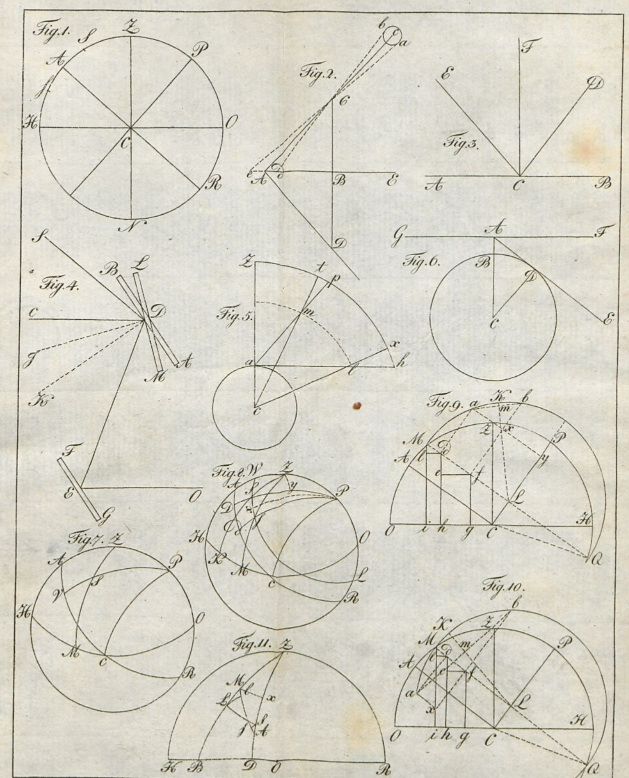


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 9.
Fig. 10.
Maier sculp: Hamb:



Maier sculp. Hamb.

den verschiedenen bisher bekannten

Methoden

Bestimmung der geographischen

Länge und Breite,

besonders in Rücksicht

des Seemanns,

von

P. H. C. Brodhagen,

Handlungs-Academie und Associirten der Hamburgischen Gesellschaft, zur Beförderung der und nützlichen Gewerbe, wie auch ordentlichem Mitgliede der Gesellschaft, zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften in Hamburg.

Mit einer Kupfertafel.

Hamburg, 1791.

Kosten der Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischan Wissenschaften und in Commission zu haben bei B. G. Hoffmann.