Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0001-6

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0002-1

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0004-2

Erläuterung
der
Sternkunde
und
der dazu gehörigen
Wissenschaften,

von

J. E. Bode,

Königl. Astronom, Mitglied der Akademie der Wissenschaften und der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin, Mitglied der Königl. Societät zu London und Correspondent der Kaiserl. Akademie zu Petersburg.

Zweite sehr vermehrte und verbesserte Auflage.

Zweiter Theil.

Mit IX Kupfertafeln.

Berlin, 1793.
bei Christian Friedrich Himburg.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0005-8

UNIVERSITÄTS-BIBLIOTHEK HALLE (SAALE)

1946 K 891

Neunter Abschnitt.

Von den Gesetzen der Bewegung und den Wirkungen der Centralkräfte beym Lauf der Planeten, von der Schwere auf der Erdoberfläche und im Planetensystem, wechselseitige Anziehung, Masse und Dichtigkeit der Planeten, verschiedene Erscheinungen der Wirkung einer allgemeinen Anziehungskraft ꝛc. Bestimmung der Planeten.

Die von Kepler erfundenen Hauptgesetze der Bewegung der Planeten.

§. 551.

Der berühmte Johann Kepler, welcher im Jahr 1571 den 27sten Dec. entweder zu Weil oder Magstett im Würtenbergischen gebohren wurde, und den 15ten Nov. 1631 starb, kam zuerst auf die Gedanken, daß die Bahnen der Planeten nicht völlige Circulskreise seyn könnten. Er wurde hiezu vornemlich durch die häufig angestellten Untersuchungen über den Lauf des Planeten Mars veranlaßt, welcher seiner oft großen Nähe bey der Erde und sehr beträchtlichen Excentricität wegen, hiezu besonders geschickt war. Kepler fand nemlich aus vielen von seinem Zeitgenossen Tycho erhaltenen Beobachtungen, daß die Oerter und jedesmaligen Entfernungen des Mars von der Sonne, in verschiedenen Gegenden seiner Bahn keineswe-

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0007-9

ges mit der Voraussetzung einer circulrunden Bahn in Uebereinstimmung zu bringen waren, sondern daß diese Hypothese von den Beobachtungen zuweilen um 10 bis 11 Grad verschieden, die Länge des Mars herausbrachte. Nachdem Kepler schon im voraus die ungleichen Entfernungen der Erde von der Sonne in verschiedenen Monaten des Jahrs und damit die Excentricität der Erdbahn gefunden, konnte er solche bey den jedesmaligen Beobachtungen des Mars zum Grunde legen, um dadurch nach folgender zuverläßigen Methode, die Entfernungen dieses Planeten von der Sonne zu berechnen. Er suchte besonders diese Entfernung in drey beträchtlich von einander liegenden Puncten der Marsbahn nebst den dazu gehörigen heliocentrischen Längen des Planeten, um nicht allein die Gestalt, sondern auch die Größe dieser Bahn zu bestimmen.

§. 552. Es sey Fig. 80 in S die Sonne, in M der Mars, in a und C zwey Oerter der Erde zu der Zeit, da der Mars sich in dem nemlichen Punct seiner Bahn oder in einer gleichen Entfernung von der Sonne SM befindet. In dem Dreyeck aSC sind die Seiten aS und CS nemlich die Entfernungen der Erde von der Sonne bekannt, nebst dem dazwischen liegenden Winkel an der Sonne aSC, als dem Unterschied der beyden Längen der Erde in a und C. Hieraus finden sich nach §. 35. IV. die Winkel SaC und SCa und nach §. 35. I. die Seite aC. Der Winkel MaS ist der beobachtete Längenunterschied des Mars und der Sonne, wird davon der gefundene Winkel CaS subtrahirt, so bleibt MaC übrig. Wenn man ferner SCa von SCM subtrahirt, so restirt MCa.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0008-5

Nun sind in dem Dreyeck MCa, zwey Winkel und die Seite aC bekannt, woraus sich sehr leicht nach §. 35. I. die beyden Entfernungen des Mars von der Erde aM und CM finden lassen. Endlich ist in dem Dreyeck MaS, Ma und aS so wie MaS bekannt, wodurch die gesuchte Entfernung des Mars von der Sonne SM, imgleichen der Winkel MSa sich auf vorhin nachgewiesene Art ergiebt; wird nun MSa zur heliocentr. Länge der Erde in a addirt, so kömmt die verlangte heliocentrische Länge des Mars in M. Diese Methode diente Keplern zur Erfindung verschiedener Abstände des Mars von der Sonne, und er brachte endlich die Excentricität der Marsbahn heraus. Der Abstand des Mars in der Gegend seiner Sonnenferne fand er 166780 und in der Sonnennähe 138500, folglich die mittl. Entfernung 152640 und die Excentricität 14140.

§. 553. Als hierauf Kepler die Marsbahn circular Fig. 75. PaAb mit dem Halbmesser 152640 = cr voraussetzte und die Excentricität derselben nc zu 14140 annahm, ließ sich leicht in dem Dreyeck ncr, in welchem nc, cr und der Winkel rnc = den Abstand des Mars vom Aphelio oder der Apsidenlinie nA, die Seite nr oder die wahre Entfernung des Planeten von der Sonne finden, und auf eine ähnliche Art wurden mehrere wahre Entfernungen gefunden. Der Erfolg zeigte nun, daß die beobachteten Entfernungen kleiner ausfielen, als die nach der Kreishypothese berechneten, und zwar wurden die Unterschiede immer größer, je näher die Beobachtungen den Gegenden der Bahn bey a und b lagen. Dies zeigte augenscheinlich, daß dort herum die Bahn von der Circulrundung am meisten abwich und abgeplattet war. Kepler zog hieraus die wichtige Folge, daß die Marsbahn eine ovale oder länglichte Gestalt haben müsse. Nachdem er nun eine Ellipse, als die einfachste und regelmäßigste unter allen Ovalen für die Gestalt der Marsbahn angenommen, trafen die Berechnungen der Oerter und Entfernungen des Mars mit der Beobachtung genau zusammen, und bestätigten die Richtigkeit dieser Voraussetzung. Hierauf wurde schon von Kepler und in der Folge auch von andern Astronomen durch viele angestellte Untersuchungen außer Zweifel gesetzt: daß alle Hauptplaneten wirkliche Ellipsen im Weltraum beschreiben, deren einer und gemeinsamer Brennpunct der Mittelpunct der Sonne ist, welches schon vom §. 418 bis 426 erklärt worden. Es lassen sich diese elliptische Laufbahnen nicht allein aus Beobachtungen erkennen, sondern auch aus den Gesetzen der allgemeinen Anziehungskräfte im Sonnensystem beweisen, wie nachher vorkommen wird.

§. 554. Es ist bereits im §. 414. die aus vielen Beobachtungen gefundene Excentricität der Planetenbahnen in solchen Theilen angesetzt, deren der mittlere Abstand der Erde von der Sonne 10000 hat, und hiernach ist die kleinste, mittlere und größte Entfernung der Planeten von der Sonne, angegeben. Wie diese verhältnißmäßigen Entfernungen selbst gefunden sind, wird im folgenden §. gezeigt. Nimmt man aber die mittlere Entfernung eines jeden Planeten von der Sonne, oder die hal-

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0010-6

be große Axe seiner elliptischen Bahn (§. 414.) zu 10000 Theilen an, so zeigt die folgende Tafel in der ersten Columne alle Planeten in der Ordnung der abnehmenden Größe der Excentricität ihrer Bahnen, in der zweiten, die Excentricität selbst und in der dritten die Länge der kleinen Axe einer jeden Bahn, wenn die große = 20000 gesetzt wird.

Merkur	2055, 13	19573, 0
Mars	930, 88	19913, 1
Saturn	562, 22	19968, 4
Jupiter	480, 77	19976, 8
Uranus	475, 87	19977, 3
Erde	168, 02	19997, 2
Venus	68, 84	19999, 6

Hieraus ergiebt sich also die Gestalt der Planetenbahnen, die Tafel zeigt aber, durch das Verhältniß der Axen, daß auch die Bahnen derjenigen Planeten, deren Excentricität am beträchtlichsten ist, nicht viel vom Kreise abweichen, und selbst die Bahn des Merkurs, bey welcher die Excentricität $\frac{2055}{20000}$ oder mehr als den 10ten Theil der großen Axe austrägt, ist gleichwol nur um $\frac{427}{20000} = \frac{1}{47}$stel abgeplattet. Aus der bekannten Excentricität nc und der mittl. Entfernung oder halben großen Axe nd (§. 414.) läßt sich leicht die halbe kleine Axe cd finden, es ist nemlich $(cd)^2 = (nd)^2 - (nc)^2$ (§. 33. III.) Dies ist nun das erste von Kepler erfundene Gesetz, daß nemlich die Planeten elliptische Bahnen um die Sonne beschreiben.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0011-1

§. 555. Das Zweite ist nicht weniger wichtig. Es ist nemlich das Verhältniß, welches sich zwischen dem Umfange der Planetenbahnen und der Zeit, in welcher sie solche vollführen, findet. Z. B. Jupiter ist nur fünfmal weiter von der Sonne als die Erde, und dessen Bahn hat folglich einen fünfmal größern Umfang als die Erdbahn; gleichwol braucht er eine 12mal längere Zeit um solche zu vollenden, und Saturn legt eine 10mal größere Bahn erst in einer 30mal längern Zeit zurück. Kepler stellte 17 Jahre hindurch manche Untersuchungen und Vergleichungen über die periodischen Umläufe und Abstände der Planeten an. Nach vielen vergeblichen Versuchen kam er am 8. März 1618 zuerst auf den Gedanken, statt der verschiedenen Zahlen der Umläufe und Abstände, die Potenzen derselben mit einander zu vergleichen, und entdeckte endlich glücklich am 15ten May 1618, daß sich ein beständiges Verhältniß zwischen den Quadratzahlen der Umlaufszeiten und den Cubikzahlen der Entfernungen zweyer Planeten von der Sonne finde; nemlich: **Die Quadrate der periodischen Umlaufszeiten zweyer Planeten verhalten sich gegen einander wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne, oder die Umlaufszeiten selbst verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Cubis ihrer mittlern Entfernungen, (halben großen Axen) und eben dies Gesetz findet auch bey den Nebenplaneten oder Monden in Ansehung ihrer Hauptplaneten statt.**

§. 556. Erstes Beyspiel: An der **Venus** und **Erde**.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0012-7

Umlauf d. ♀ 224 T. 17 St. = 5393 St. □ 2908.4449
= = ♁ 365 6 = 8766 = □ 7684.2756
Entfern. ♀ von der ⊙ = 723 Cubus 377.933076
= = ♁ = = ⊙ = 1000 Cubus 1000.000000

Man lasse nun zur Erleichterung der Rechnung rechter Hand einige Zahlen weg, so verhalten sich 2908 : 7684 = 378 : 1000 bis auf eine Kleinigkeit.

Zweites Beyspiel: An der Erde und Jupiter.

Umlauf der ♁ 365 Tage □ 133225
= des ♃ 4330 Tage □ 18748900
Entf. der ♁ von der ⊙ = 1000 Cub. 100.0000000
= des ♃ = = ⊙ = 5201 = 14068.9135601

Nun ist 133225 : 18748900 = 100 : 14069 beynahe.

Drittes Beyspiel: An dem 1sten und 4ten Jupiterstrabanten.

Umlauf d. 1 Trb. 42 St. 28′ = 2548′ □ 649.2304
= = 4 = 400 = 32 = 24032′ □ 57753.7024
Entfern. des 1sten Trab. v. ♃ = 111″ Cub. 136.7631
= = = 4ten = = ♃ = 496″ = . 12202.3936

Es ist aber 649 : 57754 = 137 : 12202 beynahe *).

Hieraus ergiebt sich nun, wie die Astronomen nach §. 414. die mittlere Entfernung aller Planeten von der Sonne verhältnißmäßig gefunden, da die Entfernung der Erde zu 10000 angenommen worden. Z. B. Um die Entfernung des Jupiters von der Sonne zu finden, wird gesetzt: Die

*) Die Verhältnisse würden in diesen Beyspielen noch genauer zutreffen, wenn nicht die zum Grunde liegenden Umlaufszeiten und Abstände, zur bequemern Berechnung abgekürzt worden.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0013-2

Quadratzahl der Umlaufszeit der Erde verhält sich zur Quadratzahl der Umlaufszeit des Jupiters *) wie der Cubus von 10000 zur 4ten Proportionalzahl, aus welcher die Cubikwurzel gezogen wird, welches die gesuchte mittlere Entfernung des Jupiters von der Sonne giebt. Woraus der ungemein wichtige Nutzen dieses Keplerschen Gesetzes genugsam zu erkennen ist. Uebrigens kannte Kepler und vor ihm andere Astronomen schon die verhältnißmäßigen Entfernungen der Planeten von der Sonne beyläufig unter andern aus Beobachtungsmethoden, die im §. 552 im allgemeinen vorgestellt werden, um über Verhältnisse zwischen ihren Umlaufszeiten und Entfernungen Vergleichungen anstellen zu können.

§. 557. Das Dritte gleichfalls von diesem berühmten Sternkundigen zuerst entdeckte allgemeine Gesetz der Bewegung der Planeten ist folgendes: **Die Zeiten, die ein Planet anwendet, einen Theil seiner elliptischen Bahn zu durchlaufen, verhalten sich gegen einander, wie die Sectores oder Räume der elliptischen Ebene zwischen den zurückgelegten Bögen und dem Brennpuncte (der Sonne) und nicht wie die Längen dieser Bögen.** Oder die jedesmal vom Planeten zur Sonne gehende Linie, (der **Radius vector**) schneidet in gleichen Zeiten gleichgroße Raumebenen von seiner elliptischen Bahn ab. Kepler bewies diesen Satz nur sehr unvollkommen, allein nach ihm lehrte **Newton** zuerst, daß derselbe eine noth-

*) Hier werden die Syderalumläufe genommen.

wendige und genaue Folge der allgemeinen Gesetze der Bewegung sey. Kepler mußte schon aus der Wahrnehmung, daß die entferntern Planeten langsamer als die nähern laufen, der Sonne eine ungleiche Anziehungskraft oder Wirkung, auf ihre Bewegung zuschreiben, und da er ferner fand, daß die Geschwindigkeit eines Planeten in der Gegend seiner Apsidenlinie gerade in dem Verhältniß seiner Entfernung von der Sonne im Aphelio oder Perihelio zu- oder abnimmt, so führte ihn dies auf die Wahrheit, daß die zurückgelegten Raumebenen und nicht die Bögen von den Laufbahnen der Planeten den Zeiten proportional sind.

§. 558. In Fig. 103 sind E und S die beyden Brennpuncte der Ellipse AKPH. In dem einen S steht die ☉, demnach ist der Planet in P im Perihelio und in A im Aphelio. Um den andern Brennpunct E wird bey dieser Hypothese die Bewegung gleichförmig gesetzt, oder daß der Planet aus E betrachtet in gleichen Zeiten gleiche Winkel beschreibt. Zieht man LER und MED, so sind die Winkel an E nemlich LEM und DER gleich und daher werden die Bögen LM und DR von dem Planeten in gleichen Zeiten zurückgelegt. Werden noch von S aus die Linien SL, SM, SD und SR gezogen, so läßt sich leicht zeigen, daß die elliptischen Ausschnitte (Sectores) SDR und SLM einander dem Raume nach gleich sind. Denn es verhält sich $LM : DR = EA : EP$ daher ist $LM \cdot EP = DR \cdot EA$; allein da $EP = SA$ und $EA = SP$, so folgt daß $LM \cdot SA = DR \cdot SP$ und damit die Raumebenen beyder Ausschnitte gleich groß sind. Hieraus zeigt sich nun, daß die Planeten im Perihelio größſere Bögen vom Umkreiſe ihrer Bahnen zurücklegen, folglich daſelbſt geſchwinder als im Aphelio laufen, und zwar in dem Verhältniß der Entfernungen SP und SA. Setzt man noch z. B. an E die Winkel IEK und GEH mit LEM und DER gleich groß, und zieht Linien von S nach I und K, G und H, ſo ſind eben ſo die Sectores ISK und GSH unter ſich und mit LSM, SDR gleich groß. Bögen wie DR, HG, ML nnd IK werden daher von einem Planeten in einer gleichen Zeit zurückgelegt, und der Augenſchein lehrt, daß ſelbige mit der Annäherung gegen das Perihelium gröſſer werden, und folglich die Bewegung des Planeten zunimmt, je näher er der Sonne kömmt. Oder, der Planet braucht in der Gegend des Apheliums eine längere Zeit, um einen gleich großen Bogen zu beſchreiben, als im Perihelium; und der Unterſchied der Längen dieſer Bögen iſt um deſto beträchtlicher, je größer die Excentricität ſeiner Bahn iſt.

§. 559. Man hat einen ſehr deutlichen Beweis von der Richtigkeit dieſes Satzes an den beobachteten jährlich veränderlichen ſcheinbaren Durchmeſſern und ſtündlichen Bewegungen der Sonne. Nach Hrn. v. Zachs Sonnentafeln iſt der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne in der Erdferne am 1ſten Jul. 31′ 31″ und in der Erdnähe am 1ſten Jan. 32′ 36″; daher verhälr ſich ihre Entfernung von der Erde im Winter zur Entfernung im Sommer, wie 31′ 31″: 32′ 36″, oder wie 1891 : 1956 (§. 544.) Nun iſt die ſtündliche Bewegung der Sonne am 1ſten Januar 2′ 33″. Setzt man daher 1956 : 1891 = 2′ 33″, ſo müßte hieraus die stündliche Bewegung am 1sten Jul. sich ergeben, wenn die wahre Bewegung der Erde im Bogen ihrer Bahn, die die Ursache der scheinbaren Fortrückung der Sonne ist, durchs ganze Jahr gleichförmig bliebe, und letztere nur in dem Verhältnisse der verschiedenen Entfernungen der Sonne sich veränderlich zeigt; allein jener Satz giebt 2′ 28″; die beobachtete stündliche Bewegung der Sonne am 1sten Jul. aber ist 2′ 23″, woraus augenscheinlich sich ergiebt, daß die Erde in dieser Jahreszeit, da sie ihre größte Entfernung von der Sonne erreicht, langsamer geht, oder einen kleinern Bogen ihrer Bahn als im Winter bey ihrer größten Sonnennähe in einer gleichen Zeit (einer Stunde) zurücklegt. Sieht man die Entfernung der Erde im Perihelio P und Aphelio A Fig. 103 als Kreishalbmesser SP und SA an, so sind die Bögen der beobachteten stündlichen Bewegung 2′ 33″, und 2′ 23″ = DR u. LM von ihrem Umfange der 8470 u. 9063ste Theil. Aus dem Halbm. 1891 ergiebt sich dieser Umfang 11881 und aus dem Halbm. 1956 folgt derselbe 12290 solcher Theile, von jenen ist der 8470ste Theil = 1,403 = DR und von diesen der 9063ste Theil = 1,356 = LM, und nun wird bis auf eine Kleinigkeit 1,403. 1891 = 1,356. 1956 oder DR. SP = ML. SA (§. 557.)

§. 560. Die Richtigkeit dieses von Kepler entdeckten Gesetzes der Bewegung der Planeten, daß nemlich die zurückgelegten elliptischen Sectores den Zeiten proportional sind; ist durch viele Beobachtungen und folglich astronomisch bestätigt worden. Kepler wendete anfangs diesen Satz nur bey den excentrischen Kreisen, in welchen die Planeten nach der Meinung einiger alten Astronomen laufen, an; in der Folge aber trug er denselben auf die von ihm entdeckten elliptischen Laufbahnen über. Er suchte hierauf aus der Uebereinstimmung der Räume und Zeiten die Regeln zur Berechnung des Planetenlaufes zu erleichtern, und stellte jeden elliptischen Sector durch die mittlere Anomalie vor, weil diese gleichfalls den Zeiten proportional gesetzt wird (§. 418). Allein es konnte nicht eher ein förmlicher Beweis dieses wichtigen Satzes geführt werden, als bis man annahm, daß die Planeten ihre Bahnen vermittelst zweyer zusammengesetzter und nach zwey verschiedenen Richtungen wirkender Kräfte beschreiben. Nach der erstern muß die Bewegung geradelienigt und gleichförmig vor sich gehen, nach der zweiten aber muß der Planet beständig von dieser Richtung durch eine der Sonne eigenthümliche Anziehungskraft abgelenkt und gegen sie als den Brennpunct seiner Bahn geführt werden, denn der erstern Kraft allein überlassen würde er sich beständig von der Sonne entfernen und nicht immer eine in sich selbst wiederkehrende elliptische Bahn um die Sonne beschreiben können. Diese letztere Anziehungskraft der Sonne ist von Newton bewiesen und deren Ausmessung und Wirkung nach allen Umständen berechnet worden, wie in der Folge näher gezeigt werden soll, und sie läßt sich daher hier als bekannt annehmen, um obigen Keplerschen Lehrsatz zu beweisen.

§. 561. Nach mechanischen Grundsätzen wird 1) ein jeder Körper, der in Bewegung gesetzt ist, sich beständig in einer geraden Linie nach der Richtung des anfangs erhaltenen Stoßes mit gleicher Geschwindigkeit fortbewegen, wenn ihn nichts daran hindert. Ohne eine äußere Ursache fängt kein Körper an sich zu bewegen, ist aber diese Bewegung einmal erfolgt, so findet sich in dem Körper selbst kein Grund, der dieselbe stören sollte, kömmt er also zum Stillstande, so ist abermals eine äußere Ursache vorhanden, sonst würde er die Bewegung unaufhörlich fortsetzen. Wenn ferner 2) ein Körper von zweyen Kräften, die nach verschiedenen Richtungen unter einem gewissen Winkel auf ihn wirken, zugleich getrieben wird, so befolgt er die Diagonallinie eines Parallelogramms in eben der Zeit, da er die Länge einer der Seiten desselben von einer jeden Kraft besonders zurückgelegt haben würde. Es sey Fig. 104 ein Planet in P und habe ein Bestreben erhalten, nach der Richtung PQR fortzulaufen, so wird er nach dieser ursprünglichen und eigenen Bewegung, seinen Weg geradelienigt und mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortsetzen. Legt er nun z. B. PQ in einer Minute zurück, so muß er um eben so weit, nemlich von Q nach R in der folgenden Minute kommen rc. Nun wirke aber die anziehende Kraft der Sonne S auf ihn, nach der Richtung QS und mit einer Stärke, welche QT ausdrückt, so wird der Planet von seiner eigenen Bewegung und dieser Wirkung der Sonne zugleich getrieben, so wenig QR als QT, sondern QV nemlich die Diagonallinie in dem Parallelogram QRVT beschreiben, dessen Seiten QR und QT die Größe jener Kräfte andeuten, und folglich nach einer Minute in V anlangen *). Dies vorausgesetzt, dient zum Beweise des Satzes, daß die Planeten in gleichen Zeiten gleich große Raumebenen ihrer Bahnen beschreiben.

§. 562. Denn gesetzt, nach Figur 104 wäre SPQ der von dem Radius vector SP bey der Fortrückung des Planeten von P nach Q, zurückgelegte Raum in der ersten Minute, so würde, wenn der Planet der ursprünglichen Bewegung allein überlassen von Q bis R in der folgenden Minute liefe, auch SRQ der zurückgelegte Raum für eben diesen Zeittheil seyn. Es sind aber die Triangel SPQ und SQR einander dem Inhalt nach gleich, denn beyde haben gleich große Grundlinien PQ und QR und eine gleiche Höhe, welche nemlich ein von S auf die verlängerte Linie RQP gefälltes Perpendicul Sr mißt (§. 14.) und demnach müßte auch schon bey diesem geradelienigten Fortlauf, der Radius vector des Planeten in gleichen Zeiten gleich große Räume beschreiben, allein er würde sich dabey ins Unendliche von der Sonne entfernen. Da er unterdessen zugleich von derselben angezogen statt von Q nach R, nach V geführt wird, so ist SQV statt SQR der zurückgelegte Raum. Nun haben aber auch die beyden Triangel SQV und SQR einen gleichen Flächeninhalt, wie die Geometrie lehrt, denn beyde stehen auf einer Grundlinie QS und zwischen gleichen Parallelen

QR

*) Es wird hier nur ein kleiner Zeittheil angenommen, um den demselben zukommenden sehr kleinen Theil der Bahn eines Planeten als geradelienigt ansehen zu können.

QR und Rm. Daher ist der Beweis richtig, daß der sehr kleine Flächenraum, welchen der Radius eines Planeten in der ersten Minute beschreibt, dem in der folgenden gleich sey, und da diese Gleichheit auf eben die Art von Minute zu Minute der ganzen Umlaufszeit fortdauert, so ist dies Gesetz der Bewegung aus zweien auf den Planeten wirkenden Kräften für alle Puncte seiner Bahn und alle folgende Zeiten mit eben der Leichtigkeit bewiesen. Es kann sich hierin nichts ändern, so lange nicht eine fremde Kraft jene anfängliche Gleichförmigkeit des Planetenlaufs in einem und dem zunächst folgenden Augenblick nach der geraden Richtung PQR stört. Die bisher vorgetragenen drei Hauptgesetze der Bewegung der Planeten haben unterdessen ihrem Erfinder, dem berühmten Kepler, erst alsdann den grösten Ruhm erworben, als nach ihm der große Newton durch dieselben auf ein noch allgemeineres Gesetz bey seiner vortreflichen Entdeckung einer im Weltraum vorhandenen Schwerkraft oder gegenseitigen Anziehung der Himmelskörper geführet wurde.

Von der Schwere der Körper auf der Erdoberfläche.

§. 563.

Die Schwere ist eine allgemeine Eigenschaft aller Körper, die wir kennen, und besteht in einer Neigung derselben sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern, oder allemal senkrecht gegen die Oberfläche der Erde mit einer unsichtbaren

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0021-7

Kraft zu fallen, wenn sie sich frey überlassen sind. Das Gesetz der Geschwindigkeit ihres Falles, welches Galliläus zuerst entdeckt hat, ist folgendes:

Ein Körper	in der 1sten Sec.	15 Fuß,	durchgefallene Räume	1
fällt nahe an	: : 2ten	: 45	: : : : :	3
der Oberflä-	: : 3ten	: 75	: : : : :	5
che der Erde	: : 4ten	: 105	: : : : :	7
Größe des Falls n. der 4ten Sec.		240 Fuß	: : : :	16

Demnach verhalten sich die Räume, welche ein Körper vom Anfange seines Falles durchläuft, wie die Quadrate der Zeiten, als in der 2ten Secunde ist er 2 . 2 . 15 = 60; in der 4ten 4 . 4 . 15 = 240 Fuß gefallen. Und die in gleichen Zeiten zurückgelegten Räume zeigen die ungeraden Zahlen 1. 3. 5. 7. ꝛc. an, also daß die Geschwindigkeit des Falles der Körper immer zunimmt, je länger sie fallen, welches, wie in der Naturlehre bewiesen wird, schon die Natur der Sache mit sich bringt, weil die Schwere eine fortdauernde Kraft ist, die ununterbrochen auf den Körper wirkt, und seinen Fall nach dem Product von Raum und Zeit immer mehr beschleunigt.

§. 564. Die genaue Größe des Falles der Körper in der ersten Secunde hat man nicht allein durch wirkliche Versuche zu bestimmen gesucht, sondern sie läßt sich auch durch folgenden von Huygen erfundenen und bewiesenen Lehrsatz aus der genau beobachteten Länge eines Secunden-Penduls berechnen. Das Quadrat vom Durchmesser zum Quadrat der Peripherie eines Kreises verhält sich, wie die halbe Länge eines Penduls, das Secunden schlägt, zur Länge, durch die ein Körper in einer Secunde herunter fällt. Nun ist z. B. die halbe Länge des Secundenpenduls zu Paris 18 Zoll 4, 28 Linien (§. 270.) wird daher das Verhältniß des Durchmessers zum Umkreise = 113:355 gesetzt; so ist:

	Fall eines Körpers in 1 Sec.		
$113^2 : 355^2$ oder 12769: 126025 = 220, 28 Linien:	15 Fuß	1 Zoll	2 Linien *)
Wegen der ungleichen Länge der Secundenpenduln auf der Erdoberfläche oder der daraus folgenden geringern Schwere unterm Aequator kann die Größe des Falles nicht überall gleich seyn. Sie findet sich nach obigem Satz unterm Pol, wo die halbe Länge des Penduls 220, 89 Linien (§. 272.) ist von —	15	1	8
und unterm Aequator, wo selbige 219,55 Linien ist, von	15	0	7

§. 565. Die Körper fallen demnach unter dem Aequator mit einer geringern Kraft der Schwere nieder als un-

*) Oder der Umfang verhält sich zum Durchmesser, wie die Zeit eines sehr kleinen Pendulschwungs oder 1 Sec. zur Zeit, die ein Körper braucht, die halbe Länge des Secundenpenduls

ter den Polen, wovon die Ursache, wie schon §. 271 bemerkt worden, von der durch den größten Umschwung der Erde daselbst bewirkten Fliehkraft, welche der Schwere entgegen wirkt, herzuleiten ist. Die Größe der Schwerkraft, womit ein Körper nach vorigen Verhältnissen fällt, oder die Oberfläche der Erde druckt, ist allemal seinem Gewichte gleich, demnach müssen die Körper unter dem Aequator etwas leichter werden. Es wird freilich z. B. ein Centner unter den Polen auch noch ein Centner unter dem Aequator seyn, allein die Schnelligkeit, womit dies Gewicht in der letztern Gegend fällt, wird geringer. Es sind demnach Gründe vorhanden, zu glauben, daß das Gewicht der Körper oder die Schwere sich verringere, je weiter man sich von der Erde entfernt, und **Newton** hat die wichtige Entdeckung gemacht, daß die **Schwere der Körper mit dem Quadrat der zunehmenden Entfernung vom Mittelpunct der Erde abnimmt.** Allein diese Abnahme trägt auch auf dem Gipfel des höchsten Berges der Erde nur erst wenig aus. Z. B. die Spitze des Chimboraßo in Peru ist nach Beobachtungen 3217 franz. Klafter über die Meeresfläche erhaben; und der Halbmesser der Erde ist unterm Aequator = 3279991 Klafter; demnach liegt die Spitze dieses Berges vom Mit-

senkrecht herunter zu fallen. Demnach 355 : 113 = 1 Sec. : 19‴, 1. Nun sind aber die zurückgelegten Räume den Quadraten der Zeiten proportional, folglich $(19''', 1)^2 : (60''', 0)^2 = 18$ Z. 4, 28 L : 15 Fuß 1 Z. 2 L. = dem Fall des Körpers in einer Secunde.

telpunct der Erde 3283208 Klafter. Es verhalten sich aber den Halbmesser der Erde = 100000 gesetzt:

3279991 : 3283208 = 100000 : 100098 und daher ist nach Newtons Regel $100098^2 : 100000^2$ = in einem abgekürzten Verhältniße 100196 : 100000 oder 1 : 0,998 = 1000 : 998 folglich die Schwere auf dem Gipfel des Chimboraßo nur um $\frac{2}{1000} = \frac{1}{500}$ geringer als auf der Erdoberfläche.

§. 566. Die Schwere treibt um die ganze Erde herum alle fallende Körper senkrecht gegen die Oberfläche der Erde, so daß wenn sie daselbst nicht aufgehalten würden, im Mittelpunct derselben ankommen und liegen bleiben müßten, weil nach demselben die Richtung ihres Falles geht (den Erdkörper kugelrund betrachtet). Hier wird folglich ihre Schwere völlig aufhören und daher muß ihr Gewicht immer mehr abnehmen, je näher sie innerhalb der Erdkugel dem Mittelpunct kommen. Aus dieser richtigen der Natur der Sache gemäßen Voraussetzung, nebst dem, was oben von den Beobachtungen und Berechnungen der Naturforscher über die Verminderung der Schwere in der Höhe gesagt worden, folgt der Schluß, daß die Schwerkraft aller Körper auf der Erdoberfläche am stärksten wirke, und daß sie sich verringere, wenn man sich von dieser Oberfläche entfernt, und entweder innerhalb dem Erdkörper dem Mittelpunct näher kömmt oder über demselben sich erhebt.

§. 567. Bisher ist blos von dem Falle der Körper, bei welchen lediglich die Kraft der Schwere auf dieselben wirkt, und sie auf dem kürzesten Wege, das ist senkrecht oder in einer vertikalen Linie, gegen die Oberfläche der Erde

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0025-9

treibt, geredet worden. Wenn aber ein Körper außer der Schwere noch durch eine andere seitwärts gehende Kraft in Bewegung gesetzt wird, so beschreibt er während seines Falls von beiden zugleich getrieben eine krumme Linie. Ein schräge in die Höhe geworfener Stein bewegt sich in der Luft erst durch einen Bogen, ehe er wieder auf den Erdboden zurückfällt, und dieser ist desto größer, folglich die Dauer seines Falles desto länger, je mehr Geschwindigkeit ihm beym Wurf die Hand mitgetheilt hat. Diese Wurfbewegung bringt die sogenannte vom Mittelpunkt fliehende Kraft (Centrifugalkraft) hervor, und der Stein würde von derselben allein getrieben sich in der geraden Linie nach deren Richtung er geworfen wurde, beständig fortbewegen und von der Erde entfernen, wenn nicht zugleich die Schwerkraft (Centripetalkraft) beständig auf ihn wirkte und ihn von dieser geraden Richtung zur Erde zurücktriebe; indem nun der Stein der Wirkung beider Kräfte folgt, muß er einen bogenähnlichen Flug nehmen. Die Schwere bestimmt in der Nähe der Erdoberfläche nach gleichen Grundgesetzen den Wurf eines Steins oder einer abgeschossenen Kanonenkugel, einer Bombe rc. wie die Fortwälzungen jener großen Himmelskörper im Weltraum.

§. 568. Die allgemeine Schwerkraft aller Körper und Theile der Erdoberfläche, nach welcher dieselben dem gemeinsamen Mittelpunkt so nahe als möglich oder gleich nahe zu kommen eine Neigung haben, hat unserm Erdkörper im Anfang seiner Bildung eine runde Gestalt gegeben, denn keine andre Figur konnte hiebey statt finden. Alle Länder und Meere der Erde erhielten eine gemeinschaftliche gleich starke Ründung; letztere wurden dadurch zur Sicherheit der erstern in ihre Ufer eingeschlossen und beide gegeneinander in das vollkommenste Gleichgewicht gesetzt. Nur bei der täglichen Umwälzung der Erde, erhielten vornehmlich die Theile um ihren Aequator, durch eine hieraus entstehende Schwung- oder Fliehkraft, ein Bestreben sich vom Mittelpunct etwas mehr wie die übrigen zu erheben, und die Erde bekam die Gestalt einer gegen die Pole um ein wenig abgeplatteten Kugel, wie oben §. 258. gezeigt worden. Diese Fliehkraft unterm Aequator vermag aber nichts mehr als daß sie daselbst die Schwere der Körper etwas verringert, denn damit auch nicht einem Sandkorn oder Wassertropfen der Umschwung der Erde gefährlich würde, hat der Urheber der Natur der Schwerkraft ein großes Uebergewicht über die Fliehkraft gegeben, welches unterm Aequator, wie die Astronomen aus dem Abstand und der Umlaufszeit des Mondes verglichen mit der Umdrehungszeit der Erde mit Zuziehung des zweiten Keplerschen Lehrsatzes (§. 555.) berechnet haben, 289 mal austrägt. Denn Halley giebt unter andern hiezu folgende Regel: Das Product von der Cubikzahl der Entfernung des ☾ in Erdhalbmeßern = 60 und der Quadratzahl der Umdrehungszeit der Erde = 24 St. durch das Product der Cubikzahl des Halbmessers der Erde = 1 und der Quadratzahl der Umlaufszeit des ☾ = 27 T. 8. St. = 656 St. dividirt, giebt im Quotienten, wie vielmal die Centrifugal-von der Centripetalkraft unterm Aequator übertroffen wird. Hiernach findet sich:

$$\frac{60^2 \, . \, 24^2}{1^2 \, . \, 656^2} = 289$$

Oder vergleicht man nach Keplers Satz geradehin die Cubikzahlen der Entfernung mit den Quadratzahlen der Geschwindigkeit, nemlich $60^3 : 1^3 = 656^2$ Stunden; so kommen 1,408 Stunden für die Umdrehungszeit der Erde, diese dauert aber 24 Stunden, und nun giebt $\frac{24^2}{1,408^2}$ Stunden im Quotienten gleichfalls 289. Eben dieses Resultat würde sich im Quotienten ergeben, wenn man den Fall der Körper in einer Secunde unterm Aequator (welcher die Schwerkraft auf der Erdoberfläche ausdrückt) durch das Product des Sinus versus eines Bogens von 15″ (den ein Punct der Erdoberfläche bei der Umwälzung in einer Zeit Secunde zurücklegt *) in den Halbmesser der Erde, in Linien eines Zolls, dividirt. Diese Regel kann aber erst nachher deutlich werden.

Entdeckung einer allgemeinen Kraft der Schwere oder Anziehung der himmlischen Körper.

§. 569.

Die Wirkungen der Schwerkraft auf der Erdoberfläche und die Bemerkung, daß sie sich auch auf den Gipfeln der höchsten Berge nicht sehr merklich vermindern, hat die Na-

*) Da die Erde eigentlich nur 23 Stunden 56′ 4″ zu ihrer Umwälzung braucht, so muß der Sinusversus von 15″ noch im Verhältniß des Quadrats von 23 St. 56′ 4″ zu 24 St. vermehrt werden.

turforscher zuerst auf die Vorstellung gebracht, daß ein solches Bestreben der Körper, sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern wol noch in größern Entfernungen außerhalb der Erde statt finden müsse und sich vielleicht bis zum Monde oder noch weiter erstrecken könne. Daß auch noch dieser Trabant gegen die Erde eine Schwere habe und herab fallen würde, wenn er nicht von einer anfangs ihm mitgetheilten Wurfbewegung, die ihn seitwärts forttreibt, in seiner Bahn (wie ein Stein nahe bei der Erdoberfläche in der Luft eine Zeitlang) erhalten würde. Daß auf dem Mond und allen übrigen Himmelskörpern eine gleiche Schwerkraft vorhanden sey, nach welchen sich die Materie auf denselben wie bei uns zum Mittelpunct drängt, woraus ihre kugelähnliche Gestalten entstanden sind. Daß Jupiter, Saturn und Uran ihre Monde gleichfalls wie die Erde den ihrigen, vermittelst der in ihrer Nachbarschaft noch wirksamen Schwere um sich herumführen. Daß die große Sonne auf eine ähnliche Art noch in unermeßlichen Entfernungen ihre Planeten und Kometen durch eine mächtige Anziehungskraft in kreisähnlichen Bahnen fortführe. Daß endlich die Planeten gegen einander und gegen die Sonne eine wechselseitige Anziehung äußern, ꝛc. Mit einem Worte: daß die Schwere eine allgemeine Eigenschaft aller Körper des Sonnenreiches sey.

§. 570. Anaxagoras, Democritus, Plutarch und andere, haben schon dies allgemeine Streben der Materie gegen einen gemeinsamen Mittelpunct angenommen. Copernicus schrieb die runde Gestalt der Himmelskörper dieser Schwerkraft zu, Tycho selbst mußte der Sonne eine Centralkraft beylegen, welche die Planeten in ihren Bahnen erhielte und um sich herumlenkte, ob sich gleich dieses mit seinem System schwerlich reimen ließ. (§. 381.) Der scharfsinnige Kepler gieng hierin schon weiter als keiner vor ihm. Er bewieß, daß die Sonne alle Planeten anziehe und hinwieder etwas von denselben angezogen würde, oder daß ein jeder Planet eine Schwere gegen die Sonne habe; daß vornemlich der Mond, vermöge der Anziehung der Erde und der ihm mitgetheilten Bewegung seinen monatlichen Umlauf um dieselbe vollführe, daß die indeß veränderliche Anziehungskraft der Sonne auf den Mond dessen Lauf ungleich mache, daß die Ebbe und Fluth von der Schwere des Mondes herrühre ꝛc. Galiläus, Hevel und mehrere Astronomen hatten ähnliche Gedanken. Nur fehlte noch ein Meßkünstler, der das Gesetz entdeckte, nach welchem die Schwere oder anziehende Kraft in der Entfernung abnimmt, und damit die Regeln zur Berechnung derselben lehrte, und diese Ehre war dem Sir Isaac Newton aufbehalten, welcher den 25. Dec. 1642 zu Woolstrop in der englischen Provinz Lincolne gebohren wurde und den 10. März 1727 starb.

§. 571. Als dieser große Mann, so wird erzählt, im Jahr 1666 Cambridge der Pest wegen verlassen mußte, gieng er einstens in einem Garten allein spazieren, und dachte zuerst über die Schwere und ihre Eigenschaften nach. Diese mächtige und immer wirksame Kraft, urtheilte er, leidet, auch auf den Gipfeln der höchsten Berge, noch keine merkliche Abnahme, sie muß also ohnfehlbar auch in weit größern

Höhen vorhanden seyn, und erstreckt sich vermuthlich bis zum Mond, ist aber dort vielmal geringer, als bei uns. Wer weiß, ob sie nicht auf den Lauf des Mondes einen Einfluß hat, und diesen Weltkörper unaufhörlich in seiner Bahn um die Erde lenkt? Um nun zu schätzen, in welchem Verhältniß die Kraft der Schwere mit den Entfernungen sich verringere, verglich er, bei der Voraussetzung daß der Mond von der Schwere in seiner Bahn erhalten würde, die verhältnißmäßigen Abstände und Umlaufszeiten der Planeten mit einander, und glaubte zu bemerken, daß, wenn auch diese durch eine der Schwere ähnliche Kraft um die Sonne geführt werden, solche im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen sich vermindern müsse. Dies Gesetz suchte er nun auf den Mond anzuwenden. Unterdessen gab das Resultat dieser ersten Untersuchung noch nicht die erwünschte Uebereinstimmung, weil er dabei die Größe eines Grades vom Erdumfange nur nach einer damaligen sehr fehlerhaften Schätzung angenommen. Er konnte erst nach einigen Jahren seine Berechnung über die Schwere des Mondes mit einem bessern Erfolg wieder vornehmen, als die von Picard in Frankreich angestellten Messungen der Grade des Meridians bekannt wurden, und da ergab sich glücklich die Bestätigung seiner wichtigen Entdeckung, daß die Schwerkraft, wie das Quadrat der zunehmenden Entfernung vom Mittelpunct der Erde abnimmt, welche er in seinem im Jahr 1687 zu London erschienenen Werke „*Principia mathematica philos. natural.*“ bekannt machte. Halley und Hook sollen mit Newton zu=

gleich auf dies Gesetz der Schwere gekommen seyn, und ersterer gezeigt haben, daß solches eine Folge des Keplerschen Gesetzes sey. Nachher berechnete Newton ferner aus dieser erfundenen allgemeinen Schwere oder Anziehungskraft, durch Hülfe der höhern Geometrie und Analysis ihre verschiedenen Wirkungen bey den Stellungen der Planeten unter sich, und gegen die Sonne, und wie dadurch ihr Lauf ungleich wird, welches sich vornemlich am Monde zeigt. Endlich erfand er Regeln zur Berechnung der Masse und eigenthümlichen Schwere der Sonne und Planetenkugeln, ihrer Dichtigkeit rc. und so führten die anfangs gering scheinenden Schlüsse über die Schwere zu den wichtigsten Entdeckungen, die Newton unsterblich machen.

§. 572. Nachher sind die Wirkungen dieser allgemeinen Schwere der himmlischen Körper durch mancherlei Erfahrungen bewiesen, und die darauf gegründeten Berechnungen treffen auch mit allen Erscheinungen so genau zu, daß man anjezt dieselben unmöglich noch in Zweifel ziehen kann. Unterdessen, ob schon die größten Geister allen Scharfsinn angewendet haben, über die Ursache dieser Schwerkraft einiges Licht zu verbreiten, so ist man doch hierin noch zu weniger Gewißheit gekommen. Daß nach eben den Gesetzen, nach welchen ein in die Höhe geworfener Stein wieder gegen die Erde zurückfällt, sich jene große Kugeln des Himmels fortwälzen, hat Newton bewiesen; allein nun fragt sichs, was treibt den Stein gegen die Erde? ist es eine Stoßkraft, die von außen auf ihn druckt, oder eine Anziehungskraft, die im Mittelpunct der

Erde ihren Sitz hat? Wird der Körper gegen die Erde getrieben, oder von derselben angezogen? Geschieht dies vielleicht vermittelst einer gewissen äußerst subtilen Materie, die wie einige neuere Naturforscher bei der Anziehung des Eisens vom Magneten glauben, unaufhörlich durch die kleinsten Zwischenräume beyder Körper dringe, oder können sich zwei Körper anziehen, eine Schwere oder Neigung haben, sich einander zu nähern, ohne Dazwischenkunft einiger Materie, welches Newtons Meinung zu seyn schien. Man könnte fragen: Sollte wol diese Anziehung eine eben so wesentliche Eigenschaft aller Körper als etwa die Ausdehnung seyn und wurde nur der Wille des Schöpfers erfordert, ihnen diese Kraft zu ertheilen? — Dergleichen und viele andere Fragen und Zweifel über diese Sache sind längst von den Philosophen aufgeworfen, beantwortet, bestritten, und wir sind mit dem allen um nichts weiter gekommen, denn statt Herbeiziehung willkührlicher Hypothesen sollte man lieber gestehen, daß die Erklärung des Grundes und ersten Ursprungs der Schwere die Gränzen des menschlichen Verstandes übersteigt. Der Sternkundige kann auch übrigens die weitern speculativischen Nachforschungen desselben dem Metaphysiker überlassen. Glücklich genug, daß er dagegen die unveränderlichen Gesetze kennt, nach welchen diese Schwer- oder Anziehungskraft (der Name ist gleichgültig) auf der Erdoberfläche und in den unermeßlichen Räumen der Himmel wirkt, um in der daraus entstehenden Dauerhaftigkeit, unverrückten Ordnung und Harmonie des großen Weltgebäudes die unläugbaren Spuren vom Daseyn eines weisen Urhebers desselben zu finden.

Vorstellung, wie die Planeten ihre Bahnen vermöge der Centralkräfte beschreiben, Gesetze der Wirkung dieser Kräfte.

§. 573.

Die Planeten beschreiben eigentlich, wie schon gesagt, elliptische Bahnen um die Sonne, allein bey allgemeiner Betrachtung der Wirkung der Anziehungskraft und der Fliehkraft (ursprünglichen Bewegung) oder der sogenannten Centralkräfte, kann man solche als kreisförmig behandeln, weil ihre Gesetze auf eine gleiche Art dabei statt haben, indem auch Circulskreise, als Ellipsen betrachtet werden können, deren Excentricität unendlich klein ist, und dann, weil überhaupt hiebei nur sehr kleine Zeittheile zum Grunde gelegt werden, in welchen der Planet sich durch einen unmerklich gekrümmten Bogen bewegt, welchen man, die Bahn sey eine Ellipse, oder ein Kreis ꝛc. für geradelinigt ansehen kann.

§. 574. Es sey Fig. 105 in S die Sonne und in P ein Planet, welcher seine Bahn PeB ꝛc. um S beschreibt. Dieser Planet würde nun nach einem im Anfang seiner Bildung erhaltenen Stoß gegen A sich beständig in einer geraden Linie nach dieser Richtung mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortbewegen, wenn ihn nicht zugleich eine zum Mittelpunct S drückende Kraft, oder welches einerlei ist, die Anziehung der Sonne in S beständig von derselben ablenkte und ihn nöthigte, den Bogen PB zu beschreiben, an welchem PA eine Tangente ist. Während daß der Planet den

Bogen PB zurücklegt, hat er sich folglich um A B von seinem geraden Wege entfernt, und daher drückt AB die Größe der anziehenden Kraft oder die Schwere gegen die Sonne für den Bogen PB aus, dieser mag übrigens circulär, elliptisch, parabolisch ꝛc. seyn. Gesetzt, der Planet hätte keinen Stoß gegen A erhalten, um von P bis A zu laufen, oder diese Bewegung würde aufgehoben, so würde er blos der zum Mittelpunct drückenden Kraft überlassen, von P nach G mit gleicher Geschwindigkeit gegen S fallen. Es ist aber $PC = GB$ und GB kann mit AB als gleich groß angesehen werden, wenn man sich den Bogen PB als sehr klein vorstellt, den etwa der Planet in 1 Min. durchläuft, wo alsdann derselbe eine Diagonallinie des Parallelorams CBAP oder CBGP wird. Die Seite $BA = BG = CP$ ist die Größe der Schwere oder Centripetalkraft, wenn sie allein wirkte, GP aber ist der Sinus versus des Bogens PeB und nun beweist die Geometrie, daß bey sehr kleinen Bögen der Sinus versus von sehr kleinen Bögen mit dem Quadrat des Bogen im Verhältniß stehe, und z.B. ein doppelter Bogen einen vierfachen Sinus versus habe. Es drücke bei einem andern Planeten M N den Sinus versus des sehr kleinen zurückgelegten Bogens NL aus, so verhält sich (§ 20) $TM : ML = ML : MN$ oder $MN = \frac{ML^2}{TM}$ Da aber NM gegen TN fast für nichts, und ML mit NL als gleich groß zu rechnen ist, so kann man statt TM .. TN od. 2. NS und statt ML .. NL setzen, folglich wird $NM = \frac{NL^2}{2.NS}$ oder für den vorigen Planeten $PC = \frac{PB^2}{2.PS}$ Daher wirkt die Centripetalkraft nach dem Quadrat der Geschwindigkeit oder der Weite des zurückgelegten Weges, das heißt: um einen Planeten bey einer doppelten Geschwindigkeit in seiner Bahn zu erhalten, wird eine vierfache Kraft der Anziehung oder Schwere gegen die Sonne erfordert.

§. 575. Die Seite BA = BG in dem hier vorkommenden Parallelogramm drückt nun auch die Wirkung der Centrifugal oder der vom Mittelpunct fliehenden Kraft aus, weil sich der Planet um so weit vom Mittelpunct S würde entfernt haben, während der Zeit da er den Bogen PB durchlief, wenn er von der Centripetalkraft frei gewesen wäre. Nun ist, wie schon bemerkt worden, bey einem sehr kleinen Bogen BG = PC mit BA für gleich groß zu halten, und die geringe Abweichung des Planeten von der Tangente oder die Linie AB = PC ist nach vorigem §. = $\frac{PB^2}{2.PS}$ Daher bringt die kreisförmige Bewegung eine Centrifugalkraft hervor, welche dem Quadrat der Geschwindigkeit dividirt durch den doppelten Halbmesser oder den Durchmesser des Kreises gleich ist; wenn diese Fliehkraft als 1 angesetzt wird. Folglich steht auch die Centrifugalkraft mit dem Quadrate der Geschwindigkeit im richtigen Verhältnisse, oder bei einer doppelten Geschwindigkeit wendet der Planet ein vierfach größeres Bestreben an, sich vom Mittelpunct seiner Laufbahn zu entfernen. Da nun beyde Kräfte in jedem Augenblick auf die Bewegung des Planeten zugleich wirken, so muß derselbe eine kreisförmige Bahn um die Sonne beschreiben.

§. 576. Man stelle sich noch dabey zu mehrerer Deutlichkeit vor, wie der Planet in sehr kleinen Zwischenzeiten

etwa

etwa von Secunde zu Secunde von beyden Centralkräften auf einmal getrieben werde, wobey die vorkommenden unendlich kleinen Bögen als gerade Linien anzusehen sind, denn die Geometrie beweißt, daß der Umkreis eines Circuls aus unendlich kleinen Linien zusammengesetzt ist. Nach Fig. 106 bewege sich der Planet in der ersten Sec. zufolge seiner ursprünglichen Bewegung von a bis b gleichförmig fort, und zugleich werde er inzwischen um a c gegen den Mittelpunct seines Kreislaufes gezogen, so wird er nach e hinkommen. In der zweyten Secunde treibe ihn die erstere Kraft von e nach g, die andere von e nach c, so langt er in i an. In der dritten Sec. würde er von der ersten von i nach h, von der andern von i nach c gebracht, und so kommt er nach d und hat also in den verflossenen 3 Sec. die Diagonale von 3 Parallelogrammen beschrieben, deren Höhe und Länge die Centripetal- und Centrifugalkräfte ausmachen.

§. 577. Die Geschwindigkeit zweyer Planeten, oder die einmal erhaltene Kraft (Wurfbewegung) mit welcher sie in einer geraden Linie sich unaufhörlich bewegen würden, sey noch so ungleich, so verhält sich allemal die Schwerkraft, welche sie in ihren elliptischen Bahnen gegen die Sonne lenkt, im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats ihres Abstandes von der Sonne, das heißt sie nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, wie Newton zuerst aus dem Keplerschen Gesetz (§. 555.) bewiesen. Nach Fig. 105 sey NLD die Erd- und PB die Jupitersbahn, ferner stellen NL und PB sehr kleine Bögen derselben vor, welche sich hier einander ähnlich sind, weil beyde zwischen gleichen Halbmessern SB und SP liegen. Wären nun die Umlaufszeiten der Erde und des Jupiters gleich lang, so müßten auch NL und PB in einer gleichen Zeit zurückgelegt werden, und Jupiter würde um so viel geschwinder laufen, als der Umfang seiner Bahn den Umfang der Erdbahn übertrift. So aber hält sich Jupiter 12mal länger in seiner nur 5, 2 mal größern Bahn auf, er rückt also langsamer wie die Erde fort, und gesetzt er sey in eben der Zeit, etwa in einer Minute nur von P bis e gerückt, während daß die Erde NL beschreibt, so ist Pd für Jupiter und NM für die Erde die Größe der Centripetal oder Anziehungskraft der Sonne in einer Minute. Da nun Jupiter 5,2mal weiter wie die Erde von der Sonne steht, (§ 414) so hat Newton gefunden, daß sich NM : Pd umgekehrt wie $SN^2 : SP^2$ verhalte, oder daß Pd 5, 2 . 5, 2 = 27mal geringer als NM sey. Es läßt sich dies auch folgendermaßen herausbringen: Die Entfernung des ♃ von der ☉ ist = 52 = SP; der Erde = 10 = SN; die Bewegung des ♃ in einer Min. oder der Bogen Pe faßt $12\frac{1}{2}'''$ von der Jupiters-, und die Fortrückung der Erde in einer Minute oder der Bogen NL $150'''$ (Tertien) von der Erdbahn. Da nun nach §. 574

$$NM = \frac{NL^2}{2 . NS} \text{ und } Pd = \frac{Pe^2}{2 . PS}$$

so ergiebt sich das Verhältniß von NM : Pd weil die Schwerkraft in der weitern Entfernung abnimmt, aus beyden Quotienten vom Quadrat der Bögen durch die umgekehrten doppelten Abstände dividirt.

Demnach $\frac{150^2}{104} : \frac{12\frac{1}{2}^2}{20} = 216 : 8 = 27 : 1$ welches die Quadratzahlen der Entfernung des ♃ und der Erde von der Sonne nemlich 5, 2 und 1 sind.

§. 578. Es läßt sich ferner im Gegentheil beweisen, daß da die Centripetalkraft wie das Quadrat der zunehmenden Entfernung von der Sonne abnimmt, die Geschwindigkeit der Wurfbewegung oder der zurückgelegte Weg zweyer Planeten in gleichen Zeitmomenten mit der Quadratwurzel ihrer Abstände von der Sonne im umgekehrten Verhältnisse stehen muß, wenn die Centripetalkraft beyde in einer kreisförmigen Bahn erhalten soll, und daß daher die Bewegung mit ihrem weitern Abstande immer langsamer werde, z. B. die Erde steht 10, und Saturn 95 Theile von der Sonne, die Quadratwurzel aus 10 ist 3, 16 und aus 95 9,74, demnach verhält sich die Geschwindigkeit der Wurfbewegung der Erde und des Saturns wie 9, 74 : 3, 16, wenn also die Erde 4, 1 deutsche Meilen nach §. 542 in einer Secunde zurücklegt, so muß daher Saturn 1, 3 Meilen in eben der Zeit beschreiben, denn 9, 74 : 3, 16 = 4, 1 : 1, 3.

§. 579. Wenn die ursprüngliche und geradelinigte Wurfbewegung der Planeten oder die daher entstehende Centrifugalkraft aufhörte, so würden sie von der Schwerkraft allein getrieben in die Sonne fallen. Whiston hat berechnet, daß bey dieser Voraussetzung in den mittlern Entfernungen, Merkur in 15 Tagen 13 St.; Venus in 39 Tagen 17 St.; die Erde in 64 Tagen 14 St.; Mars in 121 Tagen; Jupiter in 766 Tagen und Saturn in 1900 Tagen auf der Sonne anlangen würden *). Wenn ferner unser Mond und die Monde des Jupiters und Saturns aufhörten sich zu bewegen, so würden sie gegen ihre Hauptplaneten zurückfallen. Unser Mond in 4 Tagen 20 St. auf die Erde; die vier Trabanten des Jupiters in 7, 15, 30 und 71 St. auf den Jupiter; die bisherigen fünf Trabanten des Saturns in 8, 12, 19, 68 und 337 Stunden auf den Saturn. Die Regel, nach welcher dies gefunden wird, ist folgende: Die Quadratwurzel des Würfels von 2 verhält sich zu 1, also 2, 828 : 1,000, wie die halbe Dauer des Syderalumlaufs eines Planeten oder Trabanten zur Zeit seines Falls zum Mittelpuncte des ihn anziehenden Körpers. Ferner müßte ein Stein von der Oberfläche der Erde bis zu ihrem Mittelpunct in 21′ 9″ gelangen, wenn er frey fallen könnte.

§. 580. Da die Planeten nicht Circulskreise sondern Ellipsen um die Sonne beschreiben, so läßt sich nach Fig. 103 leicht zeigen, daß die Centrifugal- und Centripetalkraft nicht in allen Puncten derselben gleich groß seyn könne, obgleich die Gesetze derselben dabey eben so als bey der bisher angenommenen Circulbewegung statt finden. In der Gegend der Sonnennähe und Sonnenferne um P und A herum sind die Bahnen am stärksten gebogen, weil in der erstern die Centripetalkraft und Geschwindigkeit am stärksten und in der andern beyde am schwächsten sind. Die Geschwin-

*) Uranus würde bey dieser Voraussetzung nach 5380 Tagen in die Sonne fallen.

digkeit in P verhält sich zur Geschwindigkeit in A wie AS zu SP, nemlich umgekehrt wie die Abstände, wie es das Keplersche Gesetz (§. 557.) erfordert. Die Centripetalkraft in beyden Puncten steht in dem Verhältniß wie AS^2 zu SP^2, indem sich die anziehende Kraft der Sonne nach dem Quadrat der Entfernungen richtet. Endlich hat Newton gleichfalls gezeigt, daß die Centrifugalkraft in P zur Centrifugalkraft in A sich umgekehrt verhalte, wie der Cubus der Entfernungen oder wie $AS^3 : SP^3$. Aus dem Keplerschen Satz, daß die zurückgelegten Räume den Zeiten proportional sind, folgt, daß die Centrifugalkraft bey der Annäherung der Planeten zur Sonne in einem größern Verhältniß zunimmt, als die Centripetalkraft, denn sie wächst mit dem Quadrate der größern Geschwindigkeit (§. 575), und der Verringerung des Abstandes zugleich. Gesetzt nun, die Entfernung des Planeten von der Sonne im Perihelio und Aphelio verhalte sich wie 1 : 2, so ist im Perihelio die Geschwindigkeit und Annäherung doppelt, demnach die Centrifugalkraft daselbst $= 2. 2. 2 = 8$mal größer als im Aphelio, die Centripetalkraft aber nur $2. 2 = 4$mal größer (§. 574). Die Abweichung der Tangenten Aa und Pp von der Ellipse ist nun hier nicht mehr die Centripetalkraft, wie bey den vorhin angenommenen gleichförmigen Bewegungen in concentrischen Kreisen, sondern sie zeigt die Centrifugalkraft an, oder um wie viel der Planet durch seine Annäherung und größte Geschwindigkeit sich von der Sonne zu entfernen sucht.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0041-7

§. 581. Hieraus läßt sich nun die Annäherung und Entfernung des Planeten von der Sonne, indem er seine elliptische Bahn beschreibt, vorstellig machen. Es kann hiebey vorausgesetzt werden, daß die ursprüngliche Kraft der Wurfbewegung eines Planeten im Aphelio A geringer ist als erfordert wird, um ihn mit der Centripetalkraft in einem Kreise OAB fortzuführen, dessen Halbmesser = SA ist, und daher muß er nothwendig in dieser Gegend einen stärker gekrümmten Bogen AI beschreiben, und sich folglich der Sonne von da an nähern. Bey dieser Annäherung nimmt seine Geschwindigkeit zu, damit die von den Radiis vectoribus zurückgelegten Räume den Zeiten proportional bleiben §. 560) und gesetzt, er komme im Perihelio P und sein Abstand von der Sonne sey 4mal geringer als im Aphelio, so wird seine Geschwindigkeit 4mal größer geworden seyn. Allein es braucht hier im Perihelio die Geschwindigkeit nur doppelt so groß zu seyn als im Aphelio, um einen Circul QPT zu beschreiben, dessen Halbmesser SP ist, weil bey dieser Voraussetzung die Geschwindigkeit sich im umgekehrten Verhältniß der Quadratwurzel aus den Abständen vermehrt und folglich wird der Planet, wenn er durch sein Perihelium P gegangen, nach und nach Bögen beschreiben wie PR, die grössern Kreisen zugehören, das heißt, er wird sich wieder von der Sonne entfernen und zu seinem Aphelio A hinansteigen.

§. 582. Man kann auch sagen: Wenn der Planet in P der Sonne 4mal näher ist, so ist die Anziehungskraft der Sonne $4^2 = 16$mal stärker; die Centrifugalkraft aber wird $4^3 = 64$mal größer seyn, weil jene mit dem Quadrat, diese hingegen mit dem Cubus der abnehmenden Entfernung wächst (§. 580.); daher wird im Perihelio die Centrifugalkraft viel größer als die Centripetalkraft seyn und folglich muß sich der Planet von P an wieder von der Sonne entfernen. Um die Zeit der mittlern Entfernung bey K und W herum, wird die Centrifugalkraft der Centripetalkraft gleich, allein auch alsdann wird sich noch der Planet der Sonne nähern oder davon entfernen und dies vermöge der schrägen Richtung seines Laufes gegen dieselbe. Vom Aphelio bis zum Perihelio also von A durch AIK bis P nimmt die Geschwindigkeit und die Centrifugalkraft des Planeten zu, je näher er der Sonne kömmt, die zugleich zunehmende Kraft derselben aber sichert ihn, daß er nicht aus seiner Bahn geschleudert wird. In der andern Hälfte seiner Bahn hingegen von P durch WHG bis A wird der Planet, indem er sich wieder von der Sonne entfernt, nach und nach die in der erstern erhaltene größere Geschwindigkeit völlig wieder verlieren, um in A allemal nach einer gleichen Zeit wiederzukehren und mit gleichen Kräften seine Laufbahn aufs neue anzutreten. Man kann hiernach die Apsidenlinie, oder die große Axe AP einer jeden Planetenbahn gleichsam als das Zünglein in einer Waage betrachten, zu deren beyden Seiten jene wirksamen Centralkräfte aufs genaueste gegen einander abgewogen und daher im vollkommensten Gleichgewicht sind.

§. 583. Hier entsteht die Frage, ob der Lauf der Planeten in einem leeren Raume oder durch Materie geschehe? Ist das erste, so wird es schwer zu erklären, wie diese grossen Körper mit einander ohne alle Materie in Verbindung stehen, und sich wechselsweise anziehen können; ist aber das letztere, so läßt sich befürchten, daß diese Materie der Bewegung der Planeten hinderlich seyn und durch ihren Widerstand, er sey auch noch so geringe, dieselbe nach und nach aufhalten werde, da doch alte Beobachtungen von vielen Jahrhunderten her mit neuern verglichen zeigen, daß die Dauer ihrer Umlaufszeiten im Ganzen keine Veränderung erlitten. Newton nahm zum Behufe dieser unverminderten Geschwindigkeit der Planeten einen völlig leeren Himmelsraum an: Cartesius hingegen gedachte sich denselben als mit Materie angefüllt, die von der Sonne bis zu den äußersten Gränzen ihres Gebiets in Wirbeln kreisförmig sich umschwingt und in deren Strom die Planeten fortschwimmen. Beyde Hypothesen haben aber vieles wider sich, und die Meinung derjenigen kömmt wol der Wahrheit am nächsten, welche annehmen, daß zwar im Weltraum die Materie des Aethers und des Lichts vorhanden ist, diese sey aber so äußerst subtil, daß sie den Lauf der Planeten wenigstens nicht merklich stört. Die Anziehungskräfte müssen auch wol nicht blos vermittelst der ätherischen Materie, sondern noch auf eine andere Art, die uns verborgen ist, wirken. Sollte man auch nicht annehmen können, der Schöpfer habe der mächtigen Anziehungskraft der Sonne auf die Planeten so viel zugelegt, als erforderlich ist, den geringen Widerstand der Bewegung, den der Aether verursacht, zu überwinden, um die Planeten jedesmal nach Verfließung gleich langer Zeiten in ihren Bahnen herum zu lenken.

Wie aus der Schwere auf der Erdoberfläche die Umlaufszeit und Entfernung des Mondes gefunden wird.

§. 584.

Der Mond läuft in 27 Tagen 8 St. um unsere Erde, und daß die einzige Ursache hievon blos seine Schwere gegen die Erde sey, zeigt folgendes Beyspiel. Nach Fig. 107. ist C der Mittelpunct der Erde, LMBT die Mondbahn, der Mond sey in L und würde vermöge seiner einstens erhaltenen Wurfbewegung in der geraden Linie Ln fortgeführt, wenn ihn nicht seine Schwere oder die Anziehung der Erde von derselben ~~ab~~, in seine Bahn zurücklenkte. LM sey der Bogen, welchen der Mond hiernach in einer Sec. durchläuft, so ist LN die Größe seiner Schwerkraft oder wie viel der Mond inzwischen da er LM zurücklegt, gegen die Erde gefallen ist. Nach Newtonschen Grundsätzen nimmt die Schwere ab wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunct der Erde zunimmt. Setzen wir demnach $CL = 60 . Ca$ oder den Mond 60 Erdhalbmesser von uns, (526.) so ist die Kraft, mit welcher der Mond gegen die Erde schwer ist $60 . 60 = 3600$mal geringer als bey den Körpern auf der Erdoberfläche; oder ein Gewicht von 3600 Pfund würde in der Entfernung des Mondes nur ein Pfund schwer seyn. Nun fällt ein Körper bey uns in der ersten Secunde seines Falles $15\frac{1}{12}$ Fuß (§. 564.) gegen die Erde, und daher der Mond in dieser Zeit um

$$\frac{15\frac{1}{12}}{3600} = \frac{1}{239} \text{ Fuß}$$

welches die Größe von LN ist. Demnach fällt der Mond in 3600 Secunden, oder in einer Stunde, etwa so viel gegen die Erde herab, als ein Körper zunächst an der Erdoberfläche in einer Secunde. Hörte nun die Kraft der Wurfbewegung des Mondes von L gegen n auf, so würde dieser Himmelskörper der Kraft der Schwere allein überlassen auf die Erde mit einer zunehmenden Geschwindigkeit herabfallen, so daß die zurückgelegten Räume den Quadraten der Zeiten proportional wären (§. 563). Folglich in der 1sten Sec. $\frac{1}{239}$ Fuß; in der 2ten 4. $\frac{1}{239}$; in der 3ten 9. $\frac{1}{239}$ rc.

§. 585. Nun ist LN der Sinus versus des Bogens LM, den der Mond in einer Sec. zurücklegt. In einer Sec. bewegt sich aber der Mond 33‴, demnach ist LN der Sinus versus des Bogens von 33‴. Daferne der Halbmesser der Erde Ca in Füßen bekannt und der Mond 60mal so weit = CL gesetzt wird, so läßt sich schon aus der Berechnung, was nach trigonometrischen Gründen der Sinus versus eines Bogens von 33‴ für ein Theil vom Radius sey, finden, daß LN $\frac{1}{239}$ Fuß austrage. Wenn man unterdessen aus der bekannten Größe von LN = $\frac{1}{239}$ Fuß die Größe des Bogens LM, den der Mond in einer Sec. beschreibt, in Füßen und hiernach auf seine ganze Umlaufszeit schließen will, so dient dazu folgende leichte Rechnung. In der Geometrie wird gezeigt, daß NM die mittlere Proportionallinie zwischen NL und TN sey oder TN : NM = NM : NL (§. 20). Da aber der Bogen LM nur eine Secunde groß ist, so kommt NM mit LM überein, und da auch LN = $\frac{1}{239}$ Fuß gegen LT = dem Durchmesser der Mondbahn in Füßen faſt für nichts zu rechnen iſt, ſo kann man ſtatt NM, LM und ſtatt TN, TL ſetzen, demnach TL : LM = LM : NL oder LM^2 = TL . NL (das iſt, wie im §. 574. ſchon gezeigt worden, der Sinus verſus ſteht mit dem Quadrate ſehr kleiner Bögen im Verhältniß. Wird nun nach §. 284 der Halbmeſſer der Erde Ca zu 859½ Meilen, jede zu 23661 Rheinl. Fuß = 20336629 Fuß angenommen, ſo iſt TL = 120. 20336629 = 2440395480, und daher TL . LN = 2440395480 . $\frac{1}{239}$ = 10210860 Fuß = LM^2 folglich LM = 3195 Fuß, der Weg des Mondes in einer Secunde und damit 11502000 in einer Stunde. Aus dem Durchmeſſer TL läßt ſich nach dem Verhältniß 113 : 355 der Umkreis der Mondbahn finden, ſelbige beträgt hiernach 7558764560 Fuß, und nach der Diviſion mit 11502000 ergiebt ſich, daß der Mond dieſelbe in 657 Stunden = 27 Tage 9 Stunden zurücklegen muß, welches mit den Beobachtungen ſehr gut zutrift (§. 469).

§. 586. Wenn man das Newtonſche Geſetz der Schwere zum Grunde legt, ſo kann man auch daraus den Abſtand des Mondes von der Erde oder ſeine Horizontalparallaxe finden, wodurch ſich die Richtigkeit deſſelben ebenfalls beſtätigt, und dieſer Methode haben ſich einige Aſtronomen bedient, um die Parallaxe des ☾ zu finden, ehe ſolche genau beobachtet wurde. Es iſt bekannt, daß ſich die Entfernung aller Planeten von der Sonne nach dem Keplerſchen Geſetz aus ihren Umläufen finden läßt, wenn man den Abſtand eines einzigen weiß (§. 556). Eben ſo iſt es ohngefehr mit dem Abſtande des Mondes von der Erde in Vergleichung der Körper auf der

Erdoberfläche. Man kennt die Schwerkraft der letztern entweder aus ihrem Fall gegen die Erde oder aus den Pendulschwüngen, imgleichen ferner, die Umlaufszeit des Mondes, welche eine Wirkung der Schwere desselben gegen die Erde ist (§. 585), woraus sich Regeln zur Erfindung der Entfernung des Mondes ergeben. Man kann auch den Fall der Körper auf der Erdoberfläche in einer Secunde $= 15\frac{1}{12}$ Fuß, den Fall des Mondes gegen die Erde in eben der Zeit $= \frac{1}{237}$ Fuß $=$ LN Fig. 107. und den Halbmesser der Erde $= 20336629$ Fuß hiebey zum Grunde legen; alsdann ist die Regel, welche schon in dem, was in den vorigen §§. bemerkt ist, ihren Grund hat, folgende: Wenn nach Fig. 107. LM der Bogen ist, den der Mond in einer Secunde Zeit macht $= 33'''$, so giebt die Cubikwurzel aus:

Sin. versus von $\frac{LM \,.\, ac}{15\frac{1}{12}\ \text{Fuß}}$ den Sinus der horizontalen Parallaxe des ☾, welche oft nur wenige Secunden von der wirklich beobachteten oder durch andere Methoden gefundenen abweicht. Aus dieser Parallaxe läßt sich dann die Entfernung des Mondes von der Erde nach §. 526. leicht berechnen.

Von der wechselseitigen Anziehung der Sonne und Planeten.

§. 587.

Zur richtigen Beurtheilung der Kraft, mit welcher ein größerer Himmelskörper einen kleinern anzieht, ist es nach der 108 Fig. nothwendig, sowol auf die verhältnißmäßige

Größe beyder Körper als auf ihre Entfernung von einander Achtung zu geben. Es sey demnach A der anziehende und B der angezogene, so ist zu merken, 1) um so viel grösser A ist als B, um desto größer ist auch die Kraft, mit der B angezogen wird; ist A z. B. 10mal größer, so zieht er auch B mit einer 10fachen Gewalt an ꝛc. (Unter der Größe wird hier nicht die bloße Ausdehnung, sondern eigentlich die Masse oder Menge Materie in einem oder dem andern Körper verstanden). 2) Wenn die Entfernung B A bleibt, so wird der Körper B mit einer desto stärkern Kraft angezogen, je größer er selbst ist; denn gedenkt man sich A als die Erde und B als einen in die Höhe geworfenen Stein, so wird derselbe um so viel stärker gegen die Erde fallen, je mehr Gewicht er hat. Bleiben 3) die Massen beyder Körper unter sich immer gleich groß, die Entfernung AB aber wird verändert, so nimmt die Anziehung mit dem Quadrat der zunehmenden Entfernung ab- und mit der abnehmenden zu, wovon schon vorher geredet worden. Man sagt daher, daß die Kraft der Anziehung im ordentlichen Verhältniß mit der Masse des anziehenden und angezogenen Körpers und im umgekehrten mit dem Quadrate der Entfernung stehe. Demnach muß die Anziehungskraft in sehr großen Entfernungen zuletzt unmerklich werden, sie kann aber beträchtlich seyn, selbst wenn die Körper nur klein sind, so bald sie nemlich nahe an einander kommen.

§. 588. Dies läßt sich allgemein auf die Himmelskörper anwenden. Die Sonnenkugel hat noch einige hundert mal mehr Masse als die sieben Hauptplaneten zusammen genommen, ihre Kraft der Anziehung muß daher auf diese Körper noch immer, auch bey den entferntesten, derjenigen vielfach überwiegen, womit die Planeten sich unter einander anziehen, und letztere werden folglich ein jeder für sich dem mächtigen Zuge der Sonne folgend ihre Laufbahnen um dieselbe beschreiben. Gegen die Fixsterne werden freilich Sonne und Planeten auch noch einige Schwere haben, allein die Wirkung derselben in der Bewegung der Planeten wird bey der viele tausend mal größern Entfernung der Fixsterne, sie mögen auch noch so viel Masse haben, ganz unmerklich, so daß außer der Kraft, mit welcher die Sonne alle Planeten an sich zieht, nur noch diejenigen Kräfte, womit sich diese Körper unter einander anziehen, in Betrachtung kommen. Diese Kräfte können, wenn sich zwey Planeten einander nähern, nach dem Verhältniß ihrer Massen und der Größe der Annäherung so wirksam werden, daß sie den gewönlichen elliptischen Gang desjenigen Planeten in etwas stören, nemlich aufhalten oder beschleunigen, der von beyden die wenigste Masse hat, welches die Astronomen wirklich beobachten. Die Erde leidet vornemlich von der Anziehung des Jupiters, wegen seiner Größe und von der Venus bey ihrer Annäherung einige Veränderung in ihrer Bewegung. So könnte auch ein Komet, wenn er eine größere Masse als ein Planet hätte, dem er nahe vorbey liefe, den Lauf desselben merklich ändern. Unser Mond ist der kleinste unter allen planetischen Körpern die wir kennen, er wird aber wegen seiner Nähe bey der Erde von derselben am stärksten angezogen, und da er außerdem vornemlich gegen die Sonne eine wiewol viel geringere Schwere hat, so wird dadurch sein Lauf sehr ungleich. Die tiefsinnigen Berechnungen der Wirkungen dieser Perturbations- oder wechselseitigen Anziehungskräfte des Mondes und aller Planeten unter sich in allen möglichen Stellungen und Entfernungen, um daraus ihren jedesmaligen Ort am Firmament mit der größten Genauigkeit zu bestimmen, sind von den neuern Astronomen nach dem entdeckten Gesetz der Schwere mit vielem Fleiß und dem glücklichsten Erfolg vorgenommen worden.

§. 589. Hier läßt sich von diesen Untersuchungen nur folgendes allgemein bemerken: Wenn zwey Planeten mit einer gleichen Kraft und nach parallelen Richtungen von einem dritten angezogen werden, so wird ihre Stellung und Entfernung gegen und von einander dadurch nicht verändert, welches nur statt findet, wenn der letztere einen von den beyden erstern stärker als den andern anzieht, denn es kömmt vornemlich nur der Unterschied der stärkern oder schwächern Anziehungskraft in Betrachtung. Der Mond leidet bey seiner Bewegung um die Erde keine Veränderung seiner Geschwindigkeit oder Entfernung, als wenn er inzwischen von der Sonne bald etwas mehr bald etwas weniger wie die Erde angezogen wird. Um die Wirkung zu berechnen, mit welcher ein größerer Planet die Bewegung der Erde stört, muß man die Anziehungskraft des Planeten auf die Sonne und Erde wissen, und der Unterschied von beyden ist eigentlich die Perturbation, welche bey der Bewegung ihrer Wirkung zum Grunde gelegt wird, und ist dieser Unterschied = o so erleidet der Ort der Erde von dem Planeten keine Verrückung. Die Anziehungskraft der Sonne auf einen jeden der sieben Hauptplaneten ist gleich der Masse der Sonne = S dividirt durch das Quadrat des Abstandes derselben = r. Allein ein jeder Planet zieht hinwieder die Sonne mit einer Kraft an, die seiner (im Verhältniß der Sonne geringen) Masse = T dividirt durch das Quadrat seines Abstandes von der Sonne gleich, und daher ungemein viel schwächer ist; hiernach ist also das Resultat der perturbirenden Kraft der Sonne auf die Planeten = $\frac{S + T}{r^2}$

Wegen der, wiewol äußerst geringen Anziehung eines Planeten kann der Ort der Sonne in dem Brennpunct seiner Bahn nicht ganz unveränderlich seyn, sondern der Mittelpunct der Sonne muß daher eigentlich um ihren und des Planeten gemeinsamen Schwerpunct eine kleine Ellipse beschreiben. Die daher entstehenden kleinen Ungleichheiten des scheinbaren Sonnenlaufes werden aber bey den astronomischen Rechnungen auf jeden Planeten geschoben und die Sonne als unbeweglich betrachtet. Hiedurch aber leidet das Resultat des Keplerschen Gesetzes, daß die Räume den Zeiten proportional sind, eine wiewol geringe Abänderung, die für einen jeden vorkommenden Fall zu bestimmen ist.

§. 589.

§. 590. Die vorhin gegebene Regel, daß die Masse des anziehenden Planeten dividirt durch das Quadrat seines Abstandes von dem angezogenen, die Wirkung seiner Anziehung in Veränderung seines Ortes herausbringe, gilt nur, wenn der Zug in der Richtung des Radius vectors oder der zur Sonne gehenden Linie vor sich geht. Die Planeten ziehen sich aber die mehreste Zeit unter schiefen und veränderlichen Winkeln an, wobei die erfolgte Wirkung aus den beiderseitigen zusammengesetzten Anziehungskräften (deren jede für sich ihrer Masse durch das Quadrat des Abstandes dividirt gleich ist) nach dem vorkommenden Winkel beurtheilt werden muß. Es werde nach Fig. 109. ein Planet D von zwey andern gegen B und C hinaus liegenden unter dem Winkel BDC zugleich angezogen; Die Länge der Linie DB drücke die Kraft aus, mit welcher der gegen B liegende und DC diejenige, mit welcher der gegen C liegende den Planet D anzieht, so wird der letztere in eben der Zeit, da er von der einen oder andern Kraft besonders getrieben nach B oder C würde hingekommen seyn, nun durch beyde vereinigte Kräfte DA oder die Diagonallinie des Parallelogramms DBAC beschreiben. Eben so wenn der Zug gegen b und c unter dem Winkel bDc mit Kräften, die die Längen der Linien Db und Dc anzeigen, gienge, so würde D inzwischen nach der Diagonale DA des Parallelogramms DcAb, und also gleichfalls in A anlangen. Dieser mechanische Grundsatz findet auch bei rechtwinklichten Parallelogrammen statt, wovon schon oben verschiedenes vorgekommen.

§. 591. Die 110te Figur stellt einigermaaßen die Wirkung der Anziehung der Erde vom Jupiter vor. Es sey in S die Sonne, T c die Erd- und H I die Jupitersbahn. Beyde Planeten bewegen sich nach der Richtung wie die gezeichneten Pfeile zeigen. Man setze die Erde stehe in T und ♃ in I. Erstere bewege sich in einem sehr kleinen Zeittheil von T nach e (in der Figur ist diese Bewegung groß vorgestellt, damit die Linien aus einander fallen) zufolge der ursprünglichen oder Wurfbewegung nach der Tangente ihrer Bahn, als wenn sie von der Sonne nicht angezogen würde. In e hätte die Erde sich demnach um e c von ihrer Bahn entfernt, und e c drückte daher ihre Schwere gegen die Sonne und die Richtung, nach welcher sie von derselben angezogen wird, aus. Mittlerweile ziehe nun Jupiter die Erde nach der Richtung e I bis in d an sich, so wird, wenn das Parallelogramm e d c a vollendet wird, worinn die beyden Seiten e c und e d die anziehende Kraft der Sonne und des Jupiters auf die Erde ausdrücken, die Diagonallinie e a den Weg der Erde durch die vereinigten Anziehungskräfte jener beiden Weltkörper vorstellen, und die Erde wird in a seyn, statt daß die bloße Anziehung der Sonne sie in c würde gebracht haben. Hier hätte demnach die anziehende Kraft des Jupiters die Entfernung der Erde von der Sonne vergrößert und ihre Bewegung beschleunigt. Da man aber die Masse des Jupiters $= \frac{1}{1000}$ der Masse der Sonne setzen kann, so wird, weil dieser Planet 5mal weiter von der Sonne wie die Erde steht, die Kraft, mit welcher derselbe die Erde anzieht, nach obiger Regel, nach der geraden Richtung, etwa $\frac{1}{25000}$ von der Kraft seyn, mit welcher die Sonne dieses verrichtet. Geht aber die Anziehung seitwärts vor sich, wie in der Figur, so wird sie viel geringer, und würde z. B. bei dem Winkel von 60 Graden nur halb so groß seyn. Vermittelst des Verhältnisses dergleichen Anziehungskräfte der Planetenmassen gegen einander und der jedesmaligen Richtung, nach welcher sie wirken, berechnen die Astronomen wie der Lauf der Erde und folglich der scheinbare Ort der Sonne und Planeten dadurch Veränderungen leidet *).

§. 592. Die Ungleichheiten des **Mondlaufes**, die bey der Nähe dieses Weltkörpers bey uns, sehr merklich werden, rühren daher, weil er während seines periodischen Umlaufs, besonders von der Sonne auf eine veränderliche Art, sowohl der Größe als Richtung nach, angezogen wird. Denn wenn er keine andere Centralkräfte hätte, als diejenigen, welche ihn um die Erde führen, so würde er blos mit allen Planeten das gemeinschaftliche Gesetz bey seinem Umlauf befolgen, daß die zurückgelegten Räume der elliptischen Bahn im Verhältniß der Zeiten bleiben, so aber ist dies Gesetz nicht hinreichend, den scheinbaren Stand des

*) Der Gang der Erde wird besonders, wie die Astronomen schon seit verschiedenen Jahren bemerkt und in den Sonnentafeln mit in Rechnung gezogen, durch die Anziehung der Venus und des Jupiters, der ersteren wegen ihrer Nähe und des letzteren wegen seiner Größe, gestört. Hr. von Zach hat in seinen Sonnentafeln die Störung, welche Mars hiebei veranlaßt, mit angesetzt. Doch tragen diese Perturbationen immer nur einige Secunden aus, wiewol 17 Sec. schon einen Werth von 1719 Meilen haben. (§. 545.)

Mondes am Himmel, auch nur mit einiger Genauigkeit, den Beobachtungen gemäß, darzustellen. Die Anzahl jener Ungleichheiten wird noch dadurch vermehrt, daß der Mond in einer elliptischen und $5\frac{1}{2}°$ gegen die Ebene der Erdbahn geneigten Bahn läuft, daß seine Apsiden- und Knotenlinien beständig und sehr merklich, oder während einem jeden periodischen Umlauf des Mondes ungleichförmig ihre Lage verändern (§. 476) und daß er an der für sich schon ungleichen Bewegung der Erde Antheil nimmt, weswegen denn die Anziehungskraft der Sonne noch auf eine mannigfaltigere Art Abänderungen in ihren Wirkungen auf den Ort des Mondes im Weltraum, erleidet. Die Größe aller dieser Ungleichheiten des Mondlaufs für eine jede Zeit zu bestimmen, ist äußerst verwickelt, mühsam und schwer. Die größten Geometer und Astronomen aber haben sich dieser Arbeit mit dem glücklichsten Erfolg unterzogen, nachdem Newton sie zuerst auf die Spur brachte. Vornemlich sind Clairaut, Euler, d'Alembert und Mayer durch ihre geometrische und analytische Berechnung der anziehenden Kräfte, die auf den Mond wirken, berühmt geworden. Ich kann von dieser Monds-Theorie hier nur im Allgemeinen etwas vorstellig machen.

§. 593. Es sey Fig. 111. T. die Erde und S die Sonne; LQNR die Mondbahn hier nur kreisförmig vorgestellt, in welcher sich derselbe, wie die gezeichneten Pfeile zeigen, bewegt. In L ist der Mond im vollen und in N im neuen Lichte, in R das erste und in Q das letzte Viertel. LNS ist demnach die Linie der Syzygien. Die anziehende Kraft der Sonne wirkt nun im neuen und vollen Licht nach L T N S also mit der Erde in einer Linie auf den Mond, um die Zeit der Viertel aber in Q und R nach einer schrägen Richtung und besonders in a und b, wo Linien aus der Sonne zur Mondbahn Tangenten an derselben werden. Nun sey der Mond in m, so ist m S seine Entfernung von der Sonne und m T seine Entfernung von der Erde, und es ist klar, daß hier der Mond mehr gegen die Sonne eine Schwere hat, oder von derselben stärker angezogen wird, als die Erde, und zwar nach den vorhin beygebrachten Gründen in dem Verhältniß wie $ST^2 : Sm^2$ Durch diesen Zug der Sonne muß also die Schwere des Mondes gegen die Erde vermindert werden. Allein eben dies findet auch in der nemlichen Größe statt, wenn der Mond weiter von der Sonne wie die Erde, in dem Puncte i seiner Bahn unter einem gleichen Winkel mit der Syzygienlinie steht, denn um so viel hier die Schwere der Erde gegen die Sonne größer ist, um eben so viel wird die Wirkung der Schwere des Mondes gegen die Erde vermindert, und daher muß sich in beyden Ständen der Mond von der Erde etwas entfernen.

§. 594. Man verlängere die Linie m S dergestalt, daß sich m o zu T S verhalte, wie die Schwere des Mondes gegen die Sonne, zur Schwere der Erde gegen die Sonne, also wie $ST^2 : Sm^2$ Aus o ziehe man o u parallel mit ST und mache $ou = ST$, ferner ziehe man m u und dann m w parallel mit T S und mit derselben und o u gleich lang, endlich o w, so ergiebt sich das Parallelogramm u o m w.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0057-6

Nun läßt sich m o in die beyden Kräfte m u und m w verwandeln. Da aber m w mit TS parallel läuft, so wirkt sie eben so wie diese gegen die Sonne, und verursacht daher keine Ungleichheit in dem Lauf des Mondes, hingegen drückt m u die Größe aus, um welche der Mond mehr als die Erde gegen die Sonne schwer ist. Da aber die Erde 400mal weiter von der Sonne als vom Mond entfernt ist, so wird So gegen ST sehr klein, demnach m u ihrer Parallellinie ST so äußerst nahe kommen, daß r u fast für nichts zu rechnen ist, foglich wird man ohne Fehler statt m u, m r als den Unterschied der Schwere der Erde und des Mondes gegen die Sonne, im gegenwärtigen Fall ansehen können. Newton nennt solchen die perturbirende Kraft. Wird ferner der Radius vector T m nach d verlängert, und an m die Tangente m n gezogen, so läßt sich das Parallelogramm, worin m r die Diagonallinie ist, beschreiben, und die perturbirende Kraft m r wird abermal in zwey andere Kräfte m d und m n verwandelt; erstere zeigt die Größe an, um welche jene Kraft die Schwere des Mondes gegen die Erde vermindert, letztere aber, wie viel sie die Geschwindigkeit des Mondes, der nach m R sich bewegt, zu hindern vermögend ist.

§. 595. Die durch m r bestimmte perturbirende Kraft muß in den Syzygien in N und L am größten seyn, und dort 2. T m also dem Durchmesser der Mondbahn gleich werden; in den Quadraturen Q und R aber, wo sie nur T m gleich ist, wird sie am kleinsten; die durch m n vorgestellte Kraft hingegen ist die größte in den Octanten des

Mondes, nemlich 45° vor und nach den Syzygien und Quadraturen, und wird im neuen und vollen Lichte o. Endlich ist die Kraft m d gleichfalls in den Syzygien am größten und wird dem Durchmesser der Mondbahn gleich; sie verschwindet aber, wenn der Mond einen Abstand von etwa 54° von der Syzygienlinie erreicht. Die vier Hauptungleichheiten des Mondlaufs, welche blos aus Beobachtungen bestimmt worden sind, außer der Fortrückung der Apsiden- und Knotenlinie, die von der elliptischen Bewegung entstehende Mittelpunctsgleichung, ferner: die von der Masse und der veränderlichen Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne herrührende sogenannte Evection, Variation und jährliche Gleichung sind schon im 474. §. erwehnet, und nach ihrer Entstehung im allgemeinen erklärt. Zufolge dessen was im vorigen und nach der 111. Fig. bemerkt worden, wird ihre Wirkung nun deutlicher einleuchten. Die Evection bringt die beträchtlichste hervor.

§. 596. Ich bemerke noch einiges von den verwickelten Folgen der veränderlichen schrägen Lage der Mondbahn und ihrer und der Erdbahn Excentricität. Man bemerkt daher, daß der Mond mehr Zeit anwendet zu seiner Erdferne oder einem seiner Knoten wiederzukehren, wenn die Erde in der Sonnennähe als wenn sie sich in der Sonnenferne befindet, und deswegen ist auch die mittlere Bewegung des Mondes durchs ganze Jahr nicht gleichförmig. In den Syzygien rückt die Apsidenlinie von Westen gegen Osten, in den Vierteln aber in entgegengesetzter Richtung fort, und in beyden Fällen mit der größten Geschwindigkeit, wenn sie auf die Linien der Syzygien oder Viertel selbst trift. Der Bogen, um welchen sie nach verschiedenen Umläufen vorwärts gerückt ist, trägt aber allemal mehr aus als derjenige, um welchen sie in den nemlichen Perioden rückwärts gewichen, so daß sie ohngefähr nach 9 Jahren von Westen nach Osten herumkömmt. Die Excentricität der Mondbahn verändert sich beständig, und ist am größten, wenn die Apsidenlinie mit der Syzygienlinie, am kleinsten, wenn sie mit den Quadraturen zutrift. Vom Neu- oder Vollmond zum nächsten Viertel gehen die Knoten der Mondbahn zurück, und der Winkel derselben mit der Erdbahn wird größer. Von der Quadratur zum folgenden Neu- oder Vollmond gehen die Knoten noch zurück, und jener Winkel nimmt ab. Er ist auch am größten, wenn die Knotenlinie durch die Quadraturen, am kleinsten, wenn sie durch die Syzygienlinie geht.

§. 597. Alle bisher erzählten Umstände und Ungleichheiten des Mondlaufs machten außer den vorhin erwehnten vier Hauptgleichungen, die unter andern schon Horroccius vor fast 160 Jahren sehr gut kannte, und bey der Berechnung anzuwenden wußte, bey den Mayerschen Mondtafeln noch neue Gleichungen oder Verbesserungen der mittlern Länge des Mondes, zufolge der Theorie der anziehenden Kräfte, nothwendig, und Mayer hatte zuerst das Verdienst, solche für jeden Stand des Mondes nach jener Theorie bestimmt zu haben, so daß bey ihrer Anwendung dessen Länge, Breite, stündliche Bewegung, Parallaxe ꝛc. sich mit einer bis dahin unbekannten Genauigkeit berechnen ließen, wie sehr viele angestellte Vergleichungen dieser Tafeln mit den genauesten Beobachtungen gezeigt haben *). Unterdessen bleiben noch immer kleine Abweichungen zurück, deren Ursachen noch nicht völlig bekannt sind. Herr Mason hat daher abermals die Mayerschen Mondtafeln verbessert, und dem Attractionssystem so wie häufigen Beobachtungen gemäß, noch acht neue Gleichungen hinzugefügt. Diese Tafeln sollen nie über 30 Sec. fehlen. Die Berechnung aller Umstände des Mondlaufs nach denselben für eine gegebene Zeit ist aber daher noch weitläuftiger geworden, als sie es bereits bey den Mayerschen Tafeln war **). Endlich hat vor Kurzem Herr *de la Place* entdeckt, daß die sogenannte Seculargleichung des Mondes, die man noch bey der mittlern Länge des Mondes anbringen muß (§. 476.) gleichfalls ihren Grund in der allgemeinen Schwere hat, und von der Wirkung der Sonne auf den Mond mit der veränderlichen Excentricität der Erdbahn vereinigt, entsteht. Sie ist periodisch, und bey ihrer Anwendung werden

*) Mayer gab seine ersten Mondtafeln zu Göttingen im Jahr 1753 heraus, sie wichen niemals über 2 Min. von den Beobachtungen ab, statt daß der Fehler der damals genauesten Mondtafeln, nemlich der Halleyschen, zuweilen auf 7 bis 8 Min. ging. Nachher brachte Mayer bey seinen Tafeln verschiedne Verbesserungen an, er starb im Jahr 1762, und acht Jahr nach seinem Tode erschienen zu London die genauesten Mondtafeln, die wir von diesem berühmten Manne haben.

**) Die Masonschen oder verbesserten Mayerschen Mondtafeln stehen in dem ersten Bande der dritten Ausgabe der Astronomie des Herrn *de la Lande* und in der Pariser Connoissance des tems für 1790.

unter andern die 720, 382 und 200 Jahr vor Christi Geburt zu Babylon und Alexandrien beobachteten Finsternisse sehr genau dargestellt.

Von der Masse, Dichtigkeit ꝛc. der Planeten.

§. 598.

Die Größe oder Ausdehnung eines Planeten ist mit seiner Masse nicht einerley, denn diese letztere ist eigentlich die Menge Materie in seiner Kugel, das Gewicht oder die eigenthümliche Schwere derselben, nach welcher die Anziehungskraft auf ihn wirkt. Diese Masse aber hängt von der Dichtigkeit der körperlichen Materie ab, aus welcher der Planet zusammengesetzt ist, und diese Dichtigkeit ist bey unveränderter Masse um so viel größer, als die Größe des Planeten geringer ist; z. B. eine bleyerne Kugel von 12 Linien im Durchmesser wiegt mit einer goldenen von etwa 10 Linien, gleich schwer, hat also mit derselben eine gleiche Masse oder gleich viele Materie. Nun verhält sich aber die Größe von beyden wie $12^3 : 10^3$ oder wie $1728 : 1000$, daher ist die letztere $\frac{1728}{1000} = 1{,}728$ mal dichter als erstere. Die verschiedenen Massen der Planeten lassen sich aus den Gesetzen der Anziehung und der Größe ihrer Wirkungen herleiten, und man kann hiernach leicht auf ihre Dichtigkeit schließen. Um dies einigermaaßen vorzustellen, legen die Astronomen gemeiniglich die Masse der Erde zum Grunde, weil deren Anziehung aus ihren Wirkungen, nemlich aus dem Fall der Körper in einer Secunde, der Länge der Secundenpendul ꝛc.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0062-4

bekannt ist, und suchen hieraus die Regeln zur Vergleichung derselben mit den Massen der übrigen Planeten und der Sonne.

§. 599. Hierzu mag zuerst folgendes allgemeine Beyspiel dienen: Der erste Jupiterstrabant umläuft seine Bahn um den Jupiter in einem Abstande, der bis auf $\frac{1}{10}$tel dem Abstand des Mondes von der Erde gleich ist. Gesetzt nun, dieser Mond des Jupiters vollendete seinen Lauf um den Jupiter in eben der Zeit, in welcher unser Mond den seinigen vollendet, so würde sich folgern lassen, daß die Kraft, mit welcher Jupiter diesen Trabanten in seiner Bahn erhält, derjenigen gleich sey, mit welcher die Erde auf den Mond wirkt, und daß daher die Massen beyder Planeten einander gleich seyn müßten. Alsdann würde aber die Dichtigkeit der Erde 1474mal größer seyn als die Dichtigkeii des Jupiters, weil dieser Planet um so viel größer als die Erde gefunden worden. (§. 549.) Nun aber umläuft der erste Jupiterstrabant seine Bahn, die mit unserer Mondbahn gleich groß angenommen werden kann, in 42 St. und demnach fast 16mal geschwinder als unser Mond, dessen Umlaufszeit 656 Stunden ist.

§. 600. Die Kraft der Anziehung steht nun in gleichen Entfernungen mit dem Quadrate der Geschwindigkeiten im Verhältnisse (§. 574.) und Jupiter muß aus diesem Grunde eine $16^2 = 256$ mal größere Kraft anwenden, den ersten Trabanten in seiner Bahn zu erhalten. Woraus sich folgern läßt, daß die Masse des Jupiters die Masse der Erde 256mal übertreffe, oder daß dieser Planet so viel mal mehr Materie als der Erdkörper enthalte. Gleichwol ist seine Kugel 1474mal größer als unsere Erde, ihre Dichtigkeit muß daher $\frac{1474}{256} = 5,13$ mal geringer als die Dichtigkeit der Erdkugel seyn. Ohngefähr auf diese Art wurde der große Newton zu seinen tiefsinnigen Untersuchungen über die Massen und Dichtigkeiten der Sonnen- und Planetenkugeln geführt: Je weiter nemlich ein Trabant von seinem Hauptplaneten entfernt ist, und je geschwinder er um denselben seinen Umlauf vollendet, eine desto größere Kraft der Anziehung (oder Masse, eigenthümliche Schwere) verräth sich an dem Hauptplaneten.

§. 601. Die allgemeine Regel, welche Newton hierüber gegeben und bewiesen, ist folgende: Die Massen oder die Menge Materie in allen Kugeln unserer Sonnenwelt verhalten sich gegen einander wie die Cubi ihrer Entfernungen, in welchen diese Kugeln um andere herumlaufen, und verkehrt, wie die Quadrate der Umlaufszeiten dieser herumlaufenden Körper. Man darf also nur den Quotienten von den Würfeln der Entfernungen der letztern, umgekehrt durch den Quotienten der Quadraten der Umlaufszeiten dividiren, um das Verhältniß der Massen der beyden Weltkörper zu finden, um welche jene Kugeln laufen. Man sucht z. B. die Masse des Jupiters im Verhältniß der Masse der Sonne, (letztere = 1 gesetzt). Dieses wird sich nun nach voriger Regel aus dem bekannten Umlauf eines andern Planeten um die Sonne, und dessen Entfernung von derselben, imgleichen aus der Umlaufszeit eines der Jupiters-trabanten und dessen Abstand vom Jupiter leicht finden lassen. Es ist demnach:

die Umlaufszeit der Venus 224 T. 16 St. od. 225 T.
= = des 4ten Jupit. Trab. 16 T. 16 St. od. 17 T.

Die Entfernung der Venus von der Sonne $= \frac{723}{1000}$ in Theilen des Halbmessers der Erdbahn wird zur Erleichterung der Rechnung = 10000 gesetzt.

Nach Beobachtungen ist der scheinbare Abstand des 4ten Trabanten vom Jupiter in seiner mittlern Entfernung von der Sonne 8′ 16″ (§. 494.). Nun wird gesetzt: Die Entfernung der Venus von der Sonne verhält sich zur Entfernung des Jupiters von der Sonne oder 723 : 5201 wie 10000 zu 71903 und ferner: der Radius: Sinus von 8′ 16″ = 71903 : 173 folglich ist die Entfernung des 4ten Trabanten vom Jupiter in den vorigen 10000 Theilen = 173

Und $\frac{173^3}{10000^3} : \frac{225^2}{17^2} = 1 : 0{,}000901$ oder $1 : \frac{1}{1110}$

Folglich wäre hiernach die Masse des Jupiters $\frac{1}{1110}$ von der Masse der Sonne.

§. 602. Es wird aber in der folgenden Tafel §. 605 die Masse der Erde zum Maaßstabe angenommen oder = 1 gesetzt. Wenn man daher das Verhältniß der Massen der Sonne und Erde sucht, so wird dazu der periodische Umlauf des Mondes und sein Abstand von uns: dann die Entfernung der Erde von der Sonne und ihre Umlaufszeit als bekannt vorausgesetzt:

Die Dauer des Umlaufs des Mondes ist = 656 St.
" " " " der Erde ist = 8766 St.
Die Entfernung des Mondes von der Erde = 1
" " " der Erde von der Sonne = 402

Demnach: $\frac{402^3}{1^3} : \frac{656^2}{8766^2} = 363800 : 1$ woraus folgt, daß die Sonne ohngefehr 364000 mal mehr Masse habe, oder um so viel schwerer als die Erde sey. Da auch vorhin die Schwere des Jupiters $= \frac{1}{1110}$ von der Schwere der Sonne herausgebracht ist, so ergiebt sich, daß die Schwere der Erde von der Schwere des Jupiters $\frac{363800}{1110}$ oder etwa 328 mal übertroffen wird. In der vorigen Rechnung (§. 600) wurde 256 mal durch einen beyläufigen Ueberschlag heraus gebracht. Uebrigens ist nach diesem Beyspiele die Methode hinlänglich zu erkennen, nach welcher sich die Massen der Planeten finden lassen *).

§. 603. Wenn man die also gefundenen Massen der Sonne und Planeten durch ihre Größe dividirt, so ergiebt sich die verhältnißmäßige Dichtigkeit derselben; z. B. die

*) Es ist sehr begreiflich, daß dergleichen Art Rechnungen merklich von einander abgehende Resultate geben müssen, so bald die zum Grunde gelegten Angaben nur in etwas von einander verschieden sind, und hier war es außerdem genug, nur die Möglichkeit und die Gründe solcher Berechnungen gezeigt zu haben.

Sonne hat 363800mal mehr Masse als die Erde, nach dem vorigen §. und ist 1448079mal größer (§. 549.) folglich ist die Dichtigkeit der Sonne $= \frac{363800}{1448079} = 0,25$ von der Dichtigkeit der Erde oder die Erdkugel ist etwa 4mal dichter als die Sonne. Eben so die Masse des Saturns durch seine Größe im Verhältniß der Größe der Erde dividirt, giebt, da in der Tafel die Masse und Dichtigkeit der Erde $= 1$ gesetzt ist, wie sich beyder Planeten Dichtigkeiten gegen einander verhalten: $\frac{107}{1030} = 0, 10$ oder die Erde ist 10mal dichter als Saturn.

§. 604. Da die drey Planeten Merkur, Venus und Mars keine Monde haben (wenigstens ist noch keiner bey denselben bekannt), so kann ihre Schwere und Dichtigkeit nicht auf ähnliche Art, wie vorhin vorgestellt ist, gefunden werden. Unterdessen glaubten die Astronomen bemerkt zu haben, daß die Dichtigkeit der Erde, des Jupiters und Saturns beynahe mit der Quadratwurzel aus ihren mittlern Bewegungen im Verhältnisse stehe und mit der Annäherung der Planeten gegen die Sonne zunehme; allein diese Regel ist nach der Entdeckung des Uranus als unrichtig befunden worden. Hr. *de la Grange* fand, daß die bekannten Dichtigkeiten der drey Planeten Erde, Jupiter und Saturn noch eher mit den umgekehrten Entfernungen im Verhältniß stehen. Die für Merkur, Venus und Mars in der Tafel angesetzten Massen sind auf andern Wegen nur beyläufig gefunden, und folglich, so wie die davon abhängenden Dichtigkeiten dieser Planeten, nach Hrn. *de la Lande*, und die Fallgeschwindigkeiten auf denselben,

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0067-2

erst mit weniger Zuverläßigkeit bekannt. Die Dichtigkeit und Maße des Mondes ist gleichfalls schwer zu bestimmen; man hat solche vornemlich aus der Größe der Wirkung seiner Anziehungskraft, welche er bey der Ebbe und Fluth äußert, imgleichen aus der durch ihn verursachten Schwankung der Erdaxe oder der sogenannten Nutation herzuleiten gesucht.

§. 605. Wenn die Masse und der Durchmesser eines Planeten bekannt ist, so ist es leicht, die Kraft der Schwere oder die Geschwindigkeit, mit welcher die Körper auf seine Oberfläche fallen, zu finden, denn diese Kraft steht nach Newtons Grundsätzen im ordentlichen Verhältniß mit der Masse und im verkehrten mit dem Quadrat vom Halbmesser; das heißt: sie nimmt einestheils mit der Masse zu oder ab, wird aber wieder nach dem Grad des Halbmessers vom Planeten oder der Sonne geringer, wenn dieser zunimmt, oder größer, wenn derselbe abnimmt. Wird die Geschwindigkeit des Falles der Körper in einer Sec. unterm Aequator der Erde = 15, 1 Fuß mit der Masse eines jeden Planeten multiplicirt und das Product durch das Quadrat vom Halbmesser dividirt, so findet sich, wie weit ein Körper in 1 Sec. bey ihm herunter fällt, den Halbmesser und die Masse der Erde, welche letztere jene Fallgeschwindigkeit andeutet, = 1 gesetzt. Z. B. Jupiter hat nach der folgenden Tafel 328 mal mehr Masse oder Anziehungskraft als die Erde und sein Halbmesser übertrift den von der Erde 11,4 mal (§. 549.) daher wird:

$$\frac{15,1 \cdot 328}{11,4 \cdot 11,4} = \frac{4953}{130} = 38,1 \text{ Fuß}$$

die Größe des Falles der Körper auf den Jupiter in einer Secunde.

§. 606. Folgende Tafel zeigt in der ersten Columne die Planeten, den Mond, die Erde und Sonne in der Ordnung, wie die Dichtigkeit dieser Körper abnimmt; in der zweiten und dritten ihre Dichtigkeit und Massen im Verhältniß der Erdkugel; und in der vierten die Geschwindigkeit des Falles der Körper in der Nähe ihrer Oberfläche in einer Zeitsecunde; wobey aber nicht mit in Rechnung gebracht ist, was etwa die Centrifugalkraft auf der Oberfläche der Planeten bey ihrer Rotation, an dieser Geschwindigkeit verändern könne.

	Dichtigkeit der Planeten.	Massen der Planeten.	Fall der Körper auf ihre Oberfläche in ein. Sec. Fuß.
Merkur	2, 72	0, 17	16, 0
Venus	1, 04	0, 95	15, 0
Erde	1, 00	1, 00	15, 1
Mond	0, 74	0, 015	3, 0
Mars	0, 47	0, 10	5, 4
Sonne	0, 25	363800,	430
Jupiter	0, 22	328,	38, 1
Uranus	0, 22	18, 8	14, 6
Saturn	0, 10	106, 9	15, 8

Von der Vorrückung der Nachtgleichen, dem Wanken der Erdaxe, und einigen andern Erscheinungen, die von der Wirkung einer allgemeinen Anziehungskraft hergeleitet werden.

§. 607.

Herr de la Lande bringt in seiner Astronomie im dritten Bande Seite 408 und 409 funfzehn Erscheinungen bey, wovon eine jede für sich schon die überall im Weltraum und auf einzeln Weltkörpern vorhandene Kraft der Anziehung beweisen könnte. Außer denen, welche bereits im vorigen vorgekommen und im allgemeinen erläutert worden, sind noch vornemlich folgende zu merken:

Das beständige und jährliche Zurückgehen der Aequinoctialpuncte von 50″, 4 nach Westen (welches die Vorrückung der Nachtgleichen zur Folge hat,) oder die Bewegung der Pole des Aequators um die Pole der Ecliptik. Der Vorgang dieser Sache ist nach dem Copernikanischen System eigentlich dieser: Zufolge der 71sten Fig. behält die Axe der Erde SN bey dem ganzen Umlauf der Erde um die Sonne beständig unter sich eine parallele Lage (§. 398), ihre Neigung gegen die Ebene der Erdbahn ist $66\frac{1}{2}°$. Die Nordseite derselben bleibt allemal gegen 0° ♋ und $66\frac{1}{2}°$ nördlicher, und die Südseite gegen 0° ♑ und $66\frac{1}{2}°$ südlicher Breite gerichtet, wo die Pole des Aequators oder die Weltpole am Firmament liegen. Die jedesmal auf der Ebene der Erdbahn senkrecht stehende und durch den Mittelpunct der Erde gehende Linie dh ist gleichsam die Axe der Erdbahn oder Ecliptik, und führt überall wegen der unermeßlichen Entfernung des Firmaments zu den Polen der Ecliptik oder dem 90sten Grad der Breite. Mit dieser sich gleichfalls auf dem ganzen Wege um die Sonne parallel bleibenden Linie hd macht die Erdaxe SN beständig einen Winkel von $23\frac{1}{2}°$. Denkt man sich ferner eine durch den Durchschnittspunct dieser beyden Axen SN und hd oder den Mittelpunct der Erde gehende und auf beyden senkrecht oder unter einem rechten Winkel stehende Linie, so liegt diese in der Ebene der Ecliptik, geht nach 0° ♈ und 0° ♎ am Firmament hinaus und ist die Aequinoctiallinie oder Durchschnitts (Knoten) Linie der Ecliptik und des Aequators. Nun läuft die Erde nach der Richtung, wie die gezeichneten Pfeile zeigen, in ihrer Bahn fort, aber jene Aequinoctiallinie bleibt indeß unter sich nicht ganz genau in einer parallelen Lage, denn nachdem die Erdkugel ihre Laufbahn oder 360° vollendet, sehen wir die Aequinoctiallinie um 50″, 4 zurück oder gegen die rechte Hand hin, also westwärts gewichen; es hat sich also indeß die Erdaxe SN um hd unter ihrer unveränderlichen Neigung von $23\frac{1}{2}°$ gegen hd um 50″, 4 im Bogen des Kreises, den sN um hd am Firmament beschreibt, gegen Westen verrückt. Folglich bleibt, genau betrachtet, die Erdaxe sich nicht vollkommen parallel, sondern dreht sich nach einem jeden Umlauf der Erde um den vorigen kleinen Winkel um hd westwärts, und daher erscheint die Aequinoctiallinie um eben so viel gleichfalls dahin. Wenn also die Erdaxe um h d in dem großen Platonischen Jahr (§. 219.) eine ganze Umdrehung gemacht haben wird, so haben die auf jener Linie liegenden Puncte 0° ♈ und 0° ♎ mit derselben rückwärts oder von Osten gegen Westen den ganzen Kreis der Ecliptik scheinbar vollendet. Oder die Erde sey nach Figur 69. am 21sten December im ♋, so ist ♎ ♈ die Aequinoctiallinie, und die Ebene der Erdaxe ♋ S geht durch die Sonne. Nachdem nun die Erde durch ♌, ♍, ♎ ♏ u. s. w. ihren Lauf hält und nach Vollendung ihrer Bahn wieder im ♋ anlangt, ist jene Linie durch die westliche Verrückung der Ebene der Erdaxe von 50 Sec. aus ♋ S nach ♋ p um eben so viel aus ihrer parallelen Lage gewichen, und liegt nun nach n m. Das Solstitium im ♋ muß also früher einfallen, indem schon vor dem Punct ♋ oder vor der Zurücklegung von 360° ♋ p wieder durch die Sonne geht.

§. 608. An eine Erklärung der Ursache dieser äußerst langsamen Zurückweichung der Aequinoctiallinie, eigentlich aber der Umdrehung der Erdaxe um die Axe ihrer Bahn hatte vor Newtons Zeiten sich niemand gewagt, und dieser berühmte Mann selbst lößte dies schwere Problem nicht vollkommen auf, welches erst den neuern Geometern d'Alembert, Euler und Simpson glückte. Jetzt ist man völlig überzeugt, daß diese jährliche geringe Verrückung der Erdaxe eine Wirkung der anziehenden Kraft ist, welche die Sonne und besonders der Mond auf die sphäroidische Gestalt der Erdkugel äußert. Da man aus der Kenntniß dieser Gestalt, der Lage der Erde im Sonnensystem, der Theorie jener Kraft und den Massen dieser Weltkörper die Größe ihres Einflusses zufolge den Regeln der höhern Geometrie und der Analysis, berechnen kann, und solche mit der Erfahrung zusammenstimmend findet. Ich kann aber diese verwickelten Rechnungen und ihre Gründe nicht beybringen und daher diese Materie hier nur im Allgemeinen abhandeln.

§. 609. Gedenkt man sich die um den Aequator der Erde a e Fig. 71 bey ihrer Applattung angehäuften Theile als einen Ring oder viele kleine Monde, die mit der Erdoberfläche sich in 24 Stunden um ihren Mittelpunct bewegen, so müssen diese wegen ihrer Nähe eine weit größere Schwere gegen diesen Mittelpunct haben, als gegen den wahren Mond und gegen die 400mal entferntere Sonne. Beyde Himmelskörper werden unterdessen gegen diese grössere Menge Materie um den Aequator, die mit der Ebene der Erdbahn beständig einen Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad macht, erstlich eine stärkere Anziehungskraft äußern, als gegen die übrigen Theile des Erdkörpers, weil hier mehr Masse ist, und zweitens muß die Wirkung dieser Kraft veränderlich seyn, weil der größte Durchschnitt der mehrern Erdmasse (des Aequators) beym Lauf der Erde um die Sonne, oder beym Lauf des Mondes um die Erde eine verschiedentliche Lage gegen diese Himmelskörper erhält. Oder stellt man sich eine Ebene senkrecht auf der Erdbahn durch die Mittelpuncte der Erde und Sonne oder der Erde und des Mondes gelegt vor, so wird solche nur, wenn die Erde aus der Sonne oder dem Mond betrachtet im ♋ und ♑ erscheint,

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0073-5

mit der Erdaxe zusammenfallen, und zu beyden Seiten ähnliche und gleiche Hälften des sphäroidischen Erdkörpers in einer gleichen Lage haben; nun theilt zwar in allen übrigen Gegenden der Erdbahn jene Ebene die Erde in zwey gleiche Hälften, allein diese Hälften haben gegen dieselbe nicht ähnliche Lagen. Die anziehende Kraft des Mondes oder der Sonne kann also nicht gleichförmig auf die Theile der Erdmassen an beyden Seiten dieser Ebene wirken, sie werden verschiedentlich angezogen, an der rechten Seite (von der Sonne oder dem Mond aus betrachtet) mehr als an der linken, vielleicht, weil die Erde sich aus beyden Himmelskörpern betrachtet gegen die linke Hand hin bewegt oder zu bewegen scheint, folglich leidet die Lage der Erdaxe gegen die Axe ihrer Bahn am Mittelpunct der Erde rechts herum eine Veränderung, und die Aequinoctiallinie weicht daher nach Westen zurück.

§. 610. Die Wirkung der Sonne bey dieser Zurückweichung muß beständig gleichförmig seyn, weil die Erde um die Sonne jährlich die nemliche Bahn beschreibt, sie beträgt nach der Berechnung 16″; allein die Wirkung des Mondes, die zugleich weit beträchtlicher ist, und 34″ gerechnet wird, zeigt sich ungleich, weil die Bahn des Mondes schräge gegen die Erdbahn liegt, und weil sich deren Lage vermöge der Verrückung seiner Knotenlinie beständig ändert, und erst nach einer Periode von 19 Jahren wieder eine gleiche Stellung gegen den Aequator erhält (§. 476). Durch die gemeinschaftliche Wirkung der Sonne und des Mondes ist also schon die jährliche Zurückweichung nicht mehr gleich groß. Da nun die neuern Astronomen auch noch die Anziehungskräfte der Planeten hiebey mit in Rechnung bringen, so zeigt sich eine abermalige Ungleichheit. Hr. de la Place hat erst neulich berechnet, daß durch die Wirkung der Planeten solche jährlich um 0″, 18 ost- oder vorwärts geschehe. Da nun die mittlere jährliche Zurückweichung nach des Hrn. de la Lande Beobachtungen in unserm Jahrhundert 50″, 25 beträgt, so muß die von der vereinigten Wirkung der Sonne und des Mondes entstehende mittlere eigentlich 50″, 43 seyn, damit, wenn man das Vorwärtsgehen abrechnet, noch 50″, 25 übrig bleiben.

§. 611. **Die Nutation oder das Wanken der Erdaxe** ist gleichfalls eine Wirkung der anziehenden Kraft des Mondes auf die sphäroidische Gestalt der Erde. Sie hat mit der Wiederkehr der Mondbahn zu einer gleichen Lage gegen den Aequator, eine gleiche Periode von 19 Jahren, denn wenn z. B. der ☊ des Mondes in 0° ♈ fällt, so hat der Mond im 0° ♋ seine größte nordliche Breite und zugleich eine größere Abweichung als dort die Sonne von $5\frac{1}{2}°$: wenn hingegen nach $9\frac{1}{2}$ Jahren der ☋ im 0° ♈ liegt, so wird die größte Breite in 0° ♋ $5\frac{1}{2}°$ südlich, und seine Abweichung ist um so viel geringer als dort die Abweichung der Sonne. Demnach verändert sich der Winkel der Mondbahn mit dem Aequator in $9\frac{1}{2}$ Jahren um $2 . 5\frac{1}{2} = 11°$, oder der Mond nähert sich um so viel bald mehr bald weniger als die Sonne den Polen der Erde. Hieraus entsteht nicht allein die vorhin bemerkte Ungleichheit in der jährlichen Wirkung des Mondes bey der Vorrückung der Nachtgleichen in verschiedenen Jahren, sondern zugleich ein Wanken der Erdaxe oder eine periodische größere Annäherung oder Entfernung des Aequators und der Ecliptik. Die Abweichung der Sterne muß sich folglich hiernach ändern, indem der Aequator eine andere Lage erhält. Bradley kam zuerst im Jahr 1727 auf die Gedanken, daß eine Nutation der Erdaxe statt finden müsse. Er fand bis 1736, daß die jährliche Veränderung der Abweichung derjenigen Sterne, die dem Colur der Aequinoctien nahe stehen, größer war, als die bloße Vorrückung der Nachtgleichen von 50″ zuwege bringen konnte; die dem Colur der Solstitien benachbarten Sterne gaben keinen solchen Unterschied, allein die jenem Colur in der geraden Aufsteigung entgegenstehenden Sterne veränderten ihre Abweichung gerade um so viel nach Süden als jene nach Norden. Von 1727 bis 1736 war der ☊ des Mondes von 0° ♈ bis 0° ♑ zurückgewichen und die Veränderung der Abweichung der Sterne zeigte sich indeß um 18 Sec. verschieden von derjenigen, die die Vorrückung der Nachtgleichen verursacht haben würde, wodurch ein Wanken der Erdaxe, das höchstens auf 18 Sec. geht, sich deutlich ergab.

§. 612. Um diese Nutation und ihre Veränderung in der Vorrückung der Nachtgleichen zu erklären, muß man sich vorstellen, daß die Pole oder Axe der Erde um den mittlern Weltpol am Firmament, während der ganzen 19jährigen Periode der Mondknoten einen kleinen Kreis in rückwärts gehender Bewegung beschreiben, dessen Durchmesser 18 Sec. hält. Es sey Fig. I. Taf. XIX. E der Pol der Ecliptik und P der Weltpol, beyde um $23\frac{1}{2}$° von einander,

♈ P ♎ ist der Colur der Nachtgleiche und ♋ P ♑ der Colur der Sonnenwende, abcd ist ein kleiner Kreis von 9 Sec. im Halbmesser, in welchem der wahre Pol oder die Erdaxe um den mittlern P rückwärts von a durch bcd in 19 Jahren herumkömmt. Da nun die größte Breite des Mondes allemal 90° von seinen Knoten statt findet, so ist auch der wahre Pol auf diesem kleinen Kreis um 90° vom Ort des Knoten entfernt, oder seine Länge ist 3 Zeichen größer. Ist demnach z. B. der ☊ im 0° ♈, so steht der Pol in a; kömmt jener nach 4 Jahr 8 Monat rückwärts zu 0° ♑, so ist der Pol in b; und so erscheint derselbe in c und d, wenn der ☊ durch 0° ♎ und 0° ♋ geht. Steht der Pol des Aequators in a, so ist er vom Pol der Ecliptik E um 18″ weiter entfernt, als wenn er nach 9 Jahren in c anlangt. Der Aequator muß also im erstern Fall um 18″ von der Ecliptik (die hiebey als unveränderlich betrachtet wird) weiter nach Süden liegen als im letztern, die Schiefe der Ecliptik wird also um so viel verändert; ist aber der Pol in b und d auf dem Colur der Nachtgleichen, oder der ☊ des Mondes im ♑ und ♋, so haben beyde Pole E und P folglich auch die Ecliptik und der Aequator ihre gewönliche Entfernung $23\frac{1}{2}$° von einander, da Eb und Ed = EP wird, folglich wird die Schiefe der Ecliptik alsdann nicht verändert, hingegen wird sie durch die Senkung des Aequators nach Süden um 9″ größer, wenn der ☊ im ♈ liegt, und um eben so viel geringer, wenn der Aequator beym Ort des ☊ in ♎ nach Norden sich hebt.

Steht der Pol in s, so ist der Bogen as, die Entfernung des ☊ von 0° ♈ oder dessen Länge; Es = Er wird alsdann die beobachtete scheinbare Schiefe der Ecliptik, und die Nutation ist = Pr = Cos. aPs . 9″ . oder 9″ multiplicirt mit dem Cos. der Länge des ☊ giebt die Nutation in s oder um wie viel in diesem Fall die mittlere oder gleichförmige Schiefe vergrößert wird. Die Nutation verändert gleichfalls die Länge, Abweichung und gerade Aufsteigung der Sterne, und nur ihre Breite oder ihre Entfernung vom Pol der Ecliptik E leidet dabey keine Veränderung.

§. 613. Es sey in T ein Stern, so ist TE dessen Abstand vom Pol der Ecliptik = dem Complement seiner Breite, der durch die Bewegung des Weltpols um P nicht verändert wird. Wenn nun solche nicht statt fände, so wäre TP sein Abstand vom Weltpol = dem Complement der Abweichung, PET seine mittlere Länge vom 0° ♋ an gerechnet; endlich EPT seine mittlere gerade Aufsteigung vom Colur PE an gerechnet. Nun sey aber der Weltpol in s, so wird Es der Colur der Sonnenwende, su der Colur der Nachtgleichen, sET die scheinbare Länge des Sterns T vom Colur Es an gerechnet, welche von der mittlern um den Winkel PEs verschieden ist. Dieser Winkel ist nun die durch die Nutation verursachte Verrückung des Aequinoctialpuncts oder der Länge des Sterns T, deren Größe vom Abstand des Pols von a oder des ☊ vom 0° ♈ abhängt. Die Nutation in der Länge ist allemal gleich dem Product von 9″ durch den Sinus der Länge des ☊, dividirt durch den Sinus der Schiefe der Ecliptik. Sie muß gleichfalls bey

Berechnung der Planeten angewandt werden, wenn man deren scheinbare Länge sucht. Ferner ist bey dem Ort des Pols in s, Ts das Complement der scheinbaren Abweichung des Sterns T, und wenn man von s auf PT das Perpendicul so fällt, so ist Po die Größe der Veränderung, die hier die Nutation bey der Abweichung bewirkt. Die Nutation in der Abweichung ist gleich 9″, mult. durch den Sinus der geraden Aufsteigung des Sterns, weniger der Länge des ☊. Endlich ist nun der Winkel EsT die scheinbare gerade Aufsteigung vom Colur sE an gerechnet, da vorhin die mittlere EPT war: hiebey hat die Nutation eine doppelte Veränderung verursacht; die erste ist die Verwandelung des vorigen Winkels, welche aber von dem Ort des Sterns und des Pols s abhängt, und allen Sternen gemein ist, indem dadurch der Aequinoctialpunct selbst, von welchem man die geraden Aufsteigungen rechnet, verschoben wird. Die zweite ist die von der veränderten Lage des Colurs Es entstandene Neigung des Colurs der Nachtgleichen su in s (denn beyde müssen sich in s unter rechte Winkel durchschneiden,) woraus dann eine Neigung des scheinbaren Aequators gegen den mittlern entspringt. Die erstere Veränderung der Nutation in der geraden Aufsteigung ist gleich 9″ mult. mit der Cotangente der Schiefe der Ecliptik und dem Sinus der Länge des ☊, und die zweite: 9″ mult. mit dem Cosinus der geraden Aufsteigung des Sterns weniger der Länge des ☊. Endlich wird durch die Nutation auch der wahre Positionswinkel (§. 201.) PTE in den scheinbaren sTE und damit um sTP verändert. Diese Veränderung ist gleich 9″ mult. mit dem Unterschied der geraden Aufsteigung des Sterns und der Länge des ☊. und dividirt durch den Cosinus der Abweichung *).

§. 614. Die seit Hypparchs Zeiten beobachtete Abnahme der Schiefe der Ecliptik, ist nach Hrn. Eulers und de la Grange Erklärung gleichfalls eine Folge der anziehenden Kraft der Planeten auf den Lauf der Erde. Wenn zwey Planeten um einen gleichen Mittelpunct nach einer gleichen Gegend aber in verschiedenen Ebenen sich bewegen, so entsteht daraus zufolge der Theorie der anziehenden Kräfte ein Zurückweichen der Knoten längst der Bahn eines jeden. So z. B. rückt durch die Wirkung der Venus, die hiebey am größten ist, die Aequinoctiallinie (§. 607.) (die für die Erdbahn gleichsam eine Knotenlinie ist) auf der Bahn dieses Planeten in 100 Jahren um 8″, 9 gegen Westen, verändert also um so viel die Vorrückung der Nachtgleichen und die Stellung der Ecliptik. Ueberdem nimmt aber auch dabey die Schiefe der Ecliptik um 30″, 9 in eben

*) Schon Bradley bemerkte, daß die vorausgesetzte Kreisbewegung des Weltpols um P nicht mit den genauesten Beobachtungen stimme, sondern daß diese periodische Fortrückung in einer Ellipse geschehen müsse, welche 16″ von b nach d und 18″ von c nach a im Durchmesser habe. D'Alembert hat in der Folge bewiesen, daß die kleinste Axe dieser Ellipse sich zur größten wie 13″, 4 : 18″ verhalte, und dies Verhältniß legt man jetzt bey den genauesten Berechnungen der Nutation zum Grunde. Lamberts Nutationstafeln stehen in den Ephemeriden f. 1776 und in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0080-4

dem Zeitraum ab. Durch diese Verrückung der Ecliptik und Abnahme ihrer Schiefe, welche eine Bewegung ihrer Pole um die Pole der Venusbahn veranlaßt, muß gleichfalls die Länge und auch sogar die Breite der Sterne (welche letztere bisher als unveränderlich betrachtet worden) sich nach einer langen Zeit etwas ändern, wie leicht einzusehen ist. In Ansehung der Breite muß z. B. bey Sternen die in der Gegend des 0° ♋ stehen, die Südliche sich vermindern, und die Nordliche vergrößern, indem die Ecliptik dort sich dem Aequator nähert, und diese Veränderung der Breite bemerkte Tycho zuerst sehr deutlich, als er seine Beobachtungen mit den Hypparchischen verglich.

§. 615. Folgende Tafel zeigt nach den genauesten Untersuchungen, die von verschiedenen Astronomen beobachtete Schiefe der Ecliptik seit fast 2050 Jahren.

Jahre.		Beobachter.	Schiefe der Ecliptik.		
			G.	M.	S.
v. C. G.	250	Hypparchus	23	51	20
n. C. G.	130	Ptolemeus	23	50	22
	891	Albategnius	23	35	31
	1280	Co-cheou-King	23	32	50
	1430	Ulug-Beg	23	31	49
	1590	Tycho	23	29	47
	1661	Hevel	23	29	0
	1694	Flamsteed	23	28	46, 9
	1756	T. Mayer	23	28	16, 0
	1769	Maskelyne	23	28	9, 7
	1784	Bugge	23	28	1, 5

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0081-9

Aus der ersten und letzten hier angesetzten Beobachtung würde die Abnahme der Schiefe in 2034 Jahren 23′ 19″ oder in 100 Jahren 68 Sec. folgen; allein vergleicht man neuere und folglich weit genauere Beobachtungen mit einander, so findet sich eine geringere Abnahme. Mayer setzt daher solche in 100 Jahren auf 46 Sec. und la Lande auf 50 Sec., welches letztere Resultat derselbe auch mit dem Attractionssystem zustimmend findet. Die vereinigte Wirkung von ♄, ♃, ♂, ♀ und ☿ bringt nach Hrn. de la Grange tiefsinnigen Berechnungen eine Secularabnahme der Schiefe der Ecliptik hervor, wobey sich die Breiten der nordwärts von der Ecliptik stehenden Sternen in dieser Zwischenzeit um + 50″, 0. Sin. der Länge + 8″,0 . Cosinus derselben ändern. Die Länge eines Sterns wird indeß blos hiedurch um (— 50″, 0. Cos. der Länge + 8″, 0 Sinus der Länge). Tangente der Breite, verändert. Wird nun dies Resultat von der Secularvorrückung der Nachtgleichen subtrahirt, so ergiebt sich die Secularbewegung des Sterns in der Länge.

§. 616. Die bisher beobachtete Schiefe der Ecliptik heißt die wahre (man nennt sie auch die mittlere) und ihre Abnahme, die alle alte und neue Beobachtungen geben, scheint gleichförmig zu seyn. Sie wird aber durch die Nutation, weswegen sich der mittlere Aequator 9 Jahr und 4 Monat hindurch der Ecliptik um 9″ nordwärts nähert, und dann sich wieder um eben so viel von derselben entfernt, hierauf in eben so langer Zeit 9″ weiter von der Ecliptik nach Süden geht, und wieder zurückkömmt, ungleich, und geht nicht selten in eine Zunahme über. Man nennt deswegen diese für eine jede Zeit am Himmel statt findende Schiefe der Ecliptik die scheinbare. Folgende Tafel zeigt zur allgemeinen Uebersicht, wie z. B. eine für den Ort des ☊ ☾ 0° ♈ angenommene wahre Schiefe von 23″ 28′ 0″, während der 18jährigen Periode der Mondknoten, die etwa vom Jahr 1783 bis 1801 statt findet, gleichförmig abnimmt, (50″ in 100 Jahren gesetzt) und wie die Nutation solche in die scheinbare verändert.

	☊ ☾	Nutation.	Scheinb. Schiefe.
23° 28′ 0″	0° ♈	+ 9″	23° 28′ 9″
23 27 58	0 ♑	0	23 27 58
23 27 56	0 ♎	− 9	23 27 47
23 27 55	0 ♋	0	23 27 55
23 27 53	0 ♈	+ 9	23 28 2

Die Veränderung der Lage der Ecliptik verursacht noch eine gewisse kleine Ungleichheit bey der Vorrückung der Nachtgleichen, wodurch die Secularbewegung der ☉, welche jetzt 46′ 0″ ist (§. 408) nur 45′ 23″ im ersten Jahrhundert nach C. G. muß gewesen seyn. Hr. de la Place findet hiernach, daß zu Hypparchs Zeiten das Jahr etwa 10 Sec. länger war. Ob nun gleich die Tafel im vorigen §. deutlich zu ergeben scheint, daß die Schiefe der Ecliptik seit 2000 Jahren um 23 Min. abgenommen, so haben dennoch die scharfsinnigsten Untersuchungen der neuern Astronomen bey der gegründeten Voraussetzung, daß diese Abnahme von der durch die

Perturbation der Planeten bewirkten Bewegung der Pole der Ecliptik um die Pole der Planetenbahnen entsteht, und da Vergleichungen der in verschiedenen Jahrhunderten angestellten Beobachtungen gezeigt, daß solche ehedem anders als jetzt gewesen, zu erkennen gegeben, daß die anscheinende geringe Annäherung der Ecliptik zum Aequator gleichfalls nur ein Wanken derselben sey, dessen Periode vielleicht von sehr langer Dauer ist. Uebrigens kann die Ursache, wodurch jetzt die Schiefe abnimmt, niemals ein Zusammenfallen der Ecliptik und des Aequators, und folglich ein allgemeines und beständiges Aequinoctium auf der Erde veranlassen.

§. 617. **Die wechselseitigen Einwirkungen oder Störungen der Planeten unter sich**, sind ferner eine Wirkung der allgemeinen Schwerkraft. Herr **L. Euler** berechnete daraus in den Jahren 1748 und 1752 zuerst die Ungleichheiten beym Lauf des **Saturns** und **Jupiters**, allein Hr. **de la Place** berichtigte erst vor wenig Jahren die Theorie der Perturbationen dieser beyden Planeten so weit, daß nun die nach derselben berechneten Tafeln ihre Oerter mit einer bisher nicht bekannten Genauigkeit angeben. Die Ungleichheiten des **Uranus**, die eine Folge der anziehenden Kräfte, besonders des Saturns und Jupiters sind, haben die Herrn **de la Place**, **Oriani**, **Gerstner** und andere seit kurzem bereits so genau, als von irgend einem der andern Planeten, bestimmt. **T. Mayer** hat zufolge des Perturbationssystems die Theorie des **Mars** verbessert, imgl. die Hrn. **de la Grange** und **de la Lande**. Zur

Berech-

Berechnung der Störungen, die die Bewegung der Venus ungleich machen, hat Hr. de la Grange Regeln gegeben. Die Perturbationen der übrigen Planeten beym Lauf des Merkurs sollen unmerklich seyn.

§. 618. Die Bewegung der Apsidenlinie der elliptischen Laufbahn aller Planeten und des Mondes oder die langsame Fortrückung der Aphelien bey den Planeten und die schnelle Fortrückung des Apogäums beym Mond (§. 476.) von Westen gegen Osten, ist gleichfalls eine Wirkung der wechselseitigen Anziehung. Ohne deren Gegenwart würde ein jeder Planet ungestört in seiner Ellipse sich um den im Brennpunct derselben liegenden Körper, der ihn anzieht, bewegen, allein nun wird er durch die Anziehung der übrigen Planeten beständig von seiner Bahn abgelenkt, oder vielmehr die Lage derselben wird verändert, folglich die Apsidenlinie verrückt. So hat Hr. de la Grange aus der Anziehung des Jupiters die jährliche Bewegung der Apsidenlinie oder des Apheliums der Erdbahn auf 6″, 8 berechnet, und eben dergleichen für die übrigen Planeten bestimmt, so daß die Beobachtungen damit zutreffen. Es ist also kein Widerstand der ätherischen Materie die Ursache dieser Verrückungen, denn da alle Untersuchungen gezeigt haben, daß die Revolutionen der Planeten noch keine Veränderung erlitten, so muß entweder jener Widerstand im geringsten nicht statt finden, oder der Lauf der Weltkörper muß in einem Raum geschehen, der für uns als völlig leer zu betrachten ist, indem sich durch die Wirkungen der Schwere alle beobachtete Erscheinungen erklären lassen.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0085-1

§. 619. Noch ist die langsame Fortrückung der Knotenlinien aller Planetenbahnen von Westen gegen Osten, und die so merkliche Zurückweichung der Knoten des Mondes, augenscheinlich eine Wirkung der wechselseitigen Anziehung der Planeten nach der Richtung der verschiedenen Lagen der Ebenen ihrer Bahnen, da die Astronomen die Größe dieser Wirkung für einen jeden Planeten nach den bekannten Gesetzen der Perturbationen, mit Beyhülfe der höhern Geometrie, den Beobachtungen zustimmend berechnen. Auch selbst das monatliche Zurückgehen der Mondknoten von etwa 1 ½ Grad wird durch ähnliche Berechnungen herausgebracht. Ferner hat Hr. de la Place die Theorie des Laufs der Jupiterstrabanten erst neulich dadurch zu einer größern Vollkommenheit gebracht, daß er solche auf die Gesetze der allgemeinen Anziehungskraft gegründet, und die merklichen Ungleichheiten, welche sich bey den Bewegungen derselben zeigen, als die Wirkung gegenseitiger Perturbationen dieser Körper erkannt und nach allen Umständen berechnet. Durch diese mühsame Arbeit haben seine Jupiterstrabantentafeln einen weit größern Grad der Genauigkeit, als die bisherigen, erhalten. Endlich ist die sehr beträchtliche Verspätigung der Wiederkehr des Kometen von 1759 *) als eine Wirkung der Anziehungskraft, besonders des Saturns und Jupiters allgemein erkannt worden.

*) S. im Abschnitt von den Kometen.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0086-7

Ueber die Bestimmung der Planeten, aus ihrer Aehnlichkeit mit der Erde hergeleitet.

§. 620.

Die bisher vorgestellte Größe, vortrefliche Einrichtung, unverrückte Ordnung und Dauer des Planetengebiets der Sonne muß nothwendig den Geist des Erdbewohners, der es der Mühe werth hält, diese Schönheiten kennen zu lernen, auf mehr als eine immer festere Ueberzeugung vom Daseyn eines allgemeinen Welturhebers, nemlich auch auf vernünftige Vorstellungen über die Absichten des Allerweisesten bey allen diesen großen Veranstaltungen leiten. Hiezu wird vornemlich das, was die Sternkunde von der Aehnlichkeit der Erde mit den Planeten lehrt, dienen können, woraus sich folgern läßt, daß auch jene höchstwahrscheinlich zu **Wohnplätzen lebendiger und vernünftiger Wesen**, eben so wie die Erde, bestimmt sind.

§. 621. Die bekannten sechs Hauptplaneten wälzen sich in Gemeinschaft mit der Erde in gleichförmigen Bahnen nach ähnlichen Grundgesetzen um die Sonne. Sie sind zum Theil kleiner, zum Theil aber auch viel größer als die Erde, übrigens dunkle Kugeln, und erhalten wie sie ihre Erleuchtung von der Sonne entweder nach dem Verhältniße vom Quadrat ihrer Abstände von derselben oder vielleicht richtiger, nach Beschaffenheit ihres Urstoffes und Dunstkreises; das Daseyn des letztern lassen ihre veränderlichen Flecken und andere Erscheinungen vermuthen, und vermittelst dieser unentbehrlichen und wohlthätigen Umhüllung, so wie der Natur ihrer elementarischen Bestandtheile, bringen die Sonnenstralen auf ihrer Oberfläche Wärme hervor. Sie drehen sich, wie die Erde, um ihre Axen, und haben folglich eine Abwechselung von Tag und Nacht auf ihrer Oberfläche, dies zeigen die Fernröhren wenigstens von der Sonne, der Venus, dem Mars und Jupiter, und von dem Merkur, Saturn und Uran ist es höchst wahrscheinlich. Beobachtungen oder Schlüsse lehren ferner, daß die Axen der Planetenkugeln sich gegen die Ebenen ihrer Laufbahnen mehr oder weniger neigen, und daß daher Jahreszeiten auf denselben statt finden. Die Jupiterskugel ist ihrer schnellen Axendrehung wegen merklich abgeplatteter wie die Erde, und auch Saturn und Mars sind sphäroidische Körper. Die Flecken und Streifen in den Planeten sind, wenigstens zum Theil, augenscheinliche Beweise ihrer Berge, Thäler, Meere ꝛc. Die Nächte der Erde werden von einem, die Jupitersnächte aber von vier, die im Saturn von sieben, und die im Uran (so viel wir bis jezt wissen) von zwey Monden erleuchtet; diese leiden, wie unser Mond, Verfinsterungen im Schatten des Hauptplaneten, oder sie bedecken für gewisse Länder die Sonne ꝛc. Ueberhaupt läßt sich fast keine zum Nutzen und zur Betrachtung der vernünftigen Erdbewohner getroffene Einrichtung gedenken, die nicht auch in einem oder dem andern Planeten, obgleich vielleicht mit manchen Abänderungen, vorhanden seyn sollte, wenn wir auch mit unsern vollkommensten Fernröhren nicht alles zu entdecken im Stande sind, was hieher gehört.

§. 622. Die Planeten sind demnach überhaupt unserer Erde ganz ähnliche Körper, sollte sich diese Uebereinstimmung nicht auch auf die **Bewohnbarkeit**, die der vornehmste Endzweck der Schöpfung zu seyn scheint, erstrecken? Mit welchen Scheingründen läßt sich solche noch in unsern Zeiten bestreiten, da schon die alten Weltweisen und Astronomen, die lange nicht so viele Beweise als wir dafür hatten, die Bevölkerung der übrigen Planetenkugeln glaubten. Unter andern hat Huygen in seinem **Weltbeschauer** über diese Materie viele Muthmaßungen gewagt. Was einige über die physische Beschaffenheit dieser Bewohner aus ihren verschiedenen Abständen von der Sonne gefolgert haben, ist vielen Ausnahmen unterworfen, wenn man die Wärme der Sonne nach der neuesten sehr wahrscheinlich richtigen Meinung (§. 451.) nicht von einem ursprünglichen Feuer derselben herleitet. Von einer mehr oder mindern Aehnlichkeit dieser Planetenbewohner mit uns läßt sich wenig vermuthen. Wir können uns dieselben als vernünftige Wesen gedenken, die fähig sind, den Urheber ihres Daseyns zu erkennen und seine Güte dankbar zu preisen. Die Mannigfaltigkeit und Abwechselung, welche wir schon zunächst um uns herum in der Natur wahrnehmen, führt sehr leicht auf die Vorstellung, daß die vernünftigen Bewohner, und eben so die übrigen lebendigen und organisirten Geschöpfe, die Naturproducte, Urstoffe und ganze Einrichtung der Dinge auf den übrigen Weltkugeln unsers Sonnensystems sich durch sehr unterschiedene Gestalten, Arten, Abstuffungen und Modificationen von denjenigen, die auf unserm Erdball vorkommen, auszeichnen müssen. Beobachtungen und Vernunftschlüsse geben freilich hierüber einige Winke, wie vieles aber liegt nicht hiebey außer der Sphäre des Erdbewohners?

§. 623. Auch auf die Nebenplaneten erstreckt sich sehr vermuthlich die Bevölkerung. Der Erde, dem Jupiter, Saturn und Uran sind, wie wir gewiß wissen, Monde zur Erleuchtung ihrer Nächte gegeben; die Planeten dienen aber wieder ihren Monden zur Erleuchtung, und zwar um so viel mehr, je größer sie sind. Die Erde z. B. erleuchtet die Nächte des Mondes 14mal stärker als der Mond die unsrigen (§. 471.) sollte diese Zurückwerfung des Sonnenlichts von der Erde auf den Mond nicht Geschöpfen desselben nutzen, zumal wenn man noch hinzunimmt, was die Fernröhre über die Beschaffenheit des Mondes lehren *). Von den Jupiters- Saturns- und Urans Trabanten lassen sich, zufolge dessen, was im VIIIten Abschnitt von ihnen bemerkt worden, ähnliche Schlüsse machen. Sollten auch die weiten Gefilde des großen Sonnenballs **) nur völkerlose Wüsteneyen seyn und keine lebendige Geschöpfe, keine vernünftige Bewohner beherbergen, und war vielleicht der Endzweck bey seiner Formung blos auf den Dienst, welchen er seinen Planeten leistet, eingeschränkt? Allein wie würden

*) Hevel nennt die Mondbewohner Seleniten, und erklärt in seiner Selenographie die Erscheinungen, welche sich denselben zeigen, nachdem sie die der Erde beständig sichtbare oder unsichtbare Halbkugel des Mondes bewohnen.

**) Die Oberfläche der Sonne enthält gegen 119000 Millionen Quadratmeilen, und es ist auf derselben 12800 mal mehr Raum als auf der Erde.

hiebey Mittel und Absicht mit der Weisheit des Schöpfers übereinstimmen? Unsere Vorstellungen von den Natureinrichtungen auf dem Sonnenkörper im Allgemeinen sind durch die neuern Wahrnehmungen und den daraus gezogenen Vernunftschlüssen (§. 452) ungemein erweitert und berichtigt, und in eben dem Maaße ist die Bewohnbarkeit dieses prächtigen Weltkörpers glaublicher geworden. Endlich wird sich über die wahrscheinliche Bevölkerung der Kometen einiges Licht verbreiten, wenn im 11ten Abschnitt der Lauf und die Beschaffenheit dieser Körper gezeigt worden *).

*) Im letzten Abschnitt meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, welcher allgemeine Betrachtungen über das Weltgebäude enthält, habe ich über diese Materie noch verschiedenes beygebracht.

Zehnter Abschnitt.

Von den Himmelsbegebenheiten, welche die Bewegungen der Planeten veranlassen.

§ 624.

Ich habe es für schicklich erachtet, erst nach dem Vortrage von der Einrichtung des Planetensystems der Sonne und allen Erscheinungen desselben, diejenigen Begebenheiten am Firmament, welche der Lauf der Planeten und vornemlich die Nähe und Fortrückung des Mondes, so wie die veränderliche Lage seiner Bahn verursacht, als: Mond- und Sonnen- oder Erdfinsternisse; Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde; Bedeckungen oder nahe Zusammenkünfte der letztern unter sich; Erscheinung des Merkurs und der Venus vor der Sonne ꝛc. in diesem Abschnitte besonders abzuhandeln, weil ich nunmehr die hiezu nöthigen Kenntnisse und Grundsätze aus dem, was bisher vorgetragen worden, als bekannt voraussetzen kann.

Von den Finsternissen überhaupt.

§. 625.

Die Erscheinungen an Sonne und Mond, daß nemlich diese Körper zuweilen bey heiterm Himmel eine Verfinsterung leiden, hat schon von den ältesten Zeiten her die besondere Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen *).

*) Die erste Beobachtung einer Mondfinsterniß, wovon wir noch Nachricht haben, geschah zu Babylon 720 Jahre vor Christi Geburt.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0092-5

Als die alten Astronomen nach und nach die Ursache dieser Himmelsbegebenheiten erkannt und es so weit gebracht hatten, dieselben im voraus zu verkündigen, welches letztere Thales von Milet, der etwa 600 Jahre vor Christi Geburt lebte, zuerst bewerkstelligt haben soll, wurden die nähern Bestimmungen derselben, Gegenstände der wichtigsten Untersuchungen in der Sternkunde, worin wir aber doch erst in den neuern Zeiten es zur Vollkommenheit gebracht haben. Bis jetzt dient noch die Vorhersagung der Finsternisse und ihre genaue Erfüllung dem Unwissenden zur Verwunderung, und erregt eine große Hochachtung gegen eine Wissenschaft, die solche himmlische Begebenheiten aufs genaueste zu berechnen lehrt. Die Astronomen bestimmen daher die Finsternisse nach allen Umständen aus dem bekannten Lauf der Sonne und des Mondes, und kündigen ihre Erscheinung in den astronomischen Jahrbüchern im voraus an. Ihre genaue Beobachtung dient noch jetzt sowohl zu einer immer mehrern Berichtigung der Theorie der Ungleichheiten des Mondlaufs, als zur Erfindung der geographischen Länge der Oerter. Die alten Geschichtschreiber setzen auch zuweilen die Zeit einer merkwürdigen Begebenheit nach einer zugleich vorgefallenen Finsterniß an, wobei denn die Sternkunde Gelegenheit darbietet, die Zeitrechnung zu verbessern.

Von den Mondfinsternissen.

§. 626.

Eine Mondfinsterniß wird bemerkt, wenn der Mond zur Zeit seines vollen Lichtes, da er in Ansehung der Sonne hinterhalb der Erde und also der Sonne gerade gegenüber steht, in den dorthin liegenden Schatten der Erde kömmt, und folglich während seinem Durchgang durch denselben das von der Sonne erborgte Licht wirklich verliert. Denn nach Fig. 112 sey in S der Mittelpunkt der Sonne, in C die Erde, so ist EHF der **Erdschatten**, welcher nach optischen Grundsätzen die Figur eines geometrischen Kegels hat, und mit der größern Entfernung von der Erde immer kleiner im Durchschnitt wird, weil der leuchtende Körper, als hier die Sonne, viel größer als der dunkle, nemlich die Erde, ist. Er wird von den äußersten Lichtstrahlen der Sonne AH und BH begränzt, und heißt eigentlich der **wahre Schatten**, weil in ihm wegen der im Wege stehenden Erde kein Theil der Sonne sichtbar ist. ML sey ein Theil der Mondbahn, so kann der Mond in r in den Schatten treten, in m wird er ganz verdunkelt mitten in demselben und zugleich in ☍ mit der Sonne stehen und in t wieder aus dem Schatten hervorkommen. Inzwischen ist dem Mond das Sonnenlicht von der Erde entzogen worden, und so zeigt sich alsdann im Mond eine von dem Vortritt der Erde bewirkte Sonnenfinsterniß. In der Gegend etwa, in welcher der Mond durch den Schatten der Erde rückt, ist derselbe noch fast dreymal breiter als der Mond, so daß sich letzterer eine Weile völlig verfinstert darin aufhalten kann. Die größte mögliche Verweilung im Schatten geht auf $1\frac{3}{4}$ Stunden.

§. 627. Um diesen wahren Schatten befindet sich noch der **Halbschatten** EL, FM der von den Lichtstralen AFMK und BELI begränzt wird, in welchen nemlich hinter der

Erde noch immer ein Theil von der Sonne zu sehen ist. Kömmt der Mond z. B. in M, so fängt der Rand der Erde F an ihm den Sonnenrand A zu bedecken, je weiter er von M gegen r rückt, um desto mehr erscheint dem Mond die Sonne von der Erde bedeckt, bis er in r das Sonnenlicht gänzlich verliert. In r erhält der Mond wieder etwas Licht von dem Theil der Sonne bey AS und in L tritt er völlig aus dem Halbschatten, wo er wieder von der ganzen Sonne beschienen wird. Dieser eigentliche Halbschatten ist aber bey den Mondfinsternissen nur daran zu bemerken, daß er die Mondflecken eine Weile vor und nach ihrem Ein- und Austritt in und aus dem wahren Schatten etwas unkenntlich macht. Der Halbmesser des **wahren Schattens**, der eigentlich die Mondfinsternisse verursacht, erscheint uns allemal unter einem Winkel, welcher der Summe der horizontalen Parallaxe des Mondes und der Sonne, weniger dem Halbmesser der Sonne gleich ist. Es sey Fig. 99. D B der Halbmesser der Sonne und N A der Halbm. der Erde, so wird M E N der Schattenkegel der Erde und L A G der scheinbare Halbmesser des Erdschattens in der Gegend, wo der Mond durchgeht. Wird nun die Seite D A in dem Dreyeck L A D bis r verlängert, so ist sein äußerer Winkel L A r = der Summe der beyden innern gegenüber liegenden, nemlich N D A und N L A, wovon der erstere der horizontalen Parallaxe der Sonne und der andere der horizontalen Parallaxe des Mondes gleich ist (§. 545) dann ist aber L A r — G A r = L A G = dem Halbmesser des Erdschattens, und G A r = D A B = den Halbmesser der

Sonne, woraus sich die Richtigkeit der vorigen Regel ergiebt. Dieser Halbmesser des Erdschattens wird wegen der Atmosphäre der Erde etwas vergrößert. Die Astronomen sind aber über seine Vergrößerung nicht einig. Gewöhnlich wird hiebey die Regel, welche T. Mayer gegeben, befolgt, daß sie nemlich $\frac{1}{60}$ austrage, oder, daß man diesem Halbmesser so viele Secunden zusetzen muß, als er selbst bey einer Finsterniß Minuten hat *).

§. 628. Da die Erde eine Kugel ist, so muß ein jeder Durchschnitt ihres Schattenkegels, der mit der Axe desselben unter einem rechten Winkel oder mit der Grundfläche parallel geschieht, eine Scheibe seyn, und sich folglich als eine solche auf dem verfinsterten Monde darstellen. Und da dieser Himmelskörper beständig von Westen gegen Osten am Firmament fortrückt, so muß es das Ansehen haben, als wenn eine schattenähnliche Scheibe sich von Osten gegen Westen nach und nach über ihn ausbreitete, oder der östliche Theil des Mondes wird zuerst verfinstert und erhält auch zuerst wieder Licht. Wenn der Mond sich ganz in den Erdschatten einsenkt, so heißt die Finsterniß total, und wenn

*) Andere geben die Mayersche Regel so an, daß man den Halbmesser des Erdschattens um $\frac{1}{60}$ der horizontalen Mondparallaxe vergrößern müsse, allein Hr. de la Lande fand bey der Mondfinsterniß am 18. März 783 die Vergrößerung nur 36 Sec. Cassini und le Mounier setzten solche nur auf 20 bis 30 Sec. Es ist hiebey wenig Zuverläßigkeit zu erwarten, da bey der verschiedenen Dichtigkeit der Luft um den Aequator und unter den Polen ohne Zweifel diese Vergrößerung veränderlich ist. Nach le Gentil wird deshalb der Halbmesser des Schattens beym Aequator um 40″ und in den Gegenden der Pole 1′ 40″ vergrößert.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0096-7

dabey sein Mittelpunct genau durch den Mittelpunct des Schattens rückt, central; im Gegentheil aber heißt die Versinsterung partial, wenn nur ein größerer oder kleinerer Theil der Mondscheibe eine Verdunkelung leidet. Die Größe derselben wird gewöhnlich nach Zollen, deren der scheinbare Durchmesser des Mondes 12 hat, bestimmt. Sichtbar heißt eine Mondfinsterniß, wenn der Mond während seiner Versinsterung über dem Horizont steht. Unsichtbar hingegen, wenn er mittlerweile unter dem Horizont sich befindet.

§. 629. Der Schattenkegel der Erde erstreckt sich beständig längst der Ebene der Ecliptik, weil der Mittelpunct der Erde und Sonne in dieser Ebene liegt, daher denn die äußerste Spitze H und die Axe desselben CH, folglich der Mittelpunct eines jedes Durchschnitts, von uns für einen jeden Augenblick in dem Punct der Ecliptik gesehen wird, der genau 180 Grad vom Ort der Sonne entfernt ist. Hätte nun die Mondbahn mit der Erdbahn oder Ecliptik eine und dieselbe Ebene, so müßte der Mond beständig in der Ecliptik am Himmel fortlaufen, und jedesmal im vollen Lichte eine totale und centrale Versinsterung leiden. Da aber die Mondbahn sich mit der Ecliptik unter einen Winkel von etwa 5 $\frac{1}{3}$ Grad neigt, so können nur diejenigen Vollmonde, welche sich in oder nahe bey dem auf- oder niedersteigenden Knoten ereignen, vom Erdschatten getroffen werden, weil alsdann die Breite des Mondes im erstern Fall 0, im zweiten geringe ist. Die 113te Figur zeigt, wie die Mondfinsternisse immer kleiner werden, je weiter der Vollmond vom ☊ oder

♉ entfernt ist, und unter welchen Bedingungen selbige möglich bleiben. Nemlich der Mond muß wenn er der Sonne gegenüber in die Nachbarschaft des Erdschattens kömmt, nicht so weit vom Knoten stehen, daß seine Breite die Summe seines und des Erdschattens-Halbmessers übersteigt. Es sey DC die Ecliptik, in welcher allemal der Mittelpunkt vom Erdschatten anzutreffen ist; AB die gegen die Ecliptik sich um etwa 5° neigende Mondbahn, und im ☊ der aufsteigende Knoten derselben; ☊, b, d, h, n sind jedesmal die Mittelpuncte des Erdschattens GH in diesen verschiedenen Abständen des Vollmondes vom Knoten oder Puncte, die der Sonne genau gerade gegenüber liegen. Wird nun der Mond L gerade im ☊ voll, so leidet er eine totale und centrale Finsterniß, die folglich von der größten Dauer ist; in b kann er noch total verfinstert werden; in d bleibt schon ein Theil lichte, in h wird er nicht mehr zur Hälfte verdunkelt, und in n geht er dem Erdschatten nordwärts unverfinstert vorbey. Da im Perigäo oder der Erdnähe des Mondes beyläufig der größte Halbmesser des Erdschattens auf 47 und des Mondes auf 17 Min. gehen kann, so folgt aus der 113. Figur, daß, wenn die Breite des Mondes im ☍ $47' - 17' = 30$ Min. übersteigt, welches etwa 6° vor und nach ☊ oder ☋ geschieht, keine totale Finsterniß mehr möglich ist. Ist die Breite größer als 30 Minuten, so wird der Mond nur partial verfinstert; übersteigt aber die Breite $47 + 17 = 64$ Minuten, welches in einem Abstande von 12 bis 13° vor und nach ☊ oder ☋ sich zuträgt, so ist keine Mondsfinsterniß zu erwarten. Steht der Mond nicht im

Perigäo, so sind noch bey etwas kleinern Breiten seine Verfinsterungen möglich *).

§. 630. Außer der im vorigen §. angezeigten Ursache, warum nicht alle Vollmonde verfinstert werden, ist noch eine andere vorhanden: Nemlich obgleich der Mond in $27\frac{1}{3}$ Tagen den ganzen Thierkreis umläuft, und folglich inzwischen durch ☊ und ☋ geht, so kömmt er doch allemal erst nach 29 Tagen 12 St. wieder in ☌ oder ☍ mit der Sonne und hat in dieser letztern Zwischenzeit gegen 390° zurückgelegt (§. 469.) Gesetzt also: der Mond sey heute voll oder im ☍ und nahe bey einem Knoten, so daß er eine Verfinsterung leidet, so muß er in dem zunächst folgenden Gegenschein um fast 30° von diesem Knoten gegen Osten entfernt seyn, und kann daher, wegen der schon zu großen Breite, vom Erdschatten nicht getroffen werden. Bey dem zweyten und den folgenden Gegenscheinen (Vollmonden) nimmt diese Entfernung jedesmal um etwa 30° zu, bis solche nach 6 Monaten in der Nachbarschaft des gegenüberstehenden Knoten einfallen, und wieder eine Mondfinsterniß möglich wird. Die Knoten verändern überdem ihren Ort monatlich über $1\frac{1}{2}°$ gegen Westen, so daß daher die Finsternisse nach und nach in andern Gegenden des Thierkreises vorfallen, und jene monatliche Entfernung noch größer wird.

*) Die Figur stellt eigentlich den Mond zur Zeit des Mittels der Finsterniß vor, wo die Breite etwas geringer ist als in der ☍ selbst, indem daselbst die Breite eigentlich auf dem Breitencircul no, hr ꝛc. gerechnet wird, wiewol der Unterschied gegen ☊ hin unmerklich wird.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0099-8

In der folgenden Tafel und der 114. Figur, worin T die Erde; ☊ N ☋ S die um $5\frac{1}{2}°$ gegen die Ecliptik ☊ n ☋ s geneigte Mondbahn ist, so daß der Mond in N seine größte nördliche und in S seine größte südliche Breite hat, wird dies beyläufig für das 1777ste Jahr als ein Beyspiel zur allgemeinen Uebersicht vorgestellt.

Ort des ☊, ☋	Zeit und Ort des Vollmondes oder ☍			Abstand vom ☊ oder ☋ vor − nach +	in Figur 114.
27° ♋ ♑	23 Januar.	4°	♌	☊ + 7°	☊ a
25	22 Februar.	4	♍	☊ + 39	☊ b
24	24 März.	4	♎	☊ + 70	☊ c
22	22 April.	3	♏	☋ − 79	☋ d
20	22 May.	1	♐	☋ − 49	☋ e
19	21 Junii.	0	♑	☋ − 19	☋ f
17	20 Julii.	28	♑	☋ + 11	☋ g
16	19 August.	26	♒	☋ + 40	☋ h
14	17 Sept.	24	♓	☊ + 70	☋ i
13	16 October.	23	♈	☊ − 80	☊ k
11	15 Novemb.	23	♉	☊ − 48	☊ l
10	14 Decemb.	22	♊	☊ − 18	☊ m

Aus dieser Tafel und Figur ergiebt sich, nach der Regel im §. 629., daß in diesem Jahre der erste Vollmond, der am 23sten Jan. 7° nach dem ☊ einfällt, eine partiale Mondfinsterniß mitbringt, wobey der Mond eine kleine nordliche Breite hat. Die fünf darauf folgende sind alle zu weit vom ☊ oder ☋ entfernt, oder die nordliche Breite zu groß.

Der

Der Vollmond am 20sten Jul. aber trift ein, wenn der Mond 11° nach ☊ steht, und es findet dabey, nach §. 629. noch eine, wiewol kleine Finsterniß statt; wobey der Mond unter einer südlichen Breite erscheint. Die fünf letztern Vollmonde sind wieder zu weit vom ☋ oder ☊, und die Südliche Mondsbreite ist zu groß, als daß eine Verfinsterung derselben vom Erdschatten vorgehen könne.

§. 631. Die **Erscheinungen** einer **Mondsinsterniß** nemlich ihr **Anfang**, **Mittel**, **Ende**, **Größe** ꝛc. sind aus verschiedenen dazu nöthigen Stücken, welche sich unter andern vermittelst der **Mayerschen** Sonnen- und Mondtafeln ergeben, entweder durch eine **Zeichnung** oder **Rechnung** leicht zu finden. Zuerst muß die Zeit, da eine Mondsinsterniß einfallen wird, vorläufig bekannt seyn, wozu in der Astronomie leichte Regeln angewiesen werden. Man sucht hierauf aus den Tafeln nach dem Meridian des Orts der Beobachtung: **die genaue wahre oder mittlere Zeit des Vollmondes oder der wahren ☍ der Sonne und des Mondes**, da nemlich die Länge des Mondes, in der Ecliptik gerechnet, 6 Zeichen von der Länge der Sonne unterschieden ist. Ferner berechnet man für diese Zeit: **die Breite des Mondes; die stündliche Veränderung der Länge und Breite desselben; die stündliche Bewegung und den Halbm. der Sonne; die horizontale Mond- und Sonnenparallaxe; Halbmesser des Mondes ꝛc.** Was außerdem zu einem mechanischen Entwurf oder zu einer trigonometrischen Berechnung der Finsterniß noch erfordert wird, läßt sich aus dem angezeigten herleiten.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0101-1

§. 632. Als ein Beyspiel kann die zu Berlin größtentheils sichtbar gewesene partiale Mondfinsterniß vom 23sten Jan. 1777 dienen (§. 630): Der Vollmond fiel ein, bald nachdem der Mond durch seinen ☋ gegangen, und zufolge der Mayerschen Tafeln um 5 Uhr 12′ 8″ wahrer Zeit im 4° 7′ 28″ ♌. Die Breite des Mondes war 38′ 10″ Nordlich zunehmend; die stündliche Bewegung des Mondes in seiner Bahn 32′ 1″, die stündliche Bewegung der Sonne 2′ 32″; die stündliche Zunahme der nordlichen Mondsbreite 2′ 54″; die horizontale Parallaxe des Mondes 56′ 21″; die horizontale Parallaxe der Sonne 9″; der Halbmesser des Mondes 15′ 21″; der Halbmesser der Sonne 16′ 17″. Dann findet sich noch hieraus: stündliche Bewegung des Mondes, von der Sonne = 32′ 1″ — 2′. 32″ = 29′ 29″ und nach der Regel im §. 627, der Halbmesser des Erdschattens 56′ 21″ + 9″ — 16′ 17″ = 40′ 13″; die Vergrößerung wegen der Atmosphäre 40″ (§. 627.), demnach dessen verbesserter Halbmesser 40′ 53″, und hiernach läßt sich die ganze Erscheinung der Finsterniß, wie die 115te Figur im Kleinen zeigt, mit Zirkel und Lineal nach einem angenommenen Maaßstabe verzeichnen.

§. 633. Es sey AB Fig. 115 ein Maaßstab von 60′ oder einem Grade am Himmel; C der Mittelpunct der Schattenscheibe in der Gegend wo der Mond hindurchgeht oder der der Sonne entgegenstehende Punct der Ecliptik DCE. Bey D ist Westen und bey E Osten. Man beschreibe aus C mit dem Halbmesser des Erdschattens = 40′ 53″

= CE oder CD den hierbey hinlänglichen halben Kreis desselben EmD; richte in C ein Perpendicul Cn senkrecht auf ED auf, welches demnach ein Theil eines Breitenkreises ist. Die Breite des ☾ in ☍ = 38′ 10″ wird nun von C nordwärts bis in n getragen, so ist n der Ort, wo der Mond in ☍ um 5 Uhr 12′ 8″ steht. Die zunehmende nordl. Breite des Mondes in einer Stunde = 2′ 54″ kommt von n bis h aufwärts gegen Norden, weil sich der Mond hiebey dem Nordpol nähert, und an diesem Endpuncte der Linie Ch wird eine Linie hr senkrecht gezogen; alsdann von n aus bis an die Linie hr die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne = 29′ 29″ (damit die Sonne oder ihr entgegengesetzter Punct C in Ruhe gesetzt werden kann) getragen. Diese Weite trift in r, wo nemlich der Mond eine Stunde nach dem ☍ steht. Man zieht hierauf durch diesen Punct und n die in Ansehung der Sonne oder ihren Oppositionspunct C relative Mondbahn FG, auf welcher von C aus ein Perpendicul CL gefällt den Punct L bestimmt, wo der Mond zur Zeit des Mittels der Finsterniß am tiefsten im Schatten steht. Theilt man die Weite von V U. 12′ bis VI U. 12′ in 60 Min. so giebt Ln = 8 Min. an, wie viele Min. vor V Uhr 12′, weil der Mond von F herkömmt, das Mittel der Finsterniß einfällt, welches sich daher um V Uhr 4′ findet. Beschreibt man aus L mit dem Halbmesser des Mondes = 15′ 21″ die Mondscheibe, so ist, wenn man den Durchmesser in 12 Zoll abtheilt, mN die Größe der Verfinsterung in eben solchen Theilen = $7\frac{1}{4}$ Zoll. Hierauf wird die stündliche Bewegung des Mondes von der

Sonne = nr auch von V. 12 gegen F hin, und von VI. 12 gegen G hin getragen und in Min. eingetheilt. Sucht man nun mit einer Oefnung des Zirkels, die der Summe von den Halbmessern des Erdschattens und des Mondes 40′ 53″ + 15′ 21″ = 56′ 14″ gleich ist, von C aus Puncte auf der in Zeit eingetheilten Mondbahn, so werden solche in F und G fallen, welcher erstere den Anfang um III Uhr 39′ und letzterer das Ende der Finsterniß um VI Uhr 30′ angeben. Wird endlich aus F und G der Mond beschrieben, so berührt er zuerst den Schatten in O und zuletzt in P. Die Dauer der Finsterniß wäre demnach bey VI. 30′ — III. 39′ = 2 St. 51′. Wenn bey einem dergleichen Entwurf der Halbmesser des Erdschattens etwa 9 Zoll hat, so kann man Theile einer Zeitminute auf der Mondbahn deutlich erkennen und er dient völlig statt der Berechnung, weil auf Unterschiede von einigen Secunden ohnehin bey der Beobachtung einer Mondfinsterniß nicht zu rechnen ist (§. 639).

§. 634. Da man auch gewönlich bey einer Mondfinsterniß im voraus berechnet oder durch eine Zeichnung zu bestimmen sucht, zu welcher Zeit verschiedene der kenntlichsten Mondflecken in und aus dem Erdschatten treten, weil sich aus diesen Beobachtungen genauere Resultate als blos aus dem Ein= und Austritt des Mondrandes ergeben: so ist es nothwendig, den Mond nach seiner Libration, oder die Lage seiner Axe, Meridiane, Aequators und dessen Parallelen für die Zeit der Finsterniß zu entwerfen, und alsdann jene Flecken nach ihrer richtigen Selenographischen Länge und Breite auf denselben einzutragen. Im 480 bis

483 §. ist bereits über die Libration der Mondkugel das nöthigste erläutert. Deswegen bemerke ich hier nur noch, daß wenn man den Ueberrest der mittlern Länge des ☊ von der wahren Länge des Mondes mit dem Cosin. von 1° 43′ als der Neigung der Mondaxe mit dem Breitencircul (§. 480.) multiplicirt, sich die Abweichung der Mondaxe von jenem Kreise für die Zeit der Finsterniß ergiebt, und zwar östlich, wenn ☾ — ☊ zwischen 9 Z. und 3 Z., aber westlich, wenn ☾ — ☊ zwischen 3 Z. und 9 Z. fällt, und ferner bringt obiger Ueberrest mit dem Sinus von 1° 43′ multiplicirt, die Breite des Mondäquators im Breitencircul, nordlich, wenn ☾ — ☊ in den 6 ersten, und südlich, wenn ☾ — ☊ in den 6 letzten Zeichen liegt. Der Sinus von der Summe der Breite des Mondäquators und der Breite des Mondes giebt den Abstand des Mondäquators vom Mittelpunct des Mondes auf der Mondaxe oder die halbe kleine Axe seiner Ellipse. Um so viel endlich die wahre Länge des Mondes größer ist als die mittlere, liegt der erste Meridian im Mond von der Axe östlich, und um so viel jene kleiner als diese ist, westlich. Hierauf lassen sich nach den Regeln der orthographischen Projection, wobey die Grade von der Mitte aus, nach den Sinussen der Bögen abnehmen, die Meridiane und Parallelkreise der Mondkugel zeichnen, und die Mondflecken eintragen.

§. 635. Um aber die Mondscheibe nach ihrer Libration nicht für jede Phase der Finsterniß (als Anfang, Mittel und Ende, oder wenn ein Theil verdunkelt ist) besonders entwerfen zu dürfen, muß man eine andere Art des Entwurfes vornehmen, als bisher die 115te Figur gezeigt. Man stellt sich bey derselben den Mond als unbeweglich vor, und läßt dagegen den Erdschatten in entgegengesetzter Richtung, also von Osten gegen Westen parallel mit der relativen Mondbahn, vor dem Mond vorübergehen. Die 115te Fig. ist gleichfalls zu dieser Vorstellung eingerichtet *). Es sey lt die aus n, als dem Punct der wahren ☍ beschriebene Mondscheibe, auf welcher verschiedene Flecken nach ihrer richtigen Lage für die Zeit der Finsterniß entworfen worden. Man zieht durch n unterwärts einen Breitencircul, und trägt die nordliche Breite des Mondes auf demselben von n nach C, zieht Cu = der stündlichen Zunahme der nordlichen Mondsbreite, und an u eine Linie uw senkrecht, trägt die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne von C nach w (es wird also das, was bey der vorigen Projectionsart nordwärts eingetragen wurde, hier südwärts, und was dort ostwärts liegt, hier westwärts gebracht.) Zieht man nun durch C und w die Linie MCT, so ist dies der Weg des Erdschattens, er liegt parallel mit der Mondbahn GF, man kann ihn leicht wie jene in Zeit eintheilen, da sein Mittelpunkt in C um V. Uhr 12′ und w eine Stunde später zählt. Ist nun der Mittelpunkt des Erdschattens in M, so berührt dessen Rand zuerst den Südöstl. Rand des Mondes in a, wo der Anfang der Finsterniß geschieht. Läßt man von n

*) Ich finde diese vortheilhafte Entwerfungsmethode zuerst von Tob. Mayer, bey der partialen Mondfinsterniß vom 8ten Aug. 1748 angewendet.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0106-9

ein Perpendicul auf MT, so zeigt es in d den Punct, wo das Mittel der Finsterniß hinfällt, beschreibt man aus demselben mit der Größe des Halbmessers vom Erdschatten einen Bogen auf der Mondscheibe, so schneidet derselbe den verfinsterten Theil ab. Kömmt endlich der Mittelpunct des Erdschattens in T, so verläßt sein Rand bey b den südwestl. Mondrand, und macht das Ende der Finsterniß. Zwischen M und d lassen sich nun leicht die Zeitmomente finden, wenn dieser oder jener Mondfleck vom Erdschatten bedeckt wird, und zwischen d und T, wenn solcher wieder aus dem Schatten tritt.

§. 636. Die Regeln zur Berechnung einer Mondfinsterniß aus den oben gefundenen Angaben der Tafeln ergeben sich sehr leicht zufolge der 115ten Figur. Die stündliche Veränderung der Breite durch die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne dividirt, giebt den Sinus des Winkels nCL, den das Perpendicul auf der Mondbahn CL mit dem Breitencircul Cn macht, oder in dem bey h rechtwinklichten Dreyeck nhr ist

$$\text{Sinus } hrn = \frac{hn}{nr}$$

Es ist aber der Winkel hrn dem Winkel nCL gleich wie sich leicht erkennen läßt. Dieser Winkel fällt hier an der Westseite des Breitencirculs, weil die nordliche Breite des Mondes zunimmt. Außer diesen Winkel ist in dem bey L rechtwinklichten Dreyeck nCL ferner bekannt, Cn als die Breite des Mondes in ☍, woraus sich durch nC . Cos. nCL die Seite CL als die kürzeste Entfernung des Mondes vom

Mittelpunct des Erdschattens im Mittel der Finsterniß, und dann aus nC. Sin. nCL die Seite Ln als den Unterschied der ☍ und des Mittels der Finsterniß im Bogen findet. Diese letztere wird nach der stündlichen Bewegung des Mondes von der Sonne in Zeit verwandelt und in diesem Fall von der Zeit der ☍ in n abgezogen, so erhält man die Zeit der größten Verdunkelung. Wie viel Zoll der Mond alsdann verfinstert ist, findet sich in unserm Fall also: Vom Halbmesser des Erdschattens = Cm wird die kleinste Entfernung der Mittelpuncte CL abgezogen, so bleibt mL übrig. Dieses zum Halbmesser des Mondes Ln addirt bringt mN. Man setzt alsdann: wie LN zu 6 Zoll so Nm zur Größe der Verfinsterung in Zollen. Um den Anfang der Finsterniß in F und das Ende in G zu finden, dienen die beyden an L rechtwinklichten und gleichen Dreyecke LCF und LCG in welchen die gemeinschaftliche Seite CL und die Hypothenuse CF oder CG bekannt sind. (Letztere ist der Summe vom Halbmesser des Erdschattens und des Mondes gleich). Aus $CF^2 - LC^2$ wird FL^2 und folglich FL gefunden, und diese Seite zufolge der stündlichen Bewegung des Mondes von der Sonne in Zeit verwandelt giebt die halbe Dauer der Finsterniß oder die Zeit, welche der Mond braucht von F bis L oder von L bis G zu gehen, wird solche daher von der Zeit des Mittels in L abgezogen, so kömmt der Anfang und wird selbige dazu addirt, das Ende der Finsterniß heraus. Um noch die Zeit zu finden, da beym Zu- und Abnehmen der Finsterniß einige Zolle verfinstert erscheinen, darf man nur von der Seite CF $\frac{1}{12}$, $\frac{2}{12}$, $\frac{3}{12}$, $\frac{4}{12}$ ꝛc. vom Monddurchmesser subtrahiren und dann auf eine ähnliche Art mit dem Dreyeck LCF wie oben verfahren *). Die Zeitdauer im Zunehmen zwischen einer z. B. dreyzölligen und der größten Verfinsterung ist der im Abnehmen gleich. Bey totalen Finsternissen ist beym völligen Eintritt des Mondes, in dem Dreyeck CLF die Seite CF = dem Halbmesser des Schattens, weniger dem Halbmesser des Mondes, woraus sich dann die halbe Dauer der totalen Verdunkelung und folglich auch der Anfang und das Ende derselben finden läßt. Die Größe einer solchen Finsterniß zur Zeit des Mittels ergiebt sich, wenn man den nächsten Abstand des Mondrandes vom Rande des Erdschattens in Zolle des Monddurchmessers verwandelt, zu 12 Zoll addirt.

§. 637. Die Mondfinsternisse sind allen Ländern der Erde, denen der Mond während seiner Verdunkelung über dem Horizont steht, in gleicher Größe und in gleichen Augenblicken sichtbar, nur mit dem Unterschiede, daß sie indeß nach der verschiedenen Lage ihrer Meridiane, frühere oder spätere Nachtstunden zählen. Der Mond verliert wirklich sein Licht im Erdschatten, und so muß er allen Völkern, die ihn alsdann sehen können, verfinstert sich zeigen, ohngeachtet ihrer ungleichen Stunden, und daß sie diesen Himmelskörper seiner Parallaxe wegen in verschiedenen Puncten am Firmament bemerken, folglich dienen die

*) Statt der Beobachtung, wenn einzelne Zolle oder der $\frac{1}{12}$te, 6ste, 4te u. s. w. Theil des Mondes verdunkelt erscheint, hat man in neuern Zeiten den Ein- und Austritt der merkwürdigsten Mondflecke gewählt.

Mondfinsternisse zur Erfindung der geographischen Länge oder des Meridianunterschiedes zweyer Oerter (§. 308). Es sey z. B. nach Fig. 112 der Mond mitten im Erdschatten, folglich central verfinstert in m, so wird er in eben dem Augenblick von einem Zuschauer in F, der den Mond nach w sieht, des Abends bey Sonnenuntergang (die Erde dreht sich nach FoE um ihre Axe) central verfinstert am Osthorizont aufgehen. Ein anderer in o hat alsdann den Mond im Meridian, folglich ist bey ihm Mitternacht. Endlich sieht der dritte in E zu gleicher Zeit den Mond des Morgens bey Sonnenaufgang central verfinstert untergehen, dessen Ort ihm am Himmel gegen u erscheint. Nun ist der Mond in einem jeden Augenblick auf einmal (bis auf einen geringen Unterschied) der halben Erde sichtbar; da sich aber die Erdkugel während seiner Verfinsterung noch um ihre Axe dreht, so kommen mehrere Länder in die Nachtseite der Erde, indeß die gerade gegen über liegenden aus derselben rücken, und in diesen geht folglich der Mond verfinstert auf und unter; daher ist eine Mondfinsterniß, wenigstens dem größten Theil ihrer Dauer nach, mehr wie der halben Erdkugel über dem Horizont sichtbar *). Die Länder, welche eine Mondfinsterniß entweder ganz oder nur zum Theil sehen können, lassen sich vermittelst eines Erdglobus, wenn die Abweichung des Mondes bekannt ist, nach folgender Anweisung leicht übersehen.

*) Bey totalen Verfinsterungen kann die ganze Verweilung des Mondes im Erdschatten auf 4 Stunden gehen, in welcher Zwischenzeit sich die Erde um den 6sten Theil um ihre Axe wälzt.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0110-1

§. 638. Bey der vorigen Finsterniß vom 23sten Jan. 1777 war die Abweichung des Mondes 20° nordlich, und um diesen Winkel wird der Nordpol des Globus über dem Horizont erhöhet. Man stellt hierauf Berlin unter den Meridian und den Zeiger auf 3 Uhr 39′ Nachmittag, als den Anfang der Finsterniß, dreht alsdann die Kugel um bis der Zeiger auf Mitternacht steht, so liegt über dem Horizont derselben die Nachthalbkugel der Erde, unter dem Meridian zeigen sich die Länder, in welchen der Mond alsdann culminirt, nemlich der nordöstliche Theil von Asien, Japan, die Marianischen und Palaos- oder Pelews-Inseln, Neu-Guinea, Neu-Holland ꝛc. 20° nordlich vom Aequator ist der Mond im Zenith. Dann erscheint vornemlich ganz Asien und von Europa die östliche Hälfte über dem Horizont der Nachtseite, in welchen Ländern insgesamt folglich der Anfang sichtbar ist. (Berlin ist noch unter dem Horizont in der Tagseite, also kann der Anfang der Finsterniß daselbst nicht sichtbar seyn). Wird Berlin abermal unter den Meridian und der Zeiger auf 5 Uhr 4′ gesetzt, wenn nemlich das Mittel einfällt, hierauf der Globus umgedreht, bis der Zeiger Mitternacht angiebt, so zeigt sichs, daß der Mond allen Ländern von Asien, dem größten Theil von Europa (Berlin ist auch inzwischen über dem Horizont gekommen und hat also den Mond verfinstert aufgehen sehen) dem östlichen von Afrika in seiner größten Verfinsterung sichtbar ist, und überdem zwischen Canton in China und den Philippinschen Inseln im Zenith erscheint. Um endlich zu sehen, welchen Ländern das Ende der Finsterniß sichtbar ist, wird

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0111-6

Berlin unter den Meridian und der Zeiger auf 6 Uhr 30′ gestellt, dann der Globus wieder umgedreht, bis der Zeiger 12 Uhr Nachts weiset, so zeigt sich ganz Asia und Europa über dem Horizont; von Africa fehlen auch nur die westlichen Gegenden, und die Halbinsel Ostindiens jenseits des Ganges, hat alsdann den Mond im Scheitelpunct. Diese Mondfinsterniß war also in ganz Asien und den östlichen europäischen Ländern in ihrer völligen Dauer; im westlichen Europa und östlichen Africa aber nur zum Theil sichtbar. In America kam fast nichts davon zu Gesicht.

§. 639. Der Rand des Erdschattens zeigt sich bey den Mondfinsternissen im Geringsten nicht scharf begrenzt, sondern oft äußerst ungleich und durchsichtig, welches von der Erdatmosphäre und dem dichtesten Theil des Halbschattens zunächst am wahren Schatten herrührt *), wobey besonders die Zeit des Anfangs und des Endes der Finsterniß, imgleichen der Ein- und Austritt der Mondflecken sich nur bis auf verschiedene Secunden, oft nur auf Theile von Minuten genau beobachten läßt, indem manche Flecken innerhalb dem Rande, auch wol noch eine Strecke im Erdschatten selbst, durch die sich in der Erdatmosphäre brechenden und den Schatten etwas erleuchtenden Sonnenstralen, eine

*) Er ist gleich dem Durchmesser der Sonne, multiplicirt mit der horizontalen Parallaxe derselben, und dividirt mit der horizontalen Parallaxe des Mondes; trägt also etwa nur 5″ aus, um welche der Halbmesser des wahren Schattens vergrößert wird, und fällt daher mit der Wirkung der Erdatmosphäre zusammen.

Weile sichtbar bleiben. Die veränderlichen Farben des Mondes bey seinen Versinsterungen, hängen größtentheils von seinem verschiedenen Abstande von der Erde, und auch von der Beschaffenheit der Erdatmosphäre, die jedesmal den Rand des Erdschattens bildet, zu der Zeit ab. Im Apogäo erscheint der Mond im Schatten gemeiniglich röthlich und überhaupt viel lichter als im Perigäo; denn weil sich noch am Rande der Erde in der Atmosphäre derselben viele Lichtstrahlen brechen, und im Erdschatten verschiedentlich durchkreuzen, so kommen sie im ersten Fall wegen der geringen Breite des Schattens dem Mittelpunct näher als im letztern, und verringern folglich die Dunkelheit des Schattens merklicher. Der Mond erscheint daher gewönlich selbst in seiner totalen Verfinsterung, in hell- oder dunkelrother Farbe; er soll sich aber auch im Erdschatten zuweilen dem Gesichte völlig entziehen *). Noch ist von der Länge des Erdschattens zu merken, daß sich diese um fast viermal so weit erstreckt, als der Mond von uns entfernt ist. Denn nach optischen Grundsätzen verhält sich der Unterschied der beyden Halbmesser der Sonne und Erde, zur Entfernung der Erde von der Sonne, wie der halbe Erddurchmesser zur Länge des Erdschattens. Man ziehe in Fig. 99 MT mit AB parallel, so ist TC der Unterschied des Halbmessers der Sonne und der

*) Dies geschah unter andern bey der totalen Mondfinsterniß am 25sten April 1642, wie Hevel berichtet. Er konnte auch mit einem Fernrohr nicht die geringste Spur vom Monde bemerken, obgleich der Himmel heiter war.

Erde, und TM = BA demnach, CT : TM = MA : AE. Nun ist das Verhältniß jener Halbmesser = 1 : 113, 14, (§. 549.) und die Entfernung der Sonne = 24260 Erdhalbmesser (§. 541). Daher 112, 14 : 24260 = 1 : 216 Erdhalbmesser oder etwa 186000 Meilen = der Länge des Erdschattens *).

Von den Sonnen- oder Erdfinsternissen.

§. 640.

Eine Sonnenfinsterniß entsteht, wenn der Mond zur Zeit seines neuen Lichtes zuweilen gerade zwischen der Erde und Sonne in seiner Bahn hindurchgeht, und die Sonne entweder völlig, oder zum Theil zu bedecken scheint. Es fällt alsdann der Schatten des Mondes auf die Erde, und entzieht denjenigen Ländern, welche er trift, das Sonnenlicht; und daher ist eine dergleichen Himmelsbegebenheit eigentlicher eine Erdfinsterniß zu nennen, weil die Erde und nicht die Sonne verdunkelt wird. Es sey nach Fig. 116 in T die Erde; in L der Mond und in S die Sonne, F der westliche und E der östliche Rand derselben. Der Neumond stehe in L mit S und T beynahe oder genau in einer und derselben Ebene, so kann sein Schatten, welcher die Gestalt eines

*) Wäre demnach der Mond weiter von uns als 216 Erdhalbmesser, so würde er niemals eine Verfinsterung vom Erdschatten leiden. Auf den Mars, der uns von den vier obern Planeten in seiner ☍ am nächsten kömmt, kann daher, wenn derselbe im ☍ und zugleich im ☊ oder ☋ steht, der Erdschatten nie fallen, weil seine Entfernung alsdann noch etwa 12700 Erdhalbmesser austrägt. (§. 543.)

umgekehrten geometrischen Kegels hat, oder gegen die Erde hin spitz zu läuft, weil die Sonne größer als der Mond ist, auf den Ort der Erde r fallen, und hier wird die Sonne vom Mond gänzlich bedeckt erscheinen. In a hingegen zeigt sich zu eben der Zeit die Sonne nach den Gesichtslinien aE und aF ohne alle Bedeckung, und der Mond nach h hinaus ostwärts bey der Sonne. In d zeigt sich der westliche Theil des Mondes vor der Sonne. Von g aus scheint der Mittelpunct des Mondes zu eben der Zeit nach m und sein östlicher Rand dem westlichen Sonnenrande F ziemlich nahe zu stehen. Hieraus ist zu erkennen, daß eine Sonnenfinsterniß, 1) **wegen der Parallaxe des Mondes**, welche die Neigung der am Mond von verschiedenen Puncten der Erdoberfläche gezogenen Linien zu erkennen giebt, und 2) **weil dieser Himmelskörper kleiner als die Erde ist**, (folglich sein Schatten nicht auf einmal ihre ganze der Sonne zugewendete Seite bedecken kann) nicht überall auf der Erde zu gleicher Zeit und in gleicher Größe gesehen wird; ja daß es viele Oerter geben kann, an welchen nichts von einer Finsterniß zu Gesicht kömmt.

§. 641. Fig. 116 zeigt eigentlich nur den **wahren Mondschatten**, unter welchem die Sonne völlig bedeckt erscheint. Um diesen Schatten befindet sich aber noch der **Halbschatten**, unter welchem dieses nur zum Theil geschieht; jene Erscheinung heißt daher eine **totale** und diese eine **partiale Sonnenfinsterniß**. Der Ort d liegt diesemnach im Halbschatten. Die Figur 117 macht dies deutlicher. Ca; Ap; Br ist der wahre und Cno; BIN; AM der Halbschatten des Mondes. Steht der Mond gerade in ☌ mit der Sonne in C und mit S und T genau in einer Ebene, so fällt sein wahrer Schatten auf a, woselbst die Sonne total verfinstert erscheint. Der Halbschatten aber breitet sich um denselben in dem kreisförmigen Raum neo auf der Erdoberfläche aus. An der äußersten Gränze desselben scheinen sich die Ränder der Sonne und des Mondes nur zu berühren; so berührt von n aus betrachtet, der östliche Mondrand m, den westlichen Sonnenrand I; von o aus der westliche Mondrand I den östlichen Sonnenrand K; von e und dessen gegenüberliegendem Puncte wird dies für die nördlichen und südlichen Ränder beyder Himmelskörper statt finden. Demnach ist zu der Zeit da der Mond in C steht, nur in dem beschatteten Raum neoa und sonst nirgends eine Sonnenfinsterniß auf der Erde sichtbar, und diese erscheint immer größer, je näher man dem Mittelpunct a kömmt *). Die Größe der Sonnenfinsterniß wird gleichfalls in Theilen ausgedrückt, deren der Durchmesser der Sonne 12 hat, und werden Zolle genennt **).

§. 641.

*) Wenn der Mittelpunct des Halbschattens a mitten auf die erleuchtete Halbkugel der Erde fällt, so hat der Halbschatten die Gestalt eines Kreises; fällt a hingegen an der Seite als zwischen Mo und Nn, so wird der Halbschatten länglicht, und nimmt auf der gegen den Mond schräge liegenden Erdrundung einen größern Raum ein, wie leicht zu begreifen ist.

**) Es findet aber bey dieser eingeführten Eintheilung der Sonnenscheibe in 6 concentrischen gleich weit von einander liegenden Kreisen kein Verhältniß der wirklichen Größe der Bedeckung der Sonne vom Monde statt, die Sonnenscheibe ist z. B. noch nicht

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0116-4

§. 642. Wenn die Sonne bey einer Finsterniß von der Erde am entferntesten und der Mond in seiner Erdnähe ist, so übertrift der scheinbare Durchmesser des Mondes den Durchmesser der Sonne 2 Min. 7 Sec. und es zeigt sich unter a eine totale und centrale Sonnenfinsterniß, deren Dauer auf 3 Min. 41 Sec. gehen kann und die größte mögliche ist, weil alsdann der wahre Mondschatten da, wo er die Erde trift, die größte Breite hat. Erscheinen die Durchmesser der Sonne und des Mondes gleich groß, so berührt genau die Spitze des wahren Mondschattens die Erde, und es zeigt sich unter a eine totale und centrale Sonnenfinsterniß von augenblicklicher Dauer. Endlich wenn der scheinbare Durchmesser des Mondes kleiner als der Durchmesser der Sonne ist, wie dieses die mehreste Zeit statt findet, so kömmt die Spitze des wahren Mondschattens nicht bis zur Oberfläche der Erde herab, und in a erscheint der Mond mitten vor der Sonne, so daß er von derselben einen Ring um sich unbedeckt läßt, daher heißen diese Art Finsternisse ringförmige. Die Breite dieses Ringes ist am größten, wenn der Mond in seiner Erdferne und die Sonne in der Erdnähe steht, und trägt 1 $\frac{1}{2}$ Min. aus, indem alsdann der Monddurchmesser um etwa 3 Min. kleiner als der Durchmesser der Sonne ist.

§. 643. Der Mond bewegt sich von Westen gegen Osten oder in Fig. 117 von A nach B, und die Erde dreht sich nach

zur Hälfte verfinstert, wenn die Verfinsterung auf 6 Zoll angegeben wird, sondern der Mond berührt alsdann nur den Mittelpunct der Sonne.

eben dieser Richtung, nemlich gegen MaN, um ihre Axe. Ist nun der Mond in A, so kann der östliche Rand seines Halbschattens die Erde in i zuerst berühren, und der Ort, welcher gerade zu der Zeit bey i in die erleuchtete Halbkugel der Erde kömmt, sieht die Sonne beym Aufgang unter allen zuerst verfinstert, oder den östlichen Mondrand g vor den westlichen Sonnenrand l treten. Von da breitet sich der Halb- und ganze Schatten des Mondes auf der Erde nach io aus. Kommt der Mond in C, so scheint er die Sonne für die Länder in a gerade um die Mittagszeit zu bedecken. Dann geht der Mondschatten über nk, und wenn der Mond endlich in B anlangt, so verläßt der westliche Rand seines Halbschattens in k die Erde, und der Ort, welcher alsdann bey k in die Nachtseite der Erde geht, sieht bey Sonnen Untergang den westlichen Mondrand h den östlichen Sonnenrand K zuletzt berühren. Der Mondschatten läuft demnach von Westen gegen Osten über die Erdoberfläche fort, und die westlichen Länder müssen daher die Sonne früher als die östlichen verfinstert sehen. Aus dem Monde würde, wenn derselbe uns bey einer Finsterniß größer als die Sonne im Durchmesser erscheint, dies ganz eigentlich zu bemerken seyn, und sich die auf der Erde vorfallende Sonnenfinsterniß daselbst als eine vom Schatten des Mondes in Gestalt eines kleinen Schattenflecks bewirkte Erdfinsterniß darstellen. Bey den ringförmigen Sonnenfinsternissen aber, wobey kein eigentlicher Mondschatten auf der Erde statt findet, wird man Erdfinsternisse vom Mond aus, in der Mitte des Mondhalbschattens kaum bemerken.

§. 644. Die Theorie und die Berechnung der Erscheinung einer Sonnenfinsterniß sowol allgemein für die ganze Erde als für einzelne Oerter ist wegen der sich beständig dabey einmischenden Parallaxe des Mondes viel schwerer und weitläuftiger als bey den Mondsinsternissen einzusehen und ins Werk zu richten, beydes wird aber sehr erleichtert, wenn man solche als wirkliche Erdfinsternisse vorstellt, und den Zuschauer sich über der Erde in einem dazu schicklichen Punct gedenkt, welches zu einem gewissen sehr faßlichen Entwurf der Erdfläche und des Weges vom Mondhalbschatten über dieselbe, während der bemerkten Sonnenfinsterniß führt. Es sey in Fig. 118 T der Mittelpunct der Erde BCAG; nach der Linie TCS hinaus stehe der Mittelpunct der Sonne und der Neumond in der nemlichen Ebene in L etwa 400mal näher, so wird der Halbmesser der Erde aus dem Mond unter dem Winkel TLB = TLA = der horizontalen Parallaxe des Mondes, etwa 60 Min. und eben dieser aus der Sonne unter dem Winkel ihrer horizontalen Parallaxe bey uns gesehen. (§. 545.) Letztere trägt aber nur $8\frac{1}{2}$ Sec. aus (§. 541.) und daher werden Linien von B und A nach dem Mittelpunct der Sonne gezogen, sich gegen CS nur um diese wenigen Sec. neigen und bey Linien von O, P, R, H wird diese Neigung noch geringer. Hieraus folgt, daß alle Gesichtslinien von verschiedenen Puncten der Erdoberfläche wie Bm; Oo; Pp: CS; Rr; Hh, An; als unter sich parallel gehend und doch den Mittelpunct der Sonne treffend, anzusehen sind. MN sey ein zwischen Erde und Sonne und über AB, oder der aus der Sonne gesehenen erleuchteten Erdfläche in einer parallelen Ebene liegender Theil der Mondbahn, der als geradelinigt betrachtet wird, weil er nicht viel über 3 Grad enthalten kann; und in welchem der Mond von M nach N oder von Westen gegen Osten fortrückt.

§. 645. Der Raum der Mondbahn Lm = Ln, den die aus TB oder TA nach der Sonne gehende Parallellinien einschließen, ist dem Halbmesser der Erde gleich, weil TLB = mBL, wovon aber noch zu mehrerer Genauigkeit die Parallaxe der Sonne abgezogen wird, indem durch eine Neigung der Linie Bm oder An von $8\frac{1}{2}''$ gegen CS der Winkel LBm = LAn und folglich auch Lm oder Ln um so viel kleiner wird. **Der Entwurf vom Halbmesser der Erde in der Gegend der Mondbahn ist demnach genau der horizontalen Parallaxe des Mondes weniger der horizontalen Parallaxe der Sonne gleich.** Dies hindert aber nicht die Linien Bm, TS, An als unter sich parallel fortgehend anzusehen, denn man kann sich in m, o, p, L, r, h, n und allen dazwischen liegenden Puncten den Mittelpunct der Sonne und folglich das Bild derselben gedenken, welches hier in m und n vorkommt. Steht daher der Mittelpunct des Mondes zugleich in m, so erscheint die Sonne in B bey Sonnen Aufgang (die Erde wälzt sich nach BCA um ihre Axe) zuerst central verfinstert. Kommt jener in o und p so wird auch eine centrale Sonnenfinsterniß auf der Erde in O und P gesehen. In C trift diese zur Zeit der ☌ des Mondes mit der Sonne in L ein. Braucht der Mond 2 Stunden von m bis L, so wird der Ort B die centrale Finsterniß

2 Stunden vor der ☌ sehen. Erreicht der Mond nach der ☌ den Punct r, so wird in R; kömmt er bis h, so wird in H eine centrale Finsterniß gerade um so viele Zeit nach der ☌ sich zeigen, als der Mond braucht, um Lr, Lh zurückzulegen. Ist endlich der Mittelpunct des Mondes in n angelangt, so sieht der Ort A die Sonne central verfinstert untergehen.

§. 646. Wenn auch die der Sonne und dem Neumond zugewendete Halbkugel der Erde BCA gehörig auf der durch AB gehenden Ebene nach den Regeln der orthographischen Projection entworfen wird, so gilt nach den mit CT parallel gezogenen Linien der Punct d für O; e für P; T für C; f für R; g für H; A und B liegen am äußersten Rande des Entwurfs, und behalten ihre Stellung. Es ist aber bisher nur vom Mittelpunct des Mondes und dessen Halbschatten die Rede gewesen, welches zugleich der Mittelpunct des wahren Schattens ist, dessen Halbmesser sich aus Halbmess. ☾ — Halbmess. ☉ findet. Wenn unterdessen der Mittelpunct des Mondes beym Anfang in M steht, so berührt sein östlicher Rand bereits den westlichen Rand der Sonne, und dies bemerkt der alsdann in B aufgehende oder in die Tagseite der Erde rückende Ort zuerst: Die Berührung der entgegenstehenden Ränder geschieht in N beym Ende der Finsterniß, welche der alsdann in die Nachtseite der Erde rückende Ort A zuletzt bemerkt. Die vom Halbschatten auf der Oberfläche der Erde bewürkte verschiedene Größe der Finsterniß zu einer gewissen Zeit ist aus der Figur leicht zu erkennen. Z. B. wenn der Mond in o ist, so ist unter O die Finsterniß central; B sieht die Sonne noch etwas östlich vom Mond bedeckt, und P über halb westlich u. s. f. Dies findet sich, wenn man aus o und p den Mond beschreibt und sich L als die Sonne vorstellt; eben dies gilt für die auf AB mit op entworfenen übereinstimmenden Puncte d, e. Die Größe $nN = mM$ bestimmt den Halbmesser des Halbschattens, welcher augenscheinlich der Summe vom Halbmesser der Sonne und des Mondes gleich ist. Es kann also niemals eine Sonnenfinsterniß auf der Erde sichtbar seyn, wenn $LM = LN$ oder der Abstand des Mondesmittelpuncts von dem Puncte der ☌ mit der Sonne in L, oder der Winkel $LTM = LTN$ größer ist, als der Halbmesser der Erde $= mBL$ (der hier gleich ist: horizont. Parallaxe ☾ — horizont. Parallaxe ☉) + Halbmesser ☾ + Halbmesser ☉).

§. 647. Bisher ist zur Erleichterung der Vorstellung angenommen worden, als wenn die Ebene der Bahn des Mondes und der Ecliptik zusammenfielen; da sich aber jene um mehr als 5 Grad gegen die Ebene der Ecliptik neigt, so können nur diejenigen Neumonde, welche gerade im ☊ oder ☋ einfallen, oder bei welchen der Theil der Mondbahn MN genau durch die Neumonds- oder Zusammenkunftslinie TS in L geht, eine centrale Sonnenfinsterniß von der größesten Dauer in C verursachen, denn alsdann läuft der Halbschatten von der Sonne aus gesehen mitten über die Oberfläche der Erde. Je größer aber der Abstand des Neumondes von der Linie CS nach Norden und Süden, oder die Breite desselben ist, desto geringer ist der Theil vom Halbschatten, der an der Nord- oder Südseite auf die Erde fällt. Wenn die Mondsbreite in der ☌ die Größe Lm = Ln = horizont. Parallaxe ☾ — horizont. Parallaxe ☉ hat, berührt der Mittelpunct vom Halbschatten nur den Rand der Erde, und dann hört die Möglichkeit auf, daß eine centrale Finsterniß irgendwo auf der Erde sich zeigen kann; wenn aber diese Breite LM = LN = horiz. Parallaxe ☾ — horiz. Parallaxe ☉ + Halbm. ☾ + Halbm ☉ übersteigt, so fällt der Halbschatten gänzlich außerhalb der Erde, und es ist gar keine Finsterniß möglich, wobey man sich M senkrecht über L oder der Ebene der Ecliptik gegen Norden in der Weite LM; und N eben so viel senkrecht unter L oder dieser Ebene nach Süden gedenken muß. Die größere oder geringere Breite des Mondes in ☌ richtet sich nach seinem jedesmaligen Abstand vom ☊ oder ☋ und die Fig. 119 zeigt, unter welchen Bedingungen Sonnenfinsternisse allgemein auf der Erde möglich sind.

§. 648. In dieser Figur ist AB die Ecliptik, CD die um etwa 5° gegen dieselbe geneigte Mondbahn und in ☊ der aufsteigende Knoten derselben. In h, i, k, l und m liegt der Mittelpunct der Erde zur Zeit der ☌ des Mondes mit der Sonne in verschiedenen Entfernungen vom Knoten, so daß man sich senkrecht über h, i, k, l, m den Mittelpunct der Sonne vorstellen muß, und folglich EF die jedesmal von der Sonne erleuchtete halbe Erdfläche ist, welche zur Zeit des Neumondes aus der Sonne gesehen wird. Steht nun der Neumond gerade im ☊ oder in h, so fällt der Mittelpunct des Halbschattens (der hier in gehörigem Verhältniß gegen EF verzeichnet ist) auf den Mittelpunct des Entwurfs der Erdfläche, und es entsteht eine centrale Sonnenfinsterniß für die Mitte derselben. In i ist die Breite des Neumondes iu und der Halbschatten fällt, wenn er i in n am nächsten kömmt, noch ganz auf die Erde, wiewol größtentheils auf der nordlichen Seite. Geschieht die ☌ in k, so fällt schon ein Theil vom Halbschatten nordwärts außerhalb der Erde, doch aber ist noch eine centrale Sonnenfinsterniß in den nordlichen Ländern, über welche die Mondbahn oder der Mittelpunct des Halbschattens weggeht, möglich, weil die Breite des Neumondes kt noch nicht den Halbmesser der Erde übersteigt. Dies erfolgt hingegen, wenn die ☌ in dem Abstand hl vom ☊ eintrift, es fällt nur noch ein Theil vom Halbschatten auf die Nordseite der Erde, woselbst demnach eine partiale Sonnenfinsterniß sichtbar ist. Endlich bey m kann nichts mehr vom Mondhalbschatten die Erde treffen und folglich nirgends eine Bedekkung an der Sonne sich zeigen. Da nun die größte Parallaxe des Mondes sich bis auf 61 Min. 32 Sec., dessen Halbmesser auf 16 Min. 47 Sec und der Halbmesser der Sonne auf 16 Min. 18 Sec. erstrecken kann, so ist, die Parallaxe der Sonne 8″ gesetzt, nach voriger Anweisung $61' 32'' - 8'' + 16' 47'' + 16' 18'' = 1^{\circ}.34'.29''$. die Größe, über welche die Breite des Neumondes nicht gehen muß, wenn sich dabey eine Erdfinsterniß zutragen soll. Hiezu gehört eine Entfernung von 18 bis 19°. vor oder nach ☊ und ☋. Die Summe der Halbmesser von Erde, Mond und Sonne ist aber zur Zeit der Erdferne um etwa 10 Min. geringer oder nur

1° 24′, und dieser Breite kömmt ein Abstand von 16 bis 17° vor und nach dem Knoten zu. Rechnet man unterdessen noch auf den ungleichen Lauf des Mondes, so lassen sich die Gränzen, innerhalb welchen eine Erdfinsterniß entweder wahrscheinlich oder gewiß geschieht, auf 21 und 15 Grad Abstand des Neumondes vom Knoten festsetzen, woraus abzunehmen ist, daß Erdfinsternisse häufiger vorfallen als Mondfinsternisse, weil letztere nur 12 bis 13° von den Knoten noch möglich bleiben. (§. 629.)

§. 649. Die Ursache, warum nicht alle Neumonde Erdfinsternisse mit sich bringen, ist, wie bey den Mondfinsternissen, nicht allein, weil die Mondbahn eine Neigung gegen die Ebene der Ecliptik hat, sondern auch, weil der Mond nicht immer in einem und demselben Puncte des Thierkreises mit der Sonne zusammenkömmt. Der Mond kann in einer ☌ 30°, und also zu weit vom Knoten gegen Osten entfernt seyn, mit dem er bey der zunächst vorhergehenden genau zusammentraf, und eine centrale Sonnenfinsterniß verursachte. Wiewol sich der Fall auch oft ereignet, daß zwey Neumonde nach einander partiale Erdfinsternisse mitbringen, weil nemlich der erste so weit westlich, also vor einem Knoten, und der andere östlich, also nach demselben, fallen kann, daß der Abstand die oben angegebenen Gränzen nicht überschreitet, welches bey Vollmonden nicht statt findet. Noch ist von dem Zurückgange der Knoten gegen Westen zu merken, daß auch die Sonnenfinsternisse daher nach und nach in mehr westlichen Punkten des Thierkreises vorfallen. Folgende Tafel zeigt für das 1777ste Jahr für alle

Neumonde eben das was obige §. 630. für die Vollmonde desselben Jahres enthält.

Ort des ☊ ☋	Zeit und Ort des Neumondes ☌		Abstand vom ☊ oder ☋ vor — nach +	in Figur 114.
28° ♋ ♑	9 Jan.	20° ♑	☋ — 8°	☋ A
26	8 Febr.	19 ♒	☋ + 23	☋ B
24	9 März	19 ♓	☋ + 55	☋ C
23	8 April	18 ♈	☋ + 85	☋ D
21	7 May	17 ♉	☊ — 64	☊ E
20	5 Jun.	15 ♊	☊ — 35	☊ F
18	5 Jul.	13 ♋	☊ — 5	☊ G
17	3 Aug.	11 ♌	☊ + 24	☊ H
15	2 Sept.	10 ♍	☊ + 55	☊ I
14	1 Oct.	9 ♎	☊ + 85	☊ K
12	31 Oct.	8 ♏	— 64	☋ L
10	30 Nov.	8 ♐	☋ — 32	M
9	29 Dec.	9 ♑	☋ — 0	☋ O

Die in dieser Tafel vorkommenden Neumonde des 1777sten Jahres sind auch in der 114ten Figur nach ihren verschiedenen Abständen vom ☊ oder ☋ vorgestellt. Der erste Neumond am 9ten Jan. A fällt 8° vor dem ☋ und bringt daher nach vorigen Bedingungen eine Erdfinsterniß, wobey der Mondhalbschatten, weil die Breite des Mondes nordlich ist, die Nordseite der Erde trift. Hierauf kommt der volle Mond a am 23. Jan. 7° nach dem ☊ und wird verfinstert. Die folgenden

Neu- und Vollmonde B, b; G, c; D, d; E, e; F, f; sind alle zu weit vom ☊ oder ☋, um Finsternisse zu verursachen. Der Neumond G am 5ten Jul. aber stellt sich 5° vor dem ☊ ein, und wirft den größten Theil seines Halbschattens auf die südlichen Gegenden der Erde. Der nach ihm folgende Vollmond g am 20ten Jul. leidet 11° nach ☋ eine geringe Verdunkelung vom Erdschatten. Die Neu- und Vollmonde der folgenden Monate: H, h; I, i; K, k; L, l; M, m gehen alle wieder der Erde und ihrem Schatten vorbey. Allein der auf den Vollmond m sich einstellende Neumond O am 29sten December fällt gerade im ☋ und bringt daher eine centrale Erdfinsterniß mit sich.

§. 650. Die zur Berechnung einer Erdfinsterniß, sowol nach ihrer allgemeinen Erscheinung für die ganze Erde, als für einen einzelnen Ort, nöthigen Stücke werden aus den Sonn- und Mondtafeln genommen. Man kann vorläufig nach leichten Regeln wissen, wenn ein Neumond, bey welchem eine Erdfinsterniß möglich ist, einfällt. Alsdann sucht man aus jenen Tafeln: die genaue Zeit der wahren ☌ nach der Uhr des Orts der Beobachtung, da nemlich die Länge des Mondes auf die Ecliptik reducirt mit der Länge der Sonne genau übereinstimmt, und ferner für diesen Zeitpunct: Die Breite des Mondes und deren ständliche Veränderung; stündliche Bewegung, Halbmesser und Parallaxe des Mondes und der Sonne rc. Aus diesen und andern erforderlichen Angaben läßt sich alsdann der Anfang, das Mittel und Ende, die Größe rc. einer Sonnenfinsterniß für einen gegebenen Ort trigonometrisch berechnen; allein dieses Unternehmen wird, wegen der vornemlich von der Parallaxe des Mondes herrührenden in verschiedenen Höhen über dem Horizont veränderlichen Unterschiede zwischen der wahren und scheinbaren ☌, Entfernung des Mondes von der Sonne in der Länge und Breite, stündliche Bewegung rc., die aufs genaueste bekannt seyn müssen, weitläuftig. Ich will daher zuerst, und als eine Einleitung in jene Rechnung, vorstellig machen, wie man vermittelst eines Entwurfs der Erdfläche zur Zeit des Neumondes, zufolge der vorhin beygebrachten Gründen, die Wirkung der Parallaxe und damit die ganze Erscheinung einer Sonnenfinsterniß für einen jeden gegebenen Ort bestimmen kann. Zugleich ergiebt sich nach einer solchen Zeichnung und mit Beyhülfe einer Erdkugel, was der wahre oder Halbschatten des Mondes über die Erdfläche für einen Weg nimmt, wie und in welchen Ländern folglich die Sonnenfinsterniß sichtbar fällt rc. Ich werde hier das ganze Verfahren hersetzen, und das, was zur nähern Erläuterung desselben gehört, statt aller vorläufigen Regeln da anbringen, wo mich der Vortrag darauf führt, und wähle als ein Beyspiel die Erdfinsterniß vom 24sten Junius 1778, welche die 120ste und 121ste Fig. jene allgemein für die ganze Erde und diese insbesondere für Berlin entworfen, vorstellt.

§. 651. Nach den Mayerschen Tafeln finden sich bey dieser Finsterniß folgende zur Verfertigung dieses Entwurfs nöthigen Stücke: Der Neumond oder die wahre ☌ des Mondes mit der Sonne in der Ecliptik trift ein im 3°

♋ den 24sten Jun. nach dem Berliner Meridian Nachmittags um 4 Uhr 30 Min. 16 Sec. wahrer Zeit. Alsdann ist vom Monde: die nordliche Breite 19′ 26″; stündliche Bewegung 37′ 45″; stündliche Zunahme der Breite 3′ 29″; Halbmesser 16′ 40″; horizontale Parallaxe 61′ 11″ Von der Sonne: stündliche Bewegung 2′ 23″; Halbm. 15′ 47″; Parallaxe 8″; Nordliche Abweichung 23° 26′; Winkel der Ecliptik mit dem Meridian 88° 40′ westlich. Hieraus wird noch berechnet: stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne = 37′ 45″ − 2′ 23″ = 35′ 22″; Halbm. der Erde = 61′ 11″ − 8″ = 61′ 3″; Halbm. des Mondhalbschattens = 16′ 40″ + 15′ 47″ = 32′ 27″; des wahren Schattens = 16′ 40″ − 15′ 47″ = 0′ 53″ (der Mond kann also bey dieser Finsterniß die Sonne total bedecken. §. 642.) Zufolge dieser Angaben ist die 120ste Figur nach dem angenommenen verjüngten Maaßstab K von 60 Min. oder einem Grad am Himmel, entworfen, welcher übrigens wenigstens 8 Zoll lang seyn muß, um vermittelst der Construction die Zeit des Anfangs, Mittels ꝛc. bis auf eine Minute genau zu finden, welches bey den folgenden Angaben nach einer größern Zeichnung geschehen ist.

§. 652. Man nehme demnach von dem Maaßstab K 61′ 3″ als dem Halbmesser der Erde und beschreibe damit Fig. 120 aus C den Kreis DMER; dieser begränzt die aus der Sonne jedesmal sichtbare oder von derselben erleuchtete Erdfläche, weil die Sonne in der Zusammenkunftslinie mit dem Monde, also senkrecht über den Mittelpunct C gesetzt wird, mit welcher übrigens wegen ihrer großen Entfernung alle von dieser Ebene nach dem Mittelpunct der Sonne gezogene Linien parallel gehen, und daher kann man sich nicht allein in C sondern zugleich in allen übrigen Puncten dieser Erdscheibe den Mittelpunct der Sonne gedenken. Das Auge betrachtet hier die Erde zur Zeit des Neumondes senkrecht über C in einer Entfernung, die der Weite des Mondes von uns gleich ist, woselbst bereits die Erdkugel als eine Scheibe erscheinen wird, oder man kann sich auch nach der 118ten Figur vorstellen, daß alle auf der Oberfläche der Halbkugel BCA aus verschiedenen Puncten der Mond- und Sonnenbahn gezogenen unter sich parallele Linien auf eine durch den Mittelpunct der Erde gehende Ebene senkrecht gezogen, daselbst die nemlichen Puncte bemerken, und so wird in Fig. 120 auch die Lage der Ecliptik für die Zeit der Finsterniß auf der Erdfläche entworfen. DCE ist ein Theil der Ecliptik und C der Punct, in welchem die Sonne in ☌ mit dem Mond steht, oder der wahre Neumond eintrift. Da man hiebey die Erde vor und die Sonne hinter sich hat, so bezeichnet D Westen und E Osten. LCl senkrecht auf DCE ist ein Breitenkreis, nach L der Nord- und nach l der Südpol der Ecliptik. Man trage die nordliche Breite des Neumonds 19′ 26″ von C nach o und die stündliche Zunahme derselben 3′ 29″ von o aufwärts bis n, ziehe alsdann an n auf Ll senkrecht eine Linie gegen Osten, wohin der Mond sich bewegt, und trage die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne 35′ 22″, (da die Sonne hiebey in C in Ruhe gesetzt wird) von o aus bis zu dem Punct p der vorigen Linie. Alsdann ist die durch o und p gezogene Linie AB die wahre relative Mondbahn in ihrer richtigen Lage gegen die Ecliptik. In o trift die ☌ ☾ ☉ in der

Ecliptik um 4 Uhr 30' nach dem Berliner Meridian, folglich steht der Mond in p um 5 Uhr 30', trägt man daher o p, so oft es auf der Mondbahn angeht, von o nach A und B fort, so zeigt sich der Ort des Mondes von Stunde zu Stunde; eine jede Stunde wird alsdann in 60 Min. und so die ganze Mondbahn in Zeit eingetheilt, welches in der Figur nur von 30 zu 30 Min. geschehen ist.

§. 653. Ist nun der Mond in A, so kann sein Halbschatten, welcher aus diesem Punct mit dem Halbmesser von 32' 27'' beschrieben worden, die Erdoberfläche zuerst in r treffen, oder beschreibt man aus r die Sonne und aus A den Mond mit ihren zugehörigen Halbmessern, so werden sich beyde anfangen zu berühren, und da geht die Erdfinsterniß an, wenn Berlin 1 Uhr 52 Min. Nachmittag zählt. In e tritt der Mittelpunct des Halbschattens oder der wahr Mondschatten in den Rand der Erdfläche, wenn es zu Berlin 2 Uhr 49 Minuten ist, und alsdann fängt die totale Finsterniß irgendwo auf der Erde an. Man kann sich hiebey Sonne und Mond aus e beschrieben vorstellen. Läßt man von C auf A B ein Perpendicul Cd fallen, so ist in d das Mittel der ganzen Finsterniß um 4 Uhr 27 Minuten, und der Mittelpunct des Mondes steht dem Mittelpunct der Sonne am nächsten. Der Sinus des Winkels d C o, den das Perpendicul C d mit dem Breitencircul C o oder die Mondbahn mit der Ecliptik macht, findet sich durch $\frac{\text{Ständl. Veränd. der Breite}}{\text{Stündl. Bew. des ☾ von der ☉}}$ $= 5^\circ\ 38'$ und Co . Cos. d C o $=$ c d $= 19'\ 19''$ $=$ die kürzeste Entfernung der Mittelpuncte. Die Figur zeigt den aus d beschriebenen Halbschatten des Mondes für diese Zeit. Kommt der Mittelpunct des Halbschattens bis in h, so so verläßt er den Rand der Erdfläche oder den in h entworfenen Mittelpunct der Sonne, und damit ist das Ende der totalen Sonnenfinsterniß auf der Erde um 6 Uhr 5 Minuten. Erreicht endlich der Mittelpunct des Halbschattens den Punct B, oder berühren sich Mond und Sonne aus B und t beschrieben zuletzt, so rückt sein westlicher Rand bey t gänzlich aus der Erdfläche und macht das völlige Ende der Finsterniß um 7 Uhr 2 Minuten. Die Verweilung des Mittelpuncts vom Halbschatten auf der Erdfläche, oder die Dauer der totalen Finsterniß ist demnach 3 Stunden 16 Minuten; der ganzen Finsterniß aber 5 Stunden 10 Minuten. Alles dieses hätte man auch durch eine leichte Rechnung wie bey den Mondfinsternissen §. 636 noch genauer finden können, und bis dahin ist überhaupt der Entwurf einer Erdfinsterniß dem von einer Mondfinsterniß völlig ähnlich. Die Figur zeigt auch noch, daß bey dieser Finsterniß der zwischen den Linien f g und i k liegende Theil der Erdfläche beschattet werde. Unter der Mondbahn e h wird die Sonne total, zu beyden Seiten dieser Linie aber partial und mit dem weitern Abstande immer weniger verfinstert. Unter f g und i k berühren sich nur die Ränder der Sonne und des Mondes, und über diesen Linien nach Norden oder Süden hinaus ist nichts von einer Sonnenfinsterniß zu bemerken.

§. 654. Soll aber auch bestimmt werden, was vornehmlich r, e, d, h, t für Oerter auf der Erde sind, welche der Halbschatten beym Anfang, Mittel und Ende der Finsterniß trift, so muß zuerst bekannt seyn, wie zur Zeit der Finsterniß aus der Sonne betrachtet, der Meridian, in welchem die Sonne als unbeweglich gesetzt wird, gegen die Ecliptik liegt, dies ergiebt sich aus dem obigen Winkel 88° 40′, welcher, da die Sonne zwischen ♋ und ♌ steht, an der Westseite des Breitencirculs von D nach M getragen wird. MR ist demnach der Meridian der Sonne, der hier senkrecht gegen das Auge steht, und also als eine gerade Linie erscheint. Da die Sonne eine nordliche Abweichung hat, so ist der Nordpol auf CM der Sonne zugewendet, und liegt in einem Abstand von C, welcher dem Complement ihrer Abweichung 66° 34′ gleich ist, der Aequator geht daher von C nach Süden in der Größe der Abweichung der Sonne = 23° 26′ unter einem rechten Winkel durch den Meridian. Der Maaßstab P hat die Größe des Erdhalbmessers CD, und ist nach den Sinussen der Bögen von a aus gegen b abgetheilt. Von diesem Maaßstab 66° 34′ genommen, und von C Nordwärts getragen, geben den Nordpol in Y, und 23° 26′ von C Südwärts den Punct des Meridians, wodurch der Aequator 6, 12, 6 geht, welcher sich in dieser orthographischen Projection als eine halbe Ellipse zeigt, die sowol die Lage aller seiner Parallelen und die Richtung der Umwälzung der Erdkugel von D nach WE andeutet. Alle Meridiane außer dem allgemeinen MR lassen sich als Ellipsen, die vom Pol Y aus durch den Aequator gehen, gedenken: Bey D wird 6 Uhr Morgens, unter RWCM 12 Uhr Mittags, und bey E 6 Uhr Abends gezählt. Ein jeder bey der

Umdrehung der Erde unter C durchgehender Ort hat die Sonne im Zenith.

§. 655. Man erhebe hierauf den Nordpol einer künstlichen Erdkugel nach der Abweichung der Sonne, 23° 26′ über dem Horizont, so zeigt sich die von der im Zenith desselben stehenden Sonne jedesmal erleuchtete Halbkugel. Stelle Berlin unter den Meridian und den Zeiger auf 1 Uhr 52′ Nachmittag, als den Anfang der Finsterniß in A, drehe alsdann den Globus herum, bis der Zeiger 12 Uhr Mittags weiset, so liegt ein Ort unter C $23\frac{1}{2}°$ vom Aequator, welcher die Sonne im Zenith hat, und zugleich wird die Erde in r vom Halbschatten des Mondes zuerst berührt. Wenn man nun den Bogen Mr in der Projection = 83°, vom Meridian im Norden gegen Westen herum am Horizont des Globus abzählt, so findet sich, daß der Ort r, welcher die Sonne bey ihrem Aufgange zuerst verfinstert erblickt, im Südmeer bey den mexicanischen Küsten etwa unter dem 272° der Länge und 7° nordlicher Breite liegt. Wird abermal Berlin unter den Meridian und der Zeiger auf 2 Uhr 49′ gestellt, hierauf der Globus umgedreht bis der Zeiger Mittag weiset, so wird der Bogen Me = 76° am Horizont von Norden gegen Westen gezählt, den Ort e auf der Kugel bezeichnen, welcher eben aufgeht, und also die Sonne des Morgens bey ihrem Aufgang total verfinstert sieht; er liegt süd-westlich unter Californien im Südmeer unter dem 253° der Länge und 13° nordlicher Breite. Um den Ort d, wo die Sonne gerade zur Zeit des Mittels der Finsterniß total verdunkelt erscheint, zu finden, stelle man Berlin unter den

Meridian und den Zeiger auf 4 Uhr 27′, drehe die Kugel herum bis jener 12 Uhr Mittag angiebt, so hat der Globus mit der erleuchteten Halbkugel der Erde eine ähnliche Stellung. Man befestige alsdann am Zenith desselben den gewöhnlichen Höhenquadranten, rücke solchen von Norden nach Westen am Horizont um den Bogen MI = $4\frac{1}{2}°$ messe alsdann die Weite Cd auf dem Maaßstab P, und so viele Grade solche angiebt, zähle man vom Zenith der Kugel am Höhenquadranten herab, so zeigt sich der Ort e unter dem 322° der Länge und 42° nordlicher Breite, im Ocean unterhalb Cap Breton in Nordamèrica. Auf eine ähnliche Art lassen sich auch die Oerter finden, welche um 4, 5 und 6 Uhr unter dem Mittelpunct des Halbschattens liegen. Um nun zu erfahren, wie weit sich im Mittel der Finsterniß der Halbschatten gegen Norden und Süden erstreckt, nehme man Cz auf dem Maaßstab P und zähle die Grade am Höhenquadranten vom Zenith nach Norden, so findet sich beyläufig der 80ste Grad nordlicher Breite als die äußerste nordliche Gränze, und eben so giebt CS auf P gemessen und am Quadranten nach Süden gezählt den 12ten Grad nordlicher Breite für die südlichste Gränze des Halbschattens an. Wird ferner Berlin abermal unter den Meridian und der Zeiger auf 6 Uhr 5′ gesetzt, hierauf der Globus umgewälzt, bis der Zeiger 12 Uhr Mittags weiset, so liegt um den Bogen Mh = 67° am Horizont, von Norden nach Osten herum der Ort h, welcher die Sonne zuletzt und zwar bey ihrem Untergange total verfinstert sieht, unter dem 39° der Länge und 21° nordlicher Breite, in der großen africanischen Wüste. Endlich, wenn Berlin nochmals unter den Meridian und der Zeiger auf 7 Uhr 2′ gesetzt und dann durch die Umwälzung der Kugel der Zeiger auf Mittag gebracht wird, so bestimmt der Bogen Mt = 74° am Horizont gerechnet, den Ort t auf der Kugel, wo die Sonne zuletzt verfinstert untergeht, unterm 22° der Länge und 15° nordlicher Breite in Africa nordlich über der Goldküste. Hieraus läßt sich schon mit Zuziehung des Globus beurtheilen, daß der Mittelpunct des Halbschattens, oder der wahre Mondschatten, über Neuspanien, Florida, Neuengland rc. in Nordamerica, dem atlantischen Ocean und einem Theil des nordlichen Africa gehe, wo also die Sonne total verfinstert erscheint; daß aber in dem nordlichen und mittlern America, in Europa und dem westlichen Africa die Finsterniß partial sich zeigen werde.

§. 656. In den mehresten Fällen wird es hinreichend genau seyn, die Oerter, wo der erste Anfang und das Ende der Finsterniß sich auf der Erde zeigt, vermittelst der Projection und eines Erdglobus mechanisch zu finden, doch lassen sich dieselben auch durch eine leichte trigonometrische Rechnung noch genauer bestimmen. Man ziehe z. B. aus dem Nordpol Y den Bogen Yr zu dem Ort r, welcher den Anfang der Finsterniß bey Sonnenaufgang sieht, so ist in dem sphärischen bey M rechtwinklichten Dreyeck rMY, rY der Abstand des Orts r vom Nordpol = dem Complement seiner Breite; MYr der Stundenwinkel des Orts r von Mitternacht M an gerechnet, und beyde Stücke lassen sich folgendermaaßen finden; MY ist gleich der Abweichung der

Sonne $23^\circ\ 26'$, und der Bogen Mr wird gefunden, nachdem rI bekannt geworden: Nun ist in dem ebenen rechtwinklichten Dreyeck AdC der Sinus von dAC $= \frac{dC}{AC}$ und $90^\circ - dAC = dCA = Ir = 78^\circ\ 5'$, ferner ist dCo $= 5^\circ\ 38' = IL$ und $MCL = 1^\circ\ 20' = ML$ also $5^\circ\ 38' - 1^\circ\ 20' = 4^\circ\ 18' + 78^\circ\ 5' = 82^\circ\ 23' = rM$. Nun ist Cos. rM . Cos. YM = Cos. rY $= 83^\circ\ 1'$ und $90^\circ - 83^\circ\ 1' = 6^\circ\ 59'$ Nordl. Breite des Orts r. Ferner ist $\frac{\text{Sin. } rM}{\text{Sin. } rY}$ = Sin. MYr

$= 86^\circ\ 58' = 5$ Uhr $58'$ Morg. zählt r

Berlin 1 — 52 Nachm.

der Ort r liegt also von Berlin 7 St. $54' = 118^\circ\ 30'$ westl.

Länge von Berlin — 31. 2

$87^\circ\ 28'$ also

$360^\circ - 87^\circ\ 28' = 272^\circ\ 32'$. Länge des Orts r. Auf eine ganz ähnliche Art wird die geographische Lage der andern Oerter e, h und t herausgebracht. Zieht man für den Ort d, einen Bogen von Y nach d, so läßt sich in dem sphärischen Dreyeck dYC, durch die Zerfällung in zwey rechtwinklichte (§. 52), da CY und der Winkel dCY bekannt ist, auch der Sinus von Cd durch $\frac{dc}{CI}$ sich ergiebt, der Stundenwinkel dYC und damit die geographische Länge, so wie die Seite Yd als das Complement der geographischen Breite von d finden.

§. 657. Die Größe des Raums, den der Halb- und wahre Mondschatten zur Zeit des Mittels der Erdfinsterniß in d auf der Oberfläche der Erde einnimmt, läßt sich folgendermaaßen beyläufig finden. Man messe CS und Cd auf dem Maaßstab P, addire beyde zusammen, so kömmt der südliche Halbmesser des Halbschattens dS im Bogen der Erdkugel, wird ferner Cz auf P gemessen und hievon Cd subtrahirt, so ergiebt sich der nordliche Halbmesser dz im Bogen; endlich kömmt der westliche oder östliche heraus, wenn man dq auf P gemessen, mit dem Cosinus des Bogens Cd multiplicirt. Diesemnach findet sich bey dieser Finsterniß dS $= 18° + 12° = 30° . 15 = 450$ Meilen, dz $57° - 18° = 39° . 15 = 585$ Meilen, und dq $= 32° . \text{Cos.}\ 18° = 30° . 15 = 450$ Meilen, woraus sich findet, daß die nordliche Hälfte des Halbschattens sich um 135 Meilen weiter als der Südliche erstrecke. Es wird folglich zur Zeit des Mittels der Finsterniß auf einmal ein ovaler Raum der Erdfläche von des Mondes Halbschatten bedeckt, dessen Größe von Norden nach Süden 1035 und von Osten nach Westen 900 Meilen austrägt. Der wahre Mondschatten breitet sich aber nur über einen geringen Theil der Erdfläche aus, und um bey dieser Finsterniß seinen Halbmesser auf der Erde in d zu finden, dessen Breite zu beyden Seiten der Mondbahn $= 57''$ ist, nehme man die Weite Cd — 57 Sec. (vom Maaßstab K) welche nun auf P gemessen $17\frac{1}{2}°$ faßt, und da Cd genau $18\frac{1}{2}°$ austrägt, so kommt der Halbmesser des wahren Schattens 1° oder 15 Meilen, und der Schattenfleck, welcher hier als kreisförmig zu betrachten ist, (weil der Mittelpunct d noch ziemlich nahe bey C fällt) ist bey dieser Finsterniß etwa 30 Meilen breit. Je weiter sonst d von C kömmt, um desto länglichter wird der Schattenfleck und eben so auch der Halbschatten.

§. 658. Um nun auch die Zeit und Größe dieser Sonnenfinsterniß für Berlin zu finden, nehme man die Polhöhe dieser Stadt 52° $31\frac{1}{2}'$ Nordl. addire dazu und subtrahire davon die Abweichung der Sonne = 23° 26′. Nehme hierauf die Summe 75° $57\frac{1}{2}'$ von dem Maaßstab P und trage solche von C Fig. 120 nach w, dann auch die Differenz 29° $5\frac{1}{2}'$ von C nach XII. Letztere ist die Entfernung der Sonne am 24sten Jun. zu Mittage vom Berliner Zenith, und erstere zu Mitternacht vom Berliner Nadir, oder das Complement der Sonnentiefe unterm Horizont in Norden. Man trage ferner die Berliner Polhöhe auf P genommen, von C nach x. Ziehe b a durch x auf MR senkrecht; theile XII. w in die Hälfte in m, ziehe durch m eine Linie VI. VI. parallel mit b a, und mache VI. VI = b a, so ist VI. VI die grosse, und XII. w die kleine Axe einer Ellipse auf der Erdoberfläche, welche Berlin in einem, dem Monde gleichen Abstande senkrecht über C betrachtet, bey der Umwälzung der Erdkugel von D nach E zu beschreiben scheint, indem der Parallelkreis dieser Stadt alsdann schräge gegen das Auge liegt. Um diese Ellipse zu verzeichnen und richtig in Stunden einzutheilen, beschreibe man aus m mit dem Halbmesser m VI. den halben Kreis VI y VI und mit m XII einen kleinern. Theile beyder Umkreis in 12 Theile, ziehe Linien aus demerstern senkrecht auf VI m VI und bemerke wo diese von andern durch die Theilungspuncte des kleinern Halbkreises senkrecht auf m C stehenden Linien durchschnitten wer-

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0139-5

den, da ergeben sich die Puncte für die Stunden, welche zusammengezogen die halbe Ellipse VI. XII. VI. formiren. Auf gleiche Art läßt sich auch die andere Hälfte VI w VI entwerfen. Die Stunden zur Linken sind Morgen- und zur Rechten Abendstunden. In XII steht Berlin um Mittage in der sichtbaren und in w um Mitternacht in der unsichtbaren oder Nachtseite der Erdkugel. Die Sonne geht zu Berlin auf, wenn diese Stadt zur Linken in das erleuchtete Hemisphär der Erde kommt, und geht unter, wenn sie zur Rechten aus demselben rückt. Der Bogen des Meridians C. XII ist der Abstand der Sonne bey ihrer Culmination vom Berliner Zenith, und so sind auch Linien von C nach einer jeden Stunde der disseitigen Halbkugel gezogen, Verticalkreise, und bestimmen die jedesmalige Weite der Sonne vom Zenith und zugleich den Winkel, den der Meridian, worinn die Sonne steht, mit dem durch dieselbe gehenden Verticalkreis macht. Nach dieser Constructionsart sind diese Linien die Sinusse der ihnen zugehörigen Bögen, welche sich demnach auf dem Maaßstab P finden lassen. Die Größe der Höhenparallaxe des Mondes richtet sich nach dem Sinus seines Abstandes vom Zenith (§. 243). Der Halbmesser CE ist die Größe der horizontalen Parallaxe, und der Mond ist zur Zeit einer Finsterniß nahe bey der Sonne, daher geben Linien von C nach einer jeden Stunde gezogen, und auf K gemessen, die jedesmalige Höhenparallaxe an.

§. 659. Man könnte nun correspondirende Zeitpuncte auf der Mondbahn AB und der rechten Seite des Berliner Parallelkreises suchen, weil die ☌ nach Mittage geschieht,

UNIVERSITÄTS-BIBLIOTHEK HALLE (Saale)

und aus jenen den Mond, aus diesen aber die Sonne gehörig beschreiben, so ließe sich der Anfang, das Mittel und Ende, die Größe der scheinbaren Bedeckung der Sonne vom Monde finden. Unterdessen würde die Figur dadurch zu sehr mit Circuln angefüllt werden, und dann stellte sie alles umgekehrt vor, weil der Zuschauer außerhalb der Erde gesetzt wird. Deswegen ist es besser die Erscheinung wie sie am Firmament gegen den Berliner Horizont vorgeht, aus dem allgemeinen Entwurf Fig. 120 genommen, besonders zu verzeichnen und dazu einerley Maaßstab zu nehmen, wie in der 121sten Fig. geschehen, weil sich alsdann die Wirkung der Parallaxe des Mondes sehr deutlich ergiebt. Demnach ist C der Mittelpunct der Sonne; nach E Osten und nach D Westen. HL ein um 4 Uhr 30′ durch diesen Mittelpunct gehender Verticalkreis, welcher (nach Figur 120) mit dem Meridian der Sonne einen Winkel von 42° westwärts macht. Es kann also der Meridian PS gezogen werden. Mit demselben macht die Ecliptik westlich oder rechter Hand einen Winkel von 88° 40′, daher läßt sich auch diese Sonnenbahn DE in ihrer schrägen Lage gegen den West-Horizont ziehen. Auf eine ähnliche Art wird sich die wahre Mondbahn AB (aus der 120sten Fig.) entwerfen und in Zeit eintheilen lassen. Bey IV Uhr 30′ ist die wahre ☌ ☾ ☉ in der Ecliptik in der Länge und n die nächste Zusammenkunft in der Breite. Hätte nun der Mond keine Parallaxe, so würde hier sein Mittelpunct dem nordlichen Sonnenrande vorbey gehen, und ein südlicher Theil des Mondes einen nordlichen der Sonne bedecken. So aber wird der Mond um die Größe seiner Höhenparallaxe am Himmel, in einem jeden Verticalkreis niedriger gesehen. Von dem Punct der Mondbahn AB nemlich IV Uhr 30′ wird eine Verticallinie parallel mit HL heruntergezogen und da um V Uhr 30′ der Winkel des Meridians mit HL sich für diese Zeichnung unmerklich verändert hat; so wird auch von V. 30 der Mondbahn eine Verticallinie mit HL parallel heruntergezogen. Um VI Uhr 30′ ist jener Winkel (zufolge der 120sten Fig.) nur 40° und daher wird IK für diese Zeit der Verticalkreis, mit welchem von der Mondbahn von VI Uhr 30′ an unterwärts ein anderer parallel gezogen wird.

§. 660. Die Größe der Höhenparallaxe des Mondes für eine jede dieser drey Zeitmomente wird aus der 120sten Fig. von C aus bis dahin, wo selbige in der Ellipse bemerkt sind, genommen, und in der 121sten Fig. von der wahren Mondbahn in den gezogenen Verticallinien herunter getragen, so ergeben sich drey scheinbare Oerter des Mondes und durch diese läßt sich diejenige Bahn, in welcher der Mond zu Berlin der Sonne vorbey zu gehen scheint, nemlich GM ziehen, welche also niedriger als die Sonnenbahn liegt. Auf dieser haben nicht nur die Stunden einen ungleichen Zwischenraum, sondern sie ist auch selbst genau betrachtet, keine gerade Linie, und das erstere wenigstens ergiebt sich schon aus dieser kleinen Figur. Ist nun der scheinbare Mittelpunct des Mondes in a, so fängt sein Rand an die Sonne bey r fast unterhalb zu berühren, und macht den Anfang der Sonnenfinsterniß zu Berlin um 4 Uhr 46′.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0142-8

In m ist die nächste scheinbare ☌ um 5 Uhr 31′ und zugleich die größte Verfinsterung am untern Theil der Sonne zur Linken, welche $4\frac{2}{3}$ Zoll vom Sonnendurchmesser austrägt. Gelangt endlich der Mittelpunct nach b, so verläßt der westliche Rand des Mondes den östlichen Sonnenrand bey t um 6 Uhr 14′, womit sich die Finsterniß endigt, ihre Dauer war also zu Berlin 1 St. 28 Min. Um noch den aus der Höhenparallaxe des Mondes entstehenden Unterschied seines wahren und scheinbaren Ortes nach Länge und Breite ꝛc. aus der Figur zu erkennen, will ich den Punct b für den Austritt wählen. In b wird der Mond, wenn er zu Berlin die Sonne verläßt, gesehen, dies ist folglich sein scheinbarer Ort, in d wird er zu gleicher Zeit in seiner wahren Bahn aus dem Mittelpunct der Erde beobachtet stehen, cE ist alsdann seine wahre Entfernung von der Sonne in der Länge, Ed seine wahre Breite nordlich; ce ist nun hingegen sein scheinbarer Abstand von der Sonne und eb seine scheinbare Breite, Südlich. Folglich verursacht hier die Höhenparallaxe db eine Parallaxe in der Länge = eE und in der Breite = Ed + eb deren Anzahl Minuten sich auf dem Maaßstab K ausmessen lassen. Die wahre ☌ geht hiernach der scheinbaren vor, welches allemal am westlichen Himmel, so wie am östlichen das Gegentheil, statt findet.

§. 661. Als eine allgemeine Anweisung zur trigonometrischen Berechnung einer Erdfinsterniß, wähle ich die von Tobias Mayer in Vorschlag gebrachte Methode *).

*) Siehe dessen Opera inedita Vol. I. Methodus facilis et accurata computandi eclipses solares in dato loco conspicuas,

Es wird nemlich vorausgesetzt, daß die Zeit derselben etwa wie vorhin, durch eine Construction beyläufig bekannt geworden. Man berechnet alsdann 1) für drey Zeitmomente, die in gleichen Entfernungen von einander liegen, und der Zeit des Anfangs, Mittels und Endes der Finsterniß am nächsten kommen, aus den Tafeln nach aller Schärfe, sowol für die Sonne als den Mond: die **wahre Länge, Breite, horizontalen Halbmesser und Aequatorialparallaxe.** 2) Für die angenommenen Zeitmomente sucht man etwa auf einer künstlichen Himmelskugel die **Höhe des Mondes über dem Horizont**, blos um die **Vergrößerung des horizontalen Halbmessers** darnach zu bestimmen (§. 477). 3) Wegen der sphäroidischen Gestalt der Erde nimmt man aus den Mondtafeln die Verbesserung der Polhöhe und der horizontalen Aequator-Mondparallaxe für den Ort der Beobachtung (§. 273) *). 4) Für jene drey Zeitmomente

*) Diese Verbesserung der Polhöhe entsteht von dem Winkel soz Fig. 59 den die zum wahren und scheinbaren Zenith führenden Linien an der Oberfläche der sphäroidischen Erde mit einander machen. Der Sinus dieses Winkels ist gleich der Applattung der Erde ($\frac{1}{200}$ nach §. 286.) multiplicirt mit dem Sinus der doppelten geographischen Breite. Die Größe dieses Winkels bey dieser Applattung, von 10 zu 10° der Breite enthält schon die Tafel auf Seite 200. Die bey der sphäroidischen Erde nöthige Reduction der Aequator-Horizontalparallaxe des Mondes auf die horizontale Mondparallaxe für den Ort der Beobachtung (§. 273) ist gleich dem Product jener Aequatorialparallaxe des Mondes in der Applattung der Erde und dem Quadrat vom Sinus der geographischen Breite.

braucht man nun unter der reducirten Polhöhe, die Länge und Höhe des 90sten Grades der Ecliptik, man nimmt solche entweder aus bereits darüber vorhandenen Tafeln, oder berechnet sie, wenn vorher noch der Winkel der Ecliptik mit dem Meridian aus den Sonnentafeln oder die gerade Aufsteigung der Sonne bekannt ist, nach der Anweisung im 206ten §. nur bis in Minuten *), indem die Weglassung der Secunden nur selten einen Fehler von einer Secunde in der Parallaxe verursachen würde.

§. 662. Hierauf berechnet man 5) für die angenommenen Zeiten, wie viel die Höhenparallaxe die wahre Länge und Breite des Mondes verändert; hiezu giebt Mayer folgende Formel: Es sey der Unterschied der horizontalen Parallaxe des Mondes und der Sonne von dem Ort der Beobachtung $= \pi$, die Höhe des 90sten Grades $=$ A, der wahre Abstand des Mondes vom 90sten Grad $=$ b, die wahre Breite des Mondes $=$ a. Der Sinus von einer Secunde $=$ s (dessen Log. 4.685575).

*) Es sey die reducirte Polhöhe $= \varphi$ die Schiefe der Ecliptik $= \alpha$ die gerade Aufsteigung des culminirenden Puncts des Aequators (Mitte des Himmels) $= \mu$, so ist nach Mayer: Tang. $\omega = \frac{\text{Tang } \varphi}{\text{Sin. } \mu}$ ferner Tang. der Länge des 90sten Grades $= \frac{\text{Tang. } \mu \text{ Cos. } (\omega - \alpha)}{\text{Cos. } \omega}$ und Cosin. der Höhe des 90sten Grades $= \frac{\text{Sin. } \varphi \text{ Sin. } (\omega - \alpha)}{\text{Sin. } \omega}$

So ist: Parallaxe der Länge

$$= \pi . \text{Sin. } A \, \text{Sin. } b + s . \pi^2 \, \text{Sin. } A^2 \, \text{Sin. } b . \text{ Cos. } b$$

und Parallaxe der Breite

$$= \pi \, \text{Cos. } A \mp \pi \, \text{Sin. } A \, \text{Sin. } a \, \text{Cos. } b \pm s . \pi^2 . \, \text{Sin. } A . \text{ Cos. } A \, \text{Cos. } b.$$

6) Die hiedurch gefundene Parallaxe der Länge des Mondes wird von der wahren Länge desselben für alle drey Zeitmomente subtrahirt, wenn der Mond an der westlichen und dazu addirt, wenn er an der östlichen Seite des Meridians steht, und man erhält: die scheinbare Länge des Mondes und damit den scheinbaren Abstand des Mondes von der Sonne. Die Parallaxe der Breite wird allemal von der wahren Breite Südwärts gerechnet, und so ergiebt sich die scheinbare Mondbreite. Folgende Tafel zeigt für die obige Erdfinsterniß vom 24sten Jun. 1778 die nach den bisherigen Regeln gefundenen Hauptstücke der Berechnung, aus welchen sich nachher die noch weiter erforderlichen ergeben werden.

§. 663. Den 24sten Jun. 1778 Nachmittag zu Berlin.

	4 Uhr 40 Min.	5 Uhr 30 Min.	6 Uhr 20 Min.
Wahre Länge der Sonne	3 Z. 3° 4′ 27″	3 Z. 3° 6′ 26″	3 Z. 3° 8′ 25″
— — des Mondes	3 3 10 5	3 3 41 25	3 4 12 44
Wahre Br. des ☾ nordl.	20 0	22 54	25 48
Halbmesser der Sonne	15 47	15 47	15 47
Hor. Parall. ☾ unt. Aeq.	61 11	61 11	61 10
Horiz. Halbm. des ☾.	16 40	16 40	16 40
Höhe des ☾, ohngefehr	31°	25°	18°
Vergrößer. d. Halbm. ☾	9″, 5	8″	6″
Sch. Hlbm. ☾ i. d. Höhe	16′ 49, 5	16 48	16 46
Sum. der Hlbm. ☾ + ☉	32 36, 5	32 35	32 33
Polhöhe von Berlin	52° 31′ 30″	52° 31′ 30″	52° 31′ 30″
Verb. ders. (Appl. $\frac{1}{300}$)	— 16 33	— 16 33	— 16 33
reducirte Polhöhe = φ	52 14 57	52 14 57	52 14 57
Verbesser. der Parallaxe	— 11	— 11	— 11
Horiz. Parall. ☾ z. Berl.	61 0	61 0	60 59
Wstl. Abst. ☉ v. Merid.	70° 0′ 0″	82° 30′ 0	95° 0 0
Gerade Aufsteig. der ☉	93 21 4	93 23 13	93 25 21
also gerade Aufsteig. der Mitte Himmels = μ	163 21 4	175 53 13	188 25 21
Läng. des 90. Gr. der ☉	4 Z. 20° 58	4 Z. 29 51	5 Z. 8° 58
Höhe — — = A	49 3	44 57	40 27
Schiefe d. Ecl. 23° 28′ 6″			
Wahr. Abst. des ☾ vom 90sten Grad = b	47° 47′ 55″	56° 9′ 35″	64° 45′ 16″
Horizont. Parallaxe ☉	8	8	8
Parll ☾ - Parll. ☉ = π	60 52	60 52	60 51
Parll. d. Länge des ☾	— 34 21	— 35 58	— 35 52
Parallaxe der Breite ☾	40 4	43 13	46 25
folglich scheinb. Länge ☾	3 Z. 2° 35′ 44″	3 Z. 3° 5′ 27″	3 Z. 3° 36′ 52
Untersch. d. schb. Länge des ☾ und der ☉	Westl. 28 43	Westl. 0 59	östlich 28 27
Schb. Br. ☾ Südlich	20 4	20 19	20 37

§. 664. Hiernach läßt sich ferner für 10 Min. vor und nach den vorigen Zeitmomenten, durch Proportionaltheile *) ohne merklichen Fehler folgendes berechnen.

Zeit.			Unterschied der scheinb. Länge.		Scheinbare Breite d. ☾ Südlich		Summe der Halbm. des ☾ und ☉.	
U.	M.	S.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
4	30	0	− 34	4	20	1	32	36, 5
4	40	0	− 28	43	20	4	32	36 5
4	50	0	− 23	18	20	7	32	36 5
5	20	0	− 6	40	20	16	32	36
5	30	0	− 0	59	20	19	32	35
5	40	0	+ 4	46	20	22	32	35
6	10	0	+ 22	25	20	33	32	34
6	20	0	+ 28	27	20	37	32	33
6	30	0	+ 34	34	20	41	32	33

*) Bey den Angaben der 2ten Col. muß man die 2ten Differenzen mitnehmen oder interpoliren, weil die Unterschiede von 50 zu 50 Min. zu ungleich sind, als:

		1ste Differ.	2te Differ.
für 4 Uhr 40′	− 28 43		
5 − 30	− 0 59	+ 27′ 44″	
6 − 20	+ 28 27	+ 29 26	+ 1′ 42″

Also z. B. für 4 Uhr 50′ . . 50′ : 27′ 44″ = 10′ : 5′ 33″

und $\frac{10}{50} \cdot \frac{40}{50} \cdot \frac{1' \; 42''}{2} =$ $\quad - 8$

$5 \; 25 =$

Abnahme des Unterschieds der scheinb. Länge zwischen 4 U. 40′ und 4 U. 50′ und so mit den übrigen.

Nun giebt nach Fig. 121 für den Anfang in a, ca^2 (oder das Quadrat von der Summe der Halbmesser der Sonne und des Mondes) — aw^2 (oder dem Quadrat der scheinbaren Breite) das Quadrat des Unterschiedes der scheinbaren Länge oder cw^2 und eben so für das Ende $bc^2 - be^2 = ce^2$ wobey diese Stücke gleiche Bedeutung haben. Setzt man nun beym Anfang $aw = 20' \; 0''$ und $ca = 32' \; 36\frac{1}{2}''$ so kömmt $cw \; 25'.45''$ woraus nach obiger Tafel folgt, daß der Anfang zwischen 4 U. 40′ und 4 U. 50′ fällt; alsdann ist aber eigentlich $aw = 20'.5''$. Da nun vorhin 20′ 0″ für a w angenommen worden, so setzt man noch $25' \; 45'' : 20' \; 0'' = 5'' : 4''$ und nun ist $25' \; 45'' - 4'' = 25' \; 41''$ der Unterschied der scheinbaren Länge der ⊙ und des ☾ für den Anfang der Finsterniß; Nun ist die Abnahme dieses Unterschiedes

zwischen 4 U. 40′ und dem Anfang $= 28' \; 43'' - 25' \; 41'' = 3' \; 2''$
—— 4 U. 40′ und 4 U. 50′ aber $28 \; 43 - 23 \; 18 = 5 \; 25$

Es wird also gesetzt: $5' \; 25'' : 10' = 3' \; 2'' : 5' \; 36''$ Demnach ist der Anfang der Finsterniß um 4 Uhr 45′.36″. Um die Zeit des Endes ist b e etwa 20′.33″ und b c 32′ 34″ demnach $bc^2 - be^2 = ce^2$ und $ce = 25'.16''$ woraus folgt, daß das Ende zwischen 6 Uhr 10 und 6 U 20′ fällt, für welche Zeit aber die scheinbare Breite b e genauer 20′ 35″ ist. Man setzt also $25' \; 16'' : 20' \; 33'' = 2'' : 2''$ welche von 25′.16″ subtrahirt werden, es bleiben also 25′.14″ für den Unterschied der Länge beym Ende der Finsterniß.

Die Zunahme des Unterschiedes der scheinbaren Länge zwisch. 6 U. 10′ u. d. Zeit des Endes 25′. 14″ — 22′. 25″ = 2′. 49″ — 6 . 10 und 6 Uhr 20′ aber 28 . 27 — 22 25 = 6 . 2. Demnach: 6′ 2″ : 10′ = 2′ 49″ : 4′ 40″. Also ist das Ende der Finsterniß um 6 Uhr 14′. 40″.

§. 665. Aus der Tafel erhellet ferner, daß das Mittel der Finsterniß zwischen 5 U. 30′ und 5 U. 40′ geschehen muß, da die Zunahme des Unterschiedes der Länge 5′. 45″ und der scheinbaren Breite 3″ ist, und man kann die scheinbare Breite, da sie sich wenig ändert, für das Mittel zu 20′. 19″ annehmen. Man setze nun: 5′ 45″ : 3″ = 20′ 19″ : 11″ = Unterschied der scheinbaren Länge zur Zeit der scheinbaren nächsten ☌, um welche, da die Breite des Mondes zunimmt, die nächste ☌ früher als die scheinbare ☌ in einem Punct der Ecliptik geschieht. Nun ist für 5 Uhr 30′ Unterschied der Länge — 0 59″, machen in Zeit, wenn man schließt: 5′ 45″ : 10′ = 59″ : 1′ 43″

der ☾ ist bey der größten Verfinsterung 11″ zurück, machen nach gleichem Satz in Zeit — 19

+ 1′ 24″

also geschieht die größte Verdunkelung um 5 Uhr 31′ 24″.

Nun sey die gefundene scheinbare Breite des Mondes zur Zeit der größten Verfinsterung 20′ 19″, der Unterschied der scheinbaren Länge zu gleicher Zeit 11″ so wird die nächste scheinbare Entfernung der Mittelpuncte die Quadratwurzel aus ($11''^2 + 1219''^2$) = 20′ 19″, welche von der Summe beyder Halbmesser $32'.35''$ subtr. die Größe der Verfinsterung geben $= 12'.16''$, die in Zollen des Sonnenhalbmessers austragen $\frac{6.\ 12'\ 16''}{15'\ 47''} =$ IV Zoll 40 Min. am südlichen Theil der Sonne.

§. 666. Die Sonnenfinsternisse können gleichfalls und noch weit sicherer wie die Mondfinsternisse zur Erfindung der geographischen Länge oder des Meridianunterschiedes zweyer Oerter dienen, weil bey leztern der Erdschatten nicht scharf genug begränzt ist, um den Augenblick der Berührung der Flecken und Ränder des Mondes von demselben sehr genau beobachten zu können, und sich auch hiebey durch Fernröhre, die verschiedentlich vergrößern, noch besonders merkliche Unterschiede zeigen. Diese Schwierigkeit bey den Beobachtungen fällt zwar bey den Sonnenfinsternissen gänzlich weg, allein dagegen erfordern diese noch eine weitläuftige Berechnung wegen der Wirkung der Mondparallaxe, um nemlich die an beyden Oertern beobachtete scheinbare Berührung der Sonnen- und Mondränder beym Anfang und Ende der Finsterniß, oder gewisse andere Wahrnehmungen, z. B. eine gewisse Größe der Finsterniß, oder die Bedeckung eines Sonnenflecks vom Monde ꝛc. auf eine aus dem Mittelpunct der Erde gesehene, folglich wahre zu reduciren, denn nachdem dies geschehen, läßt sich erst auf den Unterschied der Meridiane schließen. Ich werde davon noch in dem Abschnitt von der Schiffahrt allgemeine Begriffe zu verschaffen suchen.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0151-8

§. 667. Sonnenfinsternisse fallen häufiger als Mondfinsternisse vor, sind aber für einzelne Oerter seltner als die letztern, weil der Mondschatten, auch wenn er mitten über die Erdoberfläche fortläuft, doch nur einen Theil derselben bedecken kann *). Der wahre Schatten des Mondes kömmt bey den wenigsten Sonnenfinsternissen bis zur Erde herab (§. 642.) und wenn auch dies geschieht, so kann seine Breite aufs höchste nur einige 30 Meilen austragen, daher sind totale und noch mehr centrale Sonnenfinsternisse für einen bestimmten Beobachtungsort äußerst seltene Himmelsbegebenheiten. Genaue ringförmige, folglich auch zugleich centrale Sonnenfinsternisse zeigen sich für einen einzelnen Ort eben so selten, indem dabey über diesen Ort gerade der Mittelpunct des Mondhalbschattens weggehen muß. Im gegenwärtigen Jahrhundert waren die Sonnenfinsternisse von 1706, 1715, 1724, 1748, 1764 und 1793 in unsern Gegenden von Europa die größten, doch hat sich keine davon zu Berlin central gezeigt **). Sehr merkwürdig sind unterdessen die Naturscenen bey einer totalen Sonnenfinsterniß. Das Tageslicht verlöscht wenige Minuten vor der

*) Von 46 Sonnenfinsternissen, die in 18 Jahren von 1776 bis 1793 sich auf der Erde zeigten, waren zu Berlin nur 8 sichtbar, und von 28 Mondfinsternissen, die in diesem Zeitraum vorfielen, stellten sich 15 über dem Berliner Horizont ein.

**) Hr. du Vaucel hat berechnet, daß vom Jahr 1769 bis zum Jahr 1900. 59 Sonnenfinsternisse zu Paris sichtbar seyn werden, unter welchen aber nicht eine einzige total und nur eine, nemlich die am 9ten Oct. 1847 daselbst ringförmig erscheinen wird.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0152-4

totalen Bedeckung der Sonne (§. 463.) und geht im Augenblick derselben in eine sonderbare Dunkelheit in der Atmosphäre, die weder der vollen Nacht, noch einer schwachen Abend- und Morgendämmerung gleicht, über; die kenntlichsten Fixsterne, und besonders die Planeten, kommen bey heiterer Luft zum Vorschein. Es erfolgt eine starke Abkühlung der Luft, die Thiere begeben sich zur Ruhe &c.*). Endlich ist von dem Wege des Mondhalbschattens über die Erdoberfläche noch zu merken, daß derselbe um die Zeit der Sommer- und Wintersonnenwende dem Aequator fast parallel liegt, und sich nur etwas nordwärts wendet, wenn der Mond beym ☊ und südwärts, wenn er beym ☋ ist. Zur Zeit der Frühlings Nachtgleiche läuft der Schatten von Südwest nach Nordost, und der Winkel mit dem Aequator oder dessen Parallelen ist am größten, wenn der Mond beym ☊ ist; um die Zeit der Herbstnachtgleiche hingegen geht die

*) Auch erscheint gewöhnlich während der totalen Verdunkelung ein leuchtender Ring um den Mond, wie unter andern Hr. de Ulloa auf dem Meer dem Cap Vincent gegen über bey der daselbst 4 Min. lang dauernden totalen Sonnenfinsterniß am 24ten Jun. 1778. (S. Berl. Ephemeriden 1781 Seite 161) beobachtete, dessen Entstehung von der Atmosphäre des Mondes hergeleitet wird. Uebrigens zeigt sich der dunkle Mondrand sehr scharf auf der Sonnenscheibe, und ohne Spur eines Monddunstkreises. Allein eine Inflexion oder Beugung der Lichtstralen am Rande des Mondes, die von einer geringen Brechung derselben in seiner Atmosphäre entsteht, haben die Astronomen zu beobachten geglaubt. Hr. du Sejour berechnet, daß dadurch der Halbmesser des Mondes auf der Sonne um 3″ verkleinert wird.

Richtung desselben von Nordwest nach Südost, und am merklichsten, wenn der Mond beym ☋ steht. Der Mondschatten beschreibt übrigens keineswegs einen Bogen vom größten Kreise der Erdkugel, sondern jedesmal eine besonders gekrümmte Linie, deren convexe Seite gegen den benachbarten Pol der Erde liegt, und die schlangenförmig wird, oder eine doppelte Krümmung hat, wenn er durch den Aequator geht.

§. 668. Ueberhaupt ist im Allgemeinen von den Finsternissen noch folgendes zu merken. Ihre Berechnung, sowohl der vergangenen, als zukünftigen, wird, wie schon oben erwehnet, nach den Sonnen- und Mondtafeln angestellt, und ist mehr mühsam als schwer *). Die Anzahl der Finsternisse in einem Jahr kann bis 7 gehen, und alsdann treffen dieselben im Januar, Julius und December ein. Es müssen jährlich wenigstens zwey Sonnenfinsternisse einfallen, weil die Sonne allemal nach 6 Monaten in die Nachbarschaft der Mondknoten kömmt. Je größer die Sonnen- oder Erdfinsternisse in einem Jahre sind (aus dem Mittelpunct der Erde betrachtet) desto kleiner werden die Mondfinsternisse. Die Neumonde, welche vor und nach einer totalen Mondfinsterniß vorfallen, bringen gemeiniglich Sonnenfinsternisse mit. Wenn aber ein Neumond gerade im ☊

*) Lambert hat zu dieser Art astronomischer Rechnungen in der Beschreibung seiner allgemeinen ecliptischen Tafel und in dem zweyten Theil seiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik deutliche Anweisungen gegeben, und solche für Liebhaber abgekürzt und erleichtert.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0154-5

oder ☋ eintritt, und folglich eine centrale Erdfinsterniß verursacht, so ist der zunächst vorhergehende Vollmond noch zu weit vor dem Knoten und der nachher folgende schon dem Knoten zu weit vorbey, um verfinstert zu werden, und daher kann in einem solchen Jahre, worinn zwey centrale Sonnenfinsternisse eintreffen, keine Mondfinsterniß entstehen *). Da nun 12 synodische Monden Monate oder Neu- und Vollmonde, nur 354 Tage ausmachen, so zeigen sich Finsternisse, welche in diesem Jahre ansehnlich gewesen sind, im künftigen Jahr um 365 — 354 = 11 Tage eher, wiewol mit einer veränderlichen Größe, denn die sin diesem Jahr gerade im ☊ oder ☋ fielen, treffen im künftigen etwa 8° weiter ostwärts ein, indem die Mondknoten jährlich um 19° gegen Westen zurückgehen. Nach 18 Jahren und 11 Tagen sind 223 Neumonde, und da indeß die Mondknoten beynahe den ganzen Himmel herumkommen (§. 476.) so kehren auch in diesem Zeitraum die Finsternisse wieder, und erscheinen folglich im 19ten Jahr nach 235 Neumonden an dem nemlichen Monatstage, also in einer gleichen Gegend des Thierkreises. Eben dieses geschieht auch, und zwar mit immer mehr Genauigkeit, nach Verlauf von 358, 3445 ꝛc. Neumonden. Auch sind die Perioden 521 und 2362 Jahr (zu 365 $\frac{1}{4}$ Tage gerechnet) für die Wiederkehr der Finsternisse noch genauer als die 19 jährige. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels habe ich von Seite 390 bis 392 die bis zu Ende dieses Jahrhunderts einfallenden Sonnen- und Mondfinster-

*) Alles dieses zeigt die vorhin erwehnte Lambertsche ecliptische Tafel, durch den Augenschein.

nisse angezeigt. In meinen astronomischen Jahrbüchern werden die Finsternisse eines jeden Jahres, sowol im Allgemeinen für die ganze Erde, als besonders für Berlin, vollständig beschrieben *).

Von den Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond.

§. 669.

Da der Mond der Erde am nächsten steht, so kann er auch, außer der Sonne, alle Planeten und diejenigen Fixsterne, bey welchen er monatlich im Thierkreise vorbey geht, bedecken oder sich zwischen denselben und unsern Augen stellen. Diese Himmelsbegebenheiten sind wegen der Parallaxe des Mondes gleichfalls nicht überall, sondern nur da auf der Erde sichtbar, wo Linien aus dem Stern durch den Mond ihre Oberfläche treffen. Es sey Fig. 122. T der Mittelpunct der Erde und HoE die einem nach S hinaus stehenden Stern zugewendete Halbkugel derselben. Steht nun der Mond C zur Zeit der ☌ mit diesem Stern genau in der Linie TocS, so wird er für den Punct T oder o den Stern S central bedecken; aus H aber zeigt sich sein Mittelpunct zu gleicher

*) In der allgemeinen Chronologie für die Zeiten nach Christi Geburt zur Erläuterung der alten Denkmäler, Chroniken, Urkunden 2c. Erster Theil 8. Leipzig 1779 kommt auf fast 200 Seiten ein chronologisches Verzeichniß der vom Jahr Christi 1 bis 1900 in Europa, Asia und dem nordlichen Theile von Africa sichtbaren Sonnen- und Mondfinsternisse nach ihren allgemeinsten Umständen vor.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0156-6

Zeit nach R und aus E nach Q, folglich um ScR oder ScQ = dem Winkel der horizontalen Parallaxe auf eine oder die andere Seite vom Stern entfernt. Der Fixstern hat wegen seiner fast unendlichen Entfernung keine Parallaxe für E und H, daher gehen alle von der Oberfläche der Erde nach demselben gezogene Linien unter sich parallel, oder EhS, nS, TS, mS, HIS und andere treffen einen und demselben Stern. Der Mond rückt in seiner Bahn von Westen gegen Osten oder in der Figur von a nach b fort.

§. 670. Es sey ab ein Theil der Bahn des Mondes, so kann man sich vermittelst dergleichen Parallellinien den Stern in einem jeden Punct derselben von h bis l gedenken. Steht alsdann der Mond vor der ☌ aus dem Mittelpunct der Erde T gesehen in a, so fängt sein östlicher Rand h für den Punct E der Erdfläche an den Stern S zu bedecken, kömmt der Mittelpunct des Mondes in h, so ist die Bedeckung in E central, und wenn der westliche Mondrand daselbst anlangt, so ist die Bedeckung für E vorbey. In c oder zur Zeit der nächsten ☌ sieht der Ort o den Mittelpunct des Mondes gerade vor dem Stern, und die Bedeckung ist übrigens in einem Kreis um o auf der Erde sichtbar, der dem Durchmesser des Mondes gleich ist, wie die zu beyden Seiten der Mondkugel gezogenen Parallellinien zu erkennen geben. Wenn der östliche Rand des Mondes l berührt, so fängt die Bedeckung für H an: kömmt der Mittelpunct des Mondes dahin, so ist die Bedeckung in H central, und steht der Mond in b, so verläßt der westliche Rand desselben den Stern für H, und damit für die ganze Erde. Die Erde wälzt sich nach

E o H herum; folglich sieht ein jeder Ort, der bey dieser Umwälzung in E und H kömmt, den Stern auf oder untergehen, und über o steht er jedesmal im Zenith. Bedeckungen der Sterne vom Mond sind daher gleichfalls wie die Sonnenfinsternisse den westlichen Ländern früher als den östlichen sichtbar, und ihre Erscheinung für die ganze Erde hat mit jenen Himmelsbegebenheiten viele Aehnlichkeit.

§. 671. Wenn der Mond einen Fixstern oder Planeten, mit dem er in ☌ eine gleiche Länge erhält, bedecken soll, so muß der Unterschied seiner Breite, und der Breite des Sterns die Summe der Horizontalparallaxe und Halbmesser des Mondes nicht übersteigen, wie die 122ste Figur zeigt. Gedenkt man sich c h senkrecht über T c S nach Norden und c l eben so unter T c S nach Süden, so wird, wenn die Breite des Mondes in ☌ c a = c b gleich ist, die Berührung des Sterns vom nächsten Mondrande nur an den beyden äußersten nordlichen und südlichen Puncten der Erdfläche gesehen, c h = c l aber ist der horizontalen Parallaxe des Mondes oder den Winkel T h E = T l H gleich, wozu noch der Halbmesser des Mondes h a = l b kömmt. Nun kann die Horizontalparallaxe des Mondes im Perigäo auf $61\frac{1}{2}$ Min. und sein Halbmesser auf $16\frac{3}{4}$ Min. gehen; im Apogäo aber wird jene 54 und dieser $14\frac{3}{4}$ Min. austragen. Daher muß im Perigäo der Mond nicht über $61\frac{1}{2} + 16\frac{3}{4} = 78\frac{1}{4}$ Min. oder $1^\circ\ 18\frac{1}{4}'$, und im Apogäo nicht über $54 + 14\frac{3}{4} = 68\frac{3}{4}$ Min. $= 1^\circ\ 8\frac{3}{4}'$ von einem Stern in der Breite nord- oder südwärts entfernt bleiben, wenn die Bedeckung irgend auf der Erde möglich werden soll. Gesetzt, ein Stern habe eine nordliche Breite von $2^\circ\ 16'$, so sind also in der Erdnähe des Mondes zwischen $3^\circ\ 34\frac{1}{4} = 2^\circ\ 16' + 1^\circ\ 18\frac{1}{4}'$ und $57\frac{3}{4}' = 2^\circ\ 16' - 1^\circ\ 18\frac{1}{4}'$; hingegen in der Erdferne zwischen $3^\circ\ 24\frac{3}{4} = 2^\circ\ 16' + 1'\ 8\frac{3}{4}'$ und $1^\circ\ 7\frac{1}{4} = 2^\circ\ 16' - 1^\circ\ 8\frac{3}{4}'$ nordlicher Mondsbreite die Gränzen für die mögliche Bedeckung eingeschlossen. Die Bedeckung dieses Sterns wird auf dem nordlichen Theil der Erde sichtbar seyn, wenn die Breite des Mondes größer ist, als die Breite des Sterns, und auf dem südlichen, wenn das Gegentheil statt findet.

§. 672. Die größte Breite des Mondes kann bis auf $5^\circ\ 18'$ gehen, werden hiezu obige $1^\circ\ 18\frac{1}{4}'$ addirt, so kommen $6^\circ\ 36\frac{1}{4}'$ und dies ist die größte Breite, die ein Stern haben kann, um bey dieser größten Mondsbreite da, wo der Mond im Horizont gesehen wird, noch vom Mondrand getroffen zu werden, demnach liegen alle Sterne, die der Mond im Thierkreise irgendwo von der Erde aus betrachtet bedecken kann, an beyden Seiten der Ecliptik bis zu einem Abstande von $6^\circ\ 36\frac{1}{4}'$ folglich in einer Zone, deren Breite $13^\circ\ 12\frac{1}{2}'$ austrägt. Wenn man nur die Sterne bis zur fünften Größe rechnet, so kommen in den Sternenverzeichnissen des Thierkreises etwa 180 Sterne vor, deren Breite $6^\circ\ 36\frac{1}{4}'$ nicht übersteigt. Rechnet man beyläufig, so können von dieser Summe bey einem jeden monatlichen Umlauf des Mondes etwa 36 bedeckt werden, weil der Mond jedesmal, von der ganzen Erdfläche betrachtet, einen Streifen von $2^\circ\ 36'$, $= 2$. horizont. Parallaxe und Halbmesser ☾ oder den 5ten Theil von der Breite der obigen Zone am Firmament einzunehmen scheint *). Für einen einzelnen Ort aber muß statt 2° 36′ nur der Durchmesser des Mondes selbst = höchstens $33\frac{1}{2}$ Minuten genommen werden, und so finden sich durch $\frac{36 \cdot 33\frac{1}{2}'}{156'}$ nur 7 bis 8 Sterne, die in Zeit von einem Monat bedeckt erscheinen können. Nimmt man noch hinzu, daß die Bedeckungen der Sterne vierter und fünfter Größe vom Mond nicht anders sichtbar sind, als wenn der Mond zur Zeit der ☌ mit denselben wenig Licht hat, so ergiebt sich, daß diese Himmelsbegebenheiten wirklich nicht so häufig vorfallen, als man Anfangs glauben möchte.

§. 673. Behielte die Mondbahn eine unveränderliche Lage im Thierkreise, so würden allemal die nemlichen Sterne des Thierkreises und zwar keine andere, als die auf einer jeden Seite der Mondbahn weniger als 1° 18′ entfernt wären, bey einem jeden Umlauf von demselben bedeckt erscheinen. In der Gegend der Mondknoten wäre dann 1° 18′ die größte Breite, aber 90° vom ☊ oder ☋, da wo die Mondbahn selbst 5° 18′ von der Ecliptik liegt, ginge diese Breite auf 5° 18′ + 1° 18′ = 6° 36′ und so würden sich die Bedeckungen der Fixsterne vom Mond noch seltner, als obiger beyläufiger Ueberschlag angiebt, einstellen. Da aber die Mondknoten, und folglich auch die Puncte der größten

*) Der Mittelpunct des Mondes wird nemlich aus H und E um den Winkel HCE = der doppelten horizontalen Parallaxe an verschiedenen Orten der Himmelskugel gesehen, wozu dann an jeder Seite noch sein Halbmesser gerechnet werden muß.

Mondsbreiten in etwa 19 Jahren rückwärts, oder von Osten gegen Westen, jene in dem Kreis der Ecliptik, und diese in dem 6° 36′ nord= und südwärts davon gelegenen Parallelkreise herum kommen, so ist die Lage der Mondbahn in dieser Zwischenzeit periodisch veränderlich, und es können mittlerweile alle Sterne des Thierkreises bis zu 6° 36′ Breite, nach und nach vom Monde getroffen werden. Die Breite des Mondes ist daher in ☌ mit einem Stern nicht immer gleich groß. Der Mond kann z. B. in diesem Jahr mit einem gewissen Stern, dessen Breite $5\frac{1}{2}$° Südlich ist nahe zusammen kommen, wenn er nemlich bey demselben etwa seine größte südliche Breite erhält. Nach $9\frac{1}{2}$ Jahren aber erreicht der Mond in der Gegend dieses Sterns seine größte nordliche Breite, und wird daher demselben um 11 Grad nordwärts vorbey gehen. Demnach giebt es nur gewisse Jahre, in welchen die Bedeckung dieses oder jenen Fixsterns möglich ist, und es kommt dabei blos auf eine Entfernung des Mondes oder des Sterns vom ☊ oder ☋ an, bey welcher er in ☌ mit dem Stern die gehörige Breite erhält. Nun verändert sich aber aus leicht einzusehenden Gründen die Breite des Mondes nach einigen Jahren in der Gegend der Knoten viel merklicher als in der Gegend der größten nordlichen oder südlichen Breite, und folglich sind die Gränzen der Möglichkeit einer Bedeckung sehr ungleich, welches schon nach der 42. Fig. begreiflich wird, wenn man sich ♈ ♎ ♈ als die Ecliptik u. ♈ ♋ ♎ ♑ ♈ als die Mondbahn, folglich ♈ als den ☊ u. ♎ als den ☋ ferner die Zurückweichung d. Knoten auf ♈ ♎ ♈ und daß sich dabey die ganze Mondbahn gegen die rechte

Handfortschiebt, vorstellt. Bey Sternen, deren Breite um die Summe der Parallaxe und Halbmesser ☾ kleiner ist, als die größte Breite des Mondes, können die Knoten um 4 Zeichen zurückgehen und die Bedeckung bleibt für irgend einen Punct der Erdfläche noch immer möglich; worüber 6 Jahre hingehen; bey solchen hingegen, deren Breite jener Summe von 6° 36′ nahe kömmt oder auch 0 ist, sind diese Gränzen viel enger, weil im ersten Fall nur die Möglichkeit einer Bedeckung da ist, wenn der Mond in ☌ gerade seine größte Breite erhält, und im zweyten die Knoten nicht über 30° zurückgehen müssen, damit die Bedeckung vor und nach dem einen oder andern erfolgen könne, welches hiebey 19 Monate nach einander sich zutragen kann.

§. 674. Nach diesen Bemerkungen lassen sich für einen jeden Stern die Oerter des ☊ finden, zwischen welchen eine Bedeckung desselben für einen oder den andern Punct der ganzen Erdfläche möglich ist, wiewol bey dieser Rechnung wegen der etwas veränderlichen Breite des Mondes in gleichen Abständen vom Knoten, die von seiner Stellung gegen die Sonne, ungleichen Bewegung und verschiedentlichen Entfernung von der Erde ꝛc. herrührt, nur die mittlere horizontale Parallaxe und Halbmesser = 1° 14′ zum Grunde gelegt worden, und die daher noch einige Unzuverläßigkeiten zurück läßt. Folgende Tafel zeigt hiernach für einige der vornehmsten Sterne des Thierkreises, innerhalb welchen Gränzen der Länge sich der ☊ bey ihrer Bedeckung aufhält.

Namen und Größe der Sterne.		Beyläufige Länge der Sterne.	Beyläufige Breite der Sterne.	Zurückgehende Bewegung des ☊ von	bis
Alcyone im Siebengestirn	3	27° ♉	4° N.	23° ♈	1° ♑
Aldebaran im St.	1	7 ♊	$5\frac{1}{2}$ S.	9 ♎	5 ♌
β am nordlichen Horn des Stiers	2	20 ♊	$5\frac{1}{3}$ N.	25 ♈	15 ♒
μ an den Füßen der Zwillinge	3	2 ♋	1 S.	6 ♑ 27 ♋	7 ♐ 28 ♊
δ an der Hand der Zwillinge	3	16 ♋	$0\frac{1}{5}$ S.	28 ♑ 3 ♌	29 ♐ 4 ♋
η am Halse des Löwen	3	25 ♌	5 N.	9 ♋	11 ♈
Regulus im Löwen	1	27 ♌	$0\frac{1}{2}$ N.	17 ♓ 6 ♍	18 ♒ 7 ♌
β am südlichen Flügel der Jungfrau	3	24 ♍	$0\frac{2}{3}$ N.	0 ♎ 17 ♈	1 ♍ 18 ♓
η in der Jungfrau	3	2 ♎	$1\frac{1}{3}$ N.	0 ♎ 4 ♉	0 ♍ 4 ♈
die Kornähre der Jungfrau	1	21 ♎	2 S.	2 ♐ 12 ♈	0 ♏ 10 ♓
α an der südl. Waagschaale	2	12 ♏	$0\frac{1}{3}$ N.	22 ♏ 1 ♊	23 ♎ 2 ♉
β am Munde des Scorpions	2	0 ♐	1 N.	2 ♐ 27 ♊	3 ♏ 28 ♉
Antares im Scorpion	1	7 ♐	$4\frac{1}{2}$ S.	26 ♈	18 ♑
β am Horn des Steinbocks	3	1 ♒	$4\frac{2}{3}$ N.	18 ♐	14 ♍
δ am Schwanz des Steinbocks	3	20 ♒	$2\frac{1}{2}$ S.	10 ♈ 6 ♌	6 ♓ 2 ♋

§. 675. Dies ist folgendermaaßen zu beurtheilen, z. B. 1. für Aldebaran. Da die südliche Breite dieses Sterns die größte Mondsbreite übersteigt, so kann derselbe niemals für die südlichen Länder der Erde bedeckt werden, es findet aber eine Bedeckung in den nordlichen statt, wenn der ☊ ☾ von 9° ♎ bis zum 5° ♌ oder der ☋ von 9° ♈ bis 5° ♒ rückwärts geht, und der Mond inzwischen in der Gegend dieses Sterns entweder gerade seine größte südliche Breite erhält, oder doch in der Nähe derselben steht: 2. für Regulus. Bey diesem Stern fängt die Bedeckung zuerst an der Südseite der Erde an, wenn der ☊ ☾ 6° ♍ und die ☌ demnach 9° vor dem ☊ (da die Länge des Sterns 27° ♌ ist) geschiehet, und hört an der Nordseite auf, wenn der ☊ im 7° ♌ kömmt, oder der ☾ in ☌ um 20° von ☊ ostwärts steht. Nach etwa sieben Jahren kommt der Mond 20° vor dem ☋ mit diesem Stern in ☌, wenn nemlich der ☊ im 17° ♓ und folglich ☋ im 17° ♍ ist, und da fängt die Bedeckung in den nordlichen Ländern wieder an, und hört in den südlichen auf, wenn der ☊ im 18° ♒ oder der ☋ im 18° ♌ anlangt, und daher der Mond mit dem Stern etwa 9° nach ☋ in ☌ kömmt. Für die Möglichkeit der Bedeckungen der Planeten vom Monde lassen sich aber keine dergleichen allgemeine Regeln geben, nach welchen nur die Länge der Mondknoten bey der ☌ bekannt seyn darf, weil nicht allein die Planeten selbst fortrücken, sondern auch in den nemlichen Puncten des Thierkreises nicht allemal eine gleiche geocentrische Breite haben. Ist unterdessen zur Zeit der ☌ des Mondes mit einem Planeten die Breite von beyden, oder des Mondes Abstand von ☊ oder ☋ bekannt, so läßt sich, nach obigen Voraussetzungen leicht beurtheilen, ob dabey eine Bedeckung in irgend einer Gegend der Erde statt haben kann.

§. 676. Die allgemeinen Umstände der Bedeckung eines Fixsterns oder Planetens vom Monde für die ganze Erde lassen sich auf eine ähnliche Art wie bey den Erdfinsternissen nach der 120sten Fig. finden. Wenn für einen gewissen Meridian die wahre Zeit der ☌ des Mondes mit einem Fixstern oder Planeten, und der Unterschied ihrer Breite aus den astronomischen Tafeln berechnet worden, so sucht man (vorausgesetzt, daß bey dem Unterschied der Breite eine Bedeckung nach den vorhin angegebenen Bedingungen möglich wird) ferner für den Mond: dessen horizontale Parallaxe; Halbmesser; stündliche Bewegung; stündliche Veränderung der Breite; Für den Stern: Durchgangszeit durch den Meridian (aus dem Unterschiede seiner und der Sonne geraden Aufsteigung) Abweichung; Positionswinkel oder Winkel des Meridians mit dem durch ihn gehenden Breitencircul (§. 201). Man stellt sich hierauf nach Fig. 122 den Zuschauer in der Entfernung des Mondes von der Erde, und zwar in der Linie TS vor, die vom Mittelpunct der Erde nach dem Stern führt, so kann die Erdfläche nach einem angenommenen Maaßstabe mit der horizontalen Parallaxe des Mondes = EhT oder HIT als einem Halbmesser aus C Fig. 120 beschrieben werden; (bey Planeten, die eine merkliche Parallaxe haben, wie etwa ♂, ♀ und ☿ in ihrer

Erdnähe wird der Unterschied ihrer und der Mondparallaxe genommen) über C steht der Stern oder der Planet senkrecht, und ist wegen seiner unermeßlichen oder wenigstens sehr großen Entfernung (nach Fig. 122) als auf einem jeden Punct dieser Fläche entworfen, zu gedenken. Man beschreibe nach der Anweisung im §. 652 die Mondbahn, und theile solche nach der stündlichen Bewegung des Mondes in Zeit ab (bey einem Planeten, der sich in der ☌ merklich vor oder rückwärts bewegte, müßte der Unterschied seiner und des Mondes stündlichen Bewegung gebraucht werden). Dann wird der Meridian des Sterns unter seinen Winkel mit dem Breitenkreis gezogen und auf ersterm die Culminationszeit des Sterns bemerkt. Die Lage des Aequators wird nach der nördlichen und südlichen Abweichung des Sterns unter oder über dem Mittelpunct C bestimmt. Statt des Mondhalbschattens wird der Mond selbst verzeichnet (S. Fig. 122) und so läßt sich die Zeit des Anfanges und Endes der Bedeckung auf der Erde finden. Stellt man nachher eine künstliche Erdkugel auf den Grad der Abweichung des Sterns, so ergeben sich nach der Anweisung im §. 655 die Oerter, an welchen die Bedeckung beym Aufgang des Sterns zuerst anfängt, um das Mittel derselben central erscheint und beym Untergang des Sterns aufhört, und damit lassen sich die Länder übersehen, wo die Bedeckung über dem Horizont sichtbar ist, und zugleich zeigt eine geringe Aufmerksamkeit, wo und ob sich dieselbe durchaus bey Nacht oder auch zum Theil bey Tage zuträgt.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0166-1

§. 677. Um hierauf für einen gewissen Ort den Ein- und Austritt des Sterns hinter dem Mond zu finden, kann eben der vorige Entwurf, statt einer trigonometrischen Berechnung, die wegen der Parallaxe des Mondes eben so weitläuftig als bey den Sonnenfinsternissen ist, dienen. Die Ellipse des Parallelkreises wird nach der bekannten Polhöhe des Ortes und der Abweichung des Sterns wie oben bey der ☉ §. 658 beschrieben und in Stunden eingetheilt, nachdem die Zeit der Culmination des Sterns auf dem Meridian bemerkt worden. Bey einer nordlichen Abweichung des Sterns oder der Sonne liegt wie in Fig. 120 der obere Theil der Ellipse, in welcher der Ort fortrückt jenseits, und der untere disseits auf der Kugel, folglich ist in jenem die Sonne oder der Stern unter und in diesem über dem Horizont: bey südlicher Abweichung findet von beyden das Gegentheil statt. Es läßt sich alsdann ferner aus einem dergleichen Entwurf die Lage der wahren Mondbahn gegen den Meridian MCR, Parallelkreis DE des Sterns C und Verticalkreis des Orts um die Zeit der Bedeckung, ferner die Vertiefung des Mondes wegen seiner Höhenparallaxe von Stunde zu Stunde auf eben die Art wie §. 659 und 660 anweisen und Fig. 121 vorstellt und damit der scheinbare Vorübergang des Mondes vor dem Stern, folglich der Ein- und Austritt, die nächste scheinbare ☌ ꝛc. finden. Wird noch nach der Anmerkung §. 470 die Lichtgestalt des Mondes zur Zeit der ☌ gesucht, und in einem Entwurf wie Fig. 120 (den Mond für eine gewisse Stunde in seiner Bahn und die Lichtfigur senkrecht gegen den Parallelkreis der Ecliptik DE gesetzt) gehö-

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0167-7

rig verzeichnet, so läßt sich solche in einer Zeichnung wie Fig. 121 für den Horizont des vorgegebenen Orts übertragen, und so zeigt sichs, ob und wo die Berührung des Sterns beym Ein- und Austritt am dunkeln oder hellen Mondrande geschieht. Sonsten wird gewöhnlich im zunehmenden Mond der Eintritt der Sterne hinter den dunkeln, und der Austritt hinter dem hellen Mondrand; im abnehmenden aber das Gegentheil bemerkt.

§. 678. Die Beobachtungen der Bedeckungen oder Verfinsterungen der Fixsterne und Planeten vom Mond können eben so wol wie die Sonnenfinsternisse zur Erfindung und Berichtigung der geographischen Länge oder des Meridianunterschiedes der Oerter wo sie bemerkt worden, dienen, wenn man dabey die Berechnungen unternimmt, welche die Mondparallaxe nothwendig macht, um den scheinbaren Ein- und Austritt auf den wahren zu reduciren, und haben noch den Vorzug, daß sie weit öfterer vorfallen, und daher den Astronomen häufigere Gelegenheiten zur Verbesserung der Land- und Seekarten darbieten. Der Ein- und Austritt der Planeten, wie auch der Sterne erster und zweyter Größe ist, wenn der Mond wenig Licht hat, mit bloßen Augen zu erkennen. Unterdessen werden dergleichen Beobachtungen überall mit Fernröhren angestellt. Je größer der Stern und je weniger der Mond erleuchtet ist, desto merkwürdiger ist die Erscheinung, und es zeigt sich besonders angenehm, wenn die Berührung am dunkeln Mondrande geschieht. Wenn der Mond über halb erleuchtet ist, so macht er durch seinen Schein einen nahe bey ihm stehenden kleinen Fixstern unkenntlich; und es hält schwer dessen Ein- und Austritt auch durch Ferngläser genau zu bemerken. Die Stärke des Mondenlichts, die Beschaffenheit der Luft und der Fernröhre läßt übrigens keine allgemeine Regel zu, bis zu welcher absteigenden Größe der Fixsterne, ihre Bedeckung vom Monde noch zu erkennen ist. Die Planeten rücken wegen ihres merklichen scheinbaren Durchmessers nach und nach hinter den Mond, und kommen auch eben so am gegen über stehenden Rande zum Vorschein *); allein die Fixsterne, und selbst die von der ersten Größe brauchen hiezu wegen ihres ganz unmerklichen Durchmessers kaum eine Secunde Zeit (§. 368). In meinen astronomischen Jahrbüchern werden die in unsern Gegenden von Europa vorfallenden Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond jährlich im voraus angekündigt.

Nahe Zusammenkünfte des Mondes mit Fixsternen und Planeten.

§. 679.

Centrale Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde sind nur in denen Ländern sichtbar, über welche alsdann die auf der Erdfläche zufolge der im 652. §. gegebenen Vorstellung entworfene Mondbahn geht. Zu beyden Seiten dieser Mondbahn (die sich allemal auf der

*) Eben dies würde der Fall bey einem Kometen seyn, wenn er während seiner Sichtbarkeit vom Mond bedeckt würde.

Erdkugel gegen Norden oder Süden bogenähnlich hinzieht, nachdem sie vom Aequator nach der einen oder andern Gegend fällt) in einer Entfernung, die dem Halbmesser des Mondes gleich ist, welcher unterdessen in Ansehung der Zusammenkunftslinie, an den Seiten der Erdkugel hinaus sich immer mehr verlängert, wird noch die Bedeckung von längerer oder kürzerer Dauer bemerkt. Außerhalb dieser Gränze aber geht der Mond dem Stern in einer größern oder geringern Weite, Nord- oder Südwärts vorbey, und daher geschehen nahe Zusammenkünfte des Mondes mit Fixsternen oder Planeten für einen bestimmten Ort der Beobachtung viel häufiger als wirkliche Bedeckungen. Ihre Erscheinung (wenn die Möglichkeit derselben aus dem Unterschiede der Breite des Mondes und des Sterns nach den obigen Regeln sich ergiebt) die scheinbare Bahn, in welcher der Mond dem Stern vorbeygeht; die Zeit der nächsten scheinbaren ☌; die scheinbare Entfernung der Mittelpuncte rc. wird, wenn die dazu nöthigen Stücke aus den astronomischen Tafeln berechnet worden, nach eben dergleichen Entwürfen wie Fig. 120 und 121 gefunden. Verzeichnet man noch die Mondkugel zufolge ihrer für die Zeit der ☌ statt findenden Libration in ihrer gehörigen Lage, und trägt die merkwürdigsten Mondflecken nach ihrer Selenographischen Länge und Breite auf derselben ein, so kann man um die Zeit der Annäherung des Mondes gegen den Stern, mit den dazu dienlichen Instrumenten, verschiedene Abstände des letztern nicht allein vom hellen Mondrande, sondern auch von den bemerkten Mondflecken ausmessen. Eben dies kann auch geschehen, wenn sich der Mond nach der ☌ wieder von dem Stern entfernt, wodurch sich Gelegenheit findet, das was die Zeichnung und wenn man sich derselben zu unterziehen für nöthig hält, die Rechnung angegeben, mit dem Himmel vergleichen zu können. Die Astronomen können demnach auch diese Himmelsbegebenheiten mit Nutzen beobachten. Seitdem man durch Mayers Bemühungen sich auf die Richtigkeit der Mondtafeln mehr als jemals verlassen kann, sind Ausmessungen größerer scheinbarer Abstände bekannter Fixsterne vom Mond für eine gewisse Zeit, auf der See, zur Erfindung der Meereslänge mit großem Vortheil gebraucht worden, wovon in der Schiffahrt das nähere vorkommt.

Nahe Zusammenkünfte und Bedeckungen der Planeten unter sich und mit Fixsternen.

§. 680.

Die Zusammenkunft zweyer Planeten an einem Ort des Himmels von der Erde aus betrachtet, setzt nur voraus, daß beyde eine gleiche geocentrische Länge haben, und dieses wird alle Jahr verschiedenemal zu beobachten seyn. Merkur und Venus laufen über 4 und $1\frac{1}{2}$mal ihre Laufbahnen durch, ehe die Erde einmal herum kommt, und legen oft mehr als den ganzen Thierkreis in einem Jahr zurück. Sie können daher für uns einigemal unter sich zusammenkommen, und auch den obern Planeten inzwischen zu begegnen scheinen. Aus der Sonne betrachtet, sind sie allemal nach etwa 145 Tagen beysammen. Die obern Planeten werden aber nicht so oft bey einander gesehen, denn aus der Sonne betrachtet, ist die Zwischenzeit von einer Zusammenkunft des Saturns mit dem Uranus zur nächstfolgenden 45 Jahr 200 Tage, des Jupiters mit dem Saturn 19 Jahr 311 Tage; des Mars mit dem Saturn 2 Jahr 3 Tage; des Mars mit dem Jupiter 2 Jahr 86 Tage. Dies ergiebt sich aus dem Product der beyden Umlaufszeiten durch ihre Differenz dividirt, als z. B. beym Jupiter und Saturn

$$\frac{29,46 \cdot 11,86 \text{ Jahr}}{29,46 - 11,86 \text{ Jahr}} = \frac{349,39}{17,60} = 19 \text{ J. } 311 \text{ Tage}^{*)}.$$

Diese Zusammenkünfte werden nun auch in einer etwas kürzern oder längern Zeit von der Erde aus bemerkt. Nur in solchen Jahren, in welchen zwey obere Planeten, in der Gegend ihres Gegenscheins mit der Sonne, an einem Ort des Thierkreises erscheinen, können selbige während einigen Monaten mehrmalen zusammen kommen, indem bey dem Vor- und Rückwärtsgehen um diese Zeit, der nähere den entferntern zuerst einholen, dann zu demselben zurückkommen und ihm hierauf wieder beym Vorwärtsgehen vorbey rücken kann.

§. 681. Wie nahe aber bey einer Zusammenkunft zweyer Planeten der eine dem andern vorbey geht, oder ob

*) Eben so findet man, nach welcher Zeit die Erde mit einem Planeten heliocentrisch wieder zusammenkömmt, z. B. für Venus und Erde giebt $\frac{365\frac{1}{4} \cdot 224\frac{2}{3}}{365\frac{1}{4} - 224\frac{2}{3}}$ Tage = 584 Tage = den Synodischen Umlauf (§. 409).

ferner gar eine Bedeckung des entferntern vom nähern statt findet, davon hängt das erstere von dem größern oder geringern Unterschiede ihrer geocentrischen Breite ab, und das letztere erfolgt, wenn dieser Unterschied = 0 ist. Aus der Sonne betrachtet fällt der ☊ aller sieben jetzt bekannten Planetenbahnen zwischen dem 16° ♉ und 22° ♋ (§. 417.) also auf einen Bogen der Ecliptik von 66 Grad, und folglich der ☋ zwischen 16° ♏ und 22° ♑, so daß die Knoten des ☿ und ♄ diese Gränzen einnehmen. Demnach haben zwey Planeten, wenn sie von der Erde aus betrachtet, an einem Ort zu stehen scheinen, die mehreste Zeit beyde gemeinschaftlich entweder eine nordliche oder südliche Breite, wodurch nähere Zusammenkünfte befördert werden. Dies trift beym Mars, Jupiter, Saturn und Uran fast allemal zu; allein Merkur und Venus müssen bey ihren geocentrischen Zusammenkünften beyde zugleich entweder disseits oder jenseits der Sonne stehen, wie sich dergleichen Regeln in einem Entwurf vom Sonnensystem leicht ergeben. Für eine wirkliche Bedeckung zweyer Planeten ist die Möglichkeit überhaupt sehr eingeschränkt. Denn hiezu wird erfordert, daß dieselben an einer gleichen Seite der Ecliptik erscheinen, auch die geocentr. Breite in ☌ genau gleich groß sey, und beyde folglich in einer und derselben Ebene gerade hinter einander stehen. Nimmt man noch hierzu, daß selbst die Zusammenkünfte der Planeten in der Länge nicht sehr häufig geschehen, und daß die scheinbaren Durchm. derselben gewöhnlich nur Secunden enthalten und aufs höchste wie bey der Venus in ihrer Erdnähe auf eine Minute gehen, so ergiebt sich die große Seltenheit dieser eigentlichen Bedeckungen. Unterdessen bringen schon ältere Nachrichten von Kepler die Beobachtungen bey, daß Anno 1563 Jupiter den Saturn; Anno 1590 den 3ten October Venus den Mars; Anno 1591 den 9ten Jan. Mars den Jupiter; Anno 1599 den 8ten Jun. Venus den Merkur; Anno 1737 den 17ten May abermal Venus den Merkur bedeckt habe; wiewol die 4 ersten in Ermangelung der Fernröhre nur mit bloßen Augen angestellt worden und deswegen vielleicht nicht nach aller Schärfe als richtig anzunehmen sind.

§. 682. Zusammenkünfte der Planeten mit Fixsternen geschehen viel häufiger als Zusammenkünfte der Planeten unter sich. Um einigermaaßen auf einer Himmelscharte zu finden, welchen Fixsternen des Thierkreises ein Planet nahe kommen kann, ist es hinlänglich, einen richtigen Entwurf vom Sonnensystem vorzunehmen, aus welchem sich dieses nach der Lage der Knoten von der Erde aus gesehen beyläufig ergiebt. Uranus hat allemal in den Zeichen ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ eine Nordliche, hingegen in ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ und ♊ eine Südliche geocentrische Breite, welche in ☌ mit der Sonne höchstens 44 Min. in ☍ mit derselben aber 49 Min. austrägt. Saturn hat in ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ ♑ eine Nordliche, und in ♒ ♓ ♈ ♉ ♊ ♋ eine Südliche Breite; welche in ☌ mit der Sonne auf $2\frac{1}{4}°$ und in ☍ auf $2\frac{5}{6}°$ gehen kann (432). Jupiter erscheint in ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ unter einer nordlichen, und in ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ ♊ unter einer südlichen Breite; in der ☍ kann selbige bis auf $1\frac{2}{3}°$ und in der ☌ mit der Sonne auf

$1\frac{1}{10}$° gehen. Mars läuft in ♊ ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ Nordlich über und im ♐ ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ Südlich unter der Ecliptik. Seine geocentrische Breite ist aufs höchste in der ☍ im ♌ $4\frac{1}{2}$°, und im ♒ gegen 7°; in der ☌ aber im ♌ $1\frac{1}{6}$° und im ♒ $1\frac{1}{12}$°. Venus hat, wenn sie einige Monate vor und nach ihrer obern ☌ mit der Sonne in ♊ ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ gesehen wird, eine Nordliche, und im ♐ ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ eine Südliche Breite. Einige Zeit vor und nach ihrer untern ☌ mit der Sonne aber in den erstern Zeichen gemeiniglich eine Südliche, und in den letztern eine Nordliche Breite. Merkur kommt wenig zu Gesicht. **Wirkliche Bedeckungen der Fixsterne von den Planeten** sind seltene Erscheinungen, weil diese wegen der äußerst geringen scheinbaren Durchmesser beyder Arten Himmelskörper erfordern, daß der Unterschied ihrer geocentrischen Breite entweder völlig 0 sey, oder nur einige Secunden betrage. Es werden aber doch von Zeit zu Zeit dergleichen Bedeckungen beobachtet, und man findet davon schon in alten astronomischen Werken Meldung. So bedeckte Venus den 16ten Sept. 1574 und den 25sten Sept. 1598 den Regulus; den 19ten Dec. 1633 Jupiter einen Stern an den Füßen der Zwillinge; 1672 den 1ten Oct. Mars den Stern 2. ψ im Wasserguß des Wassermanns; den 7ten Jan. 1679 Saturn den Stern ο am Südlichen Horn des Stiers ꝛc. *).

*) Auch ein sichtbarer Komet könnte bey seiner scheinbaren Fortrückung am Himmel, einen entferntern Planeten bedecken oder vielleicht von einem nähern bedeckt werden, wovon aber noch

Von den Durchgängen des Merkurs und der Venus vor der Sonnenscheibe.

§. 683.

Wenn die beyden untern Planeten Merkur und Venus zur Zeit ihrer untern Zusammenkunft mit der Sonne zugleich in die Nachbarschaft ihrer Knoten kommen, und ihre geocentrische Breite den Halbmesser der Sonne nicht übersteigt, so zeigen sie sich als dunkle runde Flecken auf der Sonne, und rücken in einigen Stunden von Osten gegen Westen, da beyde alsdann rückgängig sind, über die Sonnenscheibe. Merkur bedeckt etwa den 150sten und Venus den 30sten Theil vom Durchmesser der Sonne, und es sind dies daher eine gewisse Art Sonnenfinsternisse, wobey nur der Halbschatten dieser Planeten auf die Erde fällt. Vor Erfindung der Fernröhre, und ehe die Astronomen an die Möglichkeit dieser Erscheinungen dachten, ist Merkur so wenig als Venus vor der Sonne beobachtet worden. Ein Durchgang des Merkurs stellt sich in jedem Jahrhundert nur etwa 13mal ein. Venus aber zeigt sich noch viel seltener vor der Sonne, denn wenn in 8 Jahren zwey Durchgänge nach einander erfolgt sind, so verfließen gemeiniglich 105 Jahre bis zu dem nächstfolgenden. Diese Himmelsbegebenheiten sind sehr wichtig und merkwürdig, weil sie nicht allein selten geschehen, sondern auch die beste Gelegenheit

keine Beobachtungen vorhanden sind. Weit eher ist es aber möglich, daß ein Komet einen Fixstern bedeckt, so beobachtete Hr. la Lande am 12ten Jan. 1764 die Bedeckung eines kleinen Fixsterns im Schwan von dem damals sichtbaren Kometen.

darbieten, die Theorie der Laufbahnen dieser beyden untern Planeten zu berichtigen, und vornemlich, weil ein beobachteter Durchgang der Venus auf die genaueste Erfindung der Sonnenparallaxe, und damit zu richtigen Bestimmungen der wahren Entfernung und Größe aller Planeten unsers Sonnensystems führt, wovon schon im §. 537 u. f. das nöthigste angezeigt worden.

§. 684. Der aufsteigende Knoten des Merkurs fällt aus der Sonne betrachtet 16° ♉ und folglich der niedersteigende 16° ♏ (§. 417.) Da wir nun die Sonne in der Nachbarschaft dieser Puncte, den 6ten May und 8ten November sehen, so ist nur um diese Zeit ein Durchgang des Merkurs möglich, und er geschieht wirklich, wenn Merkur alsdann zugleich in seiner untern ☌ mit der Sonne, und nicht über $3\frac{1}{2}$ Grad von seinem ☋ im May oder ☊ im November entfernt ist. Diese zwey Bedingungen treffen aber nur bey wenigen untern Zusammenkünften zu. Denn Merkur steht zwar alle 116 Tage mit der Sonne in der untern ☌ (§. 409), allein dies geschieht die mehreste Zeit in ganz andern Puncten des Thierkreises, und er ist daher nicht allemal zugleich bey seinem Knoten. Die periodische Wiederkehr solcher Zusammenkünfte, die nahe bey den Knoten geschehen und Durchgänge mitbringen, trift sich gemeiniglich erst nach 7 oder 13 Jahren bey einem oder dem andern Knoten. Aus diesen Gründen hat Merkur vom Jahr 1631 bis zum Jahr 1789 nur 22mal nach der Berechnung vor der Sonne erscheinen können, und zwar 16mal im November beym ☊ und 6mal im May beym ☋ *).

§. 685. Kepler kündigte zuerst Anno 1627 nach den von ihm selbst verfertigten Tafeln einen Durchgang des Merkurs für das Jahr 1631 an, welchen unter andern Gassendi zu Paris am 7ten November des Morgens wirklich beobachtete. Nachher sind folgende Durchgänge beobachtet worden: Der zweite, im Jahr 1651 den 3ten Novemb. zu Surate in Ostindien, von einem englischen Astronomen Shakerley. Der dritte, am 3ten May 1661 von Hevel zu Danzig. Der 4te am 7ten November 1677 von Halley auf der Insel St. Helena. Der 5te den 10ten Nov. 1690 zu Canton in China. Der 6ste am 3ten Nov. 1697. Der 7te am 9ten Nov. 1723. Der 8te am 11ten Nov. 1736 alle drey von verschiedenen Astronomen in Europa. Der 9te am 2ten May 1740 in Neu-England. Der 10te am 5ten Nov. 1743. Der 11te am 6ten May 1753 beyde in Europa. Der 12te am 7ten Nov. 1756 in China und Ostindien. Der 13te am 9ten Nov. 1769. Der 14te am 2ten Nov. 1776, beyde in America. Der 15te am 12ten Nov. 1782. Der 16te am 3ten May 1786. Der 17te und zuletzt beob-

*) Da die Sonnenferne des ☿ im 14° ♐ liegt (§. 413), so ist er bey seinen Durchgängen im May der Erde beträchtlich näher, und seine geocentrische Breite erscheint bei einem gleichen Abstand vom Knoten größer (§. 432), als wenn solche im Nov. statt finden, daher werden die Gränzen der Möglichkeit jener Durchgänge enger als dieser, und folglich muß ☿ im May seltener vor der Sonne erscheinen als im November.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0178-8

achtete am 5ten Nov. 1789, alle drey in Europa. In diesem Jahrhundert wird Merkur noch einmal vor der Sonnenscheibe vorübergehen, nemlich im Jahr 1799 den 7ten May um Mittage beym ☋ am südlichen Theil der Sonne. Dieser Durchgang wird von Anfang bis zr Ende in Europa sichtbar seyn. Im künftigen Jahrhundert wird Merkur 13mal vor der Sonne vorübergehen, nemlich 4mal im May und 9mal im Novemb. Die ersten Durchgänge werden erfolgen im Jahr 1802 den 9ten Nov.; 1815 den 12ten Nov.; 1822 den 5ten Nov. und 1832 den 5ten May.

§. 686. Der aufsteigende Knoten der Venus fällt von der Sonne aus betrachtet im 14° ♊ und der niedersteigende im 14° ♐. In dem erstern Punct erscheint uns die Sonne am 4ten Jun. und im letztern am 5ten December, oder umgekehrt, die Erde einem Zuschauer in der Sonne, nemlich am 5ten Dec. im 14° ♊ und am 4ten Jun. im 14° ♐. Demnach können sich nur um diese Zeit die Durchgänge der Venus einstellen, und zu ihrer Möglichkeit werden die Bedingungen erfordert, daß Venus in dieser Gegend in der untern Zusammenkunft mit der Sonne, und auch zugleich nicht viel über $1\frac{3}{4}$ Grad von ihrem nächsten Knoten entfernt sey. Beydes trift aber ungemein selten zu. Die Venus kommt zwar alle 584 Tage in die untere ☌ mit der Sonne, und vollendet in 8 Jahren weniger 2 Tagen genau 5mal diesen Synodischen Umlauf (§. 410), denn $365\frac{1}{4}$ Tage . 8 = 2922 Tage — 2 = $\frac{2920}{584}$ = 5, so daß sie nach dem letztern Zeitverfluß wieder mit der Erde an einem Ort des Himmels erscheint; allein sie ist nicht allemal zugleich in der Nachbarschaft ihrer Knoten. Gesetzt Venus komme in diesem Jahre mit der Sonne im Anfang des Junii gleich nach dem ☋ zusammen, und gehe folglich am Südlichen Theil der Sonnenscheibe vorüber, so wird sie diesemnach über 8 Jahr im Junii zwey Tage früher in der untern ☌ mit der Sonne vor dem ☋ seyn und alsdann nach der Rechnung 19½ Min. nordlicher erscheinen, folglich sind hier zwey Durchgänge nach einander in 8 Jahren möglich (weil der Durchmesser der Sonne über 31 Min. austrägt). Wenn dann nach 8 Jahren weniger 2 Tagen die Venus abermal in der Gegend des ☋ bey der Sonne erscheint, so wird sie noch 19½ Min. mehr nordlich stehen und also nordwärts außerhalb der Sonnenscheibe vorbeygehen. Eben dies wird mit einer zunehmenden Entfernung alle 8 Jahr geschehen, und gemeiniglich erst nach 235 Jahren wird wieder ein Vorübergang bey diesem Knoten möglich, obgleich inzwischen einer oder zwey bey dem gegenüberstehenden oder aufsteigenden Knoten im December vorgefallen seyn können, weil auch hiebey die vorigen Perioden mit einiger Veränderung statt finden. Denn wenn z. B. im gegenwärtigen Jahre im December ein Durchgang bald nach dem ☊ und also am nordlichen Theil der Sonne beobachtet worden, so würde sich ein solcher nach 8 Jahren um etwa 2 Tage früher abermal zeigen können, weil Venus alsdann vor dem ☊ und nach der Rechnung um 24 Min. südlicher steht. Allein in allen folgenden 8jährigen Zusammenkünften wird Venus der Sonne südwärts vorbey gehen, weil die Entfernung auf dieser Seite immer zunimmt, bis endlich nach etwa 235 Jahren die Möglichkeit sich wieder

einstellt,

einstellt, die Venus auch beym ☊ im December abermal vor der Sonne zu sehen. Es finden unterdessen noch mehrere Perioden statt, nach welchen sich ein Durchgang der Venus einstellt. Diese sehr seltene und höchst merkwürdige Himmelsbegebenheit ist daher seit 154 Jahren nur erst dreymal beobachtet worden.

§. 687. Kepler kündigte zuerst Ao. 1627 zwey Durchgänge der Venus in den Jahren 1631 und 1761 im voraus an, wiewol der erste wegen seiner noch unvollkommenen Tafeln nicht zur berechneten Zeit erfolgte, so viel auch Gaßendi vom 4ten bis 8ten Decemb. sich darnach umsahe *). Kepler starb kurz vorher (§. 551.) und konnte hiernach nicht selbst eine Verbesserung seiner Tafeln vornehmen. Dahingegen aber erschien Venus 8 Jahr hernach wirklich vor der Sonnenscheibe, und dieser Durchgang wurde sonst von keinem als von Horoccius in England erwartet, wozu ein glücklicher Zufall die Gelegenheit darbot. Nach einer Berechnung der ☌ der ♀ mit der ☉ im December aus den weit unvollkommenern Landsbergischen Tafeln, fand dieser Astronom, daß Venus am nordlichen Theil der Sonne vorbey gehen werde, dahingegen die Keplerschen Tafeln den Planeten südwärts etwas außerhalb der Sonne brachten. Horoccius wurde unterdessen hierdurch veranlaßt, am Tage der ☌ den 4ten Decemb. 1639 die Sonne fleißig zu beobachten; und er sahe zuerst nebst seinem Freund Crabtre, dem er da-

*) Doch glaubt man, daß Venus damals wirklich in der Nacht vom 6ten zum 7ten Dec. am nordlichen Theil der Sonne vorübergegangen.

von Nachricht gegeben, und der an einem andern Ort beobachtete, gegen den Untergang der Sonne die Venus während einer halben Stunde vor dem südlichen Theil der Sonnenscheibe, so daß die Keplerschen Tafeln besser als die Landsbergischen mit dem Himmel übereinstimmten, und Venus vor ihrem ☊ unter einer südlichen Breite erschien. Der zweite von Kepler zuerst angekündigte Durchgang ist im Jahr 1761 den 6ten Jun. erfolgt, und da die Astronomen lange im voraus durch Halley auf die wichtigen Vortheile, welche eine dergleichen seltene Begebenheit der Sternkunde leistet, aufmerksam gemacht worden, so haben sie keinen Fleiß, und Fürsten keine Kosten gespart, um diese Gelegenheit bestens zu nutzen. Venus war damals ihrem ☋ etwas vorbey und ging unter einer südlichen geocentrischen Breite von 10 Min. dem Mittelpunct der Sonne vorbey. Der dritte Durchgang traf im Jahr 1769 am 3ten Jun. des Abends ein, und wurde nicht weniger wie jener der Sternkunde vortheilhaft beobachtet. Hiebey war Venus noch vor ihrem ☊ und ging unter einer Breite von 10 Min. dem Mittelpunct der Sonne nordwärts vorbey. Beyde Durchgänge dauerten etwa 6 Stunden. Im folgenden Jahrhundert wird Venus gleichfalls nur zweymal vor der Sonne erscheinen, nemlich im Jahr 1874 den 9ten Dec. des Morgens, und 1882 den 6ten Dec. des Nachmittags. Der erste Durchgang wird in unsern Gegenden von Europa gar nicht, der zweyte aber nur zum Theil sichtbar seyn.

§. 688. Die Berechnung eines Durchganges der Venus oder des Merkurs wird aus den Sonnen- und

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0182-0

Planetentafeln vorgenommen, wenn man den Tag, da derselbe möglich ist, vorläufig weiß. Man sucht die Zeit der wahren ☌ des Planeten mit der Sonne in der Ecliptik, und seine geocentrische Breite, die Zeit des Mittels und die nächste ☌ der Mittelpuncte, den Ein- und Austritt, alles für den Mittelpunct der Erde, woraus sich nachher das, was die Parallaxe der Sonne und der Venus an der Erscheinung, aus irgend einem Punct der Erdoberfläche betrachtet, verändert, finden läßt. Die Verfahrungsart, nach welcher ein Durchgang für den Mittelpunct der Erde, worauf ich mich hier nur einlassen kann, gefunden wird, ist bey beyden Planeten einerley, und man legt am besten die heliocentrische Länge, Breite rc, zum Grunde, weil diese leichter als die geocentrische zu berechnen ist. Ich will zum Beyspiel die Berechnung des letztern Durchganges der Venus vom 3ten Junii 1769 kürzlich vorstellen.

§. 689. Zuerst sucht man aus den Tafeln die heliocentrische Länge der Erde und Venus für den Mittag eines gewissen Meridians, und berechnet aus dem 24stündlichen Unterschiede beyder Bewegungen, wie viel Venus in 24 St. geschwinder als die Erde fortrückt (sich relativ bewegt), die wahre Zeit, wenn Venus und Erde aus der Sonne betrachtet, an einem Ort gesehen werden, oder die Venus in der untern ☌ mit der Sonne erscheint. Ferner sucht man für diese Zeit: Die heliocentrische Breite der Venus und deren stündliche Veränderung, den Abstand der Erde und Venus von der Sonne, den Halbmesser und die stündliche Bewegung der Sonne. Für 1769 war: Untere ☌ ♀ ☉ den 3ten

Junii um 10 Uhr 9′ Ab. wahrer Zeit zu Paris und zugleich heliocentrische Breite der Venus 4′ 1″ nordlich abnehmend; stündliche Veränderung ihrer heliocentrischen Breite 14″; Stündliche Bewegung der Venus in der Ecliptik 3′ 57″; stündliche Bewegung der Sonne oder Erde 2′ 23″; Halbmesser der Sonne 15′ 47″ demnach relative stündliche Bewegung der Venus in der Ecliptik 1′ 34″; Abstand der Venus von der Sonne 7262; von der Erde 2889.

§. 690. Nun sey Fig 123 S der Mittelpunct der Sonne, O der Mittelpunct der Erde; VZ ein Theil der Venusbahn, so kann man sich einen Kegel AOB gedenken, dessen Grundfläche die Sonne und dessen Spitze O im Mittelpunct der Erde liegt. Wenn also Venus aus O betrachtet, vor der Sonne vorüber gehen soll, so geschieht dieses mittlerweile, da dieselbe durch eine kreisförmige senkrecht auf der Axe dieses Kegels stehende Ebene geht, deren Durchschnitt a b ist und aus der Sonne unter dem Winkel a S b erscheint. Kommt Venus in a, so berührt sie den östlichen Rand der Sonne bey A, in c ist sie mitten auf ihrem Wege und zeigt sich in S und bey ihrem Austritt in b verläßt sie wieder bey B den westlichen Rand der Sonne, welches auch bereits Figur 100 zeigt. Der scheinbare Halbmesser der Scheibe a b, durch welche Venus während ihrem Vorübergange rückt, aus der Sonne betrachtet, oder der Winkel c S b wird, weil er nur einige Minuten austrägt, ohne merklichen Fehler eben so wie oben §. 544 gefunden, nemlich: S c : c O = S B : c b und daher im gegenwärtigen Beyspiel 7262 : 2889 = 15′ 47″ : 6′ 17″. Mit diesem Halbmesser ist nach einem gewissen Maaßstab der Kreis Fig. 124 beschrieben, innerhalb welchem Venus, so lange ihr Durchgang dauert, aus der Sonne gesehen wird; a b ist ein Theil der Ecliptik, in a Osten, in b Westen, und c d ein Breitenkreis, auf welchem die ☌ der Venus mit der Sonne in der Länge geschieht. Die heliocentrische Breite in ☌ 4′ 1″ wird nordwärts von c nach e getragen, so ist Venus in der ☌ in e. Die Tangente der scheinbaren Neigung der Bahn der Venus mit der Ecliptik findet sich, wenn man die stündliche Veränderung der Breite durch die stündliche relative Bewegung in der Ecliptik dividirt, demnach $\frac{14''}{94''} = 0,1489 = \text{Tang } 8^\circ 28'$. Dieser Winkel fällt an der Westseite des Breitenkreises, weil ♀ zu ihrem ☋ geht, und hiernach läßt sich die Sehne r e t als die relative Bahn der Venus, in Absicht der hiebey als stillstehend voraus gesetzten Erde, ziehen; in r wird der Mittelpunct der Venus zuerst in die Sonne treten, in m, wohin das Perpendicul c m fällt, ist das Mittel des Durchganges und zugleich die nächste ☌ und in t tritt der Mittelpunct der Venus wieder aus der Sonne, m c e ist der Neigungswinkel der Venusbahn.

§. 691. Der Unterschied zwischen der ☌ in der Ecliptik in c und nächsten ☌ in m = e m wird durch c e. Sin. m c e gefunden, demnach $241''. \text{Sin.} 8^\circ 28' = 35'', 5$; imgleichen die relative stündliche Bewegung in der Bahn, wenn man die relative stündliche Bewegung in der Ecliptik durch den Cos. der Neigung dividirt also $\frac{94''}{\text{Cos. } 8^\circ 28'} = 95'' = 1'$

35″. Um nun $cm = 35'', 5$ in Zeit zu verwandeln, setze man $1' 35'' : 60' = 35'', 5 : 22'$ und diese zur Zeit der ☌ in e 10 Uhr 9 Min. addirt, giebt das Mittel in m um 10 Uhr 31 Min. der kürzeste Abstand cm findet sich durch $ce . \mathrm{Cos}. mce$ oder $241'' . \mathrm{Cos}. 8° 28' = 238'' = 3' 58''$. Um die halbe Dauer des Durchganges $mr = mt$ zu finden, dient das eine oder das andere rechtwinklichte Dreyeck mcr oder mct. Es ist nemlich $cr^2 - cm^2 = mr^2$ und in Zahlen $377''^2 - 238''^2 = 85485$; hieraus die Quadratwurzel bringt $mr = 292''$. Um diese in Zeit zu verwandeln, wird wie oben gesetzt $95'' : 60' = 292'' : 184' = 3$ St. 4′. Diese halbe Dauer vom Mittel abgezogen und dazu addirt, giebt den Ein- und Austritt der Venus in r und t, aus dem Mittelpunct der Sonne, oder vor der Sonnenscheibe, aus dem Mittelpunct der Erde betrachtet. Ersterer geschieht um 7 Uhr 27′ Abends den 3ten Jun. und letzterer um 1 Uhr 35′ Morgens den 4ten Jun., so daß der ganze Durchgang 6 St. 8′ dauert. Dies ist aber von dem Mittelpunct der Venus zu verstehen, und um die äußere Berührung der Venus- und Sonnenränder beym Ein- und Austritt zu finden, müßte der scheinbare Halbmesser der Venus, den man in der Entfernung Oc Fig. 123. 30″ setzt, auf die Entfernung Sc reducirt und zur Seite cr Fig. 124 addirt werden, ehe man die halbe Dauer sucht. Man kann sich auch vorstellen, daß der Kreis Fig. 124. die Sonne sey, weil der Weg der Venus über denselben rt in seiner gehörigen Lage und Entfernung von ab eben so verhältnißmäßig darauf vorkömmt als wenn man die Sonne mit einem Halbmesser, der sich, zu ac wie 6′ 17″ : 15′ 47″ verhält, besonders entwerfen und alles geocentrisch berechnen wollte.

§. 692. Will man aber die Erscheinung, so wie sie am Firmament vorgeht, abbilden, so wird die Sonnenscheibe und der Weg der Venus über dieselbe aus der 124. Fig. umgewendet genommen, wie die 125. Fig. vorstellt, so daß Osten zur Linken und Westen zur Rechten kömmt. Diese Fig. zeigt auch noch, wie die relative Bahn der Venus rt außerhalb der Sonne gegen Westen verlängert mit der Ecliptik AB in ☋ oder dem niedersteigenden Knoten der Venus zusammenkömmt, und die Veranlassung zu dem Durchgang von 1769 gegeben, da nemlich Venus nur 1° 6′ vor dem ☋ mit der Sonne in die untere ☌ kam, und folglich ihre nordliche geocentrische Breite geringer war als der Halbmesser der Sonne. Wie nun ferner die Wirkung der Sonnen- und Venusparallaxe den Ein- und Austritt und die Dauer des Durchganges aus verschiedenen Gegenden der Erdoberfläche betrachtet, verändert, auch wie sich hieraus Gründe zur Erfindung der Größe dieser Parallaxe darbieten, habe ich bereits vom §. 537 — 540 meiner Absicht gemäß, indem ich nur ihre Möglichkeit zeigen wollte, vorgetragen *).

*) S. Hrn. Röhls Merkwürdigkeiten von den Durchgängen der Venus (Greifsw. 1768.) und meine Abhandlung nebst einer allgemeinen Charte vom Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe, 1769. den 3ten Jun. (Hamburg 1769.) Am vollständigsten hat diese Materie Hr. la Lande im XIten Buch seiner Astronomie abgehandelt.

Eilfter Abschnitt.

Von den Kometen, ihrer Gestalt, Anzahl, scheinbaren und wahren Bewegung, Lauf der bisher bekannten; Austheilung und Bestimmung.

§. 693.

Diese Himmelskörper erscheinen nur von Zeit zu Zeit und unerwartet. Sie haben gemeiniglich ein blasses Licht, eine runde planetenähnliche Gestalt, sind aber in einem starken Nebel oder Lichtschimmer eingehüllt, viele haben einen blassen neblichten Schweif, der bey einigen sich oft durch eine große Weite des Himmels fortzieht, und von diesen Schweifen ist ihre Benennung entstanden. (S. Fig. 131.) Es haben sich aber auch zuweilen Kometen mit langen und sehr glänzenden Schweifen am Firmament gezeigt. Diese anscheinende Fremdlinge sind von den Planeten und Fixsternen außer ihrer Gestalt, auch besonders durch ihre Bewegung zu unterscheiden Sie durchlaufen während ihrer Sichtbarkeit eine größere oder geringere Strecke am Himmel nach allen möglichen Richtungen mit sehr verschiedentlicher Geschwindigkeit, in einer längern oder kürzern Zeit. Man sieht sie oft schon durch Fernröhre, ehe sie den bloßen Augen sichtbar werden, und im Gegentheil zeigen sie sich noch durch diese optischen Werkzeuge eine Zeitlang als schwache Nebelflecke, nachdem unbewafnete Augen keine Spur mehr von ihnen bemerken. Die unerwarteten Erscheinungen der Kometen, ihr nebliches trübes Ansehen, ihre oft sonderbaren Gestalten und vornemlich ihre Schweife haben seit dem entferntesten Alterthum der Unwissenheit und dem Aberglauben vielfache Gelegenheit dargeboten, sich solche als bedeutende Zeichen, womit eine erzürnte Vorsehung der Erde Krieg, Pest und alles Unglück drohe, vorzustellen. Auch viele Astronomen hielten sie ehedem für bloße Lufterscheinungen, für Ausdünstungen der Sonne und Planeten 2c. Statt aller dergleichen unrichtigen Vorstellungen hat uns die neuere Sternkunde belehret, daß die Kometen gleichfalls beständige Weltkörper sind, die zu unserm Sonnensystem gehören, und sich um die Sonne bewegen.

§. 694. Daß die Kometen um die Sonne laufen, ergiebt sich augenscheinlich aus ihren nunmehr bekannten regelmäßigen aber sehr langen elliptischen Bahnen, in welchen sie sich nahe um dies wohlthätige Gestirn herumschwingen. Daß sie ihr Licht, wenigstens zum Theil, von der Sonne haben, scheint daraus zu folgern, daß sie, durch Fernröhre betrachtet, gewöhnlich nach der Seite der Sonne hin etwas heller erscheinen, wiewol sich dies nicht bey allen wegen ihrer starken lichtschimmernden Atmosphären beobachten läßt. Einige sollen sich auch zufolge ihrer Stellung gegen Erde und Sonne nur zum Theil erleuchtet gezeigt haben *). Daß sie beständige Weltkörper sind, schließt man aus ihrem den Planeten ähnlichen Lauf im Weltraum, ferner, weil wirk-

*) Dies bemerkte man besonders bey den Kometen von 1744, dem merkwürdigsten in diesem Jahrhundert.

sich einer unter ihrer großen Menge schon verschiedenemal wiedergekehrt, und man zufolge der Berechnung noch die künftige Rückkehr des einen oder andern mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten kann. Wir würden aber überhaupt in der Kometenlehre, und vornemlich in der Kenntniß ihrer wahren Bahnen weiter seyn, wenn uns schon die Alten über ihren scheinbaren Lauf genauere Beobachtungen hinterlassen hätten, so aber begnügten sie sich größtentheils ihre erscheinende Gestalten, Schweifen ꝛc. anzustaunen, hieraus nach astrologischen Gründen Prophezeyhungen zu wagen; und ihre Oerter am Himmel nur beyläufig zu bemerken. **Lubiniezki**, **Hevel**, und andere, haben uns Verzeichnisse von mehr als 400 der in den Geschichtsbüchern angemerkten Kometen, welche vom 23sten Jahrhundert vor, bis zur Mitte des 16ten Jahrhunders nach Christi Geburt erschienen sind, mit allen Prophezeyhungen und Unglückshistorien geliefert, worunter aber nur die Bahnen von 10 Kometen und noch dazu ziemlich unvollständig haben berechnet werden können, und dann zeigen diese Verzeichnisse augenscheinlich, daß die Alten oft Lufterscheinungen, Nordlichter, Feuerkugeln ꝛc. für Kometen gehalten *). Seit der letztern Zeit sind fast alle erschienene Kometen, deren Anzahl sich nunmehr auf etwa 70 beläuft, berechnet worden.

*) Ein Kometenverzeichniß dieser Art, aus verschiedenen Schriftstellern, kommt, dem historischen Theil nach ins Kurze zusammengezogen im 1sten Bande der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln von Seite 23 bis 34 vor. Es geht bis zum Jahr 1774 und enthält 480 wahre oder angebliche Kometen, wovon aber nur der Lauf von 63 hat berechnet werden können.

§. 695. Ehedem wurde die erste Erscheinung eines Kometen gewöhnlich nicht allein von Astronomen, sondern auch von Leuten, die sich bey nächtlicher Weile in freyer Luft aufhalten, mit bloßen Augen bemerkt; Allein, da man in neuern Zeiten mehr wie jemals den gestirnten Himmel mit Fernröhren durchzumustern Veranlassung findet, so werden zufälligerweise auch die kleinen beständig mit bewafneten Augen oft nur als schwache Nebelflecke kenntlichen Kometen entdeckt und beobachtet, und daher hat sich die Anzahl der erschienenen Kometen in den letztern 30 Jahren ungemein vermehrt, indem fast kein Jahr vergeht, da nicht ein solcher entfernter Komet sich zeigt, auch sind zuweilen 2 oder 3 Kometen in einem Jahr bemerkt worden *). Man bedient sich zu ihrer Aufsuchung mit dem besten Erfolg nur eines Fernrohrs von etwa zwei Fuß, welches sowol ein breites Objectiv als Ocular oder Augenglas hat, und daher zwar wenig vergrößert, aber die Gegenstände am Himmel in einem sehr lebhaften Lichte zeigt, und einen beträchtlichen Raum auf einmal übersehen läßt. Man nennt dergleichen Fernröhre

*) Im Jahr 1790 wurden drey Kometen beobachtet. Den ersten entdeckte die Schwester des Hrn. Herschel den 7ten Jan. beym Schwan, den zweyten am 9ten Jan. Hr. Mechain in den Fischen, und den dritten gleichfalls die Miß Herschel den 17ten April bey der Andromeda. Die Herren Meßier und Mechain in Paris haben besonders das Glück gehabt, seit 33 Jahren durch fleißiges Nachsuchen allein gegen zwanzig Kometen durch Fernröhre zu entdecken. In diesem Jahrhundert haben die Astronomen bis jetzt 58 Kometen beobachtet, wovon nur wenige sich mit bloßen Augen und in einer ansehnlichen Größe gezeigt haben.

Kometensucher (Nachtfernrohr). Wenn ein neu dadurch entdeckter Komet sich ohne Schweif zeigt, so kann man ihn beym ersten Anblick leicht mit einem Nebelfleck verwechseln, man muß daher entweder eine Kenntniß wenigstens von den vornehmsten dieser überall am Himmel zerstreueten Körper haben, oder die Fortrückung des Kometen an seiner Ortsveränderung gegen die ihm zunächst benachbarten Fixsterne zu bemerken suchen, welches aber gewöhnlich erst in der folgenden Nacht geschehen kann, indem solche kleine Kometen in einigen Stunden unmerklich sich bewegen. Uebrigens dürfen nicht alle Kometen bey uns aufgesucht werden. Es kann ein Komet um den Südpol zuerst erscheinen, und dann in einer bereits beträchtlichen Größe auf einmal über unsern Horizont kommen. Ein anderer kann auch während dem Mondscheine oder bey Tage sich der Erde nähern, und erst, wenn ihn das Mondenlicht nicht mehr unkenntlich macht, oder er aus der Abend- oder Morgendämmerung hervorrückt, sich sogleich den bloßen Augen darstellen.

§. 696. Man weiß, daß die Philosophen der pythagorischen Schule sich bereits sehr richtige Vorstellungen von den Kometen gemacht haben, auch hat uns Seneca merkwürdige Gedanken über diese Körper, die unserm Zeitalter angemessen zu seyn scheinen, hinterlassen. Desto sonderbarer aber ist es, daß sich noch lange nachher, und bis zu Anfang dieses Jahrhunderts, die ungegründetsten Erklärungen über die Natur derselben bey den berühmtesten Astronomen und Naturforschern erhalten haben. Aristoteles, Ptolemeus, Tycho, Kepler, Galiläus, Hevel, und andre, sahen die Kometen für Ausdünstungen unserer Atmosphäre oder der andern Planeten, für neu entstandene Weltkörper rc. an. Tycho bemerkte zuerst, daß die Kometen ihre eigne Bahnen im Sonnensystem beschreiben, daß sie weiter wie der Mond von uns stehen müssen, und folglich keine Lufterscheinungen seyn können, wiewol er über die eigentliche Gestalt dieser Bahnen, so wie Kepler, Galiläus, der ältere Cassini und andre, eine unrichtige Meinung hegte. Hevel kam schon der Wahrheit etwas näher, indem er annahm, daß die Kometen, welche er für irdische Theile aus andern Planeten hielte, aus denselben nach einem gegen die Sonne sich krümmenden parabolischen Bogen im Weltraum fortgeworfen würden. Dörfel, ein Landgeistlicher in Sachsen, entdeckte endlich zuerst, daß man voraussetzen könne, die Kometen beschreiben, so lange sie uns sichtbar sind, parabolische Bahnen, in deren Brennpunct die Sonne liegt. Diese Theorie wurde nachher von Newton bewiesen und allgemein als richtig erkannt.

§. 697. Die scheinbare Bahn eines Kometen ist diejenige, welche derselbe während seiner Sichtbarkeit am Firmament zurücklegt, sie ist die mehreste Zeit, zumal wenn sie sich durch viele Gestirne fortzieht und der Komet sich lange zeigt, gekrümmt, oder weicht von der Lage eines größten Kreises der Himmelskugel merklich ab. Die Kometen laufen unter jeder Richtung durch alle Gestirne, und der Thierkreis derselben: Antinous, Pegasus, Andromeda, Stier, Orion, kleine Hund, Hydra, Centaur, Scorpion, Schütze, welchen Cassini ehemals annahm, findet nicht statt. (S. z. B. Doppelm.

Himmelscharten 27. u. 29. Blatt). Dieser scheinbare oder geocentrische Lauf wird oft sehr ungleich *) und bey einem jeden Kometen verschiedentlich beobachtet, auch kann ein Komet bey seiner Wiederkehr ganz anders wie das erstemal am Himmel fortrücken, und in andern Sternbildern erscheinen. Die Kometen sind nur einige Monate sichtbar.

§. 698. Die wahre Bahn eines Kometen hingegen ist diejenige, in welcher er wirklich seinen Umlauf um die Sonne vollführt. Sie wird aus der beobachteten scheinbaren berechnet, und dabei die Bewegung der Erde um die Sonne vorausgesetzt, denn erst hiebey ergiebt sich ihre regelmäßige Gestalt. (§. 388.) Die Lage derselben im Sonnensystem ist in so weit unveränderlich, als sie nicht durch die wechselseitigen Anziehungskräfte der Planeten, denen etwa der Komet nahe vorbeygeht, sich verrückt. Sie ist eigentlich eine lange oder sehr excentrische Ellipse, die sich auch bey solchen, welche am geschwindesten wiederkehren, von der Sonne bis weit über alle uns bekannten Planetenbahnen hinaus erstreckt, und in deren einem an der gegen uns gekehrten Seite befindlichen Brennpunct die Sonne liegt. Je näher die Kometen in ihrem Perihelio der Sonne kommen, desto schmäler oder länglichter sind ihre elliptische Laufbahnen, oder desto größer ist die Excentricität derselben. Ihre Ebe-

*) Der Komet von 1770 z. B. lief vom 15ten bis zum 28ten Jun., also in 13 Tagen, nur das Sobieskische Schild von Süden nach Norden durch, seine Geschwindigkeit aber nahm dergestalt zu, daß er am 1ten Jul. in 24 Stunden 44 Grad zurücklegte.

nen neigen sich unter allen möglichen Winkeln gegen die Ebene der Erdbahn, doch so, daß die Knotenlinie, längst welcher diese Neigung an der nordlichen und südlichen Seite jener Ebene geschieht, die Ebenen der Kometenbahnen oft in zwey sehr ungleiche Theile abtheilt. Die Dauer des periodischen Umlaufs der Kometen in ihren Bahnen muß bey den mehresten auf Jahrhunderte gehen.

§. 699. In solchen elliptischen Bahnen, wie Fig. 126 zwey derselben in Ansehung des der Sonne am nächsten liegenden Theils vorstellt, welche die Ebene der Ecliptik und aller Planetenbahnen unter verschiedenen Winkeln durchschneiden, kommen die Kometen aus unermeßlichen Entfernungen gegen die Sonne und in die Nachbarschaft der Erdbahn herab, und mittlerweile, daß sie diese Gegend der Sonne durchlaufen, können sie uns, wenn sie gegen die Nachtseite der Erde stehen, und Licht und Größe genug haben, sichtbar werden. Ihre Bewegung nimmt mit ihrer Annäherung gegen die Sonne zu; daher legen sie diesen untern Theil der Bahn verhältnißmäßig gegen den übrigen größern sehr geschwind zurück, und ihre Erscheinung am Himmel kann nicht lange dauern. Eben so nimmt bey den geschweiften Kometen die Länge ihrer Schweife, welche sich der Sonne gerade gegenüber zu erstrecken pflegen, bey vielen zu, je näher sie der Sonne kommen. Es hängt aber von ihrer Stellung gegen die Sonne ab, um den Schweif der ganzen Länge nach, oder nur zum Theil, oder gar nicht zu sehen. Das erste geschieht, wenn Linien aus der Sonne und Erde an dem Kometen einen rechten Winkel formiren, hat nun der Komet selbst eine ansehnliche Größe, und ist zugleich der Erde nahe, so erstreckt sich der Schweif zuweilen über einen großen Theil des Himmels. Man hat daher Kometen gesehen, deren Schweif 60 . 70 und mehrere Grade lang war. Das zweyte findet statt, wenn jene Linien einen spitzen Winkel am Kometen machen und der Schweif also schräge gegen uns steht; das dritte, wenn der Komet in der Ebene der Ecliptik und zugleich der Sonne entgegen steht, wo er gewöhnlich völlig rund und als ein in einem starken Nebel eingehüllter Planet erscheint.

§. 700. In der 126. Fig. habe ich ein Stück der parabolischen Bahn von zweyen vor einigen Jahren wirklich erschienenen Kometen, in der, aus Beobachtungen derselben berechneten richtigen Lage im Sonnensystem, wobey die Bahnen von **Merkur**, **Venus**, **Erde** und **Mars** zu zeichnen hinlänglich waren, vorgestellt, und es lassen sich die Erscheinungen dieser Kometen am Himmel aus ihrer und der Erde gemeinschaftlichen Fortrückung nach derselben sehr gut erklären. Die länglichste Bahn von beyden gehört dem Komet, welcher im Herbst des Jahres 1769 sichtbar war. Er erreichte sein Perihelium innerhalb der Bahn des Merkurs und kam der Sonne achtmal näher als die Erde. In der zweyten lief der Komet, welcher sich am Ende des 1773ten und im Anfang des 1774ten Jahres zeigte, dessen Sonnennähepunct zwischen der Erd- und Marsbahn fiel. Beyde Bahnen neigen sich mit der Ebene der Ecliptik unter beträchtliche Winkel. Sie sind vorgestellt, als wenn sie auf

der

der Ebene der Ecliptik niedergelegt wären. Aus der Lage der Knotenlinie ist zu schließen, welchen Theil der Bahn man sich demnach über, und welchen man sich unter der Ebene des Papiers gedenken muß. Der Ort der Erde ist von 10 zu 10 Tagen, und zugleich der wahre Ort beyder Kometen für den ersten eines jeden Monats nach der Berechnung beyläufig verzeichnet, woraus sich ihre Erscheinungen folgendermaaßen, der Erfahrung gemäß, ergeben.

§. 701. Der Komet von 1769 wurde im Anfang des Augusts entdeckt, und ließ sich im August und September nach Mitternacht in den Zeichen ♉ ♊ ♋ sehen. Er lief mit einer südlichen zunehmenden Breite von Westen gegen Osten durch den Stier, Orion, ꝛc. fort, und war also rechtgängig. Der Schweif erstreckte sich westwärts. Die Erde rückte gerade gegen den Kometen, und beyde kamen einander etwa um den 10ten September ziemlich nahe, daher der Komet sich um diese Zeit in seinem größten Ansehen zeigte. Seine scheinbare Bewegung war am schnellsten, und der Schweif erschien in der größten Länge (er war über 40° lang). Gegen Ende des Septembers wurde der Komet in der Morgendämmerung unsichtbar und ging zur Sonne. Den 7ten October war er derselben nach der Rechnung am nächsten, oder in seinem Perihelio. So wie sich der Komet nachher wieder an der Ostseite von der Sonne entfernte, wurde er gegen Ende des Octobers des Abends am westlichen Himmel, wegen seiner großen Entfernung aber nur in einer geringen Größe, in den Zeichen des ♐ und ♑ unter einer nordlichen Breite, im Schlangenträger gesehen. Von seinem Schweif war, und zwar nunmehr linker Hand, wenig zu erkennen. Seine scheinbare Bewegung ging auch hier nach der Ordnung der himmlischen Zeichen, gegen Osten, zeigte sich aber äußerst langsam. Er verlor sich endlich im November völlig aus dem Gesicht des Erdbewohners *).

§. 702. Der Komet von 1773 wurde nur durch Fernröhre bemerkt, denn er blieb immer ziemlich weit von der Erde entfernt. Hr. Messier entdeckte denselben am 11ten October, und ich fand ihn hieselbst zuerst am 12ten Nov. nahe über dem hellen Stern am Schwanz des Löwen. Der Komet war durch den November, December bis im Febr. 1774 in jeder heitern Nacht durch Fernröhre sichtbar, und ging zuletzt niemals unter, indem er mit einer stark zunehmenden nordlichen Breite durch das Haupthaar der Berenice, die Jagdhunde, den großen Bären, gegen den Nordpol rückte. Seine Bewegung in der Länge war daher nur geringe. Er war schon, ehe er entdeckt wurde, durch seine Sonnennähe gegangen, und zwar nach der Rechnung am 12ten September. Die Ursache der viermonatlichen Sichtbarkeit dieses unscheinbaren Kometen ist nach der Figur daraus zu erklären, weil die Erde und der Komet inzwischen sich nach einer Gegend gemeinschaftlich bewegten, und der Komet von der Erde immer eingeholt wurde, auch jener sich, zufolge der Richtung seines Laufs, vornemlich nur über die Ebene der Erdbahn erhob, und noch länger

*) S. meine Abhandlung über diesen Kometen, nebst dem Entwurf seiner wahren Laufbahn um die Sonne. 8. Hamb. 1769.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0198-4

sich dem bewafneten Auge gezeigt haben würde, wenn er bey seiner zunehmenden Entfernung von der Sonne nicht ein zu schwaches Licht erhalten hätte. Von einem Schweif waren bey diesen Kometen nur schwache Spuren zu bemerken. Im Julius, August und September konnte derselbe auch durch Fernröhre deswegen nicht entdeckt werden, weil seine Entfernung zu groß, und seine Bahn tief unter der Ebene der Erdbahn gegen Süden lag *).

§. 703. Da die Neigung einer Kometenbahn gegen die Ebene der Ecliptik oft sehr ansehnlich ist, so wird der Unterschied der Länge in seiner Bahn und der Länge desselben in der Ecliptik gerechnet, beträchtlich. Es sey Fig 126 für den Kometen von 1769 ☋ ☊ die Knotenlinie der Bahn, an welcher sich dieselbe um den Winkel u ☋ c gegen die Ebene der Erdbahn hier südwärts neigt, indem m n durch ☋ geht, und daher in der Ebene der Ecliptik liegt, auch von c ein Perpendicul c u unter dieser Ebene zum Kometen für den 1ten Sept. geht. Dann ist also ☋ u die wahre Entfernung oder Länge des Kometen in seiner Bahn von ☋; ☋ c aber dieselbe in der Ecliptik gerechnet. Nun ist aber in der Figur die Ebene der Kometenbahn an ☋ ☊ in die Ebene der Erdbahn

*) Meiner im Jahr 1791 herausgegebenen Abhandlung über die Lage und Austheilung aller Planeten und Kometenbahnen im Weltraum (sie steht auch in den Memoires der hiesigen Königl. Akad. der Wiss. für 1786 - 1787) habe ich einen großen Kupferstich, 26 rheinl. Zoll im Durchmesser, beygefügt, welcher die parabolischen Laufbahnen von 72 bis zum Jahr 1785 erschienenen Kometen auf der Ebene der Erdbahn umgelegt, nach verschiedenen Umständen vorstellt.

gelegt, daher läßt sich vermittelst derselben die heliocentrische und geocentrische Länge eines Kometen in der Bahn, nach Winkeln an der Sonne und Erde gerechnet, für jeden nach richtigen Regeln entworfenen Ort desselben leicht bestimmen. Z. B. für den Kometen von 1769 war am 1sten Sept. diese heliocentrische Länge in w einige Grade im Zeichen des ♈, zieht man ferner eine Linie von a, dem Ort der Erde an diesem Tage zum Kometen u, und dann mit derselben eine Parallellinie von der Sonne bis zu dem äußersten in Zeichen und Grade der Ecliptik eingetheilten Kreis (§ 427) so giebt dieselbe in e die geocentrische Länge des Kometen in seiner Bahn 3 bis 4° in ♊ beyläufig an, welche allemal nach der größern oder geringern Neigung der Kometenbahn, mehrere oder wenigere Grade größer ist als die auf die Ecliptik reducirte Länge, nach welcher man ihn am Himmel unter einer südlichen Breite antreffen wird.

§ 704 Die Kometen bewegen sich wirklich in elliptischen Bahnen, und nicht in parabolischen, denn sonst würden sie niemals wieder zur Sonne zurückkehren, weil, wie Fig. 127 zeigt, die als Parabeln gezeichnete Kometenbahnen mit dem zunehmenden Abstand von der Sonne immer weiter aus einander gehen. Unterdessen, weil der zunächst um die Sonne herum liegende Theil der elliptischen Bahn nur klein im Verhältniß desjenigen ist, in welchem der Komet außerhalb dem Gesichtskreis der Erde fortläuft, und daher zugleich nicht merklich von der Gestalt einer Parabel abweicht, so nimmt man zur Erleichterung der Rechnung an, der Komet bewege sich wirklich, so weit wir dessen Lauf

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0200-1

beobachten können, in einer parabolischen Krümmung um die Sonne, als ihren Brennpunct, denn so läßt sich dieses Stück der Bahn blos aus der berechneten Entfernung des Kometen von der Sonne im Perihelio finden. Wenn es aber, der Wahrheit gemäß, elliptisch verzeichnet werden sollte, so müßte man auch den Abstand des zweyten Brennpuncts in der Gegend der Sonnenferne, oder die Länge der großen Axe, wissen, dies bleibt aber so lange unbekannt, als nicht die Wiederkehr des Kometen, und damit seine ganze Bahn richtig bestimmt worden, hiezu aber ist bis jezt wenig Gelegenheit, weil nur erst die Umlaufszeit eines einzigen Kometen bekannt ist, und außer dem nur von einigen wenigen vermuthet wird *).

*) Eine Parabel ist ein Kegelschnitt, und entsteht, wenn ein Kegel parallel mit einer Seite durchschnitten wird. In Fig. 127 sind L P H und M p N zwey Parabeln. Deren gemeinschaftlicher Brennpunct in S; P ist der Scheitel der erstern und p der leztern. Ist nun S P die Entfernung der Scheitel vom Brennpunct, und man soll hiernach eine Parabel zeichnen, so ziehe man unter andern hiezu vorgeschlagenen Methoden an S P die Linie C D unter einem rechten Winkel, lege hierauf die eine Seite eines Winkelhakens an S, so daß die Ecke im rechten Winkel genau P C berühre, ziehe dann mit Bleystift Linien längs der andern Seite, und dies bey einer jeden geringen Verrückung der Ecke des Winkelhakens von P nach C, wobey aber doch die erstere Seite immer genau beym Brennpunct S anliegen muß, so wird sich aus allen Durchschnitten dieser Linien oder Tangenten wie r E der parabolische Bogen P H ergeben, und eben so wird der gegenüberstehende Bogen P L gefunden. In der Parabel ist nun $SL^2 = HL \cdot SP$ oder $SL^2 : SP = HL$ und im Brennpunct

§. 705. Die Voraussetzung, daß alle Kometen in der Nähe der Sonne, folglich auch zugleich in der Nachbarschaft der Erdbahn, parabolische Bahnen im Weltraum beschreiben, die von sehr eccentrischen Ellipsen wenig unterschieden sind *), verschafft den besondern Vortheil, daß man, zufolge des Keplerschen Satzes mit Beihülfe der höhern Geometrie, für eine gewisse angenommene Entfernung des Sonnennähepuncts (Perihelium) die Geschwindigkeit berechnen kann, mit welcher ein Komet, aus der Sonne betrachtet, vom Perihelio an einen Bogen von 90° zurücklegt, und alsdann hiernach, blos durch eine leichte Reduction, die Geschwindigkeit aller übrigen Kometen, deren Perihelien der Sonne näher oder davon entfernter liegen, findet. Es sey Fig. 127 S die Sonne, RPT die halbe Erdbahn; in P das Perihelium eines Kometen, folglich dessen Entfernung dem Abstand der Erde von der Sonne oder dem Halbmesser der Erdbahn gleich. Nun läßt sich beweisen, daß ein solcher Komet von P aus, den parabolischen Bogen PQL oder PH, welcher, aus

$\frac{1}{2}$ SL = SP; nun ist SL = SH folglich HL (der Parameter) = 4. SP. Zieht man eine Tangente HEr am Umfange der Parabel in E, und verlängert solche bis in Z, wo die fortgezogene Axe SPZ hintrift, so ist SZ = SE und daher EZS = ZES und ESA = 2. EZS; Wird von E die Linie Ep mit der Axe parallel gezogen, so macht diese Linie und SE mit Er an E gleiche Winkel rES und HEp; läßt man von E einen Perpendicul Ep auf die Axe, so ist SE = SP + pP und Ep^2 = Pp . 4 (PS). Endlich ist ein jeder parabolischer Flächenraum wie PpE = $\frac{2}{3}$ des Products Pp . PE.

*) Es folgt hiervon nachher ein Beyspiel für den Kometen von 1759.

der Sonne, unter dem Winkel der Anomalie*) PSL = PSH = 90° erscheint, in 109, 6 Tagen zurückllegt.

§. 706. Man hat nemlich aus den Gesetzen der Schwere und den Eigenschaften des Kreises und der Parabel gefunden, daß die Geschwindigkeit der Erde in einer vorausgesetzten Kreisbahn sich zur Geschwindigkeit eines Kometen in seinem angenommenen parabolischen Bogen bey einem der Erde gleichen Abstand von der Sonne PS verhalte wie 1 zur Quadratwurzel aus 2 = 1 : 1, 414 = $\frac{7}{5}$ beynahe. Oder die Geschwindigkeit des Kometen in P ist $\frac{7}{5}$ von der Geschwindigkeit der Erde, daher ist der z. B. in einer Secunde vom Kometen zurückgelegte Flächenraum seiner Bahn $\frac{7}{5}$ von dem Flächenraum, den die Erde in der nemlichen Zeit beschreibt, nun bleiben sich aber die Flächenräume oder Sectores in gleichen Zeiten beständig einander gleich (§. 556.) und folglich muß sich das vorige Verhältniß derselben bey diesem Kometen und der Erde, in allen Entfernungen des erstern von der Sonne, erhalten. Nun sey SP für die Erde oder den Kometen = 1 der Umfang des Kreises RPT oder die Zahl 6,283 (da der Halbm. = 1) = d, so ist der Flächenraum des ganzen Kreises = $\frac{1}{2}$ d = 3,141 (Durchm. = 1) der parabolische Flächenraum PSL aber, welcher $\frac{2}{3}$ vom Product SP in SL ist (§ 704. Anmerk.) wird $\frac{4}{3}$ seyn, da SL = 2. Dividirt man nun solchen durch die

*) Die Anomalie wird bey den Kometen von ihren Perihelien an gerechnet, weil diese Himmelskörper im Aphelio nicht sichtbar sind, man zählt sie ost- oder westwärts, je nachdem der Komet seinen Lauf hält.

Quadratwurzel aus $2 = 1,414$, so ergiebt sich der von der Erde zurückgelegte Flächenraum in der Zeit, da der Komet den parabolischen Bogen PL beschreibt $= \frac{4}{3 \cdot 1,414} = 0,943$ Man schließt nun: Wie der ganze Flächenraum der Erdbahn sich zur Länge des Jahrs verhält, also jener Flächenraum derselben zur Zeit, die der Komet braucht, um PL zurückzulegen, demnach 3,141 : 365,25 Tage = 0,943 : 109,6 Tage.

§. 707. Zur Berechnung des Orts eines Kometen für eine jede gegebene Zeit wird aber auch erfordert, daß man die Anzahl der seit dem Perihelio verflossenen Tage, die einem gewissen parabolischen Bogen, wie z. B. PQ oder dessen Anomalie PSQ zukommen, wisse, wobey allemal vorausgesetzt wird, daß die Flächenräume den Zeiten proportional bleiben. Man findet mit Beyhülfe des letztern Satzes, aus den Eigenschaften der Parabel und den vorhin berechneten 109,6 Tagen für 90° Anomalie eines Kometen, dessen Sonnennähe dem Halbmesser der Erdbahn gleich ist, die Zeit, welche ein solcher Komet seit dem Perihelio bis zu einer gewissen gegebenen Anomalie anwendet, wenn man 109,6 Tage mit dem 4ten Theil der Summe vom Cubus und vom 3fachen der Tangente der halben Anomalie multiplicirt. Z. B. für 45° Anomalie = PSQ Tang. $22\frac{1}{2}^{\circ} = 0,41321$ davon der Cubus 0,07055 und das 3fache $= 1,23963$, nun ist: $\frac{0,07055 + 1,23963}{4} = 0,32754 \cdot 109,6 = 35,9$ Tage, welche der Komet zur Vollendung des Bogens PQ oder der Anomalie PSQ = 45° braucht. Für

70° Anomalie = PSV finden sich 66,9 Tage. Nach dieser Regel hat man im Gegentheil in einer allgemeinen Tafel vom Lauf der Kometen berechnet, wie groß die Anomalie dieses vorausgesetzten Kometen an einem jeden Tage vor oder nach dem Perihelio sey, woraus sich zugleich ergiebt, wie die Geschwindigkeit desselben mit dem größern Abstande vom Perihelio abnimmt. Folgende Tafel ist als ein Beyspiel ein kurzer Auszug aus einer weit vollständigern, die sich unter andern im IIIten Bande der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln befindet.

Tage.	Wahre Anomalie. Gr.	M.	Tage.	Wahre Anomalie. Gr.	M.	Tage.	Wahre Anomalie. Gr.	M.
10	13	48	140	99	4	550	133	56
20	26	51	150	101	18	600	135	28
30	38	38	160	103	27	650	136	49
40	48	56	170	105	25	700	138	2
50	57	48	180	107	13	750	139	7
60	65	23	190	108	53	800	140	7
70	71	51	200	110	25	850	141	1
80	77	25	250	116	40	900	141	50
90	82	14	300	121	16	950	142	36
100	86	26	350	124	52	1000	143	19
110	90	8	400	127	45	1100	144	35
120	93	24	450	130	9	1200	145	43
130	96	19	500	132	11	1300	146	42

§. 708. Dieser Komet ist nun von den Astronomen gleichsam zum Maaßstab der Geschwindigkeit aller übrigen angenommen worden, die in größern oder geringern Entfernungen ihr Perihelium erreichen. Denn die Kometen befolgen in ihrer Bewegung ein bey dem Planetenlauf vorkommendes ähnliches (Keplersches) Gesetz, nemlich: Die Quadrate der Zeiten, welche in verschiedenen Parabeln einer gleichen Anomalie zugehören, verhalten sich gegeneinander, wie die Würfel der Entfernung der Sonnennähen. Setzt man nun den Abstand der Erde von der Sonne SP Fig. 127 = 10, und das Perihelium eines Kometen in dieser Entfernung der nach dem vorigen, in 109,6 Tagen 90° der Anomalie zurücklegt, so wird ein Komet, dessen Perihelium = 4 = Sp ist, in seiner Parabel nNpM bereits in 27,7 Tagen den Bogen pM oder gleichfalls 90° seiner Anomalie = pSM vollenden, denn $10^3 : 4^3 = 109,6^2 : 27,7^2$, und eben so findet sich, daß beyde Kometen gleiche Anomalien PSQ und pSZ haben, oder die ähnlichen Bögen PQ; pZ beschreiben in 35,9 und 9,1 Tagen, denn $10^3 : 4^3 = 35,9^2 : 9,1^2$. Hiernach braucht ein Komet, um 90° der Anomalie, aus der Sonne betrachtet, zu durchlaufen, wenn die Entfernung der Erde von der Sonne = 10 gesetzt wird, und dessen Entfernung von der Sonne im Perihelio gleich.

ist	1	—	3, 5	Tage	7	—	64, 2	Tage
—	2	—	9, 8	—	8	—	78, 4	—
—	3	—	18, 0	—	9	—	93, 6	—
—	4	—	27, 7	—	10	—	109, 6	—
—	5	—	38, 8	—	11	—	126, 3	—
—	6	—	50, 9	—	12	—	144, 1	—

Auch hieraus ergiebt sich, daß obgleich die parabolischen Bögen von 90° kleiner werden, je näher ein Komet bey der Sonne sein Perihelium erreicht, derselbe doch bey dieser Annäherung immer geschwinder einen gleich großen Bogen durchläuft.

§. 709. Die im vorigen §. stehende allgemeine Tafel kann nun zur Erfindung der wahren Anomalie in allen parabolischen Kometenbahnen dienen. 1) Man nehme die Quadratwurzel vom Würfel der Sonnennähe der vorkommenden Kometenbahn (Entf. der Erde von der Sonne = 1) und multiplicire mit dieser Zahl alle in der 1sten Columne der Tafel stehende Zahlen, so wird man die Zeiten erhalten, in welchen die in der zweyten Columne angesetzten Bögen durchlaufen werden. Oder im Gegentheil 2) wenn man aus diesen wahren Zeiten die in der Tafel angesetzten, und dann vermittelst derselben die wahre Anomalie finden will, so werden die wahren Zeiten durch die Quadratwurzel vom Cubus der Sonnennähe dividirt, und man erhält die Zeiten, so in der Tafel angesetzt sind. Die Quadratwurzel vom Würfel der Sonnennähe wird durch Logarithmen leicht gefunden, wenn man die Zahl des Logarith-

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0207-0

mus der Sonnennähe, 1 und $\frac{1}{2}$ mal genommen, sucht. Es sey z. B. der Abstand der Sonnennähe eines Kometen = 0, (Abstand der Erde von der ☉ = 1) dessen Logarithmus

$$
\begin{aligned}
&= 9.690196 \\
\tfrac{1}{2})\,&9.845098 \\
&= 9.535294 = \text{Log. von } 0{,}343 = \text{die Quadratwurzel aus dem Cubus des Abstandes der Sonnennähe.}
\end{aligned}
$$

Sucht man nun nach dem zweiten Fall die Anomalie dieses Kometen 36 Tage nach oder vor dem Perihelio, so wird $\frac{36}{0{,}343} = 104{,}96$ Tage, diese Anzahl Tage giebt in der Tafel die verlangte Anomalie dieses Kometen etwa $88\frac{1}{4}$ Grad. Oder man multiplicirt nach dem ersten Fall z. B. 110 Tage mit 0,343, so hat man 37,73 Tage als die Zeit, da dieser Komet 90° 8′ Anomalie zurücklegt. Ist ferner die wahre Anomalie und die Entfernung der Sonnennähe eines Kometen bekannt, so giebt die Quadratwurzel aus dieser Entfernung durch den Cosinus der halben wahren Anomalie dividirt, den jedesmaligen Abstand des Kometen von der Sonne oder den Radius vector desselben. Demnach in obigem Beyspiel $\frac{0{,}700}{\text{Cos}.44°7'} = 0{,}975$ = Radius vector.

§. 710. Folgende Tafel dient, zu finden, in wie vieler Zeit ein jeder parabolischer Bogen von einem Kometen zurückgelegt wird, oder den parabolischen Fall eines Kometen gegen die Sonne *) (Abstand der Erde von der ☉ = 1).

*) Sie steht vollständiger im III. Bd. der Berl. Samml. astr. Tafeln.

Abstand von der ☉	Tage.	St.	Abstand von der ☉	Tage.	St.	Abstand von der ☉	Tage.	St.
0, 10	0	21	1, 10	31	15	2, 10	83	9
0, 20	2	11	1, 20	36	1	2, 20	89	10
0, 30	4	12	1, 30	40	15	2, 30	95	14
0, 40	6	22	1, 40	45	9	2, 40	101	21
0, 50	9	16	1, 50	50	8	2, 50	108	8
0, 60	12	18	1, 60	55	11	2, 60	114	21
0, 70	16	1	1, 70	60	18	2, 70	121	14
0, 80	19	15	1, 80	66	4	2, 80	128	9
0, 90	23	10	1, 90	71	18	2, 90	135	8
1, 00	27	10	2, 00	77	12	3, 00	142	9

Kennt man nun nach Fig. 127 zwey Abstände eines Kometen von der Sonne SQ und SW und die zwischen ihren Endpuncten W und Q liegende Chorde des parabolischen Bogens WcQ, so findet sich nach Hrn. Lamberts Regel, aus dem Unterschiede der beiden Hälften von SQ + SW + WcQ u. SQ + SW — WcQ zufolge dessen was die Tafel angiebt, die Zeit, die der Komet braucht, den Bogen QW zu durchlaufen. Es sey SQ = 1,17; SW = 1,83 und WcQ = 1,15 so giebt

$\frac{1}{2}(1,17 + 1,83 + 1,5) = 2,07$ in der Tafel 81 T. 14 St.
$\frac{1}{2}(1,17 + 1,83 - 1,5) = 0,92$ — — — 26 — 5 —

demnach 55 T. 9 St.

die Zeit, welche der Komet gebraucht, um QW zu vollenden. Oder bey diesem Kometen für die Anomalie 90° = PSL ist SP = 1,00; SL = 2,00 und die Chorde PdL = 2,2361.

$\frac{1}{2}(1{,}00 + 2{,}00 + 2{,}2361) = 2{,}6180$	in der Tafel	116 T.	2 St.
$\frac{1}{2}(1{,}00 + 2{,}00 - 2{,}2361) = 0{,}3819$	— —	6	11
		109 T.	15 St. =

109,6 Tage wie im §. 705.

§. 711. Aus dem bisher bemerkten erhellet, daß sich für ein jedes 10tel (der nach einem gewissen Maaßstab angenommenen Entfernung der Sonne von der Erde) des Abstandes der Sonnennähe eine Parabel verzeichnen, und in Tage eintheilen läßt, welche Eintheilung und Zeichnung bis etwa über die Marsbahn fortgesetzt werden kann, weil die Kometen nur selten weiter hinaus sichtbar sind. Hätte man nun hiernach 15 Kometenbahnen, deren Perihelium von $\frac{1}{10}$ bis zu $\frac{15}{10}$ Entfernungen der Sonne von der Erde geht, entworfen, so könnte man solche auf Pappe leimen und ausschneiden, und dann ließe sich die wahre Bahn eines sichtbaren Kometen auf folgende Art mechanisch, und demnach beyläufig finden, wenn man drey verschiedene Tage von einander entfernte geocentrische Beobachtungen der Länge und Breite desselben zum Grunde legte. Nach Fig. 128, welche auf den Kometen von 1769 gerichtet ist, aber zu diesem Zweck nach einem größern Maaßstab verzeichnet werden muß, sey die Sonne in S; ABC die Erdbahn, und deren Halbmesser = $\frac{10}{10}$ des obigen Maaßstabes, und die Erde zur Zeit der ersten Beobachtung in A am 15ten August, die Sonne war nach AS im 22° ♌, der Komet erschien im 10° ♉, demnach 102° westwärts von der Sonne, man ziehe also An mit AS unter diesen Winkel. Bey der zweyten Beobachtung war die Erde in B am 29sten August, die Sonne im 6° ♍, und der Komet im 29° ♉, folglich

97° = SBo westwärts von der Sonne. Bey der dritten Beobachtung war die Erde in C am 16ten September; die Sonne im 24° ♍ und der Komet im 21° ♌ = 33° = SCp Abstand von der Sonne gegen Westen. Die Breite des Kometen war in allen drey Beobachtungen südlich, und zwar in A 3°; in B $10\frac{1}{2}$° und in C 23°, demnach ist zu schließen, daß der Komet bey der ersten senkrecht unter einem Punct der Linie An; bey der zweyten senkrecht unter einem niedrigern Punct der Linie Bo, und bey der dritten senkrecht unter einem noch niedrigern Punct der Linie Cp gestanden habe. Schneidet man sich alsdann drey rechtwinklichte Triangel von Pappe, wie Fig. 129 zeigt, wo der rechte Winkel an n, o und p ist, und macht im ersten nAE = 3°; im zweyten oBF = $10\frac{1}{2}$°, und im dritten pCG = 23° oder den beobachteten Breiten gleich, und stellt einen jeden nach der Ordnung senkrecht unter An, Bo und Cp Fig. 128, so muß der Komet in A nach der Richtung AE; in B nach BF, und in C nach CG unter der Ebene der Erdbahn, seinen Stand gehabt haben.

§. 712. Nun ist ferner hieraus zu schließen, daß dieser Komet aus der Sonne betrachtet von Westen gegen Osten lief, demnach rechtgängig gewesen, und vom ☋ herkam, indem seine südliche Breite im Zunehmen war, ferner, daß er sich der Sonne näherte, oder zu seinem Perihelio ging, daß, weil er von der ersten bis dritten Beobachtung größer wurde und geschwinder fortlief, die Erde ihm inzwischen näher gekommen sey 2c. Sucht man nun unter den verfertigten Kometenbahnen eine aus, welche an den Seiten AE;

BF; CG der unter An; Bó und Cp befestigten Triangel gehalten, genau die beobachtete Zwischenzeit, nemlich zwischen AE und BF 14 und zwischen BF und CG 18 Tage angiebt, so ist dieses die wahre, welches hier bey der für $\frac{1}{10}$ der Entfern. der Sonne von der Erde entworfenen Bahn am nächsten zutreffen wird. Wenn man hiebey einigermaassen aus der Erscheinung des Kometen beurtheilt, ob man denselben in der ersten Beobachtung weiter als in der letztern setzen, und wie entfernt man sich etwa denselben vorstellen könne *), so wird sich die Lage der Bahn des Kometen im Sonnensystem, der ☊, die Zeit und der Ort seines Periheliums rc. und seine fernere Erscheinungen, so weit die Genauigkeit dieses mechanischen Versuchs reicht, ergeben. Zur Berechnung der wahren Bahn eines Kometen werden gleichfalls drey genaue Beobachtungen seines scheinbaren Orts am Himmel nach Länge und Breite vorausgesetzt, diese Berechnung ist aber äußerst mühsam und ihre Vorstellung für meine gegenwärtige Absicht zu weitläuftig. **Lambert** hat im dritten Theil seiner **Beyträge zum Gebrauch der Mathematik** die Bahn eines Kometen durch eine leichte zum Zweck führende Zeichnung mechanisch zu finden gelehrt, auch folgende leichte Regel entdeckt, um aus der Gestalt, der auf einer Himmelskugel oder Sterncharte gezeichneten scheinbaren Kometenbahn, die gewöhnlich einen von einem größten Kreise abweichenden Bogen macht,

*) Wenn er z. B. aus A betrachtet anfinge, sich blößen Augen zu zeigen, so würde man beyläufig die Weite nicht geringer, als den Abstand der Erde von der Sonne schätzen müssen.

zu erkennen, ob und in welchen Puncten der Komet der Sonne näher oder von derselben entfernter gewesen sey als die Erde. Man ziehe nemlich durch zwey beliebige Puncte der scheinbaren Bahn, einen größten Circul, wenn solche alsdann von diesem Circul gegen den gleichzeitigen Ort der Sonne abweicht, so ist der Komet weiter als die Erde von der Sonne; im Gegentheil aber ist er der Sonne näher als die Erde, wenn die Abweichung der Bahn gegen die von der Sonne weggekehrte Seite fällt *).

§. 713. Gesetzt nun, man hätte zufolge der Lambertschen Projectionsart für den Kometen von 1769 seine wahren Entfernungen von der Erde zur Zeit der drey Beobachtungen in A, B und C Fig. 128, 85, 48 und 33 gefunden (Halbmesser der Erdbahn = 100), so trage man die erste aus A in a Fig. 129, die zweite aus B in b und die dritte aus C in c, und ziehe cf, be und ad senkrecht auf Cp, Bo und An. Nehme alsdann aus der 129sten Fig. Ad, Be und Cf, und trage solche in der 128sten Figur auf An, Bo und Cp, so werden solche in d, e und f fallen, unter welchen Puncten also der Komet in der Entfernung da, eb und fc (Fig. 129) senkrecht gestanden. Man findet ferner aus

*) S. Hrn. Lamberts Insigniores Orbitae Cometarum Proprietates, 8. Aug. Vind. Hr de la Lande hat im 3ten Bande seiner Astronomie die Theorie des Kometenlaufs abgehandelt. Am vollständigsten findet man alles beysammen in des Hrn. *Pingré Cometographie ou Traité Historique et Théorique des Comètes*. 2 Bände in 4to. Paris, 1783 und 84.

der Construction die Länge des ☊ im 25° ♍ und damit die Knotenlinie ☊ ☋, so wie die Länge des Periheliums P 24° ♌ und die Neigung der Bahn 41°. Werden nun von d, e und f Linien auf ☊ ☋ senkrecht gezogen, und solche von da aus wieder nach der Secante der Neigung von 41° bis l, m und n verlängert, so fallen diese Puncte in die auf der Ebene der Erdbahn an der Knotenlinie niedergelegte Kometenbahn. Man kann durch dieselben und durch P die Parabel ☋ PR ziehen, solche nach der vorigen Anweisung in Zeit eintheilen, und sich hieraus die vergangenen oder künftigen Erscheinungen des Kometen am Himmel nach der 126sten Figur deutlich vorstellen.

§. 714. Halley unternahm zuerst die weitläuftige Arbeit aus gesammelten Beobachtungen die parabolischen Bahnen von 24 Kometen zu berechnen, die von Ao. 1337 bis 1698 erschienen. Pingre, de la Caille, Struick, Maraldi, la Lande, Mechain und andere haben noch einige ältere und fast alle neuere Kometen hinzugefügt, so, daß wir nunmehro unter allen seit Anno 837 sichtbar gewesenen Kometen 80 haben, deren Bahnen berechnet worden. Die Hauptangaben einer Kometenbahn, welche die Lage, Gestalt und Größe derselben im Sonnensystem bestimmen, sind: Die Länge oder der Ort der Sonnennähe und des ☊, und ob der Komet rück- oder vorwärts geht, alles aus der Sonne betrachtet. Die Entfernung des Sonnennähepuncts von der Sonne; die Neigung der Bahn gegen die Ebene der Ecliptik; endlich ist die Zeit, da der Komet in seiner Sonnennähe war, zu bestimmen. Man nennt diese Angaben die Elemente der Bahn, und nach denselben unterscheidet sich wesentlich ein Komet von dem andern. Nun fand bereits Halley, daß unter den 24 von ihm berechneten Kometen drey sich befanden, nemlich die von den Jahren 1531, 1607 und 1682, bey welchen die vorigen Bestimmungen nahe mit einander zusammentrafen, und daß die Dauer der Zwischenzeit ihrer Erscheinung 75 bis 76 Jahre sey, woraus er schloß, daß dies ein und derselbe Komet gewesen seyn könne, welcher zweymal seinen Umlauf vollendet. Er leitete den sich dabey noch findenden Unterschied in der Dauer seiner Wiederkehr, vornemlich von der Wirkung der anziehenden Kraft des Jupiters her, die seinen Lauf gestört. Auch in noch ältern Zeiten hatten sich zwischen 75 oder 76 Jahren, nemlich Ao. 1456, 1380 und 1305 Kometen gezeigt, welches stark vermuthen ließ, daß dies eben der Komet von 1682 gewesen sey. Halley verkündigte demnach hieraus die Wiederkunft dieses Kometen auf das Jahr 1759. Diese bis dahin in ihrer Art einzige Vorhersagung, traf glücklich ein, und breitete über die Kometenlehre ein allgemeines Licht aus *). Wir können, hiernach zu rechnen, diesen Kometen wieder um das Jahr 1834 erwarten. Noch scheinen die Kometen von 1532 und 1661

*) Der Komet erschien freylich später, als er erwartet wurde, indem der letztere Umlauf desselben 500 Tage länger dauerte, als der von 1607 bis 1682; allein Clairaut und andere haben sehr deutlich bewiesen, daß seine Verspätigung blos einer auf seinen Lauf gewirkte anziehende Kraft des Jupiters und Saturns zuzuschreiben sey.

einen ähnlichen Lauf gehabt zu haben, und einige Astronomen folgerten daraus, daß es ein und derselbe gewesen, und erwarteten hiernach die Wiederkehr desselben auf das Jahr 1789 oder 1790, allein sie ist nicht erfolgt *). Aus ähnlichen Gründen vermuthet man die Einerleyheit des Kometen von 1264 und 1556, welcher also etwa um das Jahr 1848 wiederkommen müßte. Newton und Halley bestimmen die Wiederkunft des größten von allen jemals gesehenen Kometen, der Ao. 1680 sichtbar war, und der Erde unter allen bisher bekannten am nächsten kömmt, auf das Jahr 2254. Dem Kometen von 1769 giebt Hr. Lexell eine Periode von 519 Jahr, dem von 1770 aber nur von $5\frac{1}{2}$ J. **). Hr. Prosperin hat die Rückkehr des Kometen von 1779 auf 1150 Jahr herausgebracht, bey dergleichen Bestimmungen ist aber vieles unzuverläßig.

§. 715. Der Komet von 1759, welcher nunmehr, so weit die Geschichte reicht, also seit dem Jahr 1305 (§. 712) sechsmal seinen 75= bis 76jährigen Umlauf vollendet, hat bey seiner letzten im voraus erwarteten Wiederkehr durch den Augenschein gelehrt, daß die Kometen sich nach eben den Gesetzen wie die Planeten, in sehr langen elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen. Ich habe in der 130sten

*) Ob auch dieser Komet sich etwa um einige Jahre verspätigt, muß die Zeit lehren.

**) Warum dieser Komet bey einem solchen kurzen Umlauf nicht öfterer erscheint, ist schwer zu beantworten, doch hat Hr. Lexell darüber Muthmaßungen gewagt, und die Ursache in der Störung seines Laufs durch den Jupiter zu finden geglaubt. S. astron. Jahrb. 1781. Seite 21.

Figur die ganze Ellipse dieses Kometen AEPBA, in welcher er, nach der Ordnung dieser Buchstaben, folglich rückwärts läuft, in ihrer richtigen Gestalt und Größe, im Verhältniß der uns bekannten Planetenbahnen vorgestellt, (wiewol die für ☿ und ♀ fehlen, weil sie in dieser Figur zu klein ausfallen). In dem einen Brennpunct dieser Ellipse S liegt die Sonne, von welcher der Komet in seinem Perihelio in P um 0, 58 des Halbmessers der Erdbahn = SP entfernt bleibt. In T ist der zweite Brennpunct derselben, und in A das Aphelium, AP ist daher die große Axe oder Apsidenlinie; aus der Sonne betrachtet liegt P der Länge nach im 3° ♒, und A im 3° ♌; ☊ S ☋ ist die Knotenlinie der Bahn, an welcher sich die Ebene der Bahn um 18° neigt, woraus sich die Lage derselben gegen die Ebene der Erdbahn oder Ecliptik (des Papiers), auch daß uns der Komet größtentheils unter einer südlichen Breite erscheinen muß, weil nur der kleine Theil der Bahn ☊ P ☋ Nordwärts von der Erdbahn liegt, erkennen läßt, ☊ geht heliocentrisch zum 24° ♉ und ☋ zum 24° ♏.

§. 716. Nun setzt Herr la Lande die periodische Umlaufszeit dieses Kometen auf 28070 Tage; wird hiermit die Umlaufszeit der Erde verglichen, und deren mittlerer Abstand von der Sonne als 1 angenommen, so läßt sich nach Keplers Lehrsatz §. 555 die mittlere Entfernung dieses Kometen von der Sonne, oder die halbe große Axe seiner Ellipse CA = CP = SL = SN (§. 414) finden, nemlich $365,25^2 : 28070^2 = 1^3 : 18,07^3$ demnach ist CA = CP = 18,07 hiervon SP = TA = 0,58 abgezogen, läßt

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0217-5

die Excentricität CS = CT = 17, 49 übrig, woraus sich durch $SI^2 - SC^2 = CL^2$ die halbe kleine Axe CL = 4, 54 ergiebt. Die Bahn dieses Kometen ist also viermal so lang als breit; der Komet kommt der Sonne im Perihelio $\frac{17,49 + 18,07}{0,58}$ = 61mal näher, als im Aphelio, und entfernt sich im letztern Punct fast zweymal weiter, als Uranus von der Sonne. Kometen, die der Sonne noch näher kommen als dieser, haben noch weit schmälere Bahnen, und laufen in der Gegend ihrer Sonnenferne noch viel weiter über die Uranusbahn hinaus. Wenn man ferner in der 130sten Figur die Linien mTE und nTB zieht, so zeigt sichs, wie schnell die Kometen in der Gegend ihrer Sonnennähe fortlaufen, denn da die Ausschnitte der elliptischen Raumebenen der Bahn den Zeiten proportional sind, so werden nach §. 557 die Bögen EPB und mn in gleichen Zeiten zurückgelegt. Ich habe den Bogen der Anomalie PE = PB für 200 Tage vor und nach dem Perihelio berechnet; demnach braucht dieser Komet in der Gegend seines Periheliums, um den großen Bogen EPB zurück zu legen, 400 Tage; bey seinem Aphelio rückt er aber in eben der Zeit nur um mn fort. Hiebey finden übrigens eben dieselben Gesetze der Anziehung oder Schwere des Kometen gegen die Sonne, und seiner Anfangs erhaltenen Wurfbewegung, wie oben §. 574 u. f. bey den Planeten statt.

§. 717. Setzt man den Abstand des Periheliums SP in der Parabel und in der Ellipse gleich, so verhält sich bey einer sehr langen Ellipse, der Parameter derselben, oder die am Brennpunct liegende Ordinate, doppelt genommen, zum Parameter der Parabel HL, wie der Abstand des Apheliums zur großen Axe, und die Geschwindigkeiten im Perihelio, in der Ellipse und Parabel verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Parametern. Nach diesen und andern hieher gehörigen Sätzen ist folgende Tafel berechnet, aus welcher die Verbesserung herzuleiten ist, die man bey der in einer Parabel berechneten wahren Anomalie und einem Radius vector, (von 10 zu 10 Grad der erstern) anbringen muß, um solche auf eine Ellipse von gleichem Abstande der Sonnennähe bis auf einen geringen Unterschied zu reduciren *).

Wahre Anomalie	Verb. der Anomalie.	Verb. des Rad. vect.	Wahre Anomalie	Verb. der Anomalie.	Verb. des Rad. vect.
Gr.	add.	subtr.	Gr.	add.	subtr.
10	4. 2464	7. 8178	70	4. 3144	9. 3862
				subtr.	
20	4. 5201	8. 4116	80	3. 7787	9. 4701
30	4. 6479	8. 7502	90	4. 6154	9. 5409
40	4. 6986	8. 9813	100	4. 9312	9. 6050
50	4. 6842	9. 1520	110	5. 1437	9. 6694
60	4. 5876	9. 2829	120	5. 3126	9. 7433

Um z. B. für den Kometen von 1759 eine in der Parabel berechnete wahre Anomalie von 60° und den dazu gehöri-

*) Siehe *de la Caille* Leçons elementaires d'Astronomie, pag. 292.

gen Radius vector 0,882 (dessen Log. 9,9455) auf seine elliptische Laufbahn zu reduciren, wird von dem Log. des Abstandes der Sonnennähe = 9,7660 der Logarithm. der grossen Axe = 1,5580 subtrahirt; es restirt Log. 8, 2080. Nun findet man aus der Tafel für 60° Anomalie, die

Verb. d. Anomalie	4.5876	u. d. Verb des Rd. v.	9,2829
hiezu obiger Log.	8.2080		8,2080
ist der Log. v. 10′24″	2.7956	ist Log. von 0,0031	= 7.4909
wird add. z. d.		subtr. vom Log.	
wahr. Anom.	60° 0 0	des Rad. vect.	9,9455
giebt wahre		in d. Ellipse. Log.	9,9424 giebt
Anomalie	60 10 24	den Rad. vect in der Ellipse	0,876

§. 718. Die folgende Tafel zeigt die vorhin erwähnten Hauptbestimmungen der Bahnen aller bisher berechneten Kometen, mit einer für Liebhaber der Sternkunde hinlänglichen Genauigkeit *). Ich habe den Kometen von 1456, welcher einigemal wiedergekommen, nur bey seiner ersten Erscheinung so wie die von 1264 und 1532, welche man mit denen von 1556 und 1661 für einerley hält, nur einmal gerechnet, nachher aber ihre Nummer mit einer kleinern Ziffer bemerkt, und so kommen 80 Kometen in der Tafel vor. Die 5te Columne zeigt den heliocentrischen Ort der Sonnennähe in der Bahn. Er findet sich durch die Berechnung des parabolischen Laufs des Kometen oder me-

*) Im 1sten Bande der Berliner Sammlung astronom. Tafeln und im dritten Bande der Astronomie des Hrn. la Lande, kommen die Bestimmungsstücke dieser Tafel nach der genauesten Berechnung vor, wiewol selbige bis auf Secunden und zum Theil auch bis auf Minuten nicht völlig zuverläßig sind.

chanisch, durch eine Zeichnung der Bahn desselben; stellt man sich von diesem Ort ein Perpendicul auf die Ebene der Ecliptik gezogen vor, so bezeichnet eine durch den Punct, wo selbige diese Ebene berührt, aus der Sonne gezogene Linie, den Ort der Sonnennähe in der Ecliptik gerechnet, welchen die 6te Columne angiebt (§. 702). Er findet sich, wenn man die Tangente des Products vom Cosinus der Neigung der Bahn in der Tangente des Abstandes des Periheliums vom ☊ (Argument der Breite,) von diesem Argument subtr. und diesen Unterschied im 1sten und 3ten Quadranten jenes Arguments von der Länge des Periheliums in der Bahn subtr., im 2ten und vierten dazu addirt (§. 434. Anmerk.) Die 7te Columne zeigt die heliocentrische Breite oder den Abstand des Kometen von der Ecliptik in seiner Sonnennähe. Sie wird durch den Sinus des Products, vom Sinus der Neigung der Bahn in dem Sinus des Arguments der Breite gefunden, und ist bey vorwärts laufenden Kometen in den 6 ersten Zeichen des Arguments der Breite Nordlich; in den 6 letzten Südlich; bey rückwärts gehenden Kometen aber findet das Gegentheil statt. Die 8te Columne enthält den Abstand des Kometen von der Sonne in seiner Sonnennähe, in solchen Theilen, deren die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 1000 hat, auf einen jeden solcher Theile gehen etwa 20000 Meilen. Endlich bemerkt noch die neunte Columne durch den Buchstaben v, daß der Komet aus der Sonne betrachtet, vorwärts laufe, und durch r, daß er rückgängig sey.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0221-7

§. 719. Verzeichniß von 80 Kometen, deren Bahnen bisher berechnet worden.

	Zeit der Sonnennähe.			Länge des ☊	Neigung der Bahn	Sonnennähe in der Bahn.	Sonnennähe in der Ecliptik.	Sonnennähe Breite	Abstand d. ☉ Nähe ☉ von der Erde = 1000	Bewegung.
	Jah.	Mt.	Tag	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.		
	Alt. Calend.									
1	837	März	1	27 ♎	11	19 ♑	19 ♑	11 S.	580	r.
2	1231	Jan.	30	13 ♈	6	15 ♌	15 ♌	5 N.	948	v.
3	1264	Jul.	17	29 ♍	30	6 ♑	7 ♑	30 N.	411	v.
4	1299	März	31	17 ♋	69	3 ♈	13 ♓	65 N.	318	r.
5	1301	Oct.	22	15 ♈	72	15 ♑	15 ♑	70 N.	450	r.
6	1337	Jun	2	24 ♊	32	8 ♉	13 ♉	23 N.	407	r.
7	1456	Jun.	8	18 ♉	18	1 ♒	0 ♒	17 N.	585	r.
8	1472	März		12 ♑	5	6 ♉	6 ♉	4 S.	543	r.
7	1531	Aug.	25	19 ♉	18	2 ♒			567	r.
9	1532	Oct.	20	20 ♊	33	21 ♋	17 ♋	15 N.	509	v.
10	1533	Jun.	17	6 ♌	36	27 ♌	23 ♌	12 S.	203	r.
3	1556	April	22	26 ♍	32	9 ♑			464	v.
11	1577	Oct.	27	26 ♈	75	9 ♌	8 ♍	70 S.	183	r.
12	1580	Nov.	28	19 ♈	65	19 ♋	19 ♋	65 N.	596	v.
13	1582	May	7	21 ♏	61	5 ♐	28 ♏	12 S.	226	r.
	Neuen Cal.									
14	1585	Oct.	8	8 ♉	6	9 ♈	9 ♈	3 S.	1093	v.
15	1590	Febr.	8	15 ♍	30	7 ♏	3 ♏	23 S.	577	r.
16	1593	Jul.	19	14 ♍	88	26 ♍	15 ♍	12 N.	89	v.
17	1596	Aug.	9	16 ♒	52	28 ♏	6 ♐	50 N.	549	r.
7	1607	Oct.	26	20 ♉	17	2 ♒			588	r.
18	1618	Aug.	17	23 ♑	21	18 ♒	17 ♒	9 N.	513	v.
19	1618	Nov.	8	16 ♊	38	2 ♈	6 ♈	36 S.	380	v.
20	1652	Nov.	13	28 ♊	79	28 ♈	11 ♊	58 S.	847	v.
9	1661	Jan.	27	22 ♊	33	26 ♋			448	v.
21	1664	Dec.	4	21 ♊	21	11 ♌	9 ♌	16 S.	1026	r.
22	1665	April	24	18 ♏	76	12 ♊	24 ♉	23 N.	106	r.
23	1672	März	1	27 ♑	83	17 ♉	9 ♋	69 N.	697	v.
24	1677	May	6	27 ♏	79	18 ♌	16 ♋	76 N.	280	r.
25	1678	Aug.	27	12 ♍	3	28 ♒	28 ♒	1 N.	1238	v.
26	1680	Dec.	18	2 ♑	61	23 ♐	27 ♐	8 S.	6	v.
7	1682	Sept.	14	21 ♉	18	3 ♒			583	r.
27	1683	Jul.	3	23 ♍	83	25 ♊	11 ♋	83 N.	560	r.
28	1684	Jun	8	28 ♐	66	29 ♏	15 ♐	27 S.	960	v.
29	1686	Sept.	17	21 ♓	31	17 ♊	16 ♊	31 N.	325	v.
30	1689	Dec.	1	24 ♒	69	24 ♐	22 ♑	54 N.	17	r.
31	1698	Oct.	19	28 ♐	12	1 ♑	1 ♑	1 S.	691	r.
32	1699	Jan.	13	22 ♒	69	3 ♏	7 ♎	62 N.	744	r.
43	1702	März	14	9 ♎	4	19 ♌	19 ♌	3 S.	646	v.
34	1706	Jan.	30	13 ♈	55	12 ♊	27 ♉	45 N.	426	v.
35	1707	Dec.	12	23 ♉	89	20 ♊	23 ♉	27 N.	860	v.

	Zeit der Sonnennähe. Jah. Mt. Tag.	Länge des ☊ Gr.	Neigung der Bahn Gr	Sonnennähe in der Bahn. Gr.	Sonnennähe in der Ecliptik. Gr.	Sonnennähe Breite Gr.	Abstand d. ☉ Nähe ☉ von der Erde = 1000	Bewegung.
36	1718 Jan. 15	9 ♌	30	1 ♌	2 ♌	4 N.	1026	r.
37	1723 Sept. 28	14 ♈	50	13 ♉	4 ♉	21 S.	999	r.
38	1729 Jun. 23	11 ♒	77	22 ♒	12 ♒	5 N.	4070	v.
39	1737 Jan. 30	16 ♏	18	26 ♒	25 ♒	5 N.	223	v.
40	1739 Jun. 17	27 ♎	56	13 ♋	2 ♋	53 N.	673	r.
41	1742 Febr. 4	5 ♎	67	8 ♏	19 ♎	29 S.	765	r.
42	1743 Jan. 11	8 ♊	2	3 ♋	3 ♋	1 N.	838	v.
43	1743 Sept. 21	5 ♈	46	7 ♐	28 ♏	39 N.	520	r.
44	1744 März 1	16 ♉	47	17 ♎	25 ♎	21 N.	222	v.
45	1747 März 3	27 ♌	79	7 ♑	14 ♒	49 S.	2198	r.
46	1748 April 29	23 ♏	85	5 ♏	21 ♏	18 N.	841	r.
47	1748 Jun. 18	5 ♉	57	6 ♑	20 ♐	47 S.	655	v.
48	1757 Oct. 21	4 ♏	13	2 ♌	3 ♌	13 S.	339	v.
49	1758 Jun. 11	21 ♏	68	28 ♐	6 ♐	34 N.	215	v.
7	1759 März 13	24 ♉	18	3 ♒			583	r.
50	1759 Nov. 27	20 ♌	79	23 ♉	8 ♊	78 N.	798	v.
51	1759 Dec. 17	20 ♊	5	18 ♌	18 ♌	4 S.	966	r.
52	1762 May 28	19 ♓	85	14 ♋	9 ♍	64 N.	1010	v.
53	1763 Nov. 2	26 ♓	74	25 ♊	21 ♊	74 N.	498	v.
54	1764 Febr. 12	19 ♋	54	16 ♈	14 ♈	54 N.	564	r.
55	1766 Febr. 17	4 ♐	41	23 ♌	20 ♌	40 N.	505	r.
56	1766 April 17	17 ♉	8	25 ♎	3 ♐	2 N.	639	v.
57	1769 Oct. 7	25 ♍	41	24 ♌	1 ♍	19 S.	123	v.
58	1770 Aug. 9	19 ♌	2	26 ♓	25 ♓	1 S.	637	v.
59	1770 Nov. 23	19 ♋	31	28 ♎	0 ♏	31 S.	528	r.
60	1771 April 19	28 ♈	11	13 ♋	14 ♋	11 N.	902	v.
61	1772 Febr. 19	13 ♐	19	18 ♋	17 ♋	11 S.	1018	v.
62	1773 Sept. 12	1 ♌	61	16 ♊	5 ♋	39 S.	1134	v.
63	1774 Aug. 15	1 ♎	83	17 ♒	24 ♓	43 N.	1429	v.
64	1779 Jan. 4	25 ♈	32	27 ♊	23 ♊	28 N.	713	v.
65	1780 Oct. 1	4 ♌	54	6 ♐	21 ♐	43 S.	99	r.
66	1781 Jul. 7	23 ♊	82	29 ♏	19 ♐	24 N.	776	v.
67	1781 Nov. 29	17 ♊	27	16 ♈	19 ♈	24 N.	961	r.
68	1783 Nov. 15	24 ♉	53	15 ♉	19 ♉	7 S.	1565	v.
69	1784 Jan. 21	27 ♉	51	21 ♊	12 ♊	18 S.	708	r.
70	1784 April 9	27 ♊	48	29 ♒	18 ♒	41 N.	650	r.
71	1785 Jan. 27	24 ♐	70	20 ♋	3 ♋	24 S.	1144	v.
72	1785 April 8	5 ♊	87	28 ♑	9 ♐	53 N.	427	r.
73	1786 Jul. 8	14 ♎	51	9 ♍	21 ♍	26 S.	410	v.
74	1787 May 11	17 ♋	48	8 ♈	3 ♈	47 N.	349	r.
75	1788 Nov. 10	7 ♍	12	9 ♋	10 ♋	11 N.	1063	r.
76	1788 Nov. 20	22 ♓	65	23 ♈	6 ♈	28 N.	767	v.
77	1790 Jan. 17	22 ♍	29	28 ♉	25 ♉	27 N.	750	r.
78	1790 Jan. 28	27 ♐	57	22 ♋	11 ♋	20 S.	1063	v.
79	1790 May 21	3 ♉	64	4 ♑	11 ♐	51 N.	798	r.
80	1792 Jan. 13	11 ♎	40	6 ♉	1 ♉	16 N.	1293	r.

§. 720. Die vorige Tafel zeigt demnach im allgemeinen, die größte Annäherung eines jeden Kometen gegen die Sonne, die Stellung, Lage und andere Umstände des Stücks seiner wahren (vorausgesetzten) parabolischen Laufbahn, in welchem er etwa den Erdbewohnern sichtbar seyn kann. Wenn man nun außerdem die wahre Entfernung der Planeten vom Merkur bis zum Mars, von der Sonne, in der Gegend, wo ein Komet in seinem Perihelio, der Länge in der Ecliptik nach gerechnet, war, zum Grunde legt; oder, wenn man die Entfernung des Puncts von der Sonne berechnet, wo die vom Ort der Sonnennähe in der Bahn des Kometen auf die Ebene der Erdbahn gezogene Perpendicularlinie hintrift *), über welchem also der Komet im Perihelio senkrecht gestanden, so zeigt hiernach die folgende Tafel, für den ersten Fall in der Columne α die Anzahl Kometen, welche in einem jeden Zwischenraum zwischen diesen Planetenbahnen der Sonne im Perihelio Nord- oder Südwärts vorbeygingen, oder nach dem zweyten Fall in der Columne β, wie viele über jedem Zwischenraum Nord- oder Südwärts senkrecht, ihr Perihelium erreichten.

*) Diese so genannte abgekürzte Entfernung von der Sonne (§. 434) ergiebt sich durch das Product des Abstandes des Periheliums von der Sonne, in dem Cosinus der Neigung der Bahn.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0224-4

	Anzahl der Kometen.	
	α	β
Zwischen der ☉ u. d. Merkursbahn	17	45
— — Merkur- u. Venusbahn	32	21
— — Venus u. Erdbahn	16	11
— — Erd- u. Marsbahn	11	3
— — Mars- u. Jupitersbahn	4	

Es liefen also von diesen 80 Kometen nur 11 in einer grössern Entfernung als die Erde und nur 4 in einer größern als Mars, zunächst um die Sonne herum; und nur die Fernröhre haben, bey zugleich sehr vortheilhaften Stellungen der Erde diese Kometen bey uns sichtbar gemacht.

§. 721. Hieraus läßt sich nun folgern, daß die Anzahl der Kometen im Sonnensystem sehr ansehnlich seyn muß, und wir nur diejenigen größtentheils beobachten können, die sich bis innerhalb der Erdbahn zur Sonne herablassen. Denn sollten nicht die mehresten Kometen in grössern Weiten als Mars, Jupiter, Saturn und vielleicht auch Uran, von der Sonne stehen, schon ihr Perihelium erreichen und ihre Bahnen sich mit der zunehmenden Entfernung immer mehr erweitern? Dies lassen die dortigen größern Räume zur Bewegung und besonders die ungeheuren Abstände der nächsten Fixsterne von unserm Sonnensystem, als sehr wahrscheinlich vermuthen. Diese Kometen werden daher immer außer dem Gesichtskreise der Erde ihre vom Finger der Allmacht vorgezeichneten Laufbahnen fort-wandeln. Wie viele Erscheinungen dieser Weltkörper hat uns nicht schon die Geschichte aus dem Alterthum aufbehalten, und wenn man auch einige davon abrechnet, weil damals zuweilen Lufterscheinungen, Feuerkugeln rc. für Kometen angesehen wurden, so ist hingegen nicht zu vermuthen, daß unter dieser schon beträchtlichen Anzahl, verschiedene einigemal wiedergekehrt seyn sollten, weil die mehresten Jahrhunderte zu ihrem Umlaufe gebrauchen, und damit kommen immer einige hundert bisher wirklich schon gesehener Kometen heraus. Rechnet man noch, wie viele Himmelskörper dieser Art ihrer großen Entfernung wegen nur durch Fernröhre sichtbar sind, welche demnach vor Erfindung dieser optischen Hülfsmittel unbemerkt blieben, aber jetzt von den Astronomen dadurch aufgesucht werden. Ferner, wie viele bey Tage erscheinen können, oder noch mehr, bey anhaltenden trüben Nächten oder großen südlichen Abweichungen den nachforschenden Blicken des europäischen Sternkundigen entgehen, so erhält man eine Vorstellung, daß die Anzahl der Kometen in unsrer Sonnenwelt sehr ansehnlich seyn müsse. Lambert bringt in seinen cosmologischen Briefen, nach einem sehr mäßigen Ueberschlage, schon an 4000 heraus.

§. 722. In der wahren Größe müssen viele dieser Weltkörper dem einen oder dem andern Planeten gleich kommen, wo nicht gar übertreffen. Dies haben schon Beobachtungen gelehrt*), und läßt sich auch aus der Wirkung der

*) Z. B. der Komet von 1770 war den 1sten Jul. nach Hrn. Prosperins und Lamberts Berechnung nur 7mal weiter als der

anziehenden Kraft der Sonne, welche noch in den erstaunlichen Entfernungen, zu welchen manche Kometen in ihrem Aphelio gelangen, vermögend ist, selbige in ihren Bahnen herum zu lenken, erkennen. Ferner laufen die Planeten in fast kreisförmigen Bahnen und bis auf geringe Abweichungen alle in einer und derselben Ebene um die Sonne, und hiebey wird folglich die mächtige Anziehungskraft jener großen Weltkugel nur nach einer Richtung genützt; damit aber noch mehrere Weltkörper von dem Reichthum, den das Licht und der wohlthätige Einfluß der Sonne verschwenderisch allenthalben um sich ausstreuet, Vortheile ziehen möchten, neigte die Allmacht ihre Laufbahnen unter allen möglichen Winkeln gegen die mehrentheils gemeinschaftliche Ebene aller Planetenbahnen **), und damit zugleich ihre Anzahl ansehnlich seyn könne, und die zwischen den Planetenbahnen befindlichen Räume ohne Gefahr einer allzugroßen gegenseitigen Annäherung bestens genützt werden möchten, erhielten sie eine mehr oder minder gegen die Sonne senkrechte Fallkraft, wodurch sich einige in sehr schmalen Ellipsen tief zur Sonne herabsenken; andere hingegen und die mehresten sich in mehr offene und verschiedene Planetenbahnen einschließenden elliptischen Gleisen, in er-

Mond von uns, und sein Kern hatte wenigstens 10 Min. im Durchmesser, hiernach mußte er den Mond an Größe 13mal übertreffen.

**) Wegen dieser starken Neigungen der Kometenbahnen liefen von den 80 Kometen der Tafel im §. 719, allein 45 im Perihelio nord- und südwärts senkrecht über die Ebene weg, welche die Merkursbahn einschließt (§. 720).

weiterten Räumen um die Sonne schwingen. Erstere müssen also wegen ihres stärkern Falls gegen die Sonne, sich auch wieder in ihrem Aphelio viel weiter von derselben entfernen, als verhältnißmäßig die letztern; auch müssen jene nach dem Keplerschen Lehrsatz dort viel langsamer laufen, als diese. Daher ist die späte Wiederkehr der Kometen nicht sowol ihren sehr ablangen, oft sich weit über alle Planeten hinaus erstreckenden Bahnen, sondern vielmehr ihrem in der Gegend der Sonnenferne ungemein langsamen Fortgange, zuzuschreiben (§. 716).

§. 723. Ueber die Natur und Beschaffenheit dieser Weltkörper, haben die Naturforscher aller Zeiten verschiedene Gedanken geheget. Welche Vorstellung soll man sich bey den Ausnahmen die man hier antrift, von denselben machen. Die Planeten werden fast kreisförmig um die Sonne geführt; die Kometen hingegen durchlaufen Bahnen, auf welchen sie bald die Wirkungen der Sonne in der größten Nähe empfinden, und dann wieder jenseits aller Planeten, sich so weit von derselben entfernen, daß ihre wohlthätigen Einflüsse, wie es scheint, ganz unwirksam werden müssen. Welche große Veränderungen werden nicht hiebey auf der Oberfläche der Kometen vorgehen, und ist es wol Wunder, daß wir solche sogar auf der Erde noch bemerken, da in der That die Nebel oder Lichtschimmer, in welchen die Kometen, wenn sie uns sichtbar sind, folglich in die Nachbarschaft der Sonne kommen, eingehüllt erscheinen, und ihre Schweifen erkennen zu geben scheinen. Worin bestehen aber diese Veränderungen? Gerathen etwa diese

Weltkörper, wenn sie gegen die Sonne anrücken, in Brand, und sehen wir in ihren Nebeln und Schweifen den von ihren Oberflächen aufsteigenden Dampf? Oder entstehen diese Schweife aus den von der Sonnenhitze in Dünste aufgelöseten Atmosphären der Kometen? Bey diesen Meinungen wird die Sonne für ein wirkliches Feuer gehalten, dessen Hitze auf den Kometen mit der Annäherung zunimmt. Der große Komet von 1680 kam aber der Sonne in seinem Perihelio 166mal näher als die Erde, und mußte hiernach ihre Hitze 27556 mal stärker als die Erde empfunden, oder die Erhitzung seiner Kugel die von einem glühenden Eisen bey uns 2000 mal übertroffen haben, und wie unbeschreiblich strenge müßte nicht im Gegentheil die Kälte seyn, welcher dieser Komet in seiner Sonnenferne blos gestellt wäre? Wie unbedeutend wäre dann auch nicht die Größe eines Kometen gegen seinen Dunstkreis, da der Schweif sich oft viele tausend Meilen weit in der Länge erstreckt. Warum erscheinen uns diese aufgestiegenen Dünste noch so glänzend, und vornemlich nach einer von der Sonne abgewendeten Richtung? Wie könnten wir durch die oft lebhaft schimmernden Schweifen der Kometen zuweilen auch sogar die kleinsten Fixsterne erkennen, wenn sich in denselben dicke Dämpfe und Nebel unsern Augen darstellen sollten?

§. 724. Die neueste sich auf richtige Beobachtungen und Vernunftschlüsse gründende Meinung über die Natur dieser Weltkörper ist folgende: Da man die verspätete Wiederkehr des Kometen von 1759 sehr deutlich aus der Wirkung der Anziehungskraft des Jupiters und Saturns auf seinen

Lauf erklärt, und dergleichen Perturbationen von Planeten auch bey mehreren Kometen bemerkt, hingegen Kometen, die unserer Erde nahe vorbey gingen, keinen merklichen Einfluß auf ihre Bewegung geäußert haben, so scheint die Masse der Kometen gegen ihre Größe unbeträchtlich zu seyn *). Sie sind also aus einer feinern Materie als die Planetenkugeln gebildet, ferner hat es allen Anschein, daß ihre Atmosphären und Schweifen aus einem lichtähnlichen äußerst subtilen und durchsichtigen Stoffe bestehen, und vielleicht gar die lockere Masse der Kometen selbst mit diesem flüssigen für sich leuchtenden Wesen vermischt ist. Man sieht sie daher auch durch Fernröhre nie scharf begrenzt, sondern äusserst undeutlich in dem Lichtstoff eingehüllt; der Schatten des Körpers wird im leuchtenden und durchsichtigen Schweif nicht sichtbar, sie scheinen auch auf der von der Sonne weggekehrten Seite, und entlehnen von dieser Quelle des Lichts vielleicht nur den geringsten Theil ihrer Erleuchtung. Bey ihrer schnellen Annäherung zur Sonne wird durch eine verstärkte Wirkung derselben jene subtile Materie ausgedehnt, noch mehr verdünnt, und erzeugt den anscheinenden Nebel und Lichtschimmer. Sie flieht, vielleicht ihrer Natur nach, die nahe Sonne, sammlet sich größtentheils derselben gegenüber, und formirt hinterhalb dem Kometen den Schweif, welcher daher ihm folgt, wenn er zur Sonne eilt, hingegen vor ihm hergeht, wenn er von derselben zurückkommt.

*) Die wechselseitigen Anziehungskräfte stehen aber mit den Massen und nichts mit den Größen der Weltkörper im Verhältniß. (§. 586.)

In einer großen Entfernung, und vielleicht erst jenseits der mehresten Planetenbahnen, fällt endlich dieser bey der großen Entlegenheit von der Sonne unentbehrliche Stoff wieder auf den Kometen zurück, und er verliert seinen Schweif und vielleicht auch größtentheils den Nebel *). Daß dieser glänzende Stoff mit der Materie des Zodiacallichts und der Nordscheine sehr nahe verwandt zu seyn scheint, hat schon Hr. Mairan bewiesen **).

§. 725. Bey unserer jetzigen Kenntniß von der Natur und dem Lauf der Kometen, wenn dabey auch noch manches unvollkommen seyn sollte, ist wol die Untersuchung, ob diese Himmelskörper den Erdbewohnern Glück oder Unglück bedeuten, sehr entbehrlich. Allein eine wichtigere Frage könnte seyn, ob nicht die Kometen bey einer großen Annäherung gegen die Erde einige physikalische Wirkungen auf deselbe äußern könnten. Die newtonsche Theorie von der anziehenden Kraft der Himmelskörper läßt dieses freylich zum Theil erwarten, und einige Naturforscher haben hiernach Gelegenheit genommen, uns durch allerhand willkührliche Hypothesen zu erschrecken, wobey noch die Kometen und ihre Schweife von der fürchterlichsten Seite vorge-

*) Ob nicht etwa die von Hrn. Herschel entdeckten sogenannten planetarischen Nebelflecke Kometen sind, die in der Gegend ihrer Sonnenferne, wo sie äußerst langsam fortrücken, sich aufhalten?

**) S. des Hrn. Prof. Fischers Betrachtungen über die Kometen, bey Gelegenheit der vermutheten Wiedererscheinung eines Kometen im Jahr 1789, nebst Abbildung und Beschreibung einer Maschine zu Untersuchungen über den Lauf der Kometen.

stellt werden. Diese Körper, sagen sie, durchstreichen die Bahnen der Planeten von allen Seiten her, wie, wenn einer derselben auf seinem schnellen Fluge gerade den Erdball träfe, denselben in Brand steckte und zerstörte, oder mit zur Sonne fortrisse, oder uns den Mond raubte, oder seinen Schweif als einen Wasserstrom, wie bey der mosaischen Sündfluth, nach Whistons Vorstellung, geschehen, auf uns herabgösse, und dadurch Verwüstungen mancher Art auf dem Erdboden anrichtete. — Fehlen vielleicht daher schon hie und da Planeten im Sonnensystem, oder machen die Planeten etwa Eroberungen, und ziehen die Kometen als Monde an sich? Haben wohl Uran, Saturn, Jupiter und Erde ihre Monde auf diese Art erbeutet? — Alle dergleichen Einfälle werden bey einer gehörigen Prüfung als sehr ungegründet befunden. Noch nie sind dergleichen Umkehrungen von Kometen im Sonnensystem bemerkt worden. Es bleibt auch ohne Zweifel ein jeder Himmelskörper das was er einmal ist, so daß Zerstörungen des einen durch den andern nicht statt finden, denn die Erhaltung ganzer Weltkugeln war gewiß eine der ersten Absichten ihres weisen Urhebers, dazu sind alle Anlagen vorhanden, und ihre Laufbahnen deswegen im Weltraum dergestalt gelegt und angeordnet, daß sie sich auf denselben allemal geschickt ausweichen können.

§. 726. Wenn auch gleich die Unmöglichkeit einer solchen zerstörenden Annäherung eines Kometen gegen die Erde sich nicht unwidersprechlich beweisen läßt; so ist doch leicht zu zeigen, daß ihre Wahrscheinlichkeit äußerst geringe ist.

In dem Fall der größten Möglichkeit muß nemlich der eine oder andere Knoten der Kometenbahn genau in der Erdbahn liegen, und der Komet gerade in dem Augenblick, da die Erde in diesem Punct ankömmt, zugleich durch denselben gehen. Beyde Bedingungen mögen aber wohl in den nächsten hunderttausend Jahren nicht zusammentreffen. Fürs erste ist noch keine Kometenbahn bekannt, deren Knoten gerade in der Erdbahn lägen, und obgleich unter den 80 im vorigen Verzeichnisse vorkommenden Kometen, der von 1680 am gefährlichsten ist, weil er der Erde am nächsten kommen kann; so bleibt er doch in seiner größten Nähe noch $\frac{5}{1000}$ des Abstandes der Sonne von der Erde = 100000 Meilen, oder noch einmal so weit, als der Mond, von uns *), wobey er allenfalls durch seine dadurch erhaltene Schwere gegen die Erde, wenn er viel größer als unser Mond ist, eine stärkere Ebbe und Fluth zuwege bringen, auch den Lauf der Erde vielleicht etwas stören könnte, welche Wirkung aber nicht lange dauern kann, weil Erde und Komet bey ihrer schnellen Bewegung in wenigen Stunden schon wieder viele tausend Meilen weiter von einander sind. Dann braucht auch dieser große Komet 575 Jahr zu seinem Umlauf, und die Erde kann bey seiner späten Wiederkunft jedesmal

*) Nach Hrn. Prosperins Berechnung kann der Komet von 1680 unserer Erde bis auf die doppelte Entfernung des Mondes nahe kommen; der von 837 bleibt 3mal, der von 1684 4mal, der zweyte von 1618 6mal, der erste von 1743 kaum 6mal, der von 1763 7mal; der von 1779 6mal, der erste von 1770 7mal weiter als der Mond von uns, in dem Fall der größten möglichen Annäherung; alle übrigen Kometen bleiben viel weiter von der Erde. S. astr. Jahrb. für 1789 Seite 194 u. 195.

in andern Puncten ihrer Bahn seyn, wo diese Gefahr nicht statt findet; setzte ich diese Puncte um einen Tag von einander, so ist erst nach 365 Umläufen des Kometen, oder nach mehr als 200000 Jahren wieder die Wahrscheinlichkeit da, daß die Erde mit diesem Kometen am nächsten zusammen kommen werde. Auch haben die Sternkundigen noch niemals aus sichern Gründen einige Wirkungen von den sich uns nähernden Kometen bemerkt; im Gegentheil aber, daß Kometen in ihrem Lauf durch Planeten etwas gestört worden (§. 619.) Die angeblichen Gefahren, womit der Lauf dieser Himmelskörper die Erde bedrohen, sind daher weiter nichts als leere Einbildungen, und gründen sich so wenig auf allgemeine Naturgesetze, als astronomische Untersuchungen.

§. 727. Die Kometen sind ohne Zweifel zu weit höhern Absichten bestimmt, als den Bewohnern des Erdballs Furcht einzujagen, oder ihre Wohnplätze zu zerstören, welches schon aus ihrer beträchtlichen Anzahl, Einrichrung, und daß sie in regelmäßigen Kreisen, nach gleichen Gesetzen wie die Planeten um die Sonne geführt werden, zu schließen ist. Sollten daher nicht auch auf den weiten Oberflächen dieser großen Körper vernünftige Wesen der Macht und Güte Gottes ihr Daseyn zu danken haben? Diese Kometenbewohner werden sich für ihren Aufenthalt schicken; auch wird der Allgütige Anstalten getroffen haben, sie gegen die außerordentlich veränderlichen Wirkungen der Sonne zu sichern; wer weiß, ob nicht auch die Ausströmung und Aufschwellung der subtilen leuchtenden Materie, in welcher uns der Komet, wenn er zur Sonne kömmt, als in einem Nebel eingehüllt erscheint, zum Nutzen seiner Bewohner abzwecken. — Diese Glücklichen wandeln mit ihren Wohnplätzen von der Sonne bis in die Nachbarschaft der Gränzen ihres Gebiets fort, und können folglich dasselbe aus weit entfernten Puncten und von verschiedenen Seiten beobachten. Auf eins ihrer Jahre gehen nicht selten einige hunderte der unsrigen, und ihre Jahrszeiten richten sich vermuthlich nach ihren jedesmaligen Abständen von der Sonne. — Was für besondere Einrichtungen in Ansehung der Climate, Wohnplätze, Abtheilungen der Geschöpfe, Naturproducte, lassen sich nicht aus allen diesen Vorstellungen auf einer Kometenkugel erwarten? Welchen reichen Stoff zum Nachdenken bietet nicht überhaupt der ungewöhnliche Anblick dieser Himmelskörper dem Erdbewohner dar; wie vieles liegt aber noch hiebey außer der Sphäre seiner Verstandskräfte?

Zwölfter Abschnitt.

Von den Fixsternen, ihrer Lichtabirrung, wahren Entfernung, Größe, Beschaffenheit, Menge, Bestimmung, Austheilung; Umfang und Vortreflichkeit des Weltgebäudes.

§. 728.

Obgleich die bisher betrachteten Wunder des Sonnensystems schon im Stande sind, bey dem Bewohner des kleinen Erdballs Bewunderung und Erstaunen zu erregen, so hat er mit alle dem dennoch nur erst einem sehr kleinen Winkel des Weltgebäudes aufmerksame Blicke gegönnt. Jene Lichter des Himmels, welche zu Millionen eine heitre Nacht entdeckt, die Fixsterne, leiten ihn zu noch größern Wundern, die seiner ehrfurchtvollsten Untersuchung vollkommen würdig sind, und ihm, so viel sein Geist hienieden davon zu fassen vermag, neue und erweiterte Aussichten in die große Schöpfung Gottes eröfnen.

§. 729. Bereits im zweyten Abschnitt §. 58. ist das Allgemeine von den Fixsternen bemerkt; nemlich ihre Erscheinung, wie sie sich von den Planeten unterscheiden; von ihren Ordnungen oder Größen nach den verschiedenen Graden des Lichts. Im dritten Abschnitt kam ihre Abtheilung nach Gestirnen oder bildlichen Vorstellungen, die Anzahl der in Verzeichnisse gebrachten, die Namen der vornehmsten; ingleichen die Lage und die Erscheinung der zu ihnen gehörigen Milchstraße, Nebelsterne, Doppelt und veränderlichen Sterne vor. Im vierten Abschnitt ward von ihrer besondern gemeinschaftlichen Fortrückung in Ansehung der Aequinoctialpuncte, und im 6ten §. 368. von ihren scheinbaren Durchmessern, §. 369. von ihrem Funkeln gehandelt. Dann sind noch im 7ten Abschnitt, an gehörigen Oertern, die jährlichen und täglichen Erscheinungen der Fixsterne erläutert worden. Es bleibt nunmehr noch eine scheinbare Bewegung, und alsdann die Entfernung, Größe, Menge und Bestimmung dieser Himmelskörper zu untersuchen übrig.

§. 730. Diese Aberration oder Abirrung des Lichts der Fixsterne ist eine scheinbare und jährlich wiederkehrende periodische Bewegung derselben, nach welcher sie von der Ecliptik bis zu ihren Polen hinauf, immer mehr offene Ellipsen um ihren wahren Ort beschreiben, deren größere Axe allemal 40 Secunden im Bogen des größten Kreises der Länge parallel austrägt. Die in der Ecliptik befindlichen rücken inzwischen 20 Sec. von ihrem wahren Ort, der Länge nach, gegen Osten und Westen, und die in den Polen der Ecliptik stehenden laufen in kleinen Kreisen von 20 Sec. im Halbmesser um ihren wahren Ort herum. Als Bradley auf Flamsteeds, Hooks und Molyneux Veranlassung um das Jahr 1725 über die jährliche Parallaxe der Fixsterne (davon nachher) äußerst genaue Beobachtungen anstellte, entdeckte er wider sein Vermuthen diese periodische und der

Wirkung einer Parallaxe der Erdbahn gerade entgegengesetzte scheinbare Ortsveränderung der Fixsterne. Denn er bemerkte zu Kew, nahe bey London, mit einem von Graham für Molineux verfertigten sogenannten Scheitelmesser (Sector) welcher 24 Fuß im Halbmesser hatte, und dessen Gradbogen nur einige Minuten vom Kreise enthielte, daß der Stern zweyter Größe γ am Kopf des Drachen, welcher nicht weit vom Nordpol der Ecliptik steht, und dem Zenith dieser Stadt nahe kömmt, im December 1725 sich vom Scheitelpunct weiter nach Süden entfernte, im März 1726 war er 20 Sec. südlicher als drey Monate vorher, und schien einige Tage stille zu stehen; um die Mitte des Aprils fing er an, sich wieder nach Norden zu bewegen; im Anfang des Junii hatte er eben den Abstand vom Zenith als sechs Monate vorher; im September war er 20″ nordlicher, und im December zeigte er sich wieder auf der nemlichen Stelle als im vorigen Jahre. Seit dem 19ten Aug. 1727 beobachtete Bradley zu Wansted mit einem neuen sehr genau eingetheilten $12\frac{1}{2}$ füßigen Grahamschen Sector, und nahm mit demselben ähnliche periodische Ortsveränderungen an mehreren Sternen wahr. Er bemerkte allgemein, daß ein jeder nordlicher Stern in der Breite am weitesten gegen Norden erschien, wenn er um 6 Uhr des Abends oder am weitesten gegen Süden, wenn er um 6 Uhr des Morgens culminirte, und zwar im Verhältnisse des Sinus seiner Breite, wenn die größte Aberration in der Breite 20 Sec. gesetzt wird. Die größte Aberration in der Länge traf ferner allemal ein, wenn der Stern mit der Sonne in ☌ oder ☍ war, bey jener schien er um 20″ west- und bey dieser 20″ ostwärts von seinem wahren Orte.

§. 731. Im Dec. 1728 leitete Bradley glücklich die Ursache dieser regelmäßigen Erscheinung an den Fixsternen aus einer zusammengesetzten Bewegung der Erde und der allmähligen Fortpflanzung des Lichts her *). Dies macht die 132ste Figur deutlich. Es sey in E ein Stern, aus welchem ein Lichtstral nach der Richtung EB in der Ebene der Ecliptik fortschießt; AB ein sehr kleiner Theil der Erdbahn, und CB der Halbmesser derselben. Diese Weite CB lege der Lichtstral zurück, während daß die Erde von A bis B fortrückt. Kömmt demnach die Erde in B, so ist das Licht in demselben Augenblick in diesem Punct angelangt, und daher bestimmen CB und AB die Geschwindigkeiten des Lichts und der Erde in gleichen Zeitmomenten. Zieht man nun CD parallel und gleich groß mit AB, so läßt sich das Parallelogram DCAB beschreiben, und man kann die Geschwindigkeit des Lichts CB als das Resultat von zwey Geschwindigkeiten nach den Richtungen CD und CA ansehen. Jene wird wegen ihrer gleichen Größe und parallelen Lage mit AB für unser Auge aufgehoben; diese aber bleibt noch für uns bemerkbar, und wir sehen den Stern nach der Richtung AC, oder nach BD. Nun ist CBD = BCA der Ab-

*) Man hat bisher mit diesem berühmten Manne angenommen, daß das Licht sich von den nächsten wie von den entferntesten Fixsternen mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanze, oder daß die Aberration in der Länge bey allen Sternen durchaus von gleicher Größe sey; allein gegen diesen Satz haben neuere Astronomen mit Grunde Einwendungen gemacht.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0239-1

errationswinkel, und giebt an, wie viel hier der Stern E von seinem wahren Ort oder der Linie BCE auf der linken Seite entfernt zu seyn scheint; und da die Beobachtungen die Größe desselben bey dieser Stellung der Erde und des Sterns gegen einander, wobey er am merklichsten seyn muß, gerade 20 Sec. geben, so bestätiget sich die Richtigkeit dieser Erklärung, und zugleich was Römer, wie oben von §. 456 — 459 gezeigt worden, aus den Versinsterungen der Jupiterstrabanten gefunden, daß das Licht in 8 Min. 7 Sec. von der Sonne bis zu uns, oder durch den Halbmesser der Erdbahn = CB sich fortpflanze, denn in dieser Zeit legt die Erde gerade 20 Sec. im Bogen ihrer Bahn = AB zurück *). Es folgt auch aus der Figur, daß der Stern allemal nach der Seite hin, von seinem wahren Ort erscheint, gegen welche die Erde fortrückt.

§. 732. Dies letztere zeigt auch die 133ste Figur für alle Stellungen des Sterns gegen die Sonne, bey einem jeden Umlauf der Erde. Es sey RBHK die Bahn der Erde und in S die Sonne. Nach E hinaus stehe ein Fixstern in der Ebene derselben, nach welchem wegen seiner großen Ent-

*) Uebrigens bleibt dieser kleine Aberrationswinkel von 20 Sec. Sec. BCA unverändert, so lange die Seiten AB und CB unter einem rechten Winkel in dem gehörigen Verhältniß der Geschwindigkeit der Erde und des Lichts für gleiche Zeitmomente = 1 : 10313 (459.) stehen. Der Halbmesser der Erdbahn kömmt bey der Berechnung der Aberration des Fixsterns nur deswegen zur Vergleichung vor, weil man schon aus den Jupiterstrabanten Verfinsterungen weiß, was demselben als der Weg des Lichts betrachtet, für ein geringer Bogen der Erdbahn correspondirt.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0240-3

fernung alle Parallellinien RE, VE, KE, TE, HE gehen (wie schon einigemal bemerkt worden) so wird dieser Stern, wenn die Erde in K ist, in der ☌, und wenn sie in B ist in der ☍ mit der Sonne seyn, oder um 12 Uhr Mittag oder Mitternacht culminiren; in R wird er um 6 Uhr Morgens und in H um 6 Uhr Abends in den Meridian kommen. (§. 397.) Man kann R und H die Puncte der Quadraturen des Sterns mit der Sonne nennen. Läuft nun die Erde in der Hälfte ihrer Bahn RBH fort, so muß der Stern, wie aus der vorigen Figur erhellet, sich von seinem wahren Ort E*) zur Linken, oder gegen Osten hin entfernen, wobey seine Länge größer wird. Denn z. B. für die Zeit ☍ in B sey mB die Bewegung der Erde in der Zeit, da sich das Licht durch einen Halbmesser der Erdbahn = eB fortpflanzt, so wird sich nach dem vorhin bemerkten eBn der Aberrationswinkel = 20 Sec. ergeben. Rückt aber die Erde in der andern Hälfte ihrer Bahn HKR fort, so scheint der Stern, wegen dieser Abirrung des Lichts, zur rechten oder gegen Westen von seinem wahren Ort E abzuweichen, denn z. B. in der ☌ K sey oK der Weg der Erde und der Halbmesser der Erdbahn in dem gehörigen Verhältniß der Geschwindigkeit der Erde und des Lichts, so wird SKr die größte Aberration des Sterns E = 20 Sec. westlich, so wie in B östlich. Es läßt sich ferner aus der Figur folgern, daß der Stern an seinem wahren Ort, der Länge nach erscheint, wenn die Erde in R

*) Man könnte diesen Ort den heliocentrischen nennen, einige Astronomen nennen ihn den mittlern, im Gegensatz des durch die Aberration bewirkten scheinbaren.

und H ist, und also gerade auf den Stern zu oder von demselben weggeht.

§. 733. Da dieser Stern in der Ebene der Ecliptik stehend angenommen wird, so erhellet deutlich, daß derselbe jährlich nur in einer geraden Linie von 40 Sec. seine Länge verändern muß. Hingegen alle Sterne, die eine Breite haben, oder über die Ebene der Erdbahn erhaben sind, müssen in Ellipsen, deren halbe größere Axen 20 Sec eines größten Kreises, und deren halbe kleinere 20 Sec.. dem Sinus der Breite gleich sind, herum zu laufen scheinen, und werden, nachdem sie eine nordliche oder südliche Breite haben, wenn die Erde in R ist, in dem südlichsten oder nordlichsten, und wenn sie in H kömmt, in dem nordlichsten oder südlichsten Punct dieser Ellipse erscheinen, also die größte Aberration in der Breite und keine Aberration in der Länge haben. Hingegen wenn die Erde in K oder B ist, die größte Aberration in der Länge und keine in der Breite zeigen. Es sey in Fig. 134. KRBH die Erdbahn schräge angesehen; in e ein Stern unter der nordlichen Breite eSG, so wird derselbe, zufolge seiner Aberration sich in der gezeichneten Ellipse um seinen wahren Ort e bewegen, und in den Puncten k, r, b, h, also allemal um den vierten Theil seiner Ellipse voraus erscheinen, so wie die Erde in K, R, B, H kömmt. Ein Stern endlich, welcher selbst im Pol der Ecliptik, demnach senkrecht über dem Punct S Fig. 133 steht, läuft in einem Kreise dabc von 20 Sec. im Halbmesser herum, und nachdem die Erde in die Puncte R, B, H, K kömmt, wird der Stern zu gleicher Zeit in a, b, c, d, folglich allemal am weitesten von seinem wahren Ort gegen die Seite, nach welcher die Erde fortrückt, entfernt erscheinen.

§. 734. Um die Aberration in der Länge zu einer jeden Zeit, außerhalb der ☌ oder ☍ und den Quadraturen des Sterns mit der Sonne zu finden, sey z. B. für den Ort der Erde in i Fig. 133. i u der kleine Bogen von 20″ den die Erde, um B i von der ☍ entfernt, in 8 Min. 7″ Zeit zurücklegt, und h u sey der Weg des Lichts vom Stern E in der nemlichen Zeit, so ist i h u der Aberrationswinkel; h u liegt mit e o S parallel, und der Winkel h u i = o l S hat den Bogen u H zum Maaße. Daher ist hier der Aberrationswinkel in der Länge = 20″. Sin. w u i oder 20″ Sin. u H oder Cos. B u, und die Aberration in der Länge steht allemal mit dem Sinus des Abstandes der Erde von der Quadratur oder des Cos. des Abstandes von der ☍ im Verhältniß. Die bisher vorgestellte Aberration der Länge wird auf einem größten Kreise und parallel der Ecliptik da am Firmament gemessen, wo der Stern steht. Wenn man aber solchen durch zwey aus den Polen der Ecliptik gezogene Breitencirculn, wovon der eine durch den scheinbaren, der andere durch den wahren Ort des Sterns geht, auf die Ecliptik bringt, so wird sie größer und durch die Division mit dem Cosinus der Breite auf die Ecliptik selbst gebracht. Folglich ist z. B. die Aberration der Länge des Sterns E für den Ort der Erde in i gesetzt seine Breite sey 50° und u H 40° . $\frac{20'' \text{ Sin. } 40^\circ}{\text{Cos. } 50^\circ}$ Die größte Aberration in der Breite, welche in den Quadraturen statt findet, ist = 20″ Sin. der Breite des Sterns, und die Aberration der Breite für eine jede andere Zeit findet sich, wenn man voriges Product noch mit dem Sinus des Abstandes der Erde von der ☍ multiplicirt, wovon die Beweise auf eine nemliche Art wie vorhin sich ergeben. Noch ist zu merken, daß die Sonne eine beständige Aberration in der Länge von 20″ hat, um welche sie allemal von ihrem wahren Ort sich westwärts zeigt, weil der Lauf der Erde gegen die rechte Hand geht (§. 395.) Dies läßt sich aus der 133sten Fig. deutlich abnehmen. Die astronomischen Tafeln geben den scheinbaren Ort der Sonne an, zu welchen man daher allemal 20″ addiren muß, um den wahren zu haben, der bey Berechnung der Planeten zum Grunde liegt.

§. 735. Die bisher betrachtete ursprüngliche Aberration in der Länge und Breite zieht eine Aberration in der geraden Aufsteigung und Abweichung nach sich, wie leicht einzusehen ist, und da man gewönlich die gerade Aufsteigung und Abweichung eines Sterns beobachtet und dessen Länge und Breite daraus berechnet, so kömmt die Berechnung der Wirkung der Aberration bey jenen noch häufiger vor, als als bey diesen, um die beobachtete scheinbare auf die wahre zu reduciren. Bey Berechnung der Aberration eines Sterns in der geraden Aufsteigung und Abweichung kömmt es außer den obigen Stücken noch auf den Positionswinkel des Sterns an (§. 201.) um seinen jedesmaligen Ort in der Aberrationsellipse, also der Länge und Breite nach, auf einen Aequator und Meridianbogen zu bringen. Die Regeln hiezu sind für alle hiebey vorkommende Fälle etwas

ver=

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0244-5

verwickelt; man hat aber schon längstens für diejenigen, welche dergleichen benöthiget sind, Tafeln berechnet, aus welchen für eine jede Zeit die Aberration und auch zugleich die Nutation (§. 611) der angesetzten Sterne in der geraden Aufsteigung und Abweichung, sich finden läßt, wobey nur die Länge der Sonne für die Aberration und die Länge des ☊ des ☾ für die Nutation bekannt seyn darf *) Das in den Berlinschen astronomischen Jahrbüchern von 1776 bis 1783 vorkommende Sternverzeichniß zeigt für 280 der vornehmsten Sterne nicht allein die wahre gerade Aufsteigung und Abweichung nebst deren jährlichen Veränderung, imgleichen die Länge und Breite, sondern auch die größte Aberration in der geraden Aufsteigung und Abweichung, das Argument der Aberration **) und den Positionswinkel.

§. 736. Zur allgemeinen Uebersicht habe ich Fig. II. Taf. 19 die Lage und Gestalt der Ellipse, welche Arctur vermöge der Aberration des Lichts jährlich zu beschreiben

*) Man findet in Hrn. Mezgers Tabulae aberrationis etc. Manhemii 1778, die Aberration und Nutation von 352 Sternen; in der Connoissance des tems für 1789, 90 und 91, 252 von Hrn. de Lambre berechnet. Hr. v. Zach in Gotha ist im Begriff neue, vollständige und sehr vortheilhaft eingerichtete Aberrations- und Nutationstafeln heraus zu geben.

**) Dies ist der Ort der Sonne, wo die Aberration in der geraden Aufsteigung und Abweichung = 0 ist, und anfängt positiv zu werden. Hr. Lambert lehrt in eben diesem Bande, wie man aus dieser Angabe die Aberration für eine jede Zeit finden kann.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0245-0

scheint, vorgestellt. S ist der wahre (heliocentrische) Ort des Sterns, wo er erscheinen würde, wenn die Erde still stünde. SE geht zum Nordpol der Ecliptik, und SP zum Nordpol des Aequators, demnach ist ESP der Positionswinkel des Arcturs, Aa ein Parallel des Aequators und ☍ ☌ der Ecliptik, die halbe große Axe der Ellipse ☌ T ☍ V ☌ verhält sich zur halben kleinen wie 20′ : 20″. Sin. der Breite des Sterns (31° Nordl.) Ist nun die ☉ in ☌ mit dem Sterne, so erscheint derselbe in ☌ (im 21° ♎ den 13. Oct.) 20″ von seinem Ort S in der Länge westwärts. Nach drey Monaten ist Arctur im 1. □, und etwa 10″ von S in der Breite Südlich, in ☍ ist er mit der ☉ in ☍ (im 21° ♈ den 10ten April) und 20″ von S ostwärts; endlich zeigt er sich 3 Monate nachher im 2. □ ohngefehr 10″ von S Nordl. Nun kann man sich EAea als die Ecliptik gedenken, in ☌ und ☍ den 21° der ♎ und ♈ setzen, hiernach die Puncte 0° ♈, ♎, ♑ und ♋ und damit die Länge der ☉ für jeden Ort des Sterns finden. Es sey der Stern in T, so ist, wenn man durch denselben die Linie rTm senkrecht auf S ☌ und Tn senkrecht auf Sa zieht, Sm die Aberration in der Länge, mT in der Breite, Sn in der geraden Aufsteigung und nT in der Abweichung, und r der Ort der Sonne für diese Zeit. In V und W hat der Stern keine Aberration in der Abweichung, und für jenen Punct bestimmt uVw in w den Ort, wo alsdann die Sonne steht, SV ist zu der Zeit die Aberration in der Aufsteigung, Su in der Länge, Vu in der Breite. In C und F ist hingegen die Aberration des Sterns in der geraden Aufsteigung 0; bey jenem Punct fällt die Länge der Sonne in f, die Aberration in der Länge ist Sk, in der Breite kC und in der Abweichung SC.

§. 737. Nach Hrn. Lamberts Vorschlag kann man diese Aufgabe auch mit Beyhülfe einer künstlichen Himmelskugel mit ziemlicher Genauigkeit mechanisch auflösen: Man führt nemlich den Stern unter den Meridian, und dreht alsdann den Meridian nebst der Kugel so, daß der Stern am Horizont steht. Dann liegen 1) unter dem Meridian über und unter dem Horizont die Puncte der Ecliptik, in welchen sich die Sonne befindet, wenn die Aberration in der geraden Aufsteigung am größten ist. 2) 90 Grade von diesen Puncten fortgezählt, ergeben sich diejenigen Puncte der Ecliptik, wo sich die Sonne aufhält, wenn die Aberration in der geraden Aufsteigung = 0 ist. 3) Der westliche oder östliche senkrechte Abstand dieser letztern Puncte vom Meridian ist das Maas des Winkels, welchen der Meridian mit der Ecliptik in dem Punct derselben macht, der mit dem Stern zugleich culminirt (er heiße n) (§. 192) *), dessen Sinus mit 20″ mult. und durch den Sinus des Abstandes des Sterns vom Pol (= dem Complement seiner Abweichung) dividirt, die größte Abirrung in der geraden Aufsteigung giebt. 4) Am Horizont liegen die Puncte der Ecliptik, worin die Sonne seyn muß, wenn die Abirrung

*) Man zählt vom culminirenden Punct der Ecliptik 90° im Meridian gegen den Pol, befestigt dort den meßingenen Höhencircul, und führet ihn über den 90° vom Meridian in der Ecliptik liegenden Punct, so giebt derselbe diesen Winkel oder jenen Abstand an.

nach der Abweichung am größten seyn soll. 5) 90° von diesen Puncten befindet sich die Sonne, wenn die Abirrung in der Abweichung = 0 ist. 6) Die Höhe oder Tiefe dieser Sonnenörter über oder unter dem Horizont (des 90sten Grades der Ecliptik (§. 206) = h die der Höhencircul angiebt) giebt einen Bogen, dessen Sinus mit 20″ mult. die größte Abirrung in der Abweichung giebt. 7) Die jedesmalige Aberration in der geraden Aufsteigung findet sich, wenn man 20″ mit dem Product des Sinus des Winkels n in dem Cosinus des Abstandes der Sonne von dem Punct der Ecliptik, der mit dem Stern culminirt, multiplicirt, und mit dem Sinus des Complements der Abweichung des Sterns dividirt. 8) Die Aberration in der Abweichung ergiebt sich, wenn man 20″ mit dem Product vom Sinus der Höhe des 90sten Grades = h in dem Sinus des Abstandes der Sonne vom 90sten Grad multiplicirt.

§. 738. Auch bey den Planeten und Kometen ist, wegen der Abirrung ihres Lichts eine Reduction ihrer beobachteten scheinbaren Oerter auf die wahren nothwendig, wenn man die Berechnung aufs genaueste vornehmen will. Die Größe derselben ist allemal ihrer Bewegung, von der Erde aus betrachtet, in der Zeit gleich, in welcher das Licht von ihnen bis zu uns gelangt, und läßt sich folglich aus ihrem Abstande von der Erde = d (♁ von ☉ = 1) leicht berechnen, wobey man die vom Halbmesser der Erdbahn oder der Entfernung der Sonne von uns = 1 und der Geschwindigkeit der Erde entstehende Aberration von 20″, imgleichen die tägliche mittlere Bewegung der Erde in ihrer Bahn = $59' \, 8''$ und die scheinbare tägliche geocentr. Bewegung des Planeten in der Länge = a zum Grunde legt. Hiernach ist die Aberration eines Planeten = $\frac{a \,.\, d \,.\, 20''}{59' \, 8'' = 59',13}$ oder da $\frac{20''}{59',13} = 0,3382$ so giebt das Product a . d . 0,3382 die verlangte Aberration, um welche der Planet allemal von seinem wahren Ort nach derjenigen Seite erscheint, gegen welche er sich bewegt. Nach voriger Regel findet sich die Aberration, (die mittlern Entfernungen oder die Bahnen der Planeten als kreisförmig betrachtet)

	in der ☌	90° v. d. ☉	in der ☍	untere ☌	größte Ausweichung.	obere ☌.
Beym Uran.*)	+ 25″	+ 5″	− 15″			
— Saturn	+ 27	+ 6	− 13			
— Jupiter	+ 29	+ 9	− 11			
— Mars	+ 36	+ 12	− 4			
— Venus				− 3½″	+ 14″	+ 43½
— Merkur				− 11½	+ 18	+ 51½

Nimmt man bey dieser Berechnung die 24stündliche geocentrische Bewegung des Planeten in der Breite, geraden Aufsteigung und Abweichung an, so findet sich die Aberration desselben nach diesen Richtungen. Die Aberration in der Breite ist aber bey den Planeten die mehreste Zeit so geringe, daß sie in keine Betrachtung kömmt.

*) In dieser Tafel zeigt + an, daß der Planet vermöge der Aberration von seinem wahren Ort gegen Osten; − aber, daß er gegen Westen erscheint.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0249-6

§. 739. Schon ein beyläufiger Ueberschlag zeigt, daß die Entfernung der Fixsterne von uns oder von der Sonne erstaunlich seyn müsse. Die Erde umläuft nemlich jährlich eine Bahn um die Sonne ABCD Fig. 135, deren Durchmesser BD über 40 Millionen Meilen austrägt (541). Wir verändern also inzwischen um diese große Weite unsern Ort im Weltraum, und sind gewissen Fixsternen z. B. g, h, i, k, in C um so viele Millionen Meilen näher als nach 6 Monaten in A. Dessen ohngeachtet erscheinen uns diese Himmelskörper zu allen Zeiten des Jahrs in einer gleichen Größe und behalten eine unveränderliche Stellung gegen einander. An den scheinbaren Bewegungen und Größen aller Planeten wird der Einfluß der Fortrückung der Erdkugel im Sonnensystem sehr merklich, wie §. 402 — 404 gezeigt worden, und selbst der 400 Millionen Meilen entlegene Uranus, angenommen, er stehe in T. kann sich der Parallaxe der Erdbahn wegen, von B oder D aus betrachtet um 3° ost- oder westwärts von seinem wahren Ort e nach p und r hinaus zeigen. Allein von allem diesen bemerkt man nichts bey den Fixsternen, entweder nun, müssen sie, wie die Alten wähnten, an einer kristallenen Himmelskugel befestigt seyn, (wer kann sich aber jetzt noch dergleichen einfallen lassen?) oder sie stehen so weit von uns, daß der Durchmesser der Erdbahn gegen ihre Weite eine äußerst geringe Größe ist.

§. 740. Huygen wählte einen besondern Weg, um einigermaaßen zur Kenntniß der Fixsterne zu gelangen. Er verglich nemlich die scheinbare Größe und den Glanz des

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0250-8

Sirius, der als der hellste unter allen Fixsternen, gemeiniglich für den nächsten gehalten wird, mit der Größe und Lichtstärke der Sonne. Seine Methode ist sinnreich, und verdient bemerkt zu werden. Er sahe durch eine 12 Fuß oder 144 Zoll = 1728 Linien lange Röhre O A Fig. 136, welche vorn bey A nur eine kleine runde Oeffnung von $\frac{1}{12}$ Linie im Durchschnitt = mn hatte, nach der Sonne, so ließ sich aus O der Winkel nOm übersehen, dessen Tangente nach optischen Gründen, (weil er nur geringe seyn konnte,) gleich ist $\frac{OA}{mn} = \frac{1728}{\frac{1}{12}} = \frac{1}{20736}$ vom Radius = 0,00004822, und sich in den Tafeln beynahe von 10 Secunden findet. Wird nun der Durchmesser der Sonne auf 31 Min. = 1860 Sec. gesetzt, so übersahe Huygen durch diese Oefnung $\frac{10}{1860}$ = den 186sten Theil von der Sonne; allein er fand, daß dieser Theil noch viel heller war als Sirius, und setzte deswegen vorn in die Oeffnung eine sehr kleine Glaskugel, deren Halbmesser = $\frac{1}{2}$ mn war. Hiedurch mußte er von O aus nach dioptrischen Gründen, wenn $\frac{1}{2}$ mn = r; OA = h, und der Sonnen scheinbarer Durchmesser = V gesetzt wird, von der Sonnenscheibe $3 \cdot r \cdot \frac{V}{2 \cdot h}$ und in Zahlen $3 \cdot \frac{1}{24} = \frac{1}{8} \cdot \frac{V}{3456} = \frac{V}{27648}$ demnach den 27648sten Theil übersehen, wofür Huygen nach seiner Rechnung 27664 herausbrachte. Als er sich hierauf, um alles fremde Licht abzuhalten, verhüllte, schien ihm dieser $\frac{1}{27664}$ste Theil von der Sonne dem Sirius zur Nachtszeit an Größe und Licht gleich zu kommen, und hieraus folgerte er bey der Voraussetzung, daß Sirius so groß als die Sonne sey, dieser Stern müsse 27664mal weiter als die Sonne von der Erde entfernt seyn. Diese Weite des uns am nächsten seyn sollenden Fixsterns setzt schon in Erstaunen; allein es läßt sich aus Beobachtungen leicht beweisen, daß solche von Huygen noch viel zu geringe herausgebracht worden.

§. 741. Es sey in Fig. 135 S die Sonne, in E ein Fixstern in der Ebene der Erdbahn ABCD, wenn nun die Weite SE nur 27664mal SB oder SD wäre, so müßte der Fixstern E noch eine Parallaxe aus B und D betrachtet von 7 bis 8 Secunden haben, denn SB oder SD = 1 durch SE = 27664 getheilt, giebt die Tangente des Winkels der Parallaxe BES oder DES von 7 bis 8 Sec. Allein eine Parallaxe von dieser Größe haben die Astronomen auch bey den Sternen erster Größe, die uns wahrscheinlich am nächsten stehen, nicht bemerken können. Was Tycho, Picard, Flamsteed, la Caille und andere über die periodischen Veränderungen der Oerter des Polarsterns, des Sirius ꝛc. bemerkten, und als eine jährliche Parallaxe dieser Sterne ansahen, ist theils der damals noch unbekannten Aberration des Lichts, theils dem zuzuschreiben, daß ihre Instrumente noch Fehler von 30 Secunden zurückließen. Auch fanden selbst jene Astronomen diese Erscheinungen nicht mit der Wirkung einer von der Erdbahn herrührenden jährlichen Parallaxe zustimmend. Es sey nach Fig. 134 ein Stern in e, die Erde umlaufe ihre Bahn KRBH, so muß der Stern, wenn er eine merkliche Parallaxe hat, eben so als bey der Aberration, inzwischen in einer Ellipse um seinen wahren Ort herumlaufen. Allein die Parallaxe wirkt in entgegengesetzter Richtung und verschiebt den Ort des Sterns um 90° an seinem Mittelpunct von der Aberration verschieden. Aus der Sonne betrachtet wäre S e die zum wahren Ort des Sterns gehende Linie, und der Winkel e S G seine nordliche Breite. Von K aus aber ist diese Breite = e K G und in B = e B G; also um die Wirkung der Parallaxe verschieden; von R müßte sich der Stern um den Winkel R e S westlicher und von H um S e H östlicher zeigen als aus der Sonne. Hieraus ist zu schließen, daß die jährliche Parallaxe der Erdbahn den Stern e, wenn die Erde in den Puncten K, R, B, H ihrer Bahn ist, nach r, b, h, k; die Aberration aber, wie oben schon bemerkt ist, nach k, r, b, h bringen würde *). Bradley, der hierauf besonders bey seinen mit der äußersten Sorgfalt angestellten Beobachtungen über die Aberration Achtung gab, versichert, daß die Parallaxe der von ihm genau untersuchten Fixsterne γ im Drachen und η im großen Bären (beyde zweyter Größe) nicht völlig 2 Sec. seyn könne. Der hier vorkommende parallactische Winkel ist demnach so äußerst geringe, daß ihn unsere besten Werkzeuge schwerlich angeben können.

§. 742. Ferner wird bey den Untersuchungen der jährlichen Parallaxe der Fixsterne vorausgesetzt, daß man aufs genaueste alle übrigen scheinbaren oder wahren Fortrückungen der Sterne, die etwa statt finden, kenne, denn die ge-

*) Der perspectivischen Zeichnung wegen, liegt von K oder B aus betrachtet, h nordwärts, k westwärts, b ostwärts und r südwärts von e.

ringste Unrichtigkeit in der hiebey zum Grunde liegenden Theorie der Aberration, Nutation, Vorrückung der Nachtgleichen, Refraction rc. kann, wenn sie gleich in Absicht auf diese Theorie selbst in gar keine Betrachtung kömmt, dennoch verursachen, daß die ganze Parallaxe, weil sie so äusserst geringe ist, verschwindet. Sie erfordert also Beobachtungen, wobey sie sich ganz allein und ohne Beymischung von Aberration oder irgend einer Correction zeigt. Schon Tobias Mayer schlug deswegen vor, sich hiezu der Doppeltsterne zu bedienen, und Hr. Herschel hat das Verdienst, diesen glücklichen Gedanken erneuert und diese sinnreiche Methode wieder in Gang gebracht zu haben *). Er fand an den Doppeltsternen vielleicht das einzige Mittel, zu der wichtigen Kenntniß von der geringen Parallaxe der Fixsterne zu gelangen. Denn zwey Sterne, die im Weltraum von unserm Sonnensystem aus gesehen, fast gerade hinter einander stehen, und daher nur wenige Secunden von einander entfernt sich zeigen, werden durch alle jene kleine Ortsverbesserungen der Refraction, Aberration, Nutation rc. auf einerley Art verrückt, so daß ihr scheinbarer Abstand dabey durchaus nicht verändert wird, sie mögen gleich weit oder sehr ungleich von uns entfernt seyn; im erstern Fall würde aber auch die Parallaxe beyde gemeinschaftlich gleich viel verschieben, und demnach der scheinbare Abstand unverändert blei-

*) S. dessen Abhandlung On the Parallax of the Fixed stars, wovon eine Uebersetzung in den von mir herausgegebenen Schröterschen Beyträgen zu den neuesten astronomischen Entdeckungen, Berlin, 8. 1788 steht.

ben, im zweiten und gewöhnlichsten aber, der nähere von der Parallaxe mehr wie der entferntere aus seiner Stelle gerückt werden. Besteht nun der Doppelstern aus einem großen und einem sehr kleinen Stern, so kann man annehmen, daß der letztere Stern gar keine Parallaxe hat, und die Parallaxe des erstern ergiebt sich geradehin aus dem veränderlich beobachteten Abstand. Dergleichen Doppelsterne wären also hiezu am brauchbarsten.

§. 743. Der scheinbare Abstand der beyden Sterne muß auch deswegen nur einige Secunden seyn, damit die allergeringste Verrückung desto genauer beobachtet werden kann, und bey den sehr starken Vergrößerungen, die Hrn. Herschels Teleskope bey den Fixsternen zulassen, müßte selbige nothwendig schon der Augenschein zeigen. Denn gesetzt, der scheinbare Abstand zweyer Sterne, die einen Doppelstern formiren, sey 5 Sec., und das Teleskop vergrößere 1000mal, so wird jener Abstand 5000 Secunden = 83 Min. 20 Sec. groß in demselben sich zeigen; wenn nun die durch die Parallaxe bewirkte Veränderung im scheinbaren Abstand 1 Secunde = den 5ten Theil des Abstandes austrägt, so muß auch der im Teleskop 1000mal vergrößert sich zeigender Abstand, in eben diesem Verhältniß sich verändern, also $\frac{83'\ 20''}{5} = 16'\ 40''$. Diese tragen aber mehr als einen Mond- oder Sonnenhalbmesser aus, und müßten demnach beym ersten Blick ins Teleskop in die Augen fallen. Ist es aber nun nicht erstaunlich, daß bis dahin Hr. Herschel, selbst bey noch stärkern Vergrößerungen und bey äußerst feinen oder nahe zusammen stehenden Doppelsternen dergleichen jährlich periodisch wiederkehrende Veränderungen in den Abständen ihrer Sterne nicht bemerken können, wenigstens hat er von dem fernern Erfolg seiner Beobachtungen bis jetzt nichts bekannt gemacht. Er giebt den in seinem Teleskop erscheinenden Abstand der Doppelsterne gewöhnlich in Durchmessern der Sterne an.

§. 744. In Erwartung also, daß vielleicht künftig Hr. Herschel oder andere Astronomen, die alle Hülfsmittel dazu in Händen haben, auf diesen der unermüdendsten und genauesten Untersuchung vollkommen würdigen Gegenstand fortgesetzte Aufmerksamkeit verwenden, müssen wir uns begnügen zu wissen, daß die jährliche Parallaxe der Fixsterne und vielleicht selbst die der ersten Größe, als die nächsten angenommen, nur eine oder zwey Secunden betragen könne. Wie geringe muß daher solche nicht bey den Sternen der niedrigern Ordnungen werden, und wie wenig läßt sich folglich über die wahre Entfernung dieser Himmelskörper zuverläßiges herausbringen. Um doch aber hierüber einige Rechnung anzustellen, nehme man an, die Parallaxe eines Sterns sey wirklich eine Secunde, so kann nach Fig. 134 und 135 dessen Entfernung berechnet werden. Z.B. in Fig. 135 hätte dann in dem rechtwinklichten Dreyeck BSE der Winkel SEB eine Secunde; und daher EBS 89° 59′ 59″; die Seite SE als der Abstand des Sterns von uns ist eine Tangente des letztern Winkels, weil BS die Entfernung der Erde von der Sonne (eine Erdweite) den Radius vorstellt. Nun aber übertrift, nach den trigonometrischen Tafeln die Tangente von 89° 59′ 59″ 206264 mal den Radius, demnach ist SE um so vielmal größer als SB; folglich wären die Fixsterne bey einer Parallaxe von 1 Sec. 206264 Erdweiten oder so vielmal weiter von der Sonne als die Erde, deren mittlere Entfernung von der Sonne fast 21 Millionen Meilen (§. 541.) austrägt, oder ihre uns ganz unbegreifliche Entfernung ginge über 4 Trillionen Meilen. Und doch haben höchstwahrscheinlich die mehresten Fixsterne eine noch geringere Parallaxe, also vielmal größere Entfernung von unserm Sonnensystem.

§. 745. Aus dieser nicht blos nach willkührlichen Voraussetzungen, sondern nach sichern Gründen erhaltenen Vorstellung von den ungeheuren Entfernungen der Fixsterne läßt sich erklären, warum uns die Sterne erster Größe mit sehr guten Fernröhren, welche die Planeten schon ansehnlich vergrößert darstellen, betrachtet, gleichwol als bloße lichte Puncte erscheinen, auch nach verschiedentlich darüber angestellten Beobachtungen keine Secunde im scheinbaren Durchmesser haben (§. 368.) Denn wenn man sich unsere Sonne, die etwa 32 Min. = 1920 Sec. groß erscheint, um 1920mal weiter entfernt vorstellt, so hat sie bereits nur noch eine Sec. im scheinbaren Durchmesser; setzt man solche in Gedanken an den Ort eines Fixsterns, und also nach der vorigen Berechnung 206264 mal weiter weg, so müßte ihre große Kugel nur $\frac{1920''}{206264} = 0{,}0093$ = kaum den 100sten Theil einer Secunde am Firmament einnehmen, und bliebe vielleicht mit unseren besten Fernröhren kaum noch sichtbar. Hr. Herschel sieht indessen bey den tausendmaligen Vergrößerungen seiner Teleskope *) die größern Fixsterne als kleine Scheiben, er hat mit einem von ihm erfundenen Lampenmikrometer und mit einer Vergrößerung von 6450 den Durchm. des hellen Sterns in der Leyer (Wega) von der ersten Größe, 0″, 355 oder etwas über $\frac{1}{3}$ Sec. groß gefunden. Hierdurch gelangen wir zugleich zu einer richtigen Ueberzeugung, daß die wahre Größe dieser Himmelskörper sehr ansehnlich seyn muß, ob wir gleich, da sowol ihre genaue Parallaxe, als scheinbarer Durchmesser, unbekannt sind, nicht im Stande sind, hierüber etwas zuverläßiges zu bestimmen. Es läßt sich unterdessen nach §. 545. beweisen, daß wenn sowol die jährliche Parallaxe, als der scheinbare Durchmesser eines Fixsterns eine Secunde wäre, derselbe einen dem Halbmesser der Erdbahn gleichenden, oder 21 Millionen großen Durchmesser haben müsse; denn, wird nach Fig. 134 der Stern E aus K betrachtet, unter dem Winkel EKT gesehen **) und ist dessen jährliche Parallaxe SEK so ist sein Durchmesser = ET = SK. Da dies aber nicht glaublich ist, so wird ohne Zweifel die Parallaxe der Fixsterne, so geringe dieselbe auch immer seyn mag, den scheinbaren Durchmesser derselben übertreffen.

*) Dieser berühmte Beobachter hat bisher ganz unerhörte Vergrößerungen in seinen Teleskopen bey den Fixsternen angebracht; dies ist bey diesen, wegen ihrer großen Spiegel, lichtvollen Instrumenten möglich, allein die Deutlichkeit geht doch dabey völlig verlohren, und auf den Mond und Planeten sind tausendmalige Vergrößerungen nicht anwendbar.

**) Denn die Parallellinien KT und SE führen zu dem nemlichen Fixstern (§. 397).

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0258-2

§. 746. Mit dem allen kann man sich die Fixsterne als Weltkugeln denken, wovon die mehresten unserer Sonne an Größe nichts nachgeben, wo nicht gar vielmal übertreffen. Dies letztere scheint schon bey einem allgemeinen Ueberschlage sehr leicht erweislich zu seyn, denn setzen wir z. B. den Fixstern 1ster Größe Wega in der Leyer unserer Sonne an Größe gleich, und nehmen Hrn. Herschels Bestimmung seiner scheinbaren Größe $= \frac{1}{3}$ Sec. an, so müßte er sich schon in einer $\frac{1920}{\frac{1}{3}''} = 5760$mal größern Entfernung als die Sonne, nur $\frac{1}{3}$ Sec. groß zeigen; allein bey dieser Weite würde seine Parallaxe noch 37 Secunden seyn; an eine solche ansehnliche Parallaxe ist aber keinesweges zu gedenken. Nehme ich indessen, um doch etwas festzusetzen, seine Parallaxe zu 2 Secunden an, so fällt seine Entfernung schon um $18\frac{1}{2}$ mal größer als $5760 = 106560$ Erdweiten aus, sein wahrer Durchmesser übertrift den Durchmesser unserer Sonne gleichfalls $18\frac{1}{2}$mal, und er wäre hiernach über 6000mal größer als die Sonne. Bey dieser allgemeinen Berechnung ist alles nur sehr mäßig angeschlagen, sie ist aber vollkommen hinreichend, sich richtige Begriffe von der bewundernswürdigen Größe dieser Weltkörper zu verschaffen. Nimmt man noch hinzu, daß die Fixsterne bey ihren fast unmerklich geringen scheinbaren Durchmessern, uns aus ihrer ungeheuren Ferne, gegen welche der Abstand des Uranus etwas sehr unbeträchtliches ist, gleichwol noch ein so äußerst lebhaftes Licht zuwerfen, welches sich von dem geborgten Sonnenlicht, womit die Planeten leuchten, sehr deutlich unterscheidet; so ist es völlig bewiesen, daß die Fixsterne ihren Glanz so wenig von unserer Sonne, als von irgend andern Himmelskörpern entlehnen, sondern daß sie mit ihrem eignen Lichte funkeln, das heißt: daß sie unserer Sonne ganz ähnliche oder selbstleuchtende Körper seyn müssen.

§. 747. Und so erblickt demnach der Erdbewohner mit einem frohen Erstaunen in allen Fixsternen Sonnen. Mit dieser Vorstellung vergleiche man ihre zahllose Menge. Schon das bloße Auge bemerkt bald, in einer heitern Nacht, daß die 4 bis 5000 Sterne, welche die Astronomen bis jetzt in Verzeichnisse und Bilder gebracht, bey weitem nicht das ganze Heer derselben ausmachen *). Allein wie vielmehr zeigen dies die Fernröhre. Huygen zählte bereits im Siebengestirn 40, in dem Sternhaufen des Krebses die Krippe 36, und um den Gürtel und das Schwerdt Orions über 2000 Sterne; durch seine, in Vergleichung gegen achromatische Fernröhre und Herschelsche Teleskope äußerst unvollkommene Sehröhre, wovon das unbewaffnete Auge nur wenige entdeckt, und dergleichen Beobachtungen sind schon durch sehr mittelmäßige Fernröhre, besonders durch die so genannten Sternaufsucher in allen Gegenden des Himmels anzustellen. Viele neblichte Stellen, die sich überall am heitern Firmament zeigen, erscheinen durch Aufsucher oder stärker vergrößernde Fernröhre als zahlreiche Samm-

*) Die neuern Astronomen sind von Zeit zu Zeit beschäftigt, noch mehrere Sterne, nach ihrer Stellung am Himmel oder nach gerader Aufsteigung und Abweichung zu bestimmen (§. 133).

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0260-3

lungen kleiner nahe zusammenstehender Sterne. Wer zählte endlich die Tausende der Sonnen, welche jenen prachtvollen Sternengürtel, den wir höchst unschicklich die Milchstraße nennen, anfüllen, und dem erstaunten Blick des Beobachters durch gute Fernröhre sich darstellen? Man kann selbst ihren Lichtschimmer von dem vereinigten Glanz dieser zahllosen Sternenmenge herleiten, indem Hr. Herschel versichert, daß sein lichtvolles 20füßiges Teleskop den gesammten weißlichen Schein der Milchstraße völlig in lauter kleine Sterne auflößt, und daß die Zahl der Sterne, die er oftmals z. B. in der Gegend der Hand und Keule des Orions, in einem Streifen 15 Grad lang und 2 Grad breit, durch das Feld seines Teleskops gehen sahe und noch deutlich erkennen konnte, nicht geringer als 50000 sey.

§. 748. Ueberdenken wir die erstaunlichen Entfernungen jener unzählbaren Sonnenheere, so entsteht eine über alle Begriffe des menschlichen Verstandes gehende Vorstellung von der Ausdehnung der Schöpfung. In der That, welcher Maaßstab giebt solche in uns noch faßlichen Zahlen an? Eine Erdweite (der Abstand der Sonne von der Erde) ist sonst gewöhnlich die Meßruthe des Astronomen, mit welcher er die Räume des Himmels ausmißt; allein er muß solche nach obigem Beyspiel wenigstens 206000 mal umschlagen, um nur die unserer Sonne am nächsten stehenden Fixsterne, welches wahrscheinlich die Sterne erster Größe sind, zu erreichen. Man unterscheidet aber bereits mit unbewafneten Augen die Sterne bis zur siebenden Größe, und diese sind, allem Vermuthen nach, noch vielmal weiter entlegen *). Diejenigen Fixsterne, welche man durch sehr gute achromatische Fernröhre oder durch Teleskope noch mühsam in der Milchstraße, den Sterngruppen und Nebelflecken entdeckt, mögen, hiernach zu rechnen, von der 100sten Größe in absteigender Ordnung, und gleichwol noch lange nicht die letzten Sonnen des Weltalls seyn. Wie vielmal entfernter als die von der ersten Größe, kann man sich nicht diese so äußerst schwach erscheinenden Fixsterne vorstellen? Für solche Weiten wird obiger Maaßstab wieder zu klein. Der Astronom nimmt deswegen zu einem noch größern seine Zuflucht, und dieser ist die schnelle Fortpflanzung des Lichts. Den Abstand von der Sonne bis zu uns durchstreifen die Lichtstralen in 8 Min. (§. 456.) und bey dieser erstaunlichen Schnelligkeit müßten sie von den wenigstens 206000 mal weiter entlegenen Fixsternen erster Größe (§. 744.) bis zur Erde gleichwol drey Jahre gebrauchen. Daher können Jahrhunderte hingehen, ehe es von den Sternen der geringsten Größe oder der Milchstraße und Nebelflecken auf der Erde anlangt.

§. 749. Und was konnte wohl der Zweck des Allerweisesten seyn, als seine Macht in den unermeßlichen Gefilden des Weltraums Myriaden Sonnen ins Daseyn rief?

*) Die eigene ungleiche Größe und Lichtstärke jener entlegenen Sonnenkugeln kann unterdessen hiebey manche Ausnahmen machen, und vielleicht sind viele Sterne zweyter, dritter 2c. Größe näher bey uns, als der eine oder andere von der ersten Größe.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0262-5

Vielleicht, damit solche die Nächte des Erdbewohners erleuchten, oder als so viele glänzende Puncte der nächtlichen Bühne des Himmels zur Zierde dienen möchten? Keinesweges! Denn wie helle es die Sternensaat des Firmaments macht, weiß ein jeder, und daß sich nur sehr wenige Menschen um den gestirnten Himmel bekümmern, ist gleichfalls bekannt. Hiebey wären demnach im großen Weltgebäude die von der Allmacht gebrauchten Mittel den Absichten nicht angemessen, wovon wir doch überall auf der Erde, mit Bewunderung, das Gegentheil bemerken. — Unsere große Sonne liegt im Mittelpunct ihres Systems, und verbreitet über siebzehn Planeten, und eine ungleich größere Menge Kometenkugeln Bewegung, Licht und Wärme. Jene große Kugeln des Himmels, die Fixsterne, sind gleichfalls Sonnen, und zu ähnlichen Verrichtungen fähig. — Sollte ihnen die Allmacht dieses Vermögen umsonst ertheilt haben? Dann ist, wie oben gezeigt worden, zwischen unserer Sonne und den nächsten Fixsternen eine wenigstens 10000 mal größere Weite als zwischen der Sonne und dem Uranus, und wir können sicher zwischen zweyen am Firmament äußerst nahe beysammen stehenden Fixsternen uns ähnliche Räume gedenken. Warum ließ aber der Schöpfer der Welt jenen großen Raum jenseits unserm Sonnensystem? Damit nicht die dazu gehörigen Planeten und Kometen durch eine Einwirkung der Anziehung der nächsten Sonne, in ihrem Laufe gestört werden möchten. Sollte daher der Ewige nicht auch jene unermeßlichen Räume um die Fixsterne zu ähnlichen Absichten bestimmt haben? und kann man glauben, daß die wohlthätigen Einflüsse, welche diese Sonnen allenthalben um sich ausstreuen, ungenützt bleiben? Ein jeder Fixstern liegt demnach höchstwahrscheinlich im Mittelpunct verschiedener Bahnen der um ihn laufenden Planeten, oder dunkler Weltkörper, und es giebt so viele Sonnensysteme und Weltordnungen als Fixsterne da sind *). — Welche erhabene Gegenstände der Werke Gottes im Großen stellen nicht hiernach jene funkelnden Lichtpuncte den erstaunten Blicken des Menschen dar, und wie unbedeutend muß derselbe nicht seinen Erdball finden, wenn er ihn mit ihrer gewaltigen Menge und Größe in Vergleichung setzt.

§. 750. Gleichwol hat der Allgütige unsere Erde, diesen Tropfen in dem unermeßlichen Ocean der Welten, so reichlich mit lebendigen Geschöpfen und vernünftigen Bewohnern besetzt, und auch jene Kugeln, die mit uns nachbarlich im Reiche der Sonne daher rollen, sind nach obigen Betrachtungen (am Schlusse des neunten Abschnitts) aller Wahrscheinlichkeit nach nicht unbewohnt. Wie! sollte sich aber nur die Bevölkerung auf unsern kleinen Erdball und auf unser Sonnensystem einschränken, und das ganze unzählbare Heer von Sonnen, Planeten, Monden, rc. in den übrigen gränzenlosen Gefilden der Schöpfung

*) Man wundere sich nicht, warum auch die vollkommensten Fernröhre uns nicht die um die Fixsterne laufenden Planeten zeigen, da uns dadurch ihre Sonnen selbst, oder die mit ihrem eigenen Lichte glänzende Fixsterne nur als untheilbare Puncte erscheinen.

wüste und leer von Geschöpfen seyn? Sollten keine lebendige und Verstands-Wesen von den großen Veranstaltungen aller Sonnensysteme Vortheile ziehen? Was hat der Erdbewohner auch nur für einen Scheingrund, hieran zu zweifeln? — Es kann demnach nicht anders seyn, die ewige Urquelle alles Lebens und Glücks wird sich, Zweifels ohne, in allen Gegenden ihrer großen Schöpfung, durch Leben, Thätigkeit und Wohlthun an vernünftigen Geschöpfen verherrlichen, und diese werden bey allen unzählig mannigfaltigen Abänderungen von Gestalten, Geistes- und körperlicher Fähigkeiten ihr Daseyn froh empfinden, und dankbar die Güte ihres ewigen Urhebers preisen.

§. 751. Es scheint, als wenn der menschliche Verstand bey Bestimmung der Gesetze, nach welchen der Allmächtige jenes zahllose Sonnenheer mit seinen Planetenbegleitungen durch die unbegränzten Räume der Welt ausgestreuet, und warum die Sterne in der Milchstraße und den Sterngruppen so sehr auf einander gehäuft sind, daß die übrigen Gegenden des Sterngefildes dagegen öde zu seyn scheinen, seine völligen Gränzen fühle. Allein eine gewisse Erscheinung am Himmel, nemlich die höchst merkwürdige Beschaffenheit, Lage und Gestalt der Milchstrasse, giebt dessen Schwäche einen Leitfaden zu einigen wahrscheinlichen Schlüssen. Dieser prachtvoll gestirnte Gürtel umgiebt 1) fast in der Richtung eines größten Kreises, und 2) im ununterbrochenen Zusammenhange die ganze Himmelskugel, welches beydes man schwerlich einem bloßen ungefähren Zufall zuschreiben kann, und es ist daher wirklich sonderbar, daß

daß die Astronomen nicht schon längstens veranlaßt worden, hieraus Folgerungen über die Austheilung der Fixsterne zu ziehen. Woher stehen die Sterne der Milchstraße so sehr gedrängt, warum liegen sie in einer Zone, die von beyden Polen in entgegengesetzter Richtung fast gleich weit entfernt bleibt, und folglich mitten über den Himmel sich hinzieht? (welches letztere sich aus der 135sten Fig. abnehmen läßt, die in zwey Scheiben A und B, jene die nordliche und diese die südliche Halbkugel des Himmels vorstellt, die Lage und Gestalt der Milchstraße abbildet.)

§. 752. Hierauf läßt sich folgendes antworten: Die Sterne der Milchstraße sind höchst wahrscheinlich in Vergleichung mit den übrigen nicht wirklich näher beysammen, wie es scheint, sondern sie stehen daselbst in den unergründlichen Tiefen des Weltraums in langen Reihen hinter einander, und erscheinen uns folglich deswegen mehr angehäuft, als in andern Gegenden, wo wir die Stellung der Sterne mehrentheils der Fläche nach sehen, ohngefehr eben so, wie diejenigen Bäume in einem Walde, welche wir in Alleen hinter einander sehen, enger beysammen, als die zur Seite neben uns stehenden, sich zeigen. Die sämmtlichen Fixsternensysteme müßten hiernach, wie Fig. 138 beyläufig abbildet, nicht sphärisch, sondern in einer um C sehr abgeplatteten linsenförmigen Figur aufgestellt seyn, so, daß E A B D der Umfang ihrer größten Ebene wäre, und machen zusammen die Milchstraße aus, in welcher unsere Sonne in der Gegend von C unter Millionen anderer Sonnen schwebt, und in großen Entfernungen wie sie als ein Stern glänzt.

Hieraus folgt, daß uns alle Sterne, die wir nach E A B D hinaus sehen, viel gedrängter zu stehen scheinen müssen, als diejenigen, die wir um uns herum an der einen oder andern Seite von C erblicken. Erstere werden alsdann unsre eigentliche sogenannte Milchstraße formiren, hingegen letztere uns in allen übrigen Gegenden des Firmaments zerstreut erscheinen.

§. 753. Unsere Sonnenwelt liegt vermuthlich nicht im größten Durchschnitt der gesammten Fixsternensysteme, sondern dem Anschein nach etwas seitwärts außerhalb derselben, weil die Milchstraße nicht völlig in der Lage eines größten Kreises der Sphäre erscheint, sondern vom Nordpol bey n, da wo die Cassiopeja in derselben steht, einen Abstand von etwa 30; vom Südpol bey d aber, da wo der südliche Triangel und die Biene vorgestellt wird, einen Abstand von kaum 20° behält. Ferner müssen wir ausserhalb dem Mittelpunct C Fig. 138 liegen, weil die Milchstraße bey S Fig. 137, da, wo ihre Sternbilder Schwan, Fuchs, Adler, Schlangenträger ꝛc. stehen, viel breiter und die Sterne in derselben zerstreuter erscheinen als gegenüber bey R, wo der Orion, große Hund, Schiff ꝛc. sich zeigen. Hätte unser Sonnensystem bey m Fig. 138 seinen Stand, so würde der erstere Theil der Milchstraße nach der Gegend E und der letztere nach B hinaus anzutreffen seyn. — Zufolge dieser Vorstellung, daß das ganze Fixsternenheer eine einzige Milchstraße formirt, beziehen sich nun auf eine ähnliche Art alle einzelnen Systeme auf dieselbe, wie unsere Planeten auf den Thierkreis. Diese Erklärung ist sehr ungezwungen, und daher vermuthlich richtig, weil sie, in so weit der Mensch im Stande ist, über dergleichen erhabene Gegenstände nachzudenken, aus dem scheinbaren Anblick des Firmaments hergeleitet worden, und auch zugleich Harmonie und Ordnung im Ganzen, zur Verherrlichung des Welturhebers herausbringt. Der Hr. Prof. Kant in seiner allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels, Königsb. 1755, der sel. Prof. Lambert, in seinen cosmologischen Briefen über die Einrichtung des Weltbaues, Augsp. 1761, und Hr. D. Herschel in seinen Abhandlungen über den Bau der Himmel *), haben diese Materie mit allen der Größe der Gottheit würdigen Vorstellungen weiter ausgeführt.

§. 754. Man hat ehedem die Fixsterne für völlig unbeweglich gehalten, allein die neuern Astronomen haben, aus Vergleichung mit ältern Beobachtungen, gefunden, daß außer den im vorigen bemerkten scheinbaren Bewegungen, die allen gemein sind, (§. 216 u. folg. §. 730) verschiedene Sterne noch eine eigene, wiewol sehr langsame Veränderung ihres Orts zeigen. Halley bemerkte, daß Aldebaran, und Arcturus ihre Breite seit Ptolemeus Zeiten in einer der Abnahme der Schiefe der Ecliptik entgegengesetzten Rich-

*) S. Philosoph. Transact. Vol. LXXIV. LXXV. Hr. Sommer gab dieselben in einer Uebersetzung im Jahr 1791 zu Königsberg heraus; ein Auszug davon steht in meinem astronomischen Jahrbuch für 1788. von Hrn. v. Zach und im Jahrbuch für 1794 liefert Hr. Prof. Fischer einen Aufsatz: Ueber die Anordnung des Weltgebäudes, ein freyer Auszug aus Hrn. Herschels Schriften über diese Materie, mit eigenen sehr lesenswerthen Anmerkungen.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0268-8

tung verändert haben, und daß dieses beym Arctur am merklichsten sey. Aus Cassini, Richer, le Monnier und Bradley's Beobachtungen folgerte man, daß Arctur in 66 Jahren um 2′ 30″ nach Süden fortrücke. Beym Sirius geht diese Ortsveränderung gleichfalls nach Süden, trägt aber seit Tychos Zeiten erst 2 Min. aus. Die Fortrückung des Aldebarans hat Ungleichheiten, und läßt sich noch nicht bestimmen. Cassini findet auch, daß Rigel, Beteigeuze, Regulus, Capella und Altair eine eigne Bewegung in der Breite, und letzterer auch in der Länge, haben. Mayer hat uns ein Verzeichniß von einigen 70 Sternen hinterlassen, welches Unterschiede in der auf eine gleiche Zeit reducirten Abweichung und geraden Aufsteigung zwischen seinen und de la Caille oder Römers Beobachtungen zeigt, die auf eine eigene Bewegung derselben schließen lassen. Maskelyne, de Lambre und andere, haben hierüber gleichfalls Untersuchungen angestellt. Folgende Tafel zeigt die eigene jährliche Bewegung derjenigen Fixsterne in der geraden Aufsteigung und Abweichung, bey welchen die Angaben der Astronomen noch am besten miteinander übereinstimmen, sonst zeigen sich hiebey beträchtliche Unterschiede.

	in gerader Aufsteig.	in der Abweich.		in gerader Aufsteig.	in der Abweich.
β Wallf.	+0″,667	+0″,228	ε gr. Bär	−0″,641	+0″227
Sirius	−0,545	−1,189	Arctur	−1,340	−2,177
Proc.	−0,719	−0,999	Altair	+0,563	−0,080
Pollux	−0,869	−0,320	γ Fische	+1,125	+0,140
Deneb.	−0,611	−0,023	β Caßiop.	+0,696	−0,254

Hr. D. Herschel und Hr. Prof. Prevost haben aus der Richtung, nach welcher jene Ortsveränderungen verschiedner Sterne bemerkt worden, zu beweisen gesucht, daß solche von einer eigenen Bewegung unsers Sonnensystems im Weltraum, die vom Eridanus zur Krone oder zum Herkules ginge, herrühren; allein Hr. Wurm hat in meinem astron. Jahrb. für 1795 sehr gründlich gezeigt, daß sich hierüber aus allen bisherigen Beobachtungen noch wenig zuverläßiges bestimmen lasse.

§. 755. So unvollkommen aber auch bis jetzt diese Wahrnehmungen, selbst bey den Sternen erster Größe, sind, und so weit wir noch immer von der genauen Kenntniß, wohin und wie viel sich nach Jahrtausenden ganze Sonnensysteme verrücken, entfernt seyn mögen, so bestätigen dieselbe doch schon genugsam, was wir auch ohne Beobachtungen voraussetzen konnten, daß keine Kugel des Himmels sich in einer absoluten Ruhe befinden werde, da die Bewegung nothwendig zu seyn scheint, um nach dem Plan der Schöpfung Mannigfaltigkeiten und Abwechselungen im Weltall hervorzubringen. Als höchstwahrscheinlich läßt sich diesem zufolge analogisch schließen: daß die Schwere oder ein derselben ähnliches Gesetz durch alle Räume des Weltgebäudes ausgebreitet ist; daß nach demselben die zunächst benachbarten Sonnensysteme gegen einander eine wechselseitige Anziehungskraft äußern, und endlich alle gemeinschaftlich vielleicht gegen einen im Mittelpunct des gesammten Milchstraßensystems liegenden Körper eine Beziehung haben, und sich in Kreisen herum schwingen, wobey die Perioden ihrer Umläufe Millionen Jahre dauern mögen. Dieser Central-körper muß eine seiner weiten Herrschaft angemessene Größe haben, und wenn er mit einem eigenthümlichen Lichte glänzet, sich überall in seinem Gebiet vor andern Sonnen auszeichnen. Da sich nun aus dem sinnlichen Anblick der Milchstraße nach §. 751 und Fig. 138. folgern läßt, daß unser Sonnensystem in Ansehung der Gegend beym Orion diesseits des Mittelpuncts derselben sich befindet, und gerade Sirius der größte oder hellste unter allen Fixsternen daselbst nahe an der Milchstraße gesehen wird, so sind die Sternkundigen hierdurch veranlaßt worden, diesen schönen Stern als jene große Centralsonne (C. Fig. 138.) unserer Milchstraße anzusehen.

§. 756. Von den neuen oder veränderlichen Sternen, welche entweder nur einmal oder zu gewissen Zeiten periodisch erscheinen und verschwinden, deren es verschiedene am Himmel giebt, (§. 145.) vermuthen einige, daß es Sonnen sind, die sich, wie die unsrige, um ihre Axe drehen, und nicht überall von ihren Oberflächen ein gleich starkes Licht stralen, oder daß diese Körper eine sehr abgeplattete Gestalt haben, und uns bey ihrer Umwälzung zuweilen ihre schmale Seite zuwenden *). Man könnte auch lichtlose im Weltraum hie und da vorhandene Körper annehmen, die sich zuweilen durch irgend eine periodische geringe Ortsveränderung zwischen uns und jenen lichten Körpern oder Sonnen stellen, oder endlich werden die regelmäßigen Lichtveränderungen gewisser Fixsterne vielleicht durch einen oder

*) Diese Erklärung nimmt Maupertuis in seinem Discours sur les differentes figures des astres an.

andern beträchtlichen großen Planeten verursacht, der zwischen unsern Augen und seiner Sonne zuweilen hindurch geht und uns selbige entweder völlig oder zum Theil bedeckt. Im Grunde aber ist, nach völlig zuverläßigen Beobachtungen, bis jetzt unter den tausendmal tausenden die Anzahl der am Firmament veränderlichen Sterne äußerst geringe, und von neu erschienenen und wirklich wieder verschwundenen Sternen hat man noch wenigere Beyspiele. Solche erhabene Gegenstände sind auch nicht so leicht Verwandelungen unterworfen. Es ist überdem sehr mißlich, ältere Sternverzeichnisse in dieser Rücksicht mit dem Himmel zu vergleichen, denn die in denselben nicht selten vorkommenden Beobachtungs- Berechnungs- Schreib- und Druckfehler können leicht veranlassen, daß man wirkliche Veränderungen an diesen Himmelskörpern entdeckt zu haben glaubt. Ich habe hierüber in meinen astronomischen Jahrbüchern für 1787 Seite 258; 1788 Seite 194-200 in den Anmerkungen; 1791 Seite 174-178; 1793 Seite 195-202 merkwürdige Beyspiele geliefert.

§. 757. Was soll man aber aus jenen Körpern des Himmels machen, die man als Nebelsterne, Sterngruppen und Nebelflecke in drey Classen bringt? Erstere zeigen sich als einzelne in einen Nebel eingehüllte Sterne, dies sind vermuthlich Sonnen, die eine starke Atmosphäre, gleich dem Thierkreislichte unserer Sonne um sich haben. Daher auch einige Sternkundigen den Lichtschimmer der Milchstraße aus dergleichen Atmosphären vieler Fixsterne herleiten wollen. Die andere Art bestehet, wie die Fernröhre lehren, aus verschiedenen Sammlungen dem Anscheine nach sehr kleiner und äußerst nahe beysammen stehender Sterne, und können als gewisse näher zusammenstehende Sonnen, die für sich ein besonderes System ausmachen, zu den allgemeinen Fixsternensystemen unserer Milchstraße gehören. Allein die von der dritten Classe, welche sich gewöhnlich von der Milchstraße ganz abgesondert, in allen Gegenden des Firmaments durch Fernröhre, als bloße neblichte oder lichtschimmernde Stellen zeigen, die selbst Herschels Teleskope nicht in Sterne auflösen, wie die Nebelflecke im Orion, in der Andromeda, beym Triangel, im Stier, im Wallfisch, Ophiuchus, Schützen, großen Bären, am Berge Maenal, im Schwan *) rc. sind höchstmerkwürdig. Denn sie scheinen mit den Fixsternensystemen unserer Milchstraße (s. Fig. 138.) in keiner Verbindung mehr zu stehen, sondern weit jenseits derselben in den unendlichen Gefilden des Weltraums zerstreut zu seyn, und es ist zugleich sonderbar, daß sich viele in einer länglichten oder elliptischen Gestalt zeigen **).

*) S. meine astronomischen Jahrbücher von 1791 und 1794, in welchen die beyden Herschelschen Verzeichnisse von 2000 Nebelsternen, Sternhaufen und Nebelflecken stehen.

**) Die 139ste Figur bildet den merkwürdigen Nebelfleck ab, welcher den Stern K nach Doppelmayer (1. und 2 i nach Flamsteed) und verschiedene kleinere am Schwerdt des Orions umgiebt, so wie er durch ein verkehrt vorstellendes Fernrohr erscheint. S. auch meine Himmelscharten, 30stes Blatt. Die zweyte Kupfertafel in meinem astronomischen Jahrbuch für 1794 zeigt verschiedene Abbildungen von Nebelflecken und Sternhaufen, nach Hrn. Herschels Beobachtungen.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0273-6

§. 758. Man hat hiernach Ursache, sich von diesen neblichten Stellen am Himmel die erhabensten Begriffe zu machen. — Kant, Lambert und Herschel nehmen mit vielem Grunde der Wahrscheinlichkeit an, daß, außer unserer Milchstraße, noch mehrere derselben oder Sammlungen zahlreicher Fixsternensysteme (Milchstraßen) im Weltraum vorhanden sind, und daß uns einige in diesen Nebelflecken sichtbar werden, dergestalt, daß wir nur noch den vereinigten Glanz ihrer Legionen Sonnen unter der Erscheinung eines schwachen Lichtschimmers erblicken. — Bey diesen Vorstellungen schwindelt der Verstand des Erdbewohners, denn seine Sprache hat keine Worte, die Größe und die Würde dieser erhabenen Gegenstände zu beschreiben, und dennoch, wer darf es wagen, aus unwiderruflichen Gründen die Unrichtigkeit derselben zu beweisen? Wenn der Philosoph und Astronom auch nur bey dem geringsten Leitfaden der Vernunft und Erfahrung über die Anordnung des Weltbaues Schlüsse sammelt, so ist diese anscheinende Kühnheit sehr verzeihlich, denn seine Absicht ist edel und sein eingeschränkter Verstand kann sich von den Werken eines Unendlichen nie zu große Begriffe machen.

§. 759. Ueberdenkt endlich der Erdbürger den Raum, der alle Fixsternensysteme und Milchstraßen umspannt, so erliegt sein Geist unter der Vorstellung dieses Gegenstandes, denn hier hören alle seine Begriffe von Zahlen und Weiten auf und der Abstand des nächsten Fixsterns von unserer Sonne hat gegen diese unbegreifliche Ausdehnung kein Verhältniß mehr. Auch auf den Flügeln des Lichts könnte er leicht

Millionen Jahre gebrauchen, um bis an jene entlegenen Milchstraßen, die wir in den Nebelflecken zu sehen vermuthen, zu gelangen, und auch da wäre er vielleicht noch weit von den Gränzen der unermeßlichen Welt entfernt, die vor aller Zeitepoche der Allmächtige werden hieß! — In der That, welches ehrfurchtsvolle Erstaunen verdient nicht, nach allen diesen Betrachtungen, der prachtvolle und zugleich hohe Ahndungen erregende nächtliche Anblick des gestirnten Himmels? und wie unerschöpflich und edel ist nicht das Vergnügen, welches die erhabene Sternkunde ihren Bewunderern, und noch in weit höherem Maaße ihren Kennern gewährt! *) —

*) Im vierten Abschnitt der dritten Abtheilung meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, habe ich einige allgemeine Betrachtungen über das Weltgebäude angestellt, und mehr wie in den vorigen §§. von dieser wichtigen Materie sagen können.

Dreyzehnter Abschnitt.

Von der Schiffahrt.

§. 760.

Diese gemeinnützige Wissenschaft und Kunst kann ganz füglich unter die astronomischen gerechnet werden, weil sich dieselbe immer mehr ihrer Vollkommenheit genähert hat, seitdem, außer der Geschicklichkeit, ein Schiff zu regieren, der Compaß erfunden, und der Lauf des Himmels dem Seefahrer bekannter gemacht worden. Ohne diese Hülfsmittel würde er nie zur Kenntniß des Ortes, der Richtung und Größe des zurückgelegten Weges auf dem weiten Ocean gelangen, und noch immer, wie die ersten Schiffahrer, sich mit der augenscheinlichsten Gefahr aus dem Gesichte der Küsten in die See wagen. Ich werde im folgenden vornemlich das, was sich bey der Schiffahrt auf die Sternkunde bezieht, kürzlich erläutern, und kann unter andern die geometrischen und trigonometrischen Vorkenntnisse, verschiedene dabey vorkommende Aufgaben aus der sphärischen Astronomie; die Anweisungen zur Kenntniß der Sterne; die Lehren der mathematischen Erdbeschreibung, besonders von der Figur und Größe der Erde, astronomische Abtheilung derselben, von den Längen und Breiten der Oerter, Unterschied der Meridiane rc. als aus dem vorigen bekannt, voraussetzen, und nur ihre Anwendung bey der Schiffahrt zeigen.

Von der Magnet- oder Compaßnadel, ihrer Abweichung und Neigung.

§. 761.

Wenn man einer eisernen dazu eingerichteten Nadel die magnetische Kraft gehörig mittheilt, so wird sie eine Magnet- oder Compaßnadel, und zeigt bekanntlich horizontal im Gleichgewicht auf einem Stift aufgestellt, mit der einen Spitze beynahe nach Norden, und mit der andern beynahe nach Süden. Diese Abweichung ihrer sogenannten Pole von den Weltpolen, oder von der Richtung des Meridians, ist nach einiger Zeit an einem und demselben Ort der Erde veränderlich, und ihre Größe zu gleicher Zeit nicht überall auf der Erd- und Meeresoberfläche gleich. Sie weicht an einigen Orten nach Osten, an andern nach Westen mehr oder weniger vom Meridian ab; es giebt aber auch Gegenden, wo zuweilen keine Abweichung statt findet. Zu Berlin weicht anjetzt die Magnetnadel etwa $17\frac{2}{3}$ Grad vom nordlichen Meridian gegen Westen ab. Zu Paris war im Jahr 1580 ihre Abweichung 12° östlich, 1610 9°, 1666 war keine Abweichung. Nachher ging selbige gegen Westen, im Jahr 1700 war sie 8°; 1720, 12°; 1760 über 18°; 1773, 19° 55′ und 1790 im Sept. 21° 58′. Folgende Tafel zeigt die Abweichung der Magnetnadel in verschiedenen Meeresgegenden der Erde um das Jahr 1770.

Im Kanal zwischen England und Frankreich über — — — —	20°	westlich
Im baltischen Meer beim Sinus Finnicus	10	—

Im mittelländischen Meer bey Sicilien	15°	westlich
Bey den Canarischen Inseln —	14	—
An den Küsten von Neuengland in Nordamerika — — —	6	—
An der Küste von Florida —	0	—
Bey der Küste des grünen Vorgebirges in Afrika — —	10	—
Beym Vorgebirge der guten Hoffnung	21	—
Bey den maldivischen Inseln —	5	—
Bey den Ostindischen Inseln Borneo ꝛc.	0	—
Oestlich bey den brasilischen Küsten	0	—
In der magellanischen Straße —	23	östlich
An den nordlichen Küsten von Peru — — —	5	—
Im stillen Meer unterm 210° Länge und 32° S. Breite — —	10	—

§. 762. Wenn man aus vielen Beobachtungen in allen Gegenden des Oceans, auf einer allgemeinen Charte von der Erdkugel alle diejenigen Oerter bemerkt, wo die Magnetnadel für eine gewisse Zeit eine gleiche Abweichung gehabt, und diese Puncte zusammenzieht, so kommen verschiedene besonders gekrümmte Linien zum Vorschein, die sich alle auf gewisse Gegenden zu beziehen scheinen, welches Halley zuerst entdeckt hat. In Bouguer Traité de Navigation (Paris 1760.) in Muschenbroeks Naturwissenschaft ꝛc. auch in dem Berliner astronomischen Jahrbuch für das Jahr 1779 kommt eine Weltcharte vor, auf welcher diese magnetischen Linien nach Beobachtungen gezogen sind *). Letztere ist von Herrn Lambert verfertiget, und zeigt, daß im Jahr 1770 in ganz Europa, Afrika, dem östlichen Theil von Nordamerika, und den diesen Theilen zunächst angrenzenden Meeren die Abweichung der Magnetnadel durchaus westlich war, und zwar im Ocean westlich von Großbritannien, und östlich unter dem Vorgebirge der guten Hoffnung, aufs höchste bis auf 25° ging, auch daß sich die zwey Linien für 15° Abweichung, wenn man sie verlängert, mitten in Afrika durchschneiden, ferner, daß auf einer Linie vom weissen Meer durch Asien, nach dem südlichen China, und bis durch die ostindischen Inseln im Ocean südöstlich von Borneo keine Abweichung sey, und von derselben gegen Osten ostwärts zu werden anfange. Das auf einer andern krummen Linie von Florida, den brasilischen Küsten nahe östlich vorbey bis fast zum ersten Meridian unterm 40° südlicher Breite gleichfalls die Abweichung 0 sey und von da gegen Westen durch das ganze südliche Amerika und den mittägigen Theil des stillen Meers ostwärts falle, so, daß die größte östliche Abweichung von 25° unterhalb der südlichsten Spitze von Amerika statt findet. Halley zieht in seiner Charte für das Jahr 1700 die krummen Linien für die größte westliche und östliche Abweichung beym südlichen Afrika und Amerika um 15° östlicher und jene bey Großbritannien um 40 bis 50° westlicher, und um so viel wäre ihre Lage von 1700 bis 1770 verrückt.

*) Hr. Funk hat auf seinen im Jahr 1781 herausgegebenen Hemisphären die magnetischen Linien vorgestellt.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0279-3

§. 763. Außer dieser Abweichung von der Mittagslinie hat die Compaßnadel auch eine Neigung gegen den Horizont, denn nachdem einer vollkommen im Gleichgewicht horizontal schwebenden stählernen Nadel die magnetische Kraft mitgetheilt ist, verliert sie das Gleichgewicht, und senkt sich auf der einen Seite tief herunter, so daß man genöthigt ist, entweder diesen Theil leichter, oder den gegenüber stehenden schwerer zu machen, um die horizontale Lage wieder herzustellen. In den mehresten nordlichen Gegenden der Erde senkt sich die Spitze der Nadel, welche nach Norden zeigt, unter der horizontalen Ebene, in den südlichen bemerkt man dies von der andern, welche nach Süden zeigt, und in gewissen Gegenden der Erd- und Meeresoberfläche behält die magnetische Nadel eine horizontale Richtung. Diese Neigung ist eben so, wie die Abweichung, zu gleicher Zeit nicht überall gleich groß, und wird auch an einem und demselben Orte mit der Zeit veränderlich beobachtet. Der Neigungswinkel der nordlichen Seite der Magnetnadel unterm Horizont war zu Berlin im Jahr 1755. $71\frac{3}{4}°$; im Jahr 1769 $72\frac{3}{4}°$. Ohngefehr um diese Zeit fand man denselben zu Basel $71\frac{1}{2}°$; zu Petersburg $73\frac{3}{4}°$; zu Umba in Lappland $75\frac{1}{6}°$; zu Ponoi $77\frac{1}{2}°$; zu Kola $77\frac{3}{4}°$; zu Paris im Jahr 1772 $71° 20'$. Es sind aber erst in wenigen Gegenden des Oceans hierüber genaue Beobachtungen angestellt. Bey der Schiffahrt braucht unterdessen diese Neigung nicht bekannt zu seyn, dann der Seefahrer begnügt sich blos, denjenigen Theil der Compaßnadel, welcher, so wie er unter andere Himmelsstriche kömmt, sich mehr oder weniger über den Horizont erhebt, so lange mit etwas Wachs schwerer zu machen, bis die Nadel sich in der nöthigen horizontalen Stellung zeigt.

§. 764. Bey der Erklärung der nach und nach veränderlichen Abweichung und Neigung der Compaßnadel müssen diejenigen Naturforscher, welche überhaupt die magnetischen Erscheinungen von einem im Innern der Erdkugel liegenden großen Magneten herleiten, annehmen, daß dieser Körper seinen Ort nach und nach verändere, wobey es denn vielleicht nur auf den Ort desselben, und nach welchem Gesetze sich diese Veränderung richtet, ankäme, um im voraus die Abweichung und Neigung der Nadel in allen Gegenden der Meeres- und Landoberfläche der Erde angeben zu können, von welcher Kenntniß wir aber noch weit entfernt zu seyn scheinen. Hr. Euler betrachtet, statt eines solchen magnetischen Kerns im Inwendigen der Erde die Erdkugel selbst als einen Magnet, die ihre von den Weltpolen unterschiedene, obgleich nicht völlig gerade einander gegenüber liegende magnetische Pole habe, durch und nach welchen die magnetische Materie beständig hinströmt, und deren Richtung alle einzelne Magnete und Compaßnadeln folgen, so, daß sich aus der Entfernung und Lage dieser magnetischen Polen von und gegen die Pole der Erdkugel in einem jeden Lande die Richtung und Größe der Abweichung erkennen lasse. Er verglich diese Theorie mit den auf einer für das Jahr 1744 verfertigten Charte vorkommenden magnetischen Linien, und fand vornemlich bey Europa und dem nordlichen America eine ziemliche Uebereinstimmung, wenn er für die damalige Zeit den nordlichen Pol des Magneten

15° vom nordlichen Weltpol; den südlichen 29° vom südlichen Weltpol; den Winkel am Nordpol zwischen den durch beyde magnetische Polen gehenden Meridianen auf 53°, und die Länge des durch den magnetischen Nordpol gehenden Meridian auf 250° setzte. Die verschiedentliche Größe der Neigung der nordlichen oder südlichen Hälfte der Magnetnadel unter dem Horizont würde sich demnach aus der Annäherung oder weitern Entfernung von den gleichnamigen magnetischen Polen ergeben. Hingegen müßte in dem einen oder andern dieser Pole die Nadel eine senkrechte, und mitten zwischen beyden eine horizontale Stellung erhalten.

§. 765. Hr. Silberschlag nahm im Innern der Erde eine magnetische Kugel an, deren Pole auf der Oberfläche einander nicht gerade entgegen stehen, und so wie ihr Mittelpunct außerhalb dem Mittelpunct und der Axe der Erde liegen, deren Axe aber doch mit der Erdaxe eine parallele Lage hat. Nach seiner Berechnung durchschneidet die durch die excentrische Axe der vorausgesetzten magnetischen Kugel gehende mit der Erdaxe parallele Ebene den Aequator der Erde unter dem 141 und 340° der Länge, wo keine Abweichung der Magnetnadel statt findet. Der Abstand dieser Ebene von der Erdaxe trägt 176 solcher Theile aus, deren der Halbmesser der magnetischen Kreisebene 1000 hat; der Halbmesser der Erde hat hiernach 1015 Theile; Länge der Linie vom Mittelpunct jener Kreisebene zum Mittelpunct der Erde 205,6 Theile; Winkel dieser Linie mit einer vom Mittelpunct der Erde auf der magnetischen Axe senkrecht stehenden 31° 3′; Winkel jener beyden Mittelpuncte mit dem 350sten Grad des Aequators 132° 26½'. Der Nordpol der magnetischen Kugel liegt vom Mittelpunct der Erde 509 Theile, vom 350sten Grad des Aequators 1006 Theile. Unterm 350° 2' der Länge und 61° 5' nordlicher, so wie etwa unterm 180° der Länge und 86° südl. Breite, hängt die Magnetnadel senkrecht, weil dahin die vom Mittelpunct der Erde durch die magnetischen Pole gezogenen Linien fallen. Unterm 276 und 83° der Länge findet hingegen keine Neigung statt. Die Axe der magnetischen Kugel hat 924 Theile = 792 geogr. Meilen. Die Abweichung der Magnetnadel auf der Erdoberfläche hat den Unterschied der Erdmeridiane von den magnetischen Meridianen zur Ursache. Aus diesen und andern Bestimmungen leitet Hr. Silberschlag Gründe und Regeln zur Erklärung und Berechnung der überall auf der Erde vorhandenen Abweichungen und Neigungen der Magnetnadeln ab, welche mit den Beobachtungen zuzutreffen scheinen *). Von der Größe der Verrückung der magnetischen Linien und ihrer Richtung, wissen wir aber noch zu wenig, um solche zum großen Nutzen des Seefahrers, im Voraus mit Zuverläßigkeit bestimmen zu können.

*) S. *Systema inclinationis et declinationis utriusque acus magneticae, Auctore I. E. Silberschlag*, in den Memoires der Berliner Akademie der Wissensch. vom Jahr 1787. mit vielen Figuren, auch die beyden Hemisphären der Erde auf zweyerley Art mit den magnetischen Abweichungs- und Neigungs-Linien nach der Theorie des Hrn. Verf. entworfen.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0283-1

Vom Gebrauch des Compasses bey der Schiffahrt.

§. 766.

Bey den gewöhnlichen Compassen oder Boussolen wird die magnetisirte Nadel auf einem Stift in der Mitte eines nach den Weltgegenden abgetheilten Kreises im Gleichgewicht aufgestellt. Hingegen beym Seecompaß befestigt man die Nadel gemeiniglich unter einer dünnen pappenen Scheibe, auf deren obern Seite die Schiffsrose (so nennen die Seefahrer einen nach den 32 Winden abgetheilten Kreis) verzeichnet wird, so, daß die nach Norden weisende Spitze der Nadel mit dem Punct Norden übereinkommt. Wird nun die Nadel auf ihrem Stift gesetzt, so dreht sich mit derselben zugleich die pappene Scheibe herum, und der Compaß zeigt, wenn er in Ruhe ist, alle Gegenden des Horizonts auf einmal an. Die 140ste Figur bildet die Schiffsrose mit beygesetzten Benennungen der 32 Winde ab. Wenn man nur weiß, daß N Norden, O Osten, S Süden und W Westen bedeutet, so lassen sich alle übrigen lesen, und die eingeführten schicklichen Benennungen der zwischen zwey Hauptgegenden liegenden Nebengegenden, welche allemal halb von der einen, halb von der andern Gegend, zwischen welchen sie liegen, ihre Namen erhalten, sind auch leicht zu behalten. Diese 32 Abtheilungen des Compasses liegen $\frac{360^\circ}{32} = 11\frac{1}{4}^\circ$ von einander, und diese Winkel, welche sie, durch Linien unter sich am Mittelpunct machen, heißen in der Schiffahrt Rhombi oder Rumbi, Windwinkel, Compaßstriche. Sie werden zuweilen in halbe und Viertel-Striche eingetheilt.

§. 767. Der Schiffscompaß wird in einer halben mit Glas belegten Kugel, oder runden Büchse C Fig. 141. eingeschlossen und diese von außen an zwey kupfernen Stiften m und n innerhalb einer größern Büchse a d im Gleichgewicht aufgehängt. Letztere wird wieder vermittelst zweyer Stifte r und s an der inwendigen Seite eines viereckigten Kastens ABDE eingehängt, und dadurch erhält man, daß die Magnetnadel bey allen Schwankungen des Schiffs ihre horizontale Lage behält *). Es sey Fig. 142 A das Vordertheil und RS das Hintertheil eines Schiffs; AB der Kiel desselben, so wird der den Seecompaß einschließende Kasten in einem besondern gegen das Hintertheil des Schiffs befindlichen Behältnisse, die Steuermannshütte genannt, so gesetzt, daß der Mittelpunct c senkrecht über AB und die Seite des Kastens b e, mit AB unter einem rechten Winkel steht. Dieser Compaß heißt eigentlich der Strich- oder Route-Compaß, weil der Schiffer sich dessen bedient, um das Vordertheil und damit den Lauf des Schiffes, vermittest des Steuerruders, nach derjenigen Gegend zu richten, wohin das Schiff geführt werden soll. Zeigte z. B. die Magnetnadel nach der Gegend c n Norden, so wäre n c A der Winkel, welchen

*) Auch wird gewönlich ein Compaß in der Cajüte an der Decke schwebend aufgehängt, wobey denn der Stift, auf welchem sich die auf Pappe geklebte Schiffsrose mit der Magnetnadel dreht, am Mittelpunct der gläsernen Scheibe, die den Compaß deckt, befestigt wird.

der Kiel des Schiffs mit dem Strich Norden macht, und zugleich der Rumb, unter welchem das Schiff mit dem Meridian nach Osten fortseegelt. Bläset nun der Wind gerade nach dieser Gegend, und stößt folglich senkrecht auf das Seegel MO, so wird das Schiff blos durch Hülfe des Windes nach der Richtung BA fortgeführt. Der Wind ist aber selten so günstig, und daher muß das Seegel, wenn der Wind von der Seite kömmt, schief oder schräge gegen BA gestellt werden, alsdann wird aber das Schiff von der Richtung, nach welcher der Seefahrer vermitteist des Steuerruders das Vordertheil desselben unter den Winkel des Strich-Compasses hinlenkt, seitwärts abgetrieben.

§. 768. Diese Abweichung des Schiffs von seinem geraden Lauf wird durch den sogenannten Variations-Compaß gefunden, welcher mit Diooptern und beweglichen Linealen versehen, und dessen Rose in 360° eingetheilt ist. Er dient auch zur Beobachtung der Morgen- und Abendweite (§. 87. 195) des Azimuths der Sonne und Sterne §. 88 198.) imgleichen zur Bestimmung der Winkel, welche entlegene Gegenstände auf der See, als hohe Küsten, Berge, Klippen ꝛc. mit dem Meridian, oder einem gewissen Windstrich machen. Es sey Fig 143 A das Vordertheil und B das Hintertheil eines Schiffs. Das Seegel MO oder mehrere stehen schief, so daß der von der Seite S kommende Wind nach der Richtung SC auf dieselben stößt, so wird das Schiff vom Winde, nicht allein seiner Länge nach von C gegen G, wohin es der Steuermann vermittelst des Steuerruders lenkt, sondern auch zugleich etwas nach der andern

Seite R fortgetrieben, und es nimmt seinen Weg etwa in der Richtung TCR, welcher mit dem Winde den Winkel RCS und mit A den Winkel RCA macht. Dieser letztere Abweichungswinkel läßt sich mit dem Variations-Compaß von C aus finden, da glücklicherweise das Schiff durch seine schnelle Bewegung hinter sich und im gegenwärtigen Fall nach der Richtung CT eine Strecke fort in der See eine Art von Bahn zurückläßt, die das Kielwasser heißt, deren Winkel mit dem Kiel BCT = RCA sich alsdann ausmessen läßt. Wenn man bedenkt, daß der Stoß des Windes nach der Richtung SC auf das Seegel OM wie auf eine schräge Ebene oder einen Keil wirkt, und selbiges aus der Stelle zu treiben sucht, das Schiff aber dem Wasser gegen D seine größte Seitenfläche; gegen A aber die Spitze entgegenstellt, so ist leicht zu erklären, warum das Schiff, ohnerachtet des von der Seite, oder gar etwas von vorne auf dasselbe stoßenden Windes, dennoch, vermöge dieser Stellung der Seegel, und da es gegen A, wohin es das Steuerruder lenkt, das Wasser mit dem geringsten Widerstand durchschneidet, vorwärts nach G, mit einiger Abweichung gegen R fortseegeln müsse.

Die Abweichung oder Fehlweisung der Magnetnadel auf der See zu finden.

§. 769.

Da diese Abweichung dem Seefahrer beym jedesmaligen Gebrauch des Compasses in allen Gegenden des Oceans genau bekannt seyn muß, um den wahren Windstrich, nach

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0287-3

welchem das Schiff fortgeführt worden, darnach zu finden, so ist es zu seiner Sicherheit rathsamer, alle sich darbietende Gelegenheiten wahrzunehmen, diese Abweichung auf der See durch wirkliche Beobachtungen zu finden, als solche aus den bereits darüber vorhandenen Nachrichten, oder gar alten oft sehr fehlerhaften Charten zu nehmen, zumal da diese Abweichung der Zeit und dem Orte nach veränderlich ist, wie oben gezeigt worden. Hiezu giebt es nun verschiedene Mittel: 1) wenn die Sonne, der Mond oder bekannte Sterne gerade im Meridian beobachtet werden können, so zeigt die Magnetnadel sogleich die Abweichung von der auf diese culminirenden Himmelskörper, vermittelst der Dioptern gerichteten Meridianlinie des Variations-Compasses, welche alsdann mit der Lage ihres wahren Meridians am Himmel oder auf der Erde übereinkömmt, an. 2) Da sich Tafeln berechnen lassen, die für alle Tage des Jahres angeben, zu welcher Zeit des Nachts der Polarstern, oder ein jeder anderer bekannter dem Pol benachbarter Stern, gerade unter oder über dem Nordpol durch den Meridian geht. (S. meine Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, Seite 429-433.) so giebt diesseits des Aequators, der Winkel zwischen der Linie, nach welcher hinaus die Magnetnadel Norden zeigt, und der Richtung, nach welcher diese nordlichen Sterne alsdann gesehen werden, die Abweichung der Nadel vom wahren Nordpunct ost- oder westwärts. Für die Befahrer des Oceans jenseits der Mittellinie läßt sich eben dies aus den dem Südpol benachbarten Sternen finden.

§. 770. Dann ist 3) die auf der See gewöhnlichste und bequemste Methode folgende: Da dem Schiffer schon für eine jede Zeit und Polhöhe Tafeln vorgerechnet sind, welche die Morgen- und Abendweite der Sonne aufs genaueste angeben *), so kann derselbe, wenn er die geographische Breite des Orts, wo das Schiff sich auf der See befindet, kennt, an der Bemerkung, in welchen Puncten des Horizonts nach dem Compaß ihm die Sonne auf- oder unterzugehen scheint, verglichen mit dem, was jene Tafeln oder Rechnung unter der bekannten Polhöhe des Schiffes ansetzen, die Abweichung des Compasses finden. Es sey z. B. ein Schiff am 21sten October unter einer nordlichen Breite von 41°, so muß die Sonne nach den vorhin angezeigten Tafeln, oder nach einer Berechnung wie im §. 195 vorgekommen, 14° vom wahren Westpunct südlich untergehen, wenn nun die Magnetnadel im Variations-Compaß genau auf der Linie von Süden nach Norden steht, und die von Osten nach Westen gehende Linie mit einer zur untergehenden Sonne am Horizont gerichteten, die das Diopterlineal angiebt, einen Winkel von 7° südlich macht, so muß die Abweichung der Nadel 14° + 7° = 21° vom wahren Westpunct nach Süden, und folglich vom Nordpunct nach Westen seyn. Denn es sey F. 144. von C aus betrachtet, W der wahre West-, S der Süd-, O der Ost- und N der Nordpunct des Horizonts, so ist C zugleich der Mittelpunct des Compasses. Man lasse

*) Die Tafeln stehen im Auszuge in der Berliner Sammlung astron. Tafeln, 3 Bände, und in der Beschreibung meiner Weltcharte, Berlin, 1793.

die Nadel auf ihrer Mittagslinie spielen, und gesetzt diese sey sn, folglich ow die Linie von Ost nach West auf der Boußole. Nun soll die Sonne nach der Rechnung $14° =$ dem Winkel $\odot CW$ vom wahren Westpunct W Südlich untergehen; das Diopterlineal aber zeigt die Sonne vom Westpunct w des Compasses um den Winkel $wC\odot = 7°$ Nordwärts am Horizont, so giebt in diesem Fall $wC\odot + \odot CW = 7° + 14° = 21°$ die Abweichung der Nadel vom Westpunct gegen Süden, also auch vom Nordpunct gegen Westen $= NCn$. Fällt die Linie Cw von $C\odot$ zur rechten, so muß der Winkel zwischen beyden von der Abendweite abgenommen werden, und die Abweichung bleibt so lange westwärts, als diese Subtraction angeht. Wäre hingegen jener Winkel größer, als die Amplitude, so würde letztere vom erstern abgezogen die Abweichung, und zwar ostwärts herausbringen. Wie diese Regeln in andern Fällen und auch beym Aufgang der Sonne verändert werden, ist leicht einzusehen.

§. 771. Wenn das Diopterlineal des Compasses so eingerichtet ist, daß man es aufwärts neigen und also nach der Sonne nicht allein am Horizont, sondern auch in allen ihren Höhen über demselben visiren und auf dem Compaß den Strich oder Grad bemerken kann, welcher in dem Vertikalkreis der Sonne liegt, so kann man auch das für die Zeit der Beobachtung nach der Anweisung im §. 198 berechnete Azimuth der Sonne, mit demjenigen vergleichen, welches der Compaß angiebt, und hiernach gleichfalls die Abweichung oder die Fehlweisung der Nadel, finden. Die Regeln dazu ergeben sich auf eine ganz ähnliche Art, wie bey den Abend- und Morgenweiten. Bey dieser Methode ist noch der Vortheil, daß man auch das Azimuth eines Sterns, vermittelst der hiebey angebrachten Einrichtung auf der Boußole beobachten kann *), welches sich dann wie bey der Sonne aus gleichen Stücken nemlich bekannter Pol und Sternenhöhe für die Zeit der Beobachtung berechnen läßt, und dadurch kann die Untersuchung der Abweichung der Magnetnadel um so öfterer vorgenommen werden. Alle bisher bemerkte Methoden zur Erfindung der Fehlweisung der Magnetnadel sind auch auf dem Lande zu gebrauchen, und können daselbst, wegen des festen Beobachtungsplatzes allemal mit weit mehr Zuverläßigkeit angestellt werden, als auf einem schwankenden Schiffe.

Die Länge des zurückgelegten Weges und die Geschwindigkeit von einem Schiffe zu finden.

§. 772.

Alle Mittel, welche bisher angewendet worden sind, die Geschwindigkeit des Laufs von einem Schiffe zu finden, beziehen sich auf den Gebrauch des sogenannten Logg oder der Logleine. Das Logg ist ein Stück Holz in Figur eines gleichschenklichten Triangels, 6 bis 7 Zoll hoch, dessen untere Seite mit Bley beschwert wird, so, daß es sich perpendi-

*) Die Morgen- und Abendweite der Sterne ist fast durchaus nicht zu beobachten, da sich kaum die Sterne erster Größe bey ihrem Auf- und Untergang, der Dünste des Horizonts wegen, zeigen.

culair eben unter die Oberfläche der See eintauchen könne. An der obern Spitze dieses hölzernen Dreyecks wird ein langes dünnes Seil befestigt, und dann läßt man beym Gebrauch dasselbe vom Hintertheil des Schiffes in die See fallen, wo es als ein unbeweglicher Punct dienen kann, um die Geschwindigkeit des Schiffs zu bestimmen, indem man zugleich die an demselben befestigte lange um einen Haspel oder um eine Spindel, die ein Bootsmann in der Hand hält, geschlagene und in gleich weit von einander befindliche Knoten abgetheilte Logleine, so wie das Schiff fortseegelt, abwindet, wobey sich diese Logleine über die Oberfläche des Wassers der Länge nach erstreckt, und aus der Beobachtung, wie viel Knotenlängen in einer halben Minute davon abgewunden worden, ergiebt sich dann, wie geschwind das Schiff in der Zeit fortgesegelt sey, und wie weit es etwa in einer halben Stunde fortkommen werde, wenn sonst alle Umstände bleiben. Die Abmessung der Zeit geschieht gewöhnlich vermittelst einer Sanduhr, die in einer halben Minute oder dem 120sten Theil einer Stunde abläuft; eine Secunden-Taschenuhr würde aber hiebey weit mehr Richtigkeit gewähren. — In Fig. 145. ist ABC das Logg oder der hölzerne oben bemerkte Triangel, Gm die Oberfläche der See, AO das Seil, welches in A an dem Logg befestigt ist, und gegen O hinaus nach dem Schiff geht. In e ist ein Nagel an einem Faden, der sich in D mit der Leine vereinigt, er ist bey C nur ein wenig an der Seite AC eingesteckt, so, daß er, wenn die Leine wieder nach dem Schiff stark angezogen wird, sich ablöset. E ist noch ein Stück

Bley, welches sowol als der Nagel e bestimmt ist, um das Holz oder Logg ABC aufrecht und unter der Oberfläche des Wassers zu erhalten.

§. 773. Die Logleine ist durch Knoten in gleiche Theile abgetheilt. Gewöhnlich ist bey den französischen Seefahrern der 120ste Theil von $\frac{1}{3}$ einer Seemeile, die auf 17100 franz. Fuß gerechnet wird, oder $47\frac{1}{2}$ Fuß das Maaß von einem Knoten zum andern, aber etwa 60 Fuß von dem Logg geht erst die Abtheilung der Leine an, damit das Logg außerhalb dem Leewasser, ruhiger in der See liegen könne. Gesetzt nun, es sind während dem Loggen, welches gemeiniglich eine halbe Minute dauert, von dem Anfangspunct der Abtheilung an zu rechnen, 6 Knotenlängen der Logleine von der Haspel abgewunden, so ist das Schiff inzwischen $\frac{6 \cdot \frac{1}{3}}{120} = \frac{2}{120} = \frac{1}{60}$ Meilen fortgesegelt, und es wird demnach in einer Stunde $120 \cdot \frac{1}{60} = 2$ Meilen zurücklegen. Dies Instrument belehrt demnach den Seefahrer von der Geschwindigkeit des Schiffs, in Ansehung des Meeres, wobey er voraussetzt, daß das Logg auf der Stelle, wo es ausgeworfen, unbeweglich liegen bleibt. Allein da überdem der Ocean selbst an verschiedenen Oertern einer Bewegung nach einer gewissen Gegend unterworfen ist, welche man die Strömung nennt, so wird sowol das Logg als das Schiff gemeinschaftlich nach dieser Richtung zugleich fortgeführt, und es kömmt darauf an, ob das Schiff vom Winde mit dem Seestrom nach einer, oder entgegengesetzten Richtung, oder unter einem gewissen Winkel fortseegelt, um

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0293-1

zu bestimmen, ob und wie es dadurch von seinem wahren Lauf abgeleitet worden.

§. 774. Man weiß z. B. daß das Weltmeer zwischen den Wendecirculn sich beständig von Osten nach Westen bewegt, und daß es zwey bis drey Meilen in einem Tage zurücklegt, welcher Seestrom von der täglichen scheinbaren Bewegung des Mondes, dem daselbst beständig wehenden Ostwinde und der Umwälzung der Erdkugel herzuleiten ist. Seegelt nun der Seefahrer unter diesem Himmelsstrich nach Westen, so zeigt das Logg nur an, wie viel ein Schiff sich geschwinder als die See bewegt hat; geht aber der Lauf des Schiffes nach Osten, so wird es durch den Strom des Wassers von daher, immer etwas wieder zurückgeführt, und der Schiffer wird, nach dem Logg zu rechnen, einen grössern Weg gemacht zu haben glauben. Seegelt aber ein Schiff unter dem heißen Erdgürtel von Süden nach Norden, oder von Norden nach Süden, so wird es mit der Loggleine parallel von seinem Wege nach Westen abgeführt, und wenn Fig. 146. AB der Lauf des Schiffes nach dem Winde, während des Versuchs mit der Loggleine, und AD mittlerweile die Richtung und Geschwindigkeit des Seestroms (die Abtrift) wäre, so würde das Schiff, anstatt nach B zu kommen, in H angelangt, und folglich AH, die Diagonallinie des rechtwinklichten Parallelograms ADHB, der zurückgelegte Weg in Absicht der Wasseroberfläche seyn. Geht endlich der Lauf des Schiffs unter einem gewissen Winkel mit der Richtung des Seestroms vor sich, so macht das Schiff gleichfalls einen größern oder kleinern Weg, als die

Logleine angiebt. Wenn in Fig. 146. AB die Weite und die Weltgegend ist, um und nach welcher das Schiff, zufolge der Angabe des Loggs fortgeseegelt ist, der Seestrom aber dasselbe mit der Richtung und Geschwindigkeit AC von AB ablenkt, so hat es inzwischen nur die kürzere Diagonale AG des schiefwinklichten Parallelograms ACGB gemacht.

§. 775. Hieraus erhellet die Nothwendigkeit, daß dem Schiffer in allen Gegenden des Oceans die Richtung und Geschwindigkeit der Meeresströme bekannt seyn müssen, wenn er mit der gehörigen Zuverläßigkeit nach dem was das Loggen angiebt, den zurückgelegten Weg seines Schiffes bestimmen will. Unterdessen bedürfen die mehresten bisher von den Seefahrern gemachten Bemerkungen über diese besondern Bewegungen des Meeres noch genauere Untersuchungen und Berichtigungen. Außer der vorhin angezeigten allgemeinen Strömung des Wassers zwischen den Wendekreisen nach Westen, welche sich aber doch nordwärts der Mittellinie, etwas gegen Mittag, und südlich unter derselben gegen Mitternacht hinzieht, auch in der Nähe des festen Landes, der Inseln und Vorgebürge, unterbrochen wird, giebt es unter andern an der ganzen westlichen Küste von Afrika starke Meeresströme, bis zu einer großen Entfernung in der See, welche beym grünen Vorgebürge von Westen; weiter mittagwärts aber von Süden herkommen. Zwischen dem Vorgebürge der guten Hoffnung und Madagascar zieht sich das Meer von Nordost nach Südwest. Im bengalischen Meerbusen bey Sumatra geht ein starker Strom von Süden nach Norden. Bey Java, Manilla, den philippinschen und ladronischen Inseln werden beständige und starke Ströme bemerkt. In gewissen Gegenden, als im persischen Meerbusen; unterhalb Ceylon; zwischen Malacca und Cochin; nordwärts über Madagascar; an der brasilischen Küste; bey St. Domingo rc. ist die Richtung der Bewegung der See nach den Jahrszeiten veränderlich. Dergleichen Meeresströme werden ohne Zweifel von der Ebbe und Fluth, und dann vornemlich von dem zwischen den Wendecirculn und noch über dieselben hinaus beständig wehenden Ostwinde oder von den in verschiedenen Erdstrichen periodisch abwechselnden Winden, den sogenannten Paßat- und Moußonswinden erregt.

Von den Seecharten und den loxodromischen Linien.

§. 776.

Wenn dem Schiffer der Ort seiner Abreise durch astronomische Beobachtungen, der Windstrich, unter welchem er fortgeseegelt, nach dem Compaß, und die Geschwindigkeit des Schiffs nach der Logleine bekannt ist, so kann er den zurückgelegten Weg auf den Seecharten verzeichnen, und den Ort, wo sich das Schiff befindet, nach geographischer Länge und Breite angeben. Ehe ich aber die dabey vorkommenden Aufgaben hersetze, ist es nothwendig, etwas von den See oder hydrographischen Charten zu erwähnen. Bey der Schiffahrt kommen erstlich die sogenannten platten Charten vor. Diese bilden nur einen kleinen Theil der Wasseroberfläche ab, bey welchem die sphärische Krümmung der Erdkugel nicht merklich wird, als etwa einzelne Meerbusen, Häfen, Ankerplätze und Rheden, mit ihren Sandbänken, Untiefen ꝛc. und daher können auf denselben die Meridiane und Parallele als gerade sich unter rechten Winkeln durchschneidende Linien vorgestellt werden, an welchen sich der zurückgelegte Weg des Schiffs leicht abmessen läßt. Sie sind aber nur bey kleinen Schiffahrten brauchbar, und würden bald unrichtig werden, wenn man nach ihrer Constructionsart große Gegenden des Oceans, vornemlich gegen die Pole hin, entwerfen wollte. Die in der Geographie üblichen Charten, welche nach den Regeln der Perspective, entweder sehr große Länder und Meere, oder die ganze Halbkugel der Erde auf einer Ebene richtig entworfen vorstellen *), sind in der Schiffahrt nicht

*) Die Entwerfungsart der Landcharten, ist gewöhnlich entweder orthographisch oder stereographisch. Bey jener wird der Zuschauer außerhalb der Erde, und in einer Linie, senkrecht über dem Mittelpunct der Oberfläche der zu entwerfenden Halbkugel, in einer unendlichen Entfernung gesetzt. Mit dieser Linie werden durch einen jeden Punct der Oberfläche andere Linien parallel gezogen, welche verlängert auf eine durch den Mittelpunct der Erdkugel gehende Ebene gezogen, daselbst diese Puncte orthographisch bezeichnen, wie sich schon aus dem oben im §. 646 vorgekommenen, und nach Fig. 118. erklären läßt. Alle Meridiane und Parallele erscheinen hiebey als Ellipsen, und liegen nach den Sinussen ihres Abstandes vom Mittelpunct der Zeichnung, folglich an den Rändern hinaus, immer näher an einander. Bey der stereographischen Projection gedenkt

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0297-4

brauchbar, weil auf denselben die Meridiane und Parallele, wenigstens die letztern allemal, gekrümmt erscheinen. Nimmt man z. B. wie Fig. 147 zeigt, denjenigen Entwurf der Halbkugel der Erde, auf welchem der Pol P in der Mitte liegt, und welcher alle Länder und Meere am wenigsten verzogen darstellt, so werden freylich alle Meridiane, als gerade Linien sich im Pol, unter ihren gehörigen Winkeln durchschneiden, und nur die Parallele des Aequators als Kreise erscheinen; es findet sich aber dabey die Unbequemlichkeit, daß alle Rhombi oder Windlinien, nach welchen der Schiffer fortseegeln muß, auf dergleichen Charten eben

man sich die Erdkugel als durchsichtig, nimmt den Augenpunct im Nadir des Orts an, der auf der Mitte der zu entwerfenden Halbkugel liegt, und stellt durch den Mittelpunct der Kugel eine senkrecht gegen das Auge stehende durchsichtige Tafel. Werden alsdann Linien vom Augenpunct innerhalb der Kugel, nach der jenseitigen Halbkugel gezogen, so bilden selbige, da wo sie durch die Ebene jener Tafel gehen, alle Puncte dieser Halbkugel auf der Tafel stereographisch ab. Alle Meridiane und die Parallelkreise des Aequators erscheinen hiebey als Kreisbögen und liegen vom Mittelpunct des Entwurfs aus, nach den Tangenten ihrer halben Winkel von einander, welches die beste Entwerfungsmethode abgiebt. Dies ist alsdann eine stereographische Horizontal-Projection (s. meine allgemeine auf den Berliner Horizont entworfene Weltcharte in zwey Hemisphären). Wird der Augenpunct in den Polen angenommen, so werden die Meridiane gerade Linien. Die 147. Figur stellt stereographisch einen Theil der nordlichen Halbkugel der Erde vor, wenn das Auge im Südpol steht. (S. noch etwas mehreres über den Entwurf der geographischen Charten in meiner Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, 8. Berlin, 1786).

so, wie auf der Erdkugel oder dem Globo selbst, sich als besonders spiralförmig gekrümmte Linien ergeben, welche für den Seefahrer schwer zu bestimmen sind.

§. 777. Es sey Fig. 147. P der Nordpol; AMB der Aequator, so sind alle von demselben nach dem Pol gezogene Linien, **Meridiane**, und die aus P beschriebenen Kreyse die **Parallelen des Aequators**. Will nun der Schiffer z. B. von C aus nach **Nordosten** steuern, so muß der Lauf seines Schiffs mit allen Meridianen, oder mit der Linie des Compasses, welche nach bekannter Abweichung der Nadel, den wahren Norden zeigt, also mit dem Meridian zusammenfällt, beständig einen Winkel von 45° machen. Kommt er nun in G so hat jene Meridianlinie keine parallele Stellung mehr mit derjenigen, welche sie in C hatte, sondern zeigt in G nach GNP hinaus den Nordpol an, und dies ist der Meridian für G. Setzt das Schiff seine Reise nach Nordosten fort, so kömmt es von G aus nach H. Hier muß die wahre Mittagslinie des Compasses die Lage HP nach Norden annehmen, um den Winkel des Weges vom Schiff mit dem Meridian PGH = PHJ = 45° anzugeben, und eben so geht es in J ꝛc., wenn das Schiff beständig nach Nordosten fortseegelt. Hieraus entsteht eine besondere krumme Linie CGHJP von einer spiralförmigen Wendung, die mit der Annäherung gegen den Pol kleiner wird. Die Figur zeigt noch die Gestalt zweyer solcher Windlinien, nemlich für den Strich **Nord Nordost** CNP und **Ost Nord-ost** CSVP, beyde eben so wie die vorige für Nordost, vom Aequator in C an gerechnet. Dergleichen krumme Linien heißen in der Schiffahrt loxodromische Linien und sie finden statt, so bald ein Schiff mit allen Meridianen, durch die es hinseegelt, einen spitzen und unveränderlichen Winkel macht, und folglich seine geographische Länge und Breite beständig verändert. Je näher dieser Windwinkel einem rechten oder dem 90sten Grad kömmt, um desto größer wird der Umfang der loxodromischen Linien, und das Schiff wird auf denselben nach immer mehrern Wendungen oder Umschiffungen aller Meridiane der Erdkugel, erst nach und nach zum Pol geführt.

§. 778. Dies letztere läßt sich schon aus der 147. Fig. erkennen. Die loxodromische Linie CNP, welche den Schiffer von C nach Nord Nordost führt, macht mit allen Meridianen CP, NP einen Winkel von $22\frac{1}{2}°$, die zweyte CGJP nach Nordosten 45°, und die dritte CSVP nach Ost Nordosten $67\frac{1}{2}°$, letztere hat aber einen viel größern Umfang als erstere. Auf einigen künstlichen Erdkugeln sind diese loxodromischen Linien für die 16 oder 32 Abtheilungen der Schiffsrose aus verschiedenen Puncten des Oceans verzeichnet, auf welcher sich ihre Wendungen, die blos in der kugelähnlichen Gestalt der Erde, und in der Bedingung, daß alle Meridiane von denselben unter einerley Winkel durchschnitten werden müssen, ihren Grund haben, sehr leicht übersehen lassen *). Diese loxodromischen Linien werden

*) Man hat auch Tafeln berechnet, welche z. B. von 5 zu 5 Meilen die Veränderung der geogr. Länge und Breite, auf jeden Compaßstrich angeben. Wenn man nun alle diese Puncte auf

unterdessen größte Kreise der Erdkugel, sobald ein Schiff entweder beständig unter einem und demselben Meridian, folglich gerade gegen Süden oder Norden, oder unterm Aequator; hingegen kleinere Kreise, wenn es beständig unter irgend einem Parallelkreis des Aequators seegeln könnte. In den beyden letztern Fällen ginge der Schiffscours gerade gegen Osten oder Westen, ohne Veränderung der geogr. Breite, und im erstern Fall gerade gegen Norden oder Süden ohne Veränderung der Länge. Und nur auf diesen Fahrten würde der Seefahrer nach einer einmaligen Umschiffung der Erdkugel oder ihrer sämtlichen Meridiane und Parallele wieder gerade den Ort seiner Abreise auf dem kürzesten Wege erreichen. Alle übrigen loxodromischen Linien aber führen den Schiffer durch alle Meridiane der Erdkugel herum auf Umwegen, und niemals wieder in den Hafen der Aussegelung zurück.

§. 779. Der Seefahrer würde nun sehr verlegen seyn, wenn er auf dergleichen Seecharten, worauf die loxodromischen oder Windlinien gekrümmt erscheinen, den zurückgelegten, oder noch zu nehmenden Weg seines Schiffes verzeichnen sollte. Wie würde er z. B. den Compaßstrich finden, der ihn von G nach S führt, oder, mit welchen Schwierigkeiten wäre wenigstens nicht die Entwerfung desselben verbunden? Ueberdem kann der Schiffer nie unter einem und demselben Strich sehr große Reisen machen, sondern ist

Globen oder Charten anmerkt und durch Striche zusammenzieht, so ergeben sich die loxodromischen Linien. Dergleichen Tafeln stehen unter andern in Vlacks Sinustafeln.

wegen der Lage des festen Landes, der Inseln und Klippen, widrigen Winden, Meeresströmen ꝛc. genöthigt, die Richtung seiner Schiffsroute inzwischen oft zu ändern, und hiernach wird die Bezeichnung des Weges vom Schiff auf den Charten, noch mehr erschwert. Gesetzt noch, AMB sey ein Parallelkreis des Aequators, und ein weit entlegenes Object, etwa ein sehr hoher Berg n erscheine von C aus im Osten, ein anderer R im Nordosten, so wird der Schiffer, wenn er nach dem ersten, beständig unterm West- und nach dem andern unterm Südwestwinde zu kommen glaubt, den einen oder den andern nordwärts vorbeyseegeln, wie die Figur zeigt, welches eine Folge der in allen Meridianen nicht unter sich parallel bleibenden Stellung der Magnetnadel, und der daher entstehenden Krümmung der loxodromischen Linien ist. Der Schiffer müßte also, um von C nach R zu kommen, einen südlichern Strich als Nordost halten, welchen er aber eigentlich zu befolgen habe, würde bey dieser Constructionsart der Seecharten schwer zu bestimmen seyn.

§. 780. Man hat daher auf Mittel denken müssen, dem Seefahrer Charten in die Hände zu liefern, auf welchen alle loxodromische Linien als gerade Linien vorgestellt werden können. Bey deren Entwerfung mußte man nothwendig alle Meridiane gleichlaufend und folglich die Grade der Länge in allen Parallelkreisen mit den Graden des Aequators von gleicher Größe verzeichnen; da doch erstere auf der Erdkugel, gegen die Pole hin, immer kleiner werden, indem die Grade des Meridians durchaus gleich groß blei-

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0302-7

ben *). Man mußte deswegen jenen Graden der Länge auf diesen Charten in dem Verhältniß ihrer Abnahme gegen die Pole einen geringern Werth geben, welches sich durch einen Maaßstab, dessen Theile sich dorthin um eben so viel vergrössern, bewerkstelligen ließ. Dies gab die Veranlassung zur Erfindung der in der Schiffahrt ungemein brauchbaren, sogenannten reducirten Charten. Mercator gab zuerst im Jahr 1550 eine dergleichen Seecharte heraus, allein Wright machte die Theorie der Entwerfungsart derselben bekannt. Man läßt auf diesen Seecharten die Graden des Meridians, oder der Breite, in gleichem Verhältnisse gegen die Pole zunehmen, als die Graden der Länge in einem jeden Parallelkreise abnehmen **). Nun richtet sich diese Abnahme nach dem Cosinus der Breite, (§. 303) daher muß die Vergrößerung der Grade des Meridians nach der Secante der Breite vor sich gehen, denn die Trigonometrie lehrt, daß der Cosinus eines Winkels mit der Secante desselben im umgekehrten Verhältnisse stehe, das heißt, daß der Cosinus bey zunehmenden Winkeln gegen den Radius um so vielmal kleiner, als die Secante größer wird, und so im Gegentheil bey abnehmenden Winkeln; oder, der Cosinus verhält sich allemal zum Radius, wie der Radius zur Secante (§. 26.) Z. B. Cos. $60° = \frac{1}{2}$ Radius und Secante $60° =$

*) Die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet, welches man bey der Schiffahrt, ohne merklichen Fehler, voraussetzen kann.

**) Daher nennt man dergleichen Entwürfe, Charten mit wachsenden Graden.

2. Radius, Cos. von $70° 31' 44'' = \frac{1}{3}$ Rad. und Secante von $70° 31' 44'' = 3$. Radius.

§. 781. Die Grade des Meridians und ihre Minuten wachsen also auf den reducirten Seecharten vom Aequator an bis zu den Polen, nach den Secanten unmerklich fort. Sucht man also den Abstand des Meridianpuncts vom Aequator, durch welchen z. B. der Parallelkreis für den 30sten Grad = 1800 Min. der Breite geht, so nimmt man aus den trigonometrischen Tafeln die Summe aller Secanten von jeder einzeln Minute von 1 bis 1800.' Demnach $1'$. Sec. $1' + 1'$. Sec. $2' + 1'$. Sec. $3' + 1'$. Sec. $4' \ldots + 1'$. Sec. $1800' = 1888',4$. Folgende Tafel zeigt für den Entwurf der reducirten Charten, als ein Muster, von 5 zu 5 Grad oder 300 Min. der geogr. Breite, den Abstand der Parallelkreise vom Aequator in Minuten des auf der Charte gewählten Maaßes der geographischen Länge.

Grad.	Min.	Untersch.	Grad.	Min.	Untersch.
0	0		45	3030,0	407,3
5	300,4	300,4	50	3474,5	444,5
10	603,1	302,7	55	3968,0	493,5
15	910,5	307,4	60	4527,4	559,4
20	1225,1	314,6	65	5178,8	651,4
25	1550,0	324,9	70	5966,0	787,2
30	1888,4	338,4	75	6970,3	1004,3
35	2244,3	355,9	80	8375,3	1405,0
40	2622,7	378,4	85	10764,7	2389,4

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0304-8

Hätten nun auf der Charte z. B. 5 Grad der Länge im Aequator oder den Parallelkreisen 100 Theile eines gewissen Maaßstabes, so müßte der durch den 30sten Grad der Breite gehende Parallelkreis nach dem Satz: 300' : 100 = 1888',4 : 629,4 vom Aequator 629,4 solcher Theile gezogen werden, und so mit allen übrigen. Die in der Tafel angesetzten Unterschiede geben deutlich das Wachsthum der Graden der Breite auf dieser Charte gegen die Pole zu erkennen, und zugleich den Abstand dieser Parallelen von einander.

§. 782. Wenn demnach auf diesen reducirten Seecharten die Grade der Länge überall gleich groß bleiben; die Grade der Breite aber vom Aequator zu den Polen, genau um so vielmal größer werden, als die Graden der Länge auf der Erdkugel abnehmen, so folgt, daß sich unter beyden, nach einem Maaßstab oder Meridian gemessen, dessen Abtheilungen oder Graden sich eben so vergrößern, allemal das richtige Verhältniß wie auf der Erde finden müsse. Der letzte Grad am Pol wird freylich unendlich groß seyn, weil die Secante von 90° unendlich ist, diesen Grad darf aber so leicht keine Seecharte enthalten. Eine Folge von dieser Vergrößerung der Graden der Länge und Breite ist, daß die Länder, Inseln und Meere gegen die Pole, auf den reducirten Charten immer mehr ausgedehnt erscheinen; unterdessen behalten diese Gegenden, nach der ihrer Breite zugehörigen Größe eines Grades vom Meridian gemessen, gegen alle übrigen das richtige Verhältniß. Da die Meridiane und Parallelkreise der Erde auf diesen Charten sämtlich, als unter sich parallel gehende gerade Linien vorkom-

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0305-4

men, so begreift man leicht, wie ein jeder Compaßstrich auf denselben alle Meridiane unter einem ihm zukommenden Winkel durchschneiden könne, und daß sich folglich hiebey alle loxodromische Linien geradelinigt darstellen. Die 148ste Figur bildet im Kleinen eine richtig entworfene reducirte Seecharte ab *), auf welcher AB der Aequator und EP der erste Meridian ist. Es seegele ein Schiff von T, unterm 27° der Länge und 14° nordlicher Breite, nach R unterm 344° der Länge und 46° nordlicher Breite, so durchschneiden die loxodromischen oder Windlinien der Schiffsrose, davon nur die 16 vornehmsten von beyden Puncten aus gezogen worden, alle Meridiane unter ihren zugehörigen Winkeln, und gleichnamige sowol, als entgegenstehende liegen mit einander parallel. Z. B. die nach Norden gehende Tn mit Rn; nach Nord Nordwest Tq mit Rp; nach Nordwest Tr mit Ru u. s. f., woraus folgt, daß der Weg des Schiffs von T nach R, als eine gerade Linie auf der Charte sich verzeichnen läßt, und daß der Schiffer von jedem Punct der Charte aus leicht finden kann, unter welchem Winde er fortseegeln muß, um diese oder jene Bucht, Küste, Insel rc. zu erreichen.

*) Die, der Encyclopädie des Hrn. Prof. Klügel beygefügten Weltcharte, habe ich nach Merkators Manier entworfen.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0306-9

Vom Gebrauch der reducirten Seecharten, zur Erfindung des Weges von einem Schiff.

§. 783.

Auf den mehresten nach der Constructionsart, Fig. 148 entworfenen Seecharten, läßt man die Parallele und Meridiane weg, und zieht nur aus verschiedenen Puncten die 32 Windstriche des Compasses, damit der Seefahrer den zu befolgenden Wind finden könne, wenn er sucht, welcher Windstrich der einen oder andern gezeichneten Schiffsrose, mit einer von dem Ort seines Aufenthalts zum Ort der Bestimmung gehenden Linie parallel liegt. Allein dergleichen Seecharten werden so sehr mit sich einander durchkreuzenden Windlinien angefüllt, daß die Bezeichnung des zurückgelegten und zu nehmenden Weges von einem Schiff auf denselben dadurch erschwert wird. Besser ist es demnach, statt dieser Windstriche die Parallele des Aequators und die Meridiane selbst zu ziehen, wobey der Seefahrer den Ort und Weg seines Schiffs, mit Zirkel und Lineal, imgleichen einer auf Pappe geklebten, genau eingetheilten Schiffsrose, durch deren Mittelpunct ein Faden gezogen wird, viel bequemer findet. Der Seeatlas der hiesigen Königl. Academie vom Jahr 1749, welcher aus einer allgemeinen und zwölf Specialcharten besteht, ist auf diese Art eingerichtet. Ich will, zur Auflösung der hierbey vorkommenden Aufgaben, folgende Beyspiele nach der 149sten Figur hersetzen. Es sey A der Ort der Abreise eines Schiffs, unterm 357° der Länge und $40\frac{1}{2}$° nordlicher Breite; dieses Schiff

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0307-5

seegelt 80 französische Seemeilen (20 auf einen Grad des Aequators, oder des Meridians gerechnet) nach dem Windstrich Nordosten, und dann wieder 100 solcher Meilen unterm Ost-Nordostwinde fort*); die Frage ist, wie der Weg vom Schiff auf der Charte zu verzeichnen, und die Veränderung der Länge und Breite desselben zu finden ist.

§. 784. Da der Punct der Abfahrt A nach Länge und Breite bekannt ist, so kann er auf der Charte bemerkt werden. Der Seefahrer legt hierauf an demselben den Mittelpunct der auf Pappe gezogenen Schiffsrose, so, daß deren Linie von Süden nach Norden genau mit der Lage eines Meridians der Charte übereinkömmt. Spannt alsdann den Faden über den Windstrich Nordost, und nimmt mit einem Zirkel 80 Meilen $= 4^\circ$ des Meridians, deren Weite sich in der Gegend der Breite, unter welcher das Schiff seegelt (demnach hier zwischen 40 und 44°) bis auf einen geringen Unterschied ergiebt, trägt solche von A aus längst den ausgespannten Faden, so findet sich der Punct B als der Ort der Ankunft des Schiffs, unterm ersten Grad der Länge und $43\frac{1}{3}^\circ$ der Breite, so, daß es auf dieser ersten Route seine Länge um $361^\circ - 357^\circ = 4^\circ =$ AE und seine Breite um $43\frac{1}{3}^\circ - 40\frac{1}{2}^\circ = 2\frac{5}{6}^\circ =$ EB verändert hat. Legt man ferner an B den Mittelpunct der Rose und spannt den Faden über den Rumb Ost-Nordost, nimmt von B aus an demselben die Weite von 100 Meilen $= 5^\circ$ des Meridians, so bemerkt der Punct C den Ort, wo sich das Schiff alsdann befindet, er liegt unterm $7\frac{2}{3}^\circ$ der Länge und $45\frac{1}{3}^\circ$ der Breite,

*) Diese 100 und jene 80 Meilen nennt man die Seegelweite.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0308-1

so, daß es auf dieser zweyten Route, also von B an, seine Länge um $6\frac{2}{3}°$ = BR, und seine Breite um 2° = RC verändert hat. Von A bis C ist es demnach um $10\frac{2}{3}°$ gegen Osten = AS und um $4\frac{5}{6}°$ = SC gegen Norden geseegelt.

§. 785. Dergleichen Aufgaben lassen sich noch auf verschiedene Art abändern, nachdem dem Seefahrer das eine oder das andere Stück in den Dreyecken ABE und BCR bekannt ist. Als z. B. in dem erstern: 1) Aus dem Rumb in A und der Breite von B die Schiffsroute oder Seegelweite AB zu finden? Man stellt die Rose in A und zieht den Faden über Nordost bis zu $43\frac{1}{3}°$ der Breite, diese trift in B zu, und so giebt BA am Meridian gemessen, das gesuchte. 2) Aus AB und der Breite in B den Rumb in A und die geogr. Länge von B zu finden? Man nehme mit dem Zirkel die Weite von AB = 4°, und indem der eine Fuß in A, und der andere bis in einem unterm $43\frac{1}{3}°$ der Breite liegenden Punct gesetzt worden, wird er B unterm 1sten Grad der Länge bezeichnen, und nach der Schiffsrose ergiebt sichs, daß eine Linie von A nach B gegen Nordosten gehe. 3) Aus der Länge und Breite von B die Seegelweite AB und den Rumb in A zu finden? Man braucht hiebey nur die Rose in A richtig zu stellen; hierauf den Faden bis in B zu ziehen, so findet sich AB = 80 Meilen = 4° des Meridians, und der Faden bezeichnet zugleich den Rumb Nordost. 4) Aus dem Rumb in A und der Länge in B, die Seegelweite AB und die Breite von B zu finden? Wenn man die Rose in A setzt, den Faden über Nordosten zieht, und Achtung giebt, wo derselbe den

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0309-0

ersten Grad der Länge berührt, so wird dies im Punct B geschehen. Dieser ist von A 4° = 80 Meilen entfernt, und die Charte zeigt dessen Breite $43\frac{1}{3}°$ an. 5) Aus der Seegelweite AB und der Länge in B den Rumb in A und die Breite von B zu finden? Nachdem man mit einem Zirkel die Weite von 4° = 80 Meilen genommen, setze man den einen Fuß desselben in A, und suche mit dem andern den ersten Grad der Länge, so trift dieser in B, dessen gesuchte Breite $43\frac{1}{3}°$ ist; wird hierauf die Rose in A gestellt, so weiset der nach B aufgespannte Faden den Rumb Nordost an *).

§. 786. Bey diesen mechanischen Operatlonen, die freilich keine geometrische Genauigkeit zulassen, aber doch zur Erfindung und Bezeichnung des Weges vom Schiff auf den Seecharten, zumal wenn diese nach einem großen Maaßstab entworfen, hinreichend sind, wird vorausgesetzt, der Seefahrer schätze nicht allein den Lauf und die Geschwindigkeit seines Schiffs, nach dem was die Logleine angiebt, imgleichen den Strich des Windes, unter welchem er fortseegelt, nach dem Compaß; sondern es sey ihm auch die Abtrifft, so wie die Abweichung der Magnetnadel in den Gegenden, die er durchschifft, bekannt. Wenn dies nicht gehörig mit in Rechnung gebracht worden, so werden die Seecharten den Ort der Ankunft des Schiffs nicht mit der er-

*) Da besonders die Aufgabe im 784sten §. bey der Schiffahrt häufig vorkömmt, so hat man für die Seefahrer sogenannte Strichtafeln berechnet, welche für alle Compaßstriche und Seegelweiten von 1 bis 100 Meilen den Längen und Breiten-Unterschied in Meilen angeben.

forderlichen Richtung anzeigen können. Der Seefahrer ist daher genöthigt, wenn es seyn kann, sich in B beym Himmel Raths zu erholen, das heißt, die geogr. Länge und Breite, unter welchen er sich befindet, durch astronomische Beobachtungen zu suchen, wozu nachher die nähern Anweisungen vorkommen. Diese Vorsicht ist auch bey der vermeintlich richtigsten Schätzung des Weges und des Windstriches zu empfehlen, um die Schiffsrechnung mit den astronomischen Beobachtungen vergleichen und die Schiffahrt desto sicherer fortsetzen zu können.

Von der Ebbe und Fluth.

§. 787.

Das Meer hat, außer der oben angezeigten Bewegung und der, welche die Stürme verursachen, noch eine tägliche und periodische, die unter dem Namen der Ebbe und Fluth bekannt ist. Es steigt nemlich alle Tage zweymal gegen die hohen Küsten der Länder an, oder überschwemmt die niedrigen Ufer derselben; eben so tritt es in die Mündungen der Häfen und in den Flüssen eine mehr oder mindere Strecke hinauf. Zweymal zieht sich im Gegentheil das Meer täglich wieder zurück, und eine jegliche Abwechselung desselben in seiner Höhe dauert etwa 6 Stunden. Das Wasser steigt ohngefehr 6 Stunden, und dies heißt die Fluth, nachdem es zu seinem höchsten Stande gekommen, bleibt es kaum eine halbe Viertelstunde stehen, und fließt alsdann fast eben so lange wieder ab, welches die Ebbe heißt. Nach dem niedrigsten Stande desselben folgt hierauf eine zweyte Fluth rc. Eine jede dieser Meeresveränderungen dauert unterdessen etwas länger als 6 Stunden, und nach 24 Stunden verspätigt sich der höchste und niedrigste Stand des Wassers allemal um etwa 50 Minuten, und daher wird der Seefahrer, wenn ihm die heutige Fluth und Ebbe eines Hafens bekannt ist, im voraus wissen, um welche Zeit er Morgen mit der Fluth bey einem günstigen Winde einlaufen kann.

§. 788. Demnach treffen Ebbe und Fluth für einen gewissen Ort nicht alle Tage in gleichen Stunden ein, woraus sich schon folgern läßt, daß selbige nicht blos vom Lauf der Sonne abhängen müssen, vielmehr giebt ihre tägliche Verspätigung von etwa 50 Minuten augenscheinlich zu erkennen, daß vornemlich der Mond die Ursache derselben sey, weil derselbe nach 24 Stunden gerade um etwa 50 Minuten später den Meridian erreicht. Nach 15 Tagen fallen die Fluthen um 12 Stunden später, und nach Verlauf von 29 Tagen, als dem synodischen Umlauf des Mondes, wieder in gleichen Stunden des Tages ein, und nach diesem letztern Zeitverfluß hat der Mond gegen die Sonne wieder eine und dieselbe Stellung, woraus sich deutlich ergiebt, daß die vereinigte Wirkung von Sonne und Mond auf die Gewässer der Erde diese Meeresveränderungen hervorbringen müssen, welches noch mehr die nähern Erscheinungen bey denselben bestätigen. Als, daß in einem jeden Monat um die Zeit des Voll- und Neumondes, auch wenn der Mond in seiner Erdnähe ist, das

Wasser höher als gewönlich steigt, und daß die stärksten Fluthen eintreffen, wenn um die Zeit der Aequinoctien der Mond mit der Sonne in ☌ oder ☍ steht oder Neu- und Vollmond ist *).

§. 789. Die Ebbe und Fluth ist folglich hiernach aus der Wirkung der allgemeinen Schwere oder Anziehungskraft der Weltkörper zu erklären. Wenn Sonne und Mond zugleich über dem Ocean stehen, so werden sie, da erstere sehr groß, und letzterer uns sehr nahe ist, vermöge ihrer Anziehungskraft, wie Kepler und Newton zuerst dargethan, das senkrecht unter ihnen befindliche Wasser etwas erheben, weil dessen Theile nicht so fest als das Land zusammenhängen und daher diesem Zuge nicht so stark widerstehen. Bey dieser Erhebung schwillt aber das Wasser nicht wirklich auf, wird lockerer, oder erhält etwa mehr Masse, sondern es wird nur von andern Oertern der See durch die gemeinschaftliche Anziehung des Mondes und der Sonne hieher geführt, und durch diesen Zufluß senkrecht unter diesen Himmelskörpern stärker als sonst irgendwo auf der diesseitigen Halbkugel angehäuft, folglich muß es inzwischen in andern Gegenden niedriger werden oder abfließen. Da sich nun die Erdkugel von Westen gegen Osten umwälzt, so wird dieses senkrecht unter dem Mond und der Sonne erhöhete Wasser nach der

*) Z. B. zu Brest wird die mittlere Höhe der Fluth im ersten oder letzten Mondviertel $12\frac{1}{3}$; im neuen oder vollen Mond $17\frac{3}{4}$ wenn der Mond in den Syzygien zugleich in seiner Erdnähe $19\frac{1}{2}$ und wenn er alsdann in der Erdferne ist, nur $14\frac{1}{2}$ Fuß beobachtet.

entgegenstehenden Richtung fortgeführt, und daher herrscht auf dem Meer eine schwankende Bewegung des Wassers, weil nemlich, wenn es in einer Gegend hoch steht, in einer andern niedriger werden muß, so, daß dieser Ab- und Zufluß mit einander im Gleichgewicht bleiben. Wenn Mond und Sonne an unserm Firmament nicht beysammen stehen, so verursacht die anziehende Kraft eines jeden für sich eine größere oder geringere Erhebung des Wassers, an den Oertern, worüber er senkrecht weggeht.

§. 790. Da der Mond, wegen seiner Nähe bey uns, den größten Antheil an der Ebbe und Fluth hat, so kann man sich denselben Anfangs als den einzigen hiebey wirkenden Körper vorstellen. Demnach sey Fig. 150 E der Mittelpunct der Erde; A und B zwey entgegenstehende Puncte ihrer Oberfläche, die man sich als überall mit Wasser umflossen vorstellen kann. Ueber dem Punct A stehe senkrecht der Mond in m, so ist A dem Monde am nächsten, und B von demselben am entlegensten. Das Wasser bey A wird daher mit einer größern Gewalt als der Mittelpunct der Erde E, (und dieser hinwieder stärker, als das Wasser um B vom Mond angezogen, oder die Schwere der Puncte A, E und B gegen den Mond, nimmt mit ihrer weitern Entfernnng von m etwas ab, das heißt, sie haben ein immer geringeres Bestreben, sich dem Mond zu nähern. Wenn sich nun das Wasser in A gegen den Mond an bewegt, oder über die Oberfläche der Erde um die Weite A a sich erhebt, so läßt sich beurtheilen, daß es zu gleicher Zeit in B, als einem dem Monde gerade entgegengesetzten Punct, sich vom Mittelpunct der Erde gleichfalls entfernen, oder um den Raum Bb über die Erdoberfläche erheben muß, denn weil dieser Punct schwächer als E vom Monde angezogen wird, so bleibt das daselbst befindliche Wasser in Ansehung des Mondes gleichsam zurück, oder erhält eine geringere Schwere gegen den Mittelpunct der Erde, wodurch es nothwendig sich von demselben mehr entfernt, also steigt. Hingegen wird das Wasser etwa 6 Stunden vom Meridian, worin der Mond steht, oder um D und C, von welchen Gegenden es nach A und B hingeströmt, mittlerweile bis in d und c gefallen seyn, so, daß hier das niedrigste Wasser ist, wenn es in A und B sich am meisten angehäuft hat, wobey folglich die Wasserkugel der Erde die ellipsenähnliche Gestalt acdb angenommen. Man hat berechnet, daß die vom Mond allein bewirkte Erhebung des Wassers unterm Aequator oder Aa = Bb aufs höchste 6 Fuß betrage.

§. 791. Da sich die Erde nach der Richtung ACBD oder von Westen gegen Osten um ihre Axe wälzt, so wird das höchste Wasser nach und nach von Osten gegen Westen unterm Mond fortgeführt. Bliebe nun der Mond beständig in m, so würden die Meeresveränderungen allemal nach 24 Stunden wieder eintreffen, so aber rückt der Mond mittlerweile von der Sonne um 12 bis 14 Grad am Himmel von Westen gegen Osten in seiner Bahn fort, und gesetzt, er stehe am folgenden Tage zu einer gleichen Stunde in n, so hat der Ort A alsdann ohngefehr 50 Minuten später Fluth, weil die Erde sich noch weiter und um den Raum Ar um ihre Axe drehen muß, bis A wieder den Mond senkrecht über sich hat, und so geht es an allen folgenden Tagen, bis die Fluth nach Verlauf eines ganzen synodischen Monats sich wieder zu eben der Tagesstunde einstellt. In den Gegenden des Oceans, die gerade unter den Mond kommen können, treffen die Fluthen zur Zeit des neuen und vollen Mondes um die Mittags- und Mitternachtsstunde, und zur Zeit der Viertel um die sechste Abend- und Morgenstunde ein, weil der Mond in diesen Ständen gegen die Sonne um diese Tageszeiten im Meridian erscheint. Eigentlich stellt sich aber das höchste Wasser nicht allemal genau senkrecht unterm Mond ein, sondern da es durch die Wirkung desselben sich daselbst wegen des von andern Oertern herzufließenden erhebt, und hiemit eine gewisse Zeit verfließt, so kömmt das höchste Wasser erst einige Zeit nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian oder Scheitelpunct der Oerter A und B.

§. 792. Die Wirkung der Sonne auf die Gewässer des Erdbodens ist beträchtlich geringer, als die der 400 mal nähere Mond verursacht. Sie hängt von der Entfernung, Dichtigkeit und Größe der Sonne ab. Newton und andere Geometer berechneten diese Wirkung auf 23 Zoll, in vertikaler Richtung gegen die Sonne; Euler und d'Alembert fanden 9 Zoll für die tangentielle Anziehung des Gewässers, oder daß das Wasser sich 90° von der Sonne horizontal gegen dieselbe bewege. Simpson nahm beyde Kräfte zusammen, und brachte hiernach 15 Zoll für die durch die Sonne bewirkte größte Höhe der Fluth heraus. Wenn also der Mond nicht da wäre, so würde schon die Sonne für sich eine wiewol $\frac{72 \text{ Zoll}}{15 \text{ Zoll}}$ = fast 5mal geringere Fluth im Meer verursachen, nun aber erhöhen sowol die Sonne als der Mond senkrecht unter ihnen, und erniedrigen 6 Stunden davon die Gewässer, und die Größe der dadurch bewirkten Fluth ist nach ihrem jedesmaligen scheinbaren Stande gegen einander zu beurtheilen, woraus sich leicht abnehmen läßt, daß, wenn beyde nach einer Gegend gemeinschaftlich wirken, der Zufluß des Wassers um so viel größer seyn müsse, wodurch die stärkern Fluthen im neuen und vollen Monde ꝛc. zu erklären sind. Diese müßten hiernach, alsdann, da die von Sonne und Mond bewirkten größern Axen b a zusammen fallen, 6 Fuß + 15 Zoll, in dem ersten und letzten Mondviertel aber, da jene Axen unter einem rechten Winkel stehen, nur 6 Fuß — 15 Zoll = 4 Fuß 9 Zoll austragen. Ueberhaupt lassen sich die Beobachtungen über die Fluth des Oceans, so wie solche bey kleinen Inseln im offenen Weltmeer angestellt werden können, mit der so eben kürzlich vorgetragenen Theorie vereinigen, es würde aber alles noch besser mit derselben stimmen, wenn, wie in Fig. 150 vorausgesetzt wird, die Erde überall mit Wasser bedeckt wäre, und das feste Land, die Inseln ꝛc. nach ihren verschiedenen Lagen, imgleichen die Seeströme, die Winde ꝛc. nicht den gleichförmigen Zufluß des Wassers nach der Gegend unter dem Mond oder der Sonne, mehr oder weniger verhinderten oder änderten.

§. 793. Auf denjenigen Meeren, worüber 1) die Sonne oder der Mond niemals senkrecht zu stehen kommen, folglich die außerhalb den Wendekreisen, und wegen dem Mond bis auf $5\frac{1}{2}$ Grad davon entfernt liegen, oder die 2) wenig Ausdehnung haben, rund umher von Land eingeschlossen sind, oder mit dem Ocean nur durch schmale Meerengen Gemeinschaft haben, wird die Ebbe und Fluth entweder gar nicht, oder doch nur schwach bemerkt. Denn da Sonne und Mond eigentlich nur unter dem heißen Erdgürtel, oder zwischen den Wendekreisen das Wasser des Oceans durch ihre Anziehung erheben, so wird die Ebbe und Fluth immer geringer, je näher man den Polen kommt, in deren Gegenden das Wasser allemal seinen niedrigsten Stand hat. Im mittelländischen Meer ist z. B. diese Meeresveränderung nur an einigen Küsten und innerhalb den Meerbusen zu spüren, davon die Ursache in der Meerenge von Gibraltar zu suchen ist, die dieses große Meer nur durch eine schmale Oeffnung mit dem West-Ocean verbindet. Das baltische Meer hat aus eben den Gründen, und weil es überdem weiter gegen Norden liegt, fast gar keine Ebbe und Fluth. In der Caspischen See ist wegen ihrer Lage mitten im Lande, und nicht weiten Oberfläche, kaum eine Fluth zu spüren. Uebrigens wird die Größe der Ebbe und Fluth nach der Lage der an den offenen Weltmeeren grenzenden Küsten, der weitern oder engern Mündungen ihrer Häfen, Busen und Flüssen, sehr verschieden bemerkt, worüber sich keine allgemeine Regeln geben lassen, und die nur durch die Erfahrung herausgebracht werden können. Z. B. an den südlichen Küsten von Bretagne steigt das Wasser zur Zeit der Fluth 17 bis 18 Fuß; hingegen zu

St. Malo oft bis zu einer Höhe von 50 Fuß. Dies läßt sich aus der Lage und Gestalt des Canals (la Manche) erklären, welcher gegen Südwesten dem herzufließenden Wasser des Oceans eine weite Oefnung darbietet, und da es nicht so geschwind zwischen Dover und Calais abfließen kann, sich inzwischen gegen die nordlichen Küsten von Frankreich und die südlichen von England anhäuft. An den Küsten von Portugal steigt das Wasser nur 11 bis 12 Fuß, weil dieselben nach ihrer Lage von Süden nach Norden dasselbe nicht sehr aufhalten. Bey den Inseln im freyen Ocean ist die Höhe der Fluth gewönlich geringer als die Theorie der vereinigten Wirkung von Sonne und Mond giebt. Z. B. bey vielen Inseln des Südmeers nur 2 oder 3 Fuß, allein man erklärt diese Erscheinung sehr gut daraus, daß dergleichen kleine Inseln das kommende Wasser der Fluth nicht aufhalten können, sondern es sogleich wieder abfließen lassen.

§. 794. Ferner ist nicht allein die Größe, sondern auch die Zeit der eintretenden Fluth nach den unterschiedlichen Lagen oder Vertiefungen der Mündungen der Häfen und Flüsse an den Seeküsten sehr verschieden. Das höchste Wasser trifft in einem jeden Hafen oder Fluß gemeiniglich erst nach der Culmination des Mondes, und zwar mehr oder wenigere Stunden ein. Diese Verspätigung ist an einem und demselben Ort bis auf einigen von Wind und Wetter und von dem verschiedenen Stande des Mondes gegen die Sonne erregten Unterschied, allemal von gleicher Dauer. Wenn daher die Zeit des Durchganges des Mondes durch den Meridian und diese Verspätigung bekannt ist, so ergiebt sich die Zeit, da das Wasser seinen höchsten Stand erreicht. Z. B. zu Brest tritt 3 St. 30′ nach der Culmination des Mondes das höchste Wasser ein; steht nun der Mond an einem gewissen Tage um 10 Uhr Vormittags im Meridian, so muß daselbst um 1 Uhr 30′ Nachmittag die höchste Fluth seyn. Eben so lehrt die Erfahrung, daß z. B. die Fluth sich bey der Mündung der Loire 3, zu Nantes 8, bey Rochefort $4\frac{1}{2}$, bey St Malo 6, beym Ausfluß der Seine und zu Havre de Grace 9; bey Calais $11\frac{1}{2}$, und bey der Mündung der Themse 12 Stunden verspätigt, so, daß im Ocean schon eine neue Fluth angeht, ehe die vorhergehende bis zu dem letztern Ort gelangt ist. Hiernach läßt sich also die Zeit des höchsten Wassers für diese Oerter berechnen *). Auf dem offenen Weltmeer soll das höchste Wasser jedesmal 3 Stunden nach der Culmination des Mondes zu seiner größten Höhe gelangen.

Von den bey der Schiffahrt nöthigen astronomischen Kenntnissen.

§. 795.

Der Seefahrer muß nothwendig eines Theils den durch vorige Schiffsmethode gefundenen Lauf seines Schiffs durch astronomische Beobachtungen so oft als möglich zu berichti-

*) S. *Traité du Flux et du Reflux de la Mer, d'après la Théorie et les observations*, in des Hrn. la Lande Astronomie 4ter Theil in 4. Paris 1781 Seite 1 bis 348.

gen suchen, weil auf dem unabsehbaren Ocean so viele bekannte und unbekannte Hindernisse diese Methode nicht selten sehr unsicher machen, und andern Theils die unter einem jeden Erdgürtel veränderlichen Erscheinungen am Himmel kennen. Es sind ihm daher die ersten Gründe der ebenen und sphärischen Trigonometrie; die Abtheilungen der scheinbaren Himmelskugel und ihre Kreise; die Gestirne und deren scheinbare Bewegung; der Lauf und Stand der Planeten und vornemlich des Mondes; die Aufgaben der sphärischen Astronomie; die Lehren der mathematischen Erdbeschreibung; kurz alles, wozu die erstern Abschnitte dieses Buchs Anweisung geben, zu wissen nöthig. Verschiedene hiebey vorfallende Berechnungen werden unterdessen dem Seefahrer durch gewisse in den Schriften von der Schiffahrt vorkommende Täfeln, welche den Auf- und Untergang der Sonne, ihre Morgen- und Abendweite rc. unter allen Polhöhen enthalten, erspart; auch zeigen die jährlich zu Paris, London, Berlin rc. herauskommenden Ephemeriden oder astronomischen Jahrbücher den Stand der Sonne und des Mondes für einen jeden Tag, ihre Abweichung, Aufsteigung, Culminationszeit, Verfinsterungen, Zusammenkünfte oder Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond rc. die Erscheinungen der Planeten; Verfinsterungen der Jupiterstrabanten rc. im voraus an.

§. 796. Die bey der Schiffahrt am öftersten vorkommenden Aufgaben aus der sphärischen Astronomie sind etwa folgende, deren Auflösung bereits im vierten Abschnitt gezeigt wird. Wie die Theile des Aequators in Zeit zu verwandeln, und von der Sonnen= und Sternenzeit von §. 177 bis 185; die Höhe der Sterne, der Sonne rc. §. 187; die Polhöhe aus Höhenbeobachtungen der nahe bey den Polen stehenden Sterne, und aus der Mittagshöhe der Sonne §. 188. und 190; aus bekannter Polhöhe und Abweichung der Sonne den Unterschied ihrer geraden und schiefen Aufsteigung und hieraus die Länge des Tages, oder den Auf= und Untergang der Sonne §. 193 194. auch eben so beydes für einen Stern; die Morgen= und Abendweite und das Azimuth der Sonne oder eines Sterns §. 195. 198; die Höhe der Sonne über dem Horizont §. 196; die Zeit der Culmination und des Auf= und Unterganges eines Sterns §. 201; die Stunde des Tages aus Sonnen= und der Nacht aus Sternenhöhen §. 197. 204, u. 205. zu finden. Die Methode der correspondirenden Höhen, zur Erfindung der wahren Zeit §. 207 = bis 211. *)

Von den Schiffsinstrumenten, um Höhen der Sonne, des Mondes und der Sterne zu messen.

§. 797.

Die Seequadranten, Octanten rc. können wegen der beständigen Schwankungen des Schiffs keinen zur Bestim=

*) S. Röhls Anweisung zur Steuermannskunst. Greifswalde 1778.

mung der Höhe auf dem Gradbogen dienenden Faden, an welchem eine Bleykugel hängt, oder ein Pendul haben. Der Steuermann muß daher bey den Ausmessungen der Sonnen- Mond und Sternenhöhen den Meerhorizont (§ 82.) zur Richtschnur nehmen, wenn ihn nicht die Dunkelheit der Nacht solchen zu sehen verhindert. Die gewöhnlichsten Instrumente, welche der Seefahrer gebraucht, um diese Höhen auf der See zu beobachten, sind: der englische Schiffsquadrant, und der hadleysche Reflexionsoctant oder Quadrant.

§. 798. Die 151ste Figur bildet den englischen Schiffs- oder Davis-Quadranten ab. Er ist, um ihn leichter halten und regieren zu können, aus zwey Bögen von ungleichen Halbmessern zusammengesetzt, deren gemeinschaftlicher Mittelpunct in C liegt, und die beyde zusammen 90° austragen. Der Bogen M L hat 8 bis 9 Zoll. und der größere DE 18 bis 20 Zoll im Halbmesser, jener fast etwa 60 und dieser die übrigen 30 Grade des Quadranten. An beyden sind Dioptern R und O, angebracht, die sich verschieben lassen. Beym Gebrauch faßt man das Instrument mit der linken Hand bey D und mit der rechten bey K, stellt sich mit dem Rücken gegen die Sonne, und setzt die Diopter R genau am Endpunct eines gewissen Grades. Wenn nun die Sonne durch ein in der Oeffnung bey R gesetztes convexes Glas ihr Bild auf C abwirft, so sieht man durch das kleine in der andern auf DE stehenden Diopter O befindliche Loch, und verschiebt diese Diopter so lange, bis sich durch O und eine Spalte in C der Meerhorizont zeigt; dann geht folglich O C

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0323-4

zu diesem Horizont und die Summe der Bögen RL und DO = den Winkel SCO giebt die gesuchte scheinbare Höhe der Sonne, die nach S hinaus steht, über dem Meerhorizont. Auf ähnliche Art verfährt man bey einem Stern und beym Mond.

§. 799. Das beste Schiffsinstrument zur Ausmessung der Höhen der Himmelskörper über dem Horizont, ist der reflectirende Quadrant, Fig. 153. den Hadley im Jahr 1731 erfunden. Sein Gradbogen AB faßt freylich nur 45° und er heißt daher auch ein Octant; allein diese Grade erhalten vermittelst der bey diesem Instrument angebrachten Spiegel, einen doppelten Werth, und er ist daher in 90° abgetheilt, so, daß er völlig als ein Quadrant dient. Es ist nemlich aus der Catoptrik bekannt, daß, wenn nach Fig. 152. ein Lichtstrahl SC unter einem gewissen Winkel SCE mit der lothrechten Linie EC auf einen Spiegel AB fällt, dieser Stral auf der andern Seite unter einem gleich großen Winkel ECN wieder reflectirt wird. Neigt man nun den Spiegel z. B. an der Seite B um C 4° niederwärts, so ist leicht einzusehen, daß sich sowol der Einfalls- als Reflexionswinkel um eben so viele Grade und demnach der Winkel SCN um 8° vergrößert. Bey einer Erhebung der Seite B um C von 4° würde im Gegentheil SCN um 8° kleiner.

§. 800. Die 153ste Fig. bildet einen hadleyschen Octanten ab, dessen Halbmesser mB gewöhnlich 18 bis 20 Zoll hält. An der Seite DB ist ein kleines Fernrohr O befestigt, ig ist ein kleiner gläserner Spiegel senkrecht an der Seite des Instruments DA gesetzt, welcher nur an der rechten

Seite

Seite gegen O zur Hälfte mit Folie belegt ist, so, daß man von O aus durch den entblößten Theil des Glases den Meerhorizont (wo nemlich Wasser und Luft sich zu vereinigen scheinen), nach OH sehen kann. Eben dieser Horizont ist zugleich in dem übrigen belegten Theil des Spiegels noch einmal (aus O betrachtet) zu sehen, indem das Bild desselben von einem andern und größern Spiegel rs, dessen belegte Seite gegen die belegte Seite des kleinen Spiegels ing liegt, und der am Mittelpunct der beweglichen Regel DC, oder des Quadranten genau nach der Richtung mC befestigt ist, nach mn zurückfällt, so bald diese Regel genau auf den Anfangspunct der Abtheilung bey a geschoben wird, als in welchem Fall rms mit ing parallel steht, und folglich mL mit der horizontalen Linie OH gleichfalls parallel läuft. S. Fig. *. Zwischen mL und der bey allen Stellungen der Regel DC unveränderlichen Linie mn, die zwischen den Mittelpuncten der beyden Spiegel liegt, liegt das auf rs stehende Perpendicul Em. So bald aber die Regel mit dem Spiegel rs, von B nach A z. B. um 12° bis in o = amo gerückt wird, so verschwindet das zweyte Bild des Horizonts, der Winkel, den vorher das Perpendicul Em des größern Spiegels, mit der Linie mn machte, vergrößert sich, da mn unveränderlich ist, um 12°, und auf der andern Seite nimmt der Neigungswinkel der Linie mL gegen mE gleichfalls um 12° zu, daher wird nun die Linie mL sich um 24° mehr gegen mn neigen oder der Winkel Lmn Fig. * sich um 24° vergrößert haben, welche 24° ao angiebt.

§. 801. Bey Beobachtungen einer Sonnenhöhe auf der See, nimmt nun der Seefahrer den Octanten in die Hand, und indem er die Sonne gerade vor sich am Himmel hat, sucht er das Instrument vertical und die Puncte O n in einer horizontalen Lage zu erhalten, damit er durch das Fernrohr O den Meerhorizont nach H durch den unbelegten Theil n des kleinen Spiegels sehen kann. Schiebt hierauf die Regel von B so lange fort, bis ihm statt des zweyten von r s auf i g zurückgeworfenen Bildes vom Horizont der obere oder untere Rand der Sonne, durch O betrachtet, genau neben oder in dem Horizont erscheint, so hat inzwischen die vorhin horizontale Linie m L Fig. * die Sonne L Fig. 153 erreicht, oder sich um den Winkel der scheinbaren Sonnenhöhe über den Horizont erhoben, und gesetzt, dies treffe ein, wenn die Regel über dem Punct o steht, so muß die wirkliche Anzahl Grade des Bogens B C nemlich a o doppelt genommen, die gesuchte Höhe der Sonne angeben. Auf dem Gradbogen dieses Instruments sind unterdessen die Grade schon doppelt angesetzt, und daher zählt a o die Höhe des obern oder untern Sonnenrandes über dem Meerhorizont. Wenn das Bild der Sonne auf dem Spiegel bey n zu sehr das Auge O blendet, so wird zwischen m und n ein dunkelgrün oder roth gefärbtes Glas angebracht, welches den Glanz vermindert. Die Höhe des Mondes, der Planeten und Fixsterne, wird auf eine ganz ähnliche Art mit diesem Octanten gefunden, wiewol vornemlich bey Nacht mit mehrerer Schwierigkeit, weil der Meerhorizont alsdann schwer zu erkennen ist, wenn ihn nicht noch das Mondenlicht sichtbar macht macht. Es trifft sich aber auch zuweilen, daß die gerade senkrecht unter der Sonne, dem Mond oder einem Stern liegende Gegend des Horizonts von Bergen oder hohen Küsten bedeckt wird; alsdann kann der Schiffer den gerade gegen über liegenden Theil des Horizonts zur Richtschnur nehmen, weil sich der hadleysche Octant, durch Versetzung des Spiegels i g, auch so einrichten läßt, daß man dem Himmelskörper den Rücken zuwendend, dennoch dessen Höhe beobachten kann. Man kann mit diesem Instrument auch scheinbare Entfernungen der Sterne von einander, und vom Monde, des letztern von der Sonne ꝛc. bis zu großen Weiten messen. Man bringt die Ebene des Octanten in die Lage der beyden zu messenden Himmelskörper, visirt nach dem einen durch das Fernrohr O und dem unbelegten Theil des Spiegels i g. Schiebt hierauf in unverrückter Stellung die Regel so lange fort, bis der zweite Himmelskörper gleichfalls im Fernrohr erscheint, und den ersten berührt oder deckt, so giebt der Gradbogen beyder scheinbaren Abstand.

§. 802. Endlich kann man mit Hadleys Octanten auch auf der See beobachten, wenn der Meerhorizont entweder durch Küsten und Berge oder durch Nebel und Wolken bedeckt ist. Man verschafft sich alsdann einen künstlichen Horizont, oder eine polirte Horizontalebene, AB Fig. 152, auf welche die Stralen der Himmelskörper SC fallen, und von C nach N reflectirt werden. Man beobachtet durch das Fernrohr O Fig. 153 nach der Richtung NC ihr reflectirtes Bild durch den unbelegten Theil des

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0327-6

Spiegels i g. Schiebt hierauf die Regel, bis das vom grossen auf den kleinen Spiegel reflectirte zweyte Bild auf jenem im Fernrohr erscheint, so hat man den Winkel NCB und damit die Höhe SCA beobachtet. Die Regel schneidet die doppelte Anzahl Grade der Höhe ab, von welcher also die Hälfte genommen wird. Der Engländer Serson hat als künstlichen Horizont auf der See eine Art von Kräusel ausgedacht. Eine metallene auf der obern Seite spiegelglatt polirte Scheibe etwa 3 Zoll im Halbmesser, hat in der Mitte eine konische Vertiefung, damit sie sich auf einer auf dem Boden einer Büchse befindlichen stählernen Spitze frey drehen kann. Im Mittelpunct der polirten Seite steht noch ein Stift senkrecht, um welchen eine Schnur gewunden, und damit die Scheibe in eine schnelle Drehung gebracht wird; während welcher sie sich bey allen Schwankungen des Schiffs horizontal erhält, und dann auf vorhin beschriebene Art als eine Horizontalebene dient *).

§. 803. Die auf die angezeigte Art gefundene scheinbare Sonnen- oder Sternenhöhe muß hierauf noch wegen der Refraction, und dann auch wegen der Neigung des

*) Auf dem Lande bedient man sich bey Beobachtung der Sonnen- und Sternenhöhe mit einem Hadleyschen Reflexionsoctanten oder Sextanten unter andern als künstliche Horizonte, dunkel rothe oder grüne, vollkommen eben geschliffene Glasscheiben, die auf marmornen mit 3 hölzernen Stellschrauben versehenen Einfassungen liegen, und durch eine Libelle (Wasserwaage) in eine genaue horizontale Lage gebracht werden. S. astron. Jahrbuch 1788, Seite 147 und 148.

Meerhorizonts, unter der scheinbaren oder wahren Horizontalebene verbessert werden. Wie viel wegen der Refraction von einer jeden scheinbaren Höhe abzuziehen ist, um die wahre Höhe zu erhalten, zeigt schon eine im §. 235 vorkommende Tafel. Da auch der Schiffer bey Beobachtungen der Höhe der Sonne, gewöhnlich den einen oder andern Rand derselben mit dem Octanten an den Meerhorizont bringt, so muß ihm aus den Ephemeriden der Halbmesser der Sonne bekannt seyn, um die Höhe ihres Mittelpuncts zu finden. Die 145ste Figur zeigt die Neigung des Meerhorizonts *) auf der See. NM ist ein Theil vom Umfange der Erdkugel, a der Ort, wo sich das Schiff befindet, aZ führt zum Zenith, demnach ist HR der scheinbare Horizont für die Meeresfläche in a. Nun ist aber der Seefahrer auf dem Verdeck seines Schiffes etwa 15 Fuß über a erhaben, und gesetzt er stehe in n, so wird sich der Ocean mit dem Firmament in o zu vereinigen scheinen, folglich die Gesichtslinie des Meer- oder sichtbaren Horizonts noT, von welchem er anfängt die Höhe zu rechnen, sich wegen der Kugelgestalt der Erde unterhalb dem scheinbaren Horizont aR, oder nr unter dem Winkel rnT neigen, und diese Neigung nimmt mit der größern Höhe über a zu. Der Seefahrer übersieht also aus n um die Größe dieses Neigungswinkels mehr als 90° vom Zenith bis zum Meerhorizont.

§. 804. Es sey SaR = snr die scheinbare Höhe der Sonne aus a oder n mit einem gewöhnlichen astronomischen

*) Neigung der Kimm nach dem Ausdruck der Seeleute.

Quadranten genommen, wobey man diesen Meerhorizont nicht braucht, sondern eigentlich das Complement ihres Abstandes vom Zenith, wohin das Pendul Za führt, bestimmt, so wird aus n der Winkel SnT = die Höhe der Sonne mit dem hadleyschen Octanten oder englischen Schiffsquadranten gemessen, welcher nur rnT größer ist. Daher muß die in verschiedentlichen Höhen über a veränderliche Neigung der Linie nΓ unterm Horizont von der mit dem letztern Instrument oder auch dem Davisquadranten gefundenen scheinbaren Höhe abgezogen werden. Folgende Tafel zeigt die Neigung des Meerhorizonts in verschiedenen Höhen (franz. Maaßes) über der Oberfläche der See *).

Fuß	Neigung Min.	Sec.	Fuß	Neigung Min.	Sec.	Fuß	Neigung Min.	Sec.
1	1	1	11	3	24	45	6	52
2	1	27	12	3	33	50	7	15
3	1	47	13	3	42	55	7	37
4	2	4	14	3	50	60	7	57
5	2	18	15	3	58	65	8	16
6	2	31	20	4	35	70	8	35
7	2	43	25	5	8	80	9	10
8	2	54	30	5	37	90	9	45
9	3	4	35	6	3	100	10	16
10	3	14	40	6	29	110	10	45

*) Bey dieser Tafel ist die Erdstralenbrechung oder die Krümmung, welche die Gesichtslinie no in diesen geringen Höhen in den untern und dichtesten Gegenden der Atmosphäre erlei-

Es sey Fig. 154 c der Mittelpunct der Erde, ca = co ihr Halbmesser; an die Höhe des Auges über der Meeresfläche, demnach ca + an = cn, die Gesichtslinie nT berührt die Waßeroberfläche in o, und daher ist noc ein rechter Winkel. Nun giebt $\frac{co}{cn}$ den Cos. von aco = der Neigung des Meerhorizonts rno, doch ohne Wirkung der Stralenbrechung. Dieser Winkel hat den Bogen ao der Meeresründung zum Maaße, und nimmt man an zu 50 Fuß an, so wird nach der Tafel ao = 7′ 15″. Setzt man nun 1° oder 60′ : 15 Meilen = 7′ 15″ : . . . so ergeben sich 1,81 Meilen für ao. Nun ist ap = ao und daher 2. 1,81 = 3,62 Meilen = dem Bogen, welchen der Seefahrer in n, in einer Höhe von 50 Fuß übersehen kann.

Die geographische Breite eines Schiffs auf der See zu finden.

§. 805.

Diese und die Erfindung der Länge auf der See sind die vornehmsten astronomischen Aufgaben, die bey der Schiffahrt vorkommen, und beyde verdienen daher eine besondere Erklärung, zumal da sie auf einem schwankenden Schiffe, zum Theil nach andern Methoden, als auf dem festen Lande, aufgelöset werden müssen. Man weiß, daß sich die geographische Breite eines Orts aus Beobachtung der Höhe des Pols über dem Horizont, weil beyde einerley sind,

det, mit in Rechnung gezogen worden. Sie vergrößert nach Lamberts Untersuchung die Neigung ohngefähr um den 16ten Theil.

und dann auch, wenn die Abweichung der Sonne und gewisser Sterne als bekannt angenommen werden kann, aus Beobachtungen ihrer Meridianhöhen finden läßt (§. 188 und 190). Da sich nun überhaupt die Höhe aller Himmelskörper kurz vor und nach ihrer Culmination wenig verändert *), und auf der See schon der Compaß, wenn die Abweichung der Magnetnadel nur einigermaaßen bekannt ist, mit hinlänglicher Genauigkeit den Meridian nach der Richtung der Linie von Norden nach Süden anzeigt, so wird der Schiffer die Höhe der daselbst erscheinenden bekannten Sterne, ohne die Zeit ihres Standes im Meridian genau zu wissen, zu seinem Endzweck beobachten können. Dann gebrauchen die Seefahrer, bey Berechnung der geographischen Breite gewöhnlich nicht die Meridianhöhe eines Sterns oder der Sonne, sondern deren Abstand vom Zenith, es sey daß der Gradbogen des Instruments bereits diesen Abstand statt der Höhe angiebt, oder daß sie das Complement der beobachteten Höhe über dem Meerhorizont nehmen. Nach der 41sten Fig. lassen sich die Regeln herleiten, um aus jenem nord- oder südwärts vom Aequator (der Linie) beobachteten Abstand, und nachdem die Abweichung nordlich oder südlich ist, die Polhöhe zu finden.

§. 806. Es sey N der Nord- oder Südpol, so ist, wenn der Stern vom Zenith auf der Seite des über

*) Z. B. 4 Min. vor und nach der Culmination steht ein Stern in der Höhe von 15° nur 19″, von 30° . . . 23″, von 45° . . 29″, von 60° . . 39″ niedriger als im Meridian.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0332-4

dem Horizont sichtbaren Pols 1) zwischen dem Pol N und Horizont R in d im Meridian steht RN = 180° — (Zd + Ed) 2) zwischen dem Pol und Zenith in c . . . RN = Ac — Zc. Wenn der Stern vom Zenith an der dem sichtbaren Pol entgegengesezten Seite in den Meridian kömmt, und 3) dessen Abweichung und die Breite des Ortes der Beobachtung, entweder beyde zugleich nordlich oder südlich sind, so daß N der Nord- oder Südpol und g der Stern sey, RN = Zg + gA. 4) Beyde, nemlich Abweichung und Breite, verschiedene Benennungen haben, so, daß die eine nordlich und die andere südlich ist, demnach RN eine nordliche oder südliche Polhöhe vorstellt, und der Stern in n steht; RN = Zn — An. Die Anwendung dieser Regeln zeigen folgende Beyspiele, wobey noch anzumerken ist, daß, da bey derselben der Abstand vom Zenith vorkömmt, die Refraction und Neigung des Meerhorizonts zu diesem Abstand addirt werden muß.

§. 807. Ein Steuermann findet im stillen Meer diesseits der Linie mit dem englischen Seequadranten oder Hadleys Octanten am 24sten October 1775 zu Mittage, da er seine Länge beyläufig auf 250°, folglich 110° von der Insel Ferro, oder 130° = 8 St. 40′ vom Pariser Meridian gegen Westen schätzt, die scheinbare Höhe des untern Sonnenrandes über dem Meerhorizont oder den Winkel sno = 64° 10′, 0, und damit rechnet er dessen Abstand vom Zenith 90° — 64° 10′, 0 = 25° 50′, 0. Die südliche Abweichung der Sonne war an diesem Tage nach der Pariser Connoissance des tems um 12 Uhr Mittags auf dem Schiff oder um 8 Uhr 40′ Abends zu Paris (indem der Schiffer 8 St, 40′ vom Pariser Meridian westwärts seegelt, und also so viel weniger zählt,) 11° 55′, 4; ferner, der Halbmesser der Sonne 16′, 1. Er wird hieraus nach der vierten Regel also rechnen:

Scheinbarer Abstand vom Zenith	=	25° 50′ 0
Neigung des Meerhorizonts für eine Erhöhung von 15 Fuß (§. 804.) *)		+ 4, 0
Refraction für 64° 10′ Höhe (§. 235.)		+ 0, 5
Halbmesser der Sonne	= = =	— 16, 1
Wahrer Abstand des Mittelpuncts der Sonne vom Zenith	= = = =	25 38, 4
Südliche Abweichung der Sonne	=	11 55, 4
Daher die nordliche Breite des Schiffs		13° 43′, 0

§. 808. Ein Seefahrer beobachtete Ao. 1775 jenseits der Mittellinie den Abstand des Sirius vom Zenith an der nordlichen Seite des Meridians 34° 13′ 0 und die Ephemeriden gaben ihn für dieses Jahr die Abweichung dieses Sterns 16° 24′ 6 südlich. Hieraus wird er nach der dritten Regel die Breite seines Schiffs folgendermaßen berechnen:

*) Da der Winkel ZnT wegen der Neigung des Meerhorizonts bey 15 Fuß Höhe, 90° 4′ beträgt, und die beobachtete Höhe sno um 4′ zu groß ist, so giebt deren Complement zu 90° den Abstand vom Zenith um 4′ zu geringe an, und folglich sind solche zu diesem Abstand zu addiren.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0334-5

Scheinbarer Abstand vom Zenith	=	34°	13′, 0
Neigung des Meerhorizonts für 15 Fuß Erhöhung	= = = = =	+	4, 0
Refraction für 55° 47′ 0 Höhe	= =	+	0, 8
Wahrer Abstand vom Zenith	= =	34	17, 8
Südliche Abweichung des Sirius	= =	16	24, 6
Südliche Breite des Schiffs	= =	50°	42′, 4

Ao. 1775 fand ein Schiffer im nordlichen Ocean die scheinbare Höhe der Capella über dem Meerhorizont 9° 16, 0 und rechnet hiernach den Abstand vom Zenith 80° 44′ 0 zu der Zeit, da dieser Stern unter dem Pol culminirte. Die Abweichung desselben gaben die Tafeln 45° 44′ 5 nordlich an. Er wird hier nach der ersten Regel also rechnen:

Scheinbarer Abstand vom Zenith	= =	80°	44′, 0
Neigung des Meerhorizonts	= = =	+	4, 0
Refraction für 9° 16′, 0 Höhe	= =	+	5, 8
Wahrer Abstand vom Zenith	= =	80	53, 8
Nordliche Abweichung der Capella	=	45	44, 5
		— 126	38, 3
		180	0, 0
Nordliche Breite des Schiffs		53°	11′, 7

§. 809. Demnach wird eine einzige beobachtete Meridianhöhe die gesuchte Breite des Schiffs geben. Allein sehr oft können gerade diese Höhen, des trüben Wetters wegen, nicht bemerkt werden, und doch ist die Breite auf der See oftmals nachzusehen, von der äußersten Wichtigkeit. Man hat daher den Schiffer anweisen müssen, die geographische Breite auch durch Beobachtungen der Sonnen- und Sternenhöhen außer dem Meridian zu finden, wozu die Regeln nicht schwer sind, wenn er dreymal die Höhe kurz vor oder nach der beyläufig bekannten Culminationszeit nehmen kann. Die leichtesten Fälle sind, wenn die Zwischenzeiten der Beobachtungen unter sich gleich gewählt werden können. Es sey 1) Vor der

Culminations-Zeit nach einer Taschenuhr.	Beobachteter scheinb. Abst. des obern Sonnenrandes vom Zenith.
11 Uhr 4′ Vormittag	48° 42′ = a
11 — 21 —	47 12 = b
11 — 38 —	46 18 = c

Von der größten Entfernung a nehme man die mittlere b; der Ueberrest 1° 30′ = 90′ heisse d; ferner ziehe man von a die kleinste c ab, so bleibt 2° 24′ = 144′ übrig = e. Man ziehe hierauf von 4 . d = 360′ e = 144 ab, so bleiben 216′ erster Rest, und hiervon wieder 144′, so bleiben 72′ zweyter Rest. Der erste Rest wird alsdann mit sich selbst multiplicirt, und das Product durch den zweyten Rest viermal genommen, dividirt, so ergiebt sich im Quotienten, wie viele Minuten von dem größten Abstand vom Zenith zu subtrahiren sind, um den Meridianabstand zu haben. Demnach $\frac{216 \cdot 216}{4 \cdot 72} = 162' = 2° 42'$, von 48° 42′ abgezogen, läßt gerade 46° 0′ für den Abstand jenes Sonnenrandes vom Zenith bey der Culmination, übrig. 2) Vor und nach der Culmination

Zeit der Uhr.	beobachtete Abstände.
11 U. 39′	62° 20′ = a
12 — 7	62 1 = b
12 — 35	62 48 = c

c — b = 47′ = d; c — a = 28′ = e, nun ist 4 . 47 — 28 = 160 = erster Rest und 160 — 28 = 132 zweiter Rest. Endlich $\frac{160 \,.\, 160}{4 \,.\, 132}$ = 50′ von 62° 48′ subtr. giebt 61° 58′ die gesuchte scheinbare Meridiandistanz.

§. 810. Wenn hingegen die Zwischenzeiten der vor oder nach der Culmination angestellten drey Beobachtungen ungleich sind, so ist es dennoch möglich, daraus den Meridianabstand zu berechnen, und um die Regeln aus folgendem Beyspiel abzunehmen, setze ich die ganze Form der Rechnung her *). Es sey beobachtet der scheinbare Abstand des untern Randes der Sonne vom Zenith, vor der Culmination.

*) Bouguer Traité de Navigation etc. 8. Paris, 1760, p. 207.

Zeit der Uhr.

I. 10 U. 47′ = a . . . 48° 31′ = d

II. 11 — 10 = b . . . 47 48 = e

III. 11 — 38 = c . . . 47 20 = f

$b - a = 23'$ | | $d - e = 43'$ | $51 . 43 = 2193$

$c - a = 51$ | | $d - f = 71'$ | $23 . 71 = 1633$

28 $\quad$ 560 Log. 2.74819

$\frac{51}{2} = 25\frac{1}{2}$ $\quad$ 51 — 1.70757

$-\ 23$ $\quad$ 11 Log. 1.04062

$2\frac{1}{2}$ Log. 0, 39794 . 2 = ... 0.79588

Log. 1.83650

Log. 23′ = 1, 36173 + Log. 28 = 1,44716 = — 2.80889

$0\frac{1}{12}$ Log. 9, 02761

$\frac{71}{2} = 35\frac{1}{2}' + 11' + 0\frac{1}{12}\ 46'\ 6 . 4 = 186, 4$

$186{,}4 - 71 = 115{,}4 - 71 = 44{,}4;\ \frac{115{,}4 . 115{,}4}{4 . 44{,}4} = 75' = 1^{\circ}\ 15'$

und nun giebt 48° 31′ — 1° 15′ = 47° 16′ den gesuchten Meridianabstand des untern Sonnenrandes.

Hat man nun nach dieser und den Vorschriften im vorigen §. den Abstand vom Zenith im Meridian berechnet, so läßt sich, wenn die Abweichung der Sonne bekannt ist, und die gehörigen Verbesserungen dieses Abstandes, wegen der Refraction, Neigung des Meerhorizonts und Sonnenhalbmessers vorgenommen worden, die verlangte geographische Breite des Schiffs finden. Für einen Stern ist die Berechnungsmethode der gegenwärtigen ganz ähnlich.

Beschreibung und Gebrauch einer Projection, nach welcher verschiedene Aufgaben auf der See mechanisch aufgelöset werden können.

§. 811.

Außer der Erfindung der geographischen Breite auf der See, die noch ziemlich leicht ist, giebt es weitläuftigere astronomische Rechnungen, welche Kenntnisse der sphärischen Trigonometrie voraussetzen, und die man dem Seefahrer theils zu erleichtern, theils durch vollständig berechnete Tafeln gänzlich zu ersparen gesucht hat, wie schon im §. 795 und 796 bemerkt worden. Zur Erleichterung dieser Rechnung, und wenn der Schiffer etwa auch jene Tafeln nicht bey der Hand hätte, gehört unter andern der Gebrauch einer gewissen von de la Caille eingeführten Projectionsart, die unter der Benennung: Reductionsrahmen bekannt ist. Der Seefahrer kann vermittelst derselben, 1) den Auf- und Untergang der Sonne, ihre Morgen- und Abendweite, Azimuth ꝛc. unter einer jeden Polhöhe, imgleichen die Zeit der Uhr, aus beobachteten Sonnen- und Sternenhöhen, mit Zirkel und Lineal mechanisch finden. Sie dient auch vornemlich 2) bey Berechnung der Meereslänge, da sie durch verschiedene Maaßstäbe, die wegen der Parallaxe und Refraction nöthige Verbesserung des gemessenen scheinbaren Abstandes eines Sterns vom Monde ꝛc. angiebt. So weit ein bey dieser Projection vorkommender orthographisch eingetheilter Kreis zu den Endzwecken (1) dient, ist solcher in der 155sten Figur im Kleinen vorgestellt. Man beschreibt auf einem mit Papier sauber überzogenen Brette einen Kreis von etwa 8 Zoll im Halbmesser, welcher den Meridian abbildet, theilt solchen genau in einzelne Grade ein, die wie in der Figur von 10 zu 10 bezeichnet werden, und setzt bey jedem 60sten Grade die Stunden I. II. ꝛc. von A an gerechnet. Zieht einen Durchmesser AB und theilt solchen vom Mittelpunct C aus nach den Sinussen der Bögen ein, oder legt nur ein Lineal an gleiche Grade des obern und untern Halbcirkuls, und bemerkt in den Puncten, wo dasselbe den Durchmesser durchschneidet, wenn man deren Complement zu 90° nimmt, die nemlichen Grade. AB ist der Horizont und dessen Grade zählen das Azimuth oder die Morgen- und Abendweiten. A ist der Süd- und B der Nord-, C der West- oder Ostpunct am Horizont. Die Figur ist hiemit bereits fertig, denn alle Linien, die bey ihrem Gebrauch darauf vorkommen müssen, werden nur mit Bleystift gezogen, um sie wieder auslöschen zu können.

§. 812. Den Auf- und Untergang der Sonne nach Fig. 155 auf der See zu finden, wenn bekannt ist, deren Abweichung 14° 2′ und die Polhöhe 42°, beyde nordlich. Hier giebt die Summe der Abweichung und Aequatorhöhe die Mittagshöhe der Sonne über und beyder Unterschied die größte Tiefe der Sonne unter dem Horizont, (fallen aber Abweichung und Polhöhe nicht auf einer Seite des Aequators, so wird der Unterschied zwischen beyden die Mittagshöhe, und ihre Summe die Mitternachtstiefe der Sonne geben), demnach wird 14° 2′ + 48° = 62° 2′ von

A aufwärts in r und $48^\circ - 14^\circ\ 2' = 33^\circ\ 58'$ von B unterwärts in n bemerkt, und von r nach n eine gerade Linie den Parallelkreis der Sonne vorstellend *) gezogen; von r zieht man hierauf einen Durchmesser des Circuls oder größten Kreis der Sphäre rk, dann wird von dem Punct d, in welchem der Tagescircul der Sonne den Horizont schneidet, auf rn ein Perpendicul dg aufgerichtet, welches ein Stück eines größten Circuls ist **). Man faßt hierauf die Weite Cg mit dem Zirkel, und trägt solche von C aus rechts oder links auf den in Grade eingetheilten Durchmesser, und findet von C an gezählt, $13^\circ =$ Cg diese zu 90° = Cr addirt, weil die Sonne an der Seite des sichtbaren Pols vom Aequator steht, geben rg $103^\circ =$ 6 Stunden 52 Min. für die halbe Verweilung der Sonne über dem Horizont, folglich ihren Untergang um 6 Uhr 52′ Abends, und ihren Aufgang um 5 Uhr 8′ Morgens. Die Sonne geht ferner im Punct d auf und unter, folglich ist Ad $= 109\frac{1}{2}$ $=$ AC $+$ cd $= 90^\circ + 19\frac{1}{2}^\circ$ alsdann ihr Azimuth am Horizont, und Cd $= 19\frac{1}{2}^\circ$ ihre Abend- oder Morgenweite vom West- oder Ostpunct C nach Norden. Soll aber das Azimuth der Sonne an diesem Tage gefunden

*) Alle auf der Ebene des Meridians senkrecht stehende größte und kleinere Kreise erscheinen bey dieser Projectionsart als gerade Linien, weil das Auge des Beobachters in ihren erweiterten Ebenen liegt.

**) Hiedurch wird der halbe Tagbogen der Sonne rd auf Grade des größten Circuls rg reducirt.

werden, wenn ihre beobachtete und verbesserte Höhe Vor- und Nachmittag 40° ist, so ziehe man durch diesen Grad der Höhe einen mit dem Horizont gleichlaufenden Höhenkreis und so steht die Sonne in E. Man fälle von E auf den Horizont AB ein Perpendicul oder ein Stück von einem kleinern Kreise, ziehe aus C bis dahin, wo der Höhenkreis durch den Meridian bey 40° geht, eine Linie, welche jenes Perpendicul in u schneidet, so werden damit die Azimuthalgrade a E auf Grade des größten Circuls a C gebracht. Man trägt nemlich C u von C auf dem Horizont gegen A, in f, alsdann giebt a u auf AC gemessen, A f, das Azimuth der Sonne in dieser Höhe = 72° vom Meridian im Süden an gerechnet *).

Verschiedene Methoden, die Zeit auf der See zu finden, und den Gang einer Uhr zu berichtigen.

§. 813.

Erstlich durch Bemerkung des Auf- und Unterganges der Sonne. Wenn dem Schiffer die Abweichung der Sonne und die Polhöhe seines Schiffs bekannt ist, so kann er entweder aus den bereits darüber vorhandenen Tafeln der Ascensional-Differenzen oder des Unterschiedes zwischen der

*) Der Seefahrer ist auch zuweilen mit einem sogenannten Azimuthalquadranten versehen, mit welchem er die Höhe der Sonne und zugleich ihr Azimuth findet, oder er beobachtet das Azimuth vermittelst einer auf dem Variations-Compaß angebrachten Einrichtung.

geraden und schiefen Aufsteigung ersehen, oder nach der Anweisung §. 193. 194. berechnen oder nach dem vorigen §. vermittelst einer Projection, wie Fig. 155, mechanisch finden, wenn der Mittelpunct der Sonne im wahren Horizont ist. Allein dieser Mittelpunct erscheint uns, wenn er wirklich im Horizont steht, wegen der Refraction um etwa 32 Minuten über demselben, oder die Sonne zeigt sich in diesem Augenblick noch um etwa die Hälfte ihres Durchmessers über dem Horizont; auch wird auf einem Schiff die im Horizont stehende Sonne, wegen der Neigung der Meeresfläche, noch etwas höher über dem scheinbaren Meerhorizont gesehen. Es hält aber schwer, mit bloßen Augen zu bemerken, wenn der Mittelpunct der Sonne gerade um die Größe der Refraction und Neigung des Meerhorizonts über dieser sichtbaren Gränze des Oceans und des Firmaments erscheint. Der Schiffer giebt daher gewönlich nur Achtung, um welche Zeit nach seiner Taschenuhr sich des Abends der oberste Rand der Sonne unterm Meerhorizont verbirgt, und des Morgens über demselben wieder zum Vorschein kömmt, wobey noch die Tiefe der Sonne unterm wahren Horizont um den Halbmesser der Sonne größer ist. Wie viel der Sonnenrand aus diesen Ursachen, unter einer jeden Polhöhe und bey einer jeden Abweichung, auf der See des Morgens früher und des Abends später unterzugehen scheint, läßt sich aus folgender Tafel finden, welche angiebt, wie viel Minuten die Sonne (oder ein jeder Stern) braucht, um die Höhe am Horizont um einen Grad zu verändern.

Polhöhe.	Grade der Abweichung der Sonne und Sterne						
	0	9	12	15	18	21	24
0°	4′,0	4′,0	4′,1	4′,1	4′,2	4′,3	4′,4
12	4,1	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5
18	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6
24	4,3	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	4,9
30	4,6	4,7	4,7	4,8	4,9	5,1	5,2
36	4,9	5,1	5,1	5,2	5,3	5,5	5,8
39	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,8	6,1
42	5,4	5,5	5,6	5,7	5,9	6,2	6,5
45	5,7	5,8	5,9	6,1	6,3	6,6	6,9
48	6,0	6,1	6,3	6,5	6,7	7,1	7,6
51	6,3	6,6	6,7	7,0	7,3	7,8	8,4
54	6,8	7,1	7,3	7,6	8,0	8,6	9,4
57	7,3	7,7	8,0	8,4	9,0	9,8	10,9
60	8,0	8,5	8,8	9,3	10,1	11,6	14,0

§. 814. Gesetzt nun, ein Schiffer sieht unter der nordlichen Polhöhe von 42° an einem Tage, da die Abweichung der Sonne 18° nordlich war, den obern Rand derselben nach einer Taschenuhr, des Abends um 7 Uhr 19′, 6 unter den Meerhorizont gehen, und verlangt hiernach die wahre Zeit der Beobachtung? Die Tafeln der Ascensional-Differenzen, oder eine Rechnung, oder eine Zeichnung, wie Fig. 155, geben, daß der Mittelpunct der Sonne unter dieser Polhöhe und Abweichung untergehe, oder im wahren Horizont sey um 7 Uhr 8′, 0

Wenn aber der obere Sonnenrand sich unter dem Meerhorizont verbirgt, so steht bereits deren Mittelpunct, wenn der Seefahrer etwa 15 Fuß über der Meeresfläche erhaben, auf dem Verdeck seines Schiffs sich befindet, 7 Uhr 8', 0

wegen der Neigung des Meerhorizonts 4 Min.
" der Refraction " " 32 "
" des Halbmessers der ☉ " 16 "

also um 52 Min.

unter dem Meerhorizont tief. Die vorige Tafel zeigt nun, daß die Sonne unter dieser Polhöhe und Abweichung 5', 9 Zeit gebraucht, um ihre Höhe einen Grad zu verändern, und daher 52 Min. in 5' 1 niedersteigt, diese zum wahren Untergang addirt 5', 1

kommt die Zeit der Beobachtung auf d. Schiff 7 Uhr 13', 1
die Uhr zeigte aber " " " " 7 — 19', 6

und eilte demnach der wahren Sonnenzeit vor um " " " " " " 6', 5

Wenn der Seefahrer die Abweichung seiner Uhr aus Bemerkung, wenn der obere Rand der Sonne des Morgens über dem Meerhorizont aufgeht, finden will, so ist die Rechnung von der vorigen nur darin verschieden, daß die Anzahl Minuten, welche die Sonne nach voriger Tafel anwendet, um sich 82 Minuten zu erheben, von der wahren Zeit des Aufganges ihres Mittelpuncts zu subtrahiren sind. Diese auf der See sonst am leichtesten auszuübende Methode kann unterdessen, wegen der nicht zu allen Zeiten und unter allen Erdgürteln gleich großen horizontalen Stralenbrechung, etwas unzuverläßig werden.

§. 815. Zweytens läßt sich, durch Ausmessung einer Höhe der Sonne oder eines Sterns, die wahre Sonnenzeit auf einem Schiff finden. Diese Methode ist genauer wie die vorige, und auch nicht schwer, wenn der Schiffer nur einigermaaßen darin geübt ist, indem er statt einer trigonometrischen Rechnung wie §. 197. vorschreibt, das verlangte vermittelst des Reductionsrahmen, oder eines Entwurfs, wie Fig 155, mechanisch finden kann. Ich will z. B. setzen: Ein Seefahrer findet in den nordlichen Gegenden des stillen Meers am 27sten April 1775, des Nachmittags, unterm 42° nordlicher Breite, und beyläufig geschätzten westlichen Länge von Paris 160° = 10 St. 40′ mit dem hadleyschen Octanten, den wahren und verbesserten Abstand des untern Sonnenrandes vom Zenith 50° 15′, 9, damit war der Abstand des Mittelspuncts der Sonne vom Zenith gerade 50°, oder ihre Höhe über dem Horizont 40°, als die Taschenuhr auf dem Schiff 3 Uhr 21′, 0 zeigte; und hieraus soll die wahre Sonnenzeit und die Abweichung der Uhr gefunden werden. Nach der Connoissance des tems ist zu Paris, wo man etwa 10 St. 40′ mehr, als auf dem Schiff zählt, also um 2 Uhr 1′ Morgens, den 28sten April die nordliche Abweichung der Sonne 14° 2′, welche nun für den Ort des Schiffs gilt. Hieraus ergiebt sich nach §. 812. (wo gleiche Data vorkommen), daß die Mittagshöhe der Sonne 62° 2′, und ihre Mitternachtstiefe 33° 58′ sey. Jene bemerkt in Fig. 155 der Punct r, und diese der Punct n. Man ziehe r n zusammen, und durch C den Durchmesser r C k, imgleichen durch den 40sten Grad der Sonnenhöhe einen Höhencircul, und wo dieser in E den Parallelkreis r n durchschneidet, steht alsdann die Sonne. Man richte nun auf r n das Perpendicul E T auf, so ist der Theil des Parallelkreises der Sonne r E oder ihr Abstand vom Meridian auf Grade des größten Circuls gebracht, und r T gleich. Man trägt alsdann r T auf den eingetheilten Horizont von A nach C und findet $48\frac{1}{2}° = 3$ St. 14′ Abstand der Sonne vom Meridian. Es war also zur Zeit der Beobachtung nach der Sonne um 3 Uhr 14′ Nachmittag, da aber des Schiffers Taschenuhr 3 Uhr 21′ zeigte, so ging selbige 7 Minuten zu geschwinde. Oder man trage C T von C nach Z, und die Weite $ZT = 2. CT$ von o (bey A) weil T über den Horizont fällt, gegen die Ordnung der Stunden, zweimal am Umkreise fort, so findet man gleichfalls 3 St. 14′ (die Grade verwandeln sich hiebey, da C T eigentlich 4mal genommen worden, in Zeitminuten *).

§. 816. Auf eben die Art läßt sich auch, vermittelst des Reductionsrahmen, unter einer bekannten Polhöhe, die Zeit der Nacht, aus Beobachtung der Höhe eines Sterns, finden, wenn dessen Abweichung aus den Sternverzeichnissen und dessen Culminationszeit, zufolge der Anweisung im §. 202. bekannt ist. Die Projection bringt hiernach den Abstand des Sterns vom Meridian zur Zeit der Beobachtung heraus, den Tag zu 24 Stunden gerechnet.

*) Wenn T wie g unter den Horizont fällt, so wird Z T zweymal von o bey A, nach der Ordnung der Stunden, herumgetragen, und die also gefundene Zeit + 6 Stunden, giebt den Abstand der Sonne vom Meridian.

Da aber die Sterne schon in 23 St. 56′ mittlerer Sonnenzeit ihren Umlauf vollenden, so muß jener Abstand nach der 24 stündlichen Bewegung der Sonne in der geraden Aufsteigung für diese Zeitdauer vermindert werden, und dann erhält man den wahren Abstand des Sterns in Sonnenzeit, welcher zu der Culminationszeit addirt, oder davon abgezogen, die Zeit der Uhr auf der See giebt. Bey dieser Methode ist, zu mehrerer Genauigkeit, noch die Vorsicht zu gebrauchen, daß man einen Stern wähle, der dem Meridian so wenig, als dem Horizont, nahe stehe, weil im erstern Falle seine Höhe sich wenig verändert, und im zweyten die Stralenbrechung nicht immer gleich groß ist. Eben das ist auch bey der Sonne zu merken. Uebrigens kann auch der Schiffer statt dieser mechanischen Operation, sich mit noch mehr Genauigkeit einer trigonometrischen Auflösung der Aufgabe bedienen: Aus bekannter Pol- und Sonnen- oder Sternenhöhe die Zeit des Tages oder der Nacht zu finden §. 197. und 205.

§. 817. Die dritte Methode, auf der See die Zeit zu finden, ist durch gleich große Vor- und Nachmittag genommene Sonnenhöhen. Wenn man des Vormittags ohngefehr um 9 Uhr die Höhe der Sonne mit dem Reflexionsoctanten gemessen, (die Höhe selbst braucht nicht bekannt zu seyn) so befestigt man die Regel am Gradbogen, und bemerkt in dem Augenblick, was eine regelmäßige, das ist, gleichförmig gehende Taschenuhr, auf dem Schiff zeigt. Hierauf beobachtet man des Nachmittags, nach eben dieser

Uhr die Zeit, da die Sonne eine gleiche Höhe erreicht. Das Mittel aus beyden Zeiten, oder die halbe Summe der Stunden, die von der zunächst vorhergehenden Mitternacht verflossen sind, giebt an, was diese Uhr im wahren Mittag gezeigt. Z. B. des Vormittags war es an der Uhr bey der

Beobachtung , , ,	9 Uhr 45′
und des Nachmittags 2 Uhr 23′, oder	14 — 23′
	2) 24 — 8′
Zeit des wahren Mittags nach der Uhr	12 Uhr 4′

welche demnach um 4 Minuten der Sonne voreilte. Den andern Tag wird ein gleicher Versuch angestellt, wenn die Witterung es erlaubt, um zu sehen, ob die Uhr ihren voreiligen Gang gleichförmig behalten, und welche Verbesserung man etwa einige Tage hindurch bey ihrer Zeitangabe vorzunehmen habe. Es ist aber hiebey noch zu merken, daß, wenn sich die Abweichung der Sonne in 24 Stunden merklich ändert, wie im März und September geschieht, und wenn überdem das Schiff in der Zwischenzeit der Beobachtungen um viele Meilen fortgeseegelt ist, die Sonne in gleichen Vor- und Nachmittagsstunden nicht gleich hoch stehe, so, daß der Seefahrer zu mehrerer Genauigkeit noch hierüber Rechnung zu halten hat. (§. 207 - 211.) Endlich können noch viertens: die Sonnen- Mond und Sternenuhren, deren Beschreibung in der Gnomonik vorkömmt, auf der See dienen, die Zeit bey Tag und Nacht zu finden. Die beyden erstern sind wol anders schwerlich zu gebrauchen, als wenn das Schiff vor Anker liegt, oder bey einer Windstille

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0349-2

sich unmerklich bewegt; letztere aber werden auch beym Segeln des Schiffs, in heitern gestirnten Nächten, vermittelst des Polarsterns, und den Sternen des großen oder kleinen Bären, die Zeit der Nacht beyläufig zu finden, brauchbar seyn.

Von der Länge auf der See, und verschiedene Methoden, dieselbe zu finden.

§. 818.

Die große Wichtigkeit dieser Aufgabe, und die sehr ansehnlichen Preise, welche die englische Nation auf die beste Auflösung derselben gesetzt, hat schon seit vielen Jahren den Astronomen und Künstler aufgemuntert, mit gemeinschaftlichem Fleiße daran zu arbeiten. Es sind hiernach verschiedene zur Erfindung der Meereslänge dienliche Methoden vorgeschlagen, und auch einige bisher auf dem festen Lande gewöhnliche auf der See anwendbarer gemacht worden; allein man muß überhaupt gestehen, daß noch keine allen hiebey vorkommenden Bedingungen ein völliges Genüge leistet.

§. 819. Diese Preisaufgabe besteht darin: *Wenn der Seefahrer durch eine astronomische Beobachtung die Zeit des Meridians weiß, unter welchem sich sein Schiff auf der offenbaren See befindet, zu erfahren, wie viel im gleichen Augenblick die Uhr an einem andern Orte sey, dessen Länge als genau bekannt angenommen werden kann.* Weil auf 24 St. alle 360° der Länge gehen, und die Sonne von Osten gegen Westen in dieser Zeit scheinbar den ganzen Himmel umläuft, so liegt ein Ort, der z. B. eine Stunde weniger als ein anderer zählt, um 15° westwärts, wie aus der mathematischen Erdbeschreibung bekannt ist. Daher würde nun der Seefahrer unmittelbar und ohne weitere Untersuchung die Meereslänge finden können, wenn eine Uhr so vollkommen zu verfertigen wäre, daß ihr Gang sich während einer langen Seereise von vielen Monaten nicht merklich veränderte. Denn wenn man diese Uhr bey der Abreise des Schiffs aus einem Hafen, auf die wahre Zeit desselben stellte, so würde sie auf der See an allen Orten, wo das Schiff hinkömmt, beständig die Zeit jenes nach seiner Länge bekannten Hafens richtig anzeigen. Fände dann der Schiffer nach einer der vorigen Methoden, was die Uhr auf seinem Schiffe sey, so würde der Zeitunterschied beyder Uhren sehr leicht auf die Berechnung der Länge des Schiffs, oder dessen Entfernung vom ersten Meridian, führen.

§. 820. Ich setze z. B. ein Steuermann hätte bey seiner Abreise aus London eine dergleichen Seeuhr nach dem Meridian dieser Stadt richtig gestellt, und fände nun auf der See, an einem Ort, dessen Breite ihm bekannt ist, durch die aufgehende Sonne, oder eine Höhenmessung derselben, daß es auf seinem Schiff um 5 Uhr 18 Minuten Morgens sey.

Seine mitgenommene Seeuhr aber zeigte in

selbigem Augenblick, daß London schon		9 Uhr 12′ zähle,	
so wäre der Zeitunterschied	=	3 St 54′.	

Da nun auf jede 4 Minuten Zeit ein Grad der Länge geht, so tragen 3 St. 54′ = 234′ . . . . 58° 30′ aus, um welche das Schiff, da es weniger zählt, vom Londner Meridian gegen Westen sich befindet. Es ist aber die Länge von London

		17°	35′
		+ 360	0
		377	35
Entfernung des Schiffs westlich	—	— 58	30
Folglich die Länge des Schiffs	=	319	5

Da nun der Schiffer auch die Polhöhe oder Breite seines Schiffs weiß, so kann er dessen Ort in den Seecharten richtig eintragen. Wäre diese Breite z. B. 40° nördlich, so müßte er sich nahe bey den Küsten von Maryland in Nordamerica, und wäre sie 55° südlich in der Gegend der magellanischen Straße befinden.

§. 721. Allein eine solche vollkommene Uhr, deren Gang bey allen Schwankungen des Schiffs wenigstens in einigen Monaten, gleichförmig bliebe, haben die größten Künstler nicht zu Stande bringen können. Der englische Uhrmacher Harrison überreichte Ao. 1762 der über die Untersuchung der Meereslänge vom Parlament gesetzten Commission, seine neue Seeuhr, die er Zeitmesser nannte, und allen Erfordernissen ein Genüge leisten sollte. Der erste Versuch, welcher mit derselben zur See gemacht wurde, fiel so glücklich aus, daß Harrison 10000 Pfund Sterling, als die erste Hälfte des Preises, wirklich erhielte; als aber nachher der Königl. Astronom zu Greenwich, Hr. Maskelyne, diese Uhr auf einer Seereise von 6 Wochen, zur weitern Untersuchung mitnahm, fand er solche Unrichtigkeiten in ihrem Gange, daß sie die Länge bis auf einen ganzen Grad unbestimmt ließ. Es waren aber durch eine bereits unter der Königinn Anna publicirte Parlamentsacte demjenigen 20000 Pfund Sterling versprochen, der die Meereslänge bis auf einen halben Grad zu finden Mittel angeben könnte, und so wurde dem Harrison die andere Hälfte des Preises versagt. Die Herren Berthoud und le Roy in Frankreich, imgleichen Arnold, Mudge und Emerry in England haben nachher mit einem glücklichern Erfolg sehr genaue Seeuhren zu Stande gebracht, und letztere auch tragbare Zeitmesser (Chronometer) geliefert, die alles, was menschliche Kunst vermag, in sich vereinigen, und wegen ihres ungemein gleichförmigen Ganges, zur richtigen Bestimmung der Zeit auf weiten See und Landreisen, folglich zur Erfindung der Meereslänge oder der Meridian Unterschiede die besten Dienste leisten *).

§. 822. So bequem aber auch ein dergleichen Zeitmesser oder Chronometer zur Erfindung der Meereslänge

*) Ueber den äußerst vortheilhaften Gebrauch der Chronometer und hadleyschen Reflexionssextanten zur Erfindung der geographischen Länge, hat Hr. v. Zach in meinen astronomischen Jahrbüchern merkwürdige Beobachtungen geliefert.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0353-0

immer seyn mag, so ist es doch gefährlich, die Wohlfahrt der Seefahrer einer solchen, schon auf dem festen Lande, geschweige denn auf einem Schiff, mancherley Zufällen unterworfenen Maschine gänzlich and allein anzuvertrauen, zumal, da deren geringste tägliche Abweichung auf langen Seereisen einen sich anhäufenden schädlichen Irrthum zuwege bringen kann. Denn gesetzt, die Uhr wiche, wegen der von Wind und Wellen erregten beständigen Schwankungen des Schiffs, und wegen der so sehr ungleichen Temperatur der Luft, unter verschiedenen Himmelsstrichen, nach 24 Stunden nur um 6 Secunden von der richtigen mittlern Sonnenzeit ab, so würde der Fehler nach einer Reise von 3 Monaten, 9 Minuten austragen, und $2\frac{1}{4}$ Grad Unrichtigkeit in Bestimmung der Länge hervorbringen. Man ist deswegen wieder auf andere Vorschläge zurückgekommen, die auch schon vorhin zum Theil bekannt und im Gebrauch waren *).

§. 823. Da man anjetzt mehr wie jemals den Lauf der Himmelskörper genau kennt, so bieten die astronomischen Jahrbüchrr oder Ephemeriden, welche die jährlichen Himmelsbegebenheiten umständlich im voraus berechnet enthalten, mannigfaltige Gelegenheit zur Erfindung der Meereslänge dar. Bey einigen wird blos der auf der See beobachtete Zeitunterschied der Erscheinung derselben, geradehin die Entfernung des Schiffs von dem bekannten Meridian, für welchen diese Ephemeriden berechnet worden, an-

*) S. Hassencamp kurze Geschichte der Bemühungen, die Meereslänge zu finden. 2te Ausgabe. Lemgo 1774.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0354-6

geben, bey andern kommt man durch eine, wiewol umständlichere Berechnung, gleichfalls zu diesem Zweck. Allein die mehresten Himmelsbegebenheiten lassen sich nur durch Fernröhre genau beobachten, welche auf der See, zumal wenn sie lang seyn oder ansehnlich vergrößern müssen, wegen der beständigen Bewegung des Schiffes, sehr schwer anzubringen sind, wiewol erst seit dem Jahr 1758. Hr. Dollond in England *) viel kürzere, und doch eben so stark als die gemeinen, vergrößernde achromatische Fernröhre erfunden, und Hr. Irwin (gleichfalls ein Engländer) einen sogenannten Seestuhl ausgedacht, welcher in der Gegend des großen Mastes auf dem Verdeck eines Schiffs dergestalt aufgehängt wird, daß der darauf sitzende Beobachter wenig von den Schwankungen des Schiffes empfindet, und bey einiger Uebung den zu beobachtenden Himmelskörper im Fernrohr ziemlich ruhig erhalten kann, durch welche nützliche Erfindungen die Beobachtung der zur Erfindung der Meereslänge brauchbaren Himmelsbegebenheiten, als Sonnen- und Mondfinsternisse; Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde; Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, auf der See erleichtert worden.

§. 824. Eine Sonnenfinsterniß stellt sich aber für einen gewissen Ort der Beobachtung nur selten ein, und selbst, auch wenn sie auf der See genau beobachtet worden,

*) Dieser berühmte Künstler starb den 30sten Nov. 1761. Seine Söhne und sein Schwiegersohn Hr. Ramsden haben vortrefliche achromatische Fernröhre geliefert.

erfordert doch die sich dabey einmischende Parallaxe des Mondes eine weitläuftige Rechnung, um daraus mit Beyhülfe der Ephemeriden, die die Erscheinung und Phasen derselben für einen bekannten Meridian angeben, die Länge des Schiffs zu finden, deren Ausführung man auch einem geschickten Seefahrer schwerlich zumuthen darf. Die Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde geschehen auch nicht so häufig, als man erwarten sollte, (§. 672.) sie sind vornemlich, wenn der Mond stark erleuchtet ist, nur durch Fernröhre sichtbar, und die dabey vorkommenden Rechnungen zur Erfindung der Meereslänge, sind eben so beschwerlich, als die bey den Sonnenfinsternissen.

§. 825. Die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten sind ungemein brauchbar, auf dem festen Lande den Meridianunterschied der Oerter zu finden, und seit ihrer Entdeckung sind die Längen vieler Städte, Häfen, Küsten, Inseln bekannt geworden oder berichtigt, und überhaupt unsere Land- und Seecharten sehr verbessert worden. Der Ein- und Austritt derselben, in und aus dem Schatten des Jupiters, wird für alle Erdbewohner in gleichen Augenblicken, und nur nach dem Unterschiede ihrer Meridiane, in verschiedenen Stunden gesehen. Diese Verfinsterungen lassen sich oft bemerken, indem monatlich verschiedene über dem Horizont eines Orts sichtbare einfallen. Auf einem fortseegelnden Schiffe macht es aber Schwierigkeit, dergleichen Beobachtungen genau anzustellen, wenn dieser nicht durch die vorhin erwehnten Erfindungen von Dollond und Irwin wenigstens zum Theil abgeholfen wird. Gesetzt

nun,

nun, bey dieser Veranstaltung beobachtet der Seefahrer einen Eintritt des ersten Trabanten um 9 Uhr 28′ Abends, nach der Uhr seines Schiffes; die französischen Ephemeriden zeigen ihm aber, daß dieser Eintritt zu Paris um 6 Uhr 16′ geschehen soll, so weiß er sogleich hieraus, daß er 3 Stunden 12′ = 48° vom Pariser Meridian ostwärts seegelt, und da Paris unter den 20° der Länge gesetzt wird, die Länge seines Schiffs 68° seyn müsse.

§. 826. Die Mondfinsternisse geben auch ein Mittel an die Hand, um die Länge auf der See zu finden. Die Erscheinungen derselben treffen für alle Erdbewohner, in gleichen Augenblicken ein, ob selbige gleich alsdann verschiedene Stunden zählen. Der auf der See bemerkte Zeitunterschied beym Eintritt des Mondes in den Erdschatten, zwischen der Uhr des Schiffs und der Zeit, welche die französischen, englischen, oder die hiesigen astronomischen Jahrbücher nach dem Pariser, Londner oder Berliner Meridian für eben diesen Eintritt oder Anfang der Finsterniß ansetzen, giebt unmittelbar die Entfernung des Schiffs von einem dieser bekannten Meridiane, und folglich dessen Länge. Zudem lassen sich auch die Mondfinsternisse mit bloßen Augen, bis auf etwa zwey Minuten, genau beobachten, so daß der Seefahrer allenfalls Fernröhre dabey entbehren, und sich dennoch versichert halten kann, mit Zuziehung der Ephemeriden, die Meereslänge bis auf einen Grad gefunden zu haben, in deren Schätzung er oft bey großen Seereisen, und wenn das Schiff einigemal durch Stürme verschlagen worden, um verschiedene Grade fehlen kann. Allein, diese

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0357-2

Himmelsbegebenheiten fallen gewöhnlich nur von 6 zu 6 Monaten ein, und es giebt nicht selten Jahre, worin sich gar keine Finsterniß am Monde ereignen.

§. 827. Da nun die Sternkunde außer den bisher erzählten, keine augenblicklichen Erscheinungen, die auch zugleich oft genug vorfallen, zur Erfindung der Meereslänge darbietet, so haben verschiedene Astronomen, unter andern Frisius, Kepler, Longomontan, Morin, Halley vorgeschlagen, den Lauf des Mondes selbst, oder dessen Abstände von der Sonne oder bekannten Fixsternen, die in einer jeden heitern Nacht, ausgenommen kurz vor und nach dem Neumond, beobachtet werden können, zu diesem Endzweck anzuwenden. Denn, nachdem seit einigen 30 Jahren die Mondtafeln, durch Mayers Bemühung *) den Ort des Mondes, für eine jede Zeit, mit einer hiezu erforderlichen Genauigkeit angeben, konnten die Sternkundigen diesen Entschluß fassen. Mayers Mondtafeln wurden auch damals von der englischen über die Erfindung der Meereslänge niedergesetzten Commission approbirt, und seine Erben erhielten eine Belohnung von 3000 Pfund Sterling. Seitdem wird diese Methode, nemlich die Meereslänge durch eine Ausmessung des Abstandes des Mondes von einem Fixstern, dessen Länge und Breite bekannt ist, zu finden, für die genaueste und sicherste unter allen gehalten, von deren Richtigkeit sich auch unter

*) Tobias Mayer wurde den 17ten Febr. 1723 zu Marbach im Würtembergischen gebohren, und starb zu Göttingen den 20sten Febr. 1762.

andern Hr. Doctor Maskelyne, auf seiner Seereise durch die Erfahrung überzeugt hat.

§. 828. Zur Ausübung dieser Methode auf der See wird erfordert, das erstlich: dem Seefahrer die dazu nöthigen weitläuftigen Mondberechnungen im voraus bekannt gemacht worden. Diese Rechnungen enthält der seit 1767 in London jährlich herauskommende Nautical-Almanac, oder Schiffscalender, in welchem außer dem Lauf der Sonne, des Mondes, der Planeten rc. in einem jeden Monat auf vier Seiten, für einen jeden Tag, der wahre, oder aus dem Mittelpunct der Erde erscheinende westliche oder östliche Abstand des Mittelpuncts vom Monde, von der Sonne, oder einigen der hellsten Fixsternen *) von 3 zu 3 Stunden, unter dem Meridian zu Greenwich, angesetzt ist. Diese Tafeln des englischen Schiffscalenders sind auch seit 1774, auf den Pariser Meridian reducirt, der Connoissance des tems beygefügt. Bey der Berechnung des wahren Abstandes des Mondes von einem Stern liegt die für die Zeit der Beobachtung aus den Tafeln gefundene Länge und Breite des Mondes und Sterns zum Grunde. Es werden dabey die im §. 199 und 200 nach der 49 Fig. vorkommenden Regeln angewendet, wenn man statt Abwei-

*) In einem jeden Monat kommen gewöhnlich 7 bis 8 in demselben sichtbare Sterne vor, und überhaupt finde ich im Nautical-Almanac die 3stündlichen west- oder östlichen Abstände des Mondes Mittelpuncts von folgenden Sternen: Markab, der helle vorn am Kopf des Widders, Aldebaran, Pollux, Regulus, Spica, Antares, Fomahand, Atair, der südliche an den Hörnern des Steinbocks.

chung und] gerade Aufsteigung, Breite und Länge nimmt. Der Cosinus des wahren Abstandes des Mondes von der Sonne aber, findet sich aus dem Product des Cosinus vom Unterschiede der beyden Längen in dem Cosinus der Breite des Mondes.

§. 829. Dann muß der Seefahrer zweytens mit dem hadleyschen Octanten oder dem englischen Schiffsquadranten den scheinbaren Abstand, oder den Bogen des größten Kreises der Himmelskugel, zwischen den nächsten Mond- und Sonnenrändern bey Tage, oder zwischen demjenigen Stern, der im Schiffscalender für den Tag der Beobachtung vorkömmt, und dem erleuchteten Mondrande bey Nacht ausmessen, und während der Zeit der einen oder andern Ausmessung, zugleich die Höhe, sowol des Mondes als des Sterns, oder der Sonne über dem Horizont, wiewol nur beyläufig beobachten. Die Breite des Orts, wo sich das Schiff befindet, wird hiebey als bekannt vorausgesetzt, auch muß der Schiffer dessen Entfernung vom Greenwicher oder Pariser Meridian, nachdem er diese oder jene Ephemeriden braucht, ohngefähr schätzen können. Wenn nach den Umständen der Abstand eines Sterns vom Monde, während der Morgen- oder Abenddämmerung, zu beobachten ist, so ist der bey der Höhenmessung zu gebrauchende Meerhorizont ohne Schwierigkeit zu erkennen; trifft sich solches aber mitten in der Nacht, so wird derselbe vom Mondschein sichtbar gemacht *).

*) Der scheinbare Abstand des Sterns wird allemal vom erleuchteten Mondrande genommen, weil der Mittelpunct des Mon-

§. 830. Drittens ist es nothwendig, daß der Schiffer die richtige Sonnenzeit, welche man unter dem Meridian seines Schiffs, im Augenblick der gemessenen Abstände und Höhen zählt, durch eine oder die andere vorher (§. 813 — 817) beschriebene astronomische Beobachtung wisse; und dann hat er viertens eine Reduction vorzunehmen, nach welcher das, was die Refraction des Mondes und Sterns, imgleichen die Höhenparallaxe des erstern zwischen dem beobachteten scheinbaren, und dem aus dem Mittelpunct der Erde erscheinenden wahren Abstand ändert, in Rechnung gezogen wird; hierdurch erhält er für die Zeit der Beobachtung unter dem Meridian des Schiffs, den wahren Abstand des Sterns vom Mond, welcher mit den im Nautical-Almanac, oder der Connoissance des tems für den Greenwicher oder Pariser Meridian angesetzten verglichen, den Unterschied der Meridiane und damit die Länge des Schiffs auf dem Meer herausbringt.

Diese Reduction kann bereits mit hinlänglicher Genauigkeit mechanisch, nemlich: mit Zirkel und Lineal auf dem oben angezeigten Reductions-Rahmen des Hrn. de la Caille Fig. 155, der Tafel XIX. Fig. III. zu diesem Zweck noch einmal vorgestellt und eingerichtet ist, gefunden werden.

§. 831. Z. B. Ein Seefahrer beobachtet im stillen Meer, Nordwärts von der Linie, da er die Breite seines Schiffs 40° 32′ gefunden, den Abstand des Mittelpuncts

des oft nicht sichtbar ist; vermittelst des, aus den Ephemeriden bekannten Halbmessers des Mondes, läßt sich alsdann leicht finden, wie groß dieser Abstand vom Mittelpunct sey.

des Mondes vom Regulus 51° 28′ und zugleich war die scheinbare Höhe des Sterns 24° 48′, und des Mondes Mittelpunct 12° 30′, die Horizontalparallaxe des ☾ war nach der Pariser CdT 56′ 15″. Er sucht hieraus vermittelst des Reductionsrahmens Fig. III. den wahren Abstand des Mondes vom Stern. Nachdem die beobachtete Höhe des Mondes und des Sterns am eingetheilten Umkreis der Figur bemerkt worden, wird der Höhencircul des Mondes AB und des Sterns DE gezogen, dann wird der beobachtete also scheinbare Abstand 51° 28′ im Meridian über den Horizont von o in r und unter denselben von o in g getragen. Von diesen Puncten wird die Höhe des Mondes und die Höhe des Sterns weiter gegen U gebracht, und damit der Parallelkreis für den Mond und den Stern gezogen, so wie die Linie CU senkrecht auf diese beyden Parallelkreise. Nun nimmt man mit einem Zirkel auf dem Parallel des Mondes die Entfernung des Puncts T, wo die senkrechte Linie CU denselben durchschneidet, von W, wo dieser Parallel durch den Höhencircul des Sterns geht. Diese Weite TW ist diejenige Verbesserung des beobacht. Abstandes, welche von der Parallaxe des ☾ herrührt, wenn CU die horiz. ☾ Parallaxe = 56′ 15″ vorstellt, und findet sich hiernach 20′ 26″. Sie wird hier subtrahirt, weil W weiter vom Horizont liegt als T. Nun ist TW gleichfalls der erste Theil der Verbesserung des Abstandes, welche die Refraction dabey nothwendig macht, wenn TH die Refraction des Mondes in seiner wahren Höhe = 4′ 13″ angiebt, welche hiernach 1′ 35″ ist, und addirt wird, da die Verbesserung der Parallaxe das Zeichen — hat. Auf den Parallelkreis des Sterns wird nun mit dem Zirkel die Weite zwischen dem Punct n, wo die senkrechte Linie CU denselben durchschneidet, und dem Punct o, wo diese Parallele durch den Höhencircul des Mondes geht, also no genommen, welches der 2te Theil der Refraction wegen nöthiger Verbesserung des Abstandes, wenn man ni als die dem Stern in dieser Höhe zukommende Refraction = 2′ 4″ ansetzt, no ist hiernach 8′, und wird hier subtr., weil o unterhalb n liegt *). Nun war

beobachteter scheinbarer Abstand		51°	28′	0″
Verbesserung wegen der Parallaxe des ☾ TW	—		20	26
1ste Verbesser. wegen der Refract. des ☾ TW	+		1	35
2te Verbess. wegen d. Refract. d. Sterns no	—			8
Demnach wahrer Abstand des Mittelpuncts des Mondes vom Regulus		51°	9′	1″

§. 832. Unter den verschiedenen Methoden zur Berechnung der wahren Entfernung des Mondes von einem Stern oder von der Sonne aus der beobachteten scheinbaren wähle ich zuerst diejenige, welche de la Caille vorgeschlagen, die nicht schwer ist, und wenn die gemessene Entfernung wie in den mehresten Fällen über 15 Grad geht, hinreichend genaue Resultate giebt. Zur Erläuterung derselben mag das im vorigen §. stehende Beyspiel und die IV. Fig. Taf. XIX. dienen. Nachdem die der beobachteten Höhe des Mondes und des Sterns zukommende Refraction gesucht worden (s. die Tafel im §. 235), berechnet man den

*) Um nicht bey einer andern Parallaxe und Refraction den eingetheilten Kreis und den Horizont des Reductionsrahmens aufs neue entwerfen zu dürfen, gebraucht de la Caille besondere Maaßstäbe zur Reduction, man könnte sich auch dabey des Proportionalzirkels mit Nutzen bedienen.

Winkel am Mond und Stern, und multiplicirt jede Refraction mit dem Cosinus des zugehörigen Winkels. Es sey Z der Scheitelpunct, M der Mond und S der Stern, so sind in dem sphärischen Dreyeck ZMS alle 3 Seiten aus Beobachtungen bekannt, nemlich ZM = dem Complement der Höhe des Mondes = 77° 30′, ZS des Sterns = 65° 12′ und MS = 51° 28′. Nach §. 51. V. findet man hieraus den Winkel am Mond ZMS = 68° 8′ und den Winkel am Stern ZSM = 93° 38′. Die Refraction für den Stern 2′ 3″ mit dem Cos. 93° 38′ mult. giebt die erste Verbesserung der scheinb. Entfernung 7″, und die Refraction des Mondes 4′ 16″. Cos. 68° 8′, die zweite Verbesserung 1′ 35″. Und dann die horizontale Parallaxe des Mondes 56′ 15″. Cos. der Höhe ☾ = 54′ 40″ = Höhenparallaxe des ☾ und diese mit dem Cos. des Winkels am Mond multiplicirt, giebt die 3te Verbesserung 20′ 21″. Die Refraction hebt nun den Stern aus S in s, nimmt man Mk = MS und fällt das Perpendicul Sk, so bestimmt sk = Ss. Cos. sSM = 7″ wie viel die Refraction des Sterns die scheinbare Entfernung vergrößert hat, weil der Winkel am Stern stumpf ist. Der Mond wird wegen der Refraction von M bis m gehoben, zieht man Sm, verlängert solche bis n, wo Sn = SM, und fällt das Perpendicul Mn, so giebt mn = Mm. Cos. mMS = 1′ 35″ an, wie viel hier, da der Winkel am Mond spitzig ist, die Refraction des Mondes die scheinbare Entfernung verringert. Endlich wird der Mond durch die Parallaxe aus M in p erniedrigt, demnach ist eigentlich sp die scheinbare Entfernung, nimmt man sr = sM, und zieht Mr senkrecht auf sp, so giebt die Höhenparallaxe Mp. Cos. Mpr...pr = 20′ 21″, wie viel diese Höhenparallaxe die scheinbare Entfernung vergrößert. Folglich wird 51° 28′ — 7″ + 1′ 35″ — 20′ 21″ = 51° 9′ 7″ die berechnete wahre Entfernung des Mondes vom Stern *), welches sehr genau mit dem, was eine größere Zeichnung wie Fig. III. gegeben, zustimmt.

§. 833. Eine zweyte sehr kurze und bequeme Methode zur Erfindung der wahren Entfernung aus der beobachteten scheinbaren ist folgende von Hrn. Dunthorn erfundene, bey deren Ausführung folgende Tafel mit zu Hülfe genommen wird, die ich hier im Auszuge hersetze **).

Horizontale Parallaxe des Mondes.

Höhe des ☾	54′	56′	58′	60′	62′
10°	9977	9976	9975	9974	9973
20	9951	9949	9946	9944	9942
30	9926	9923	9919	9916	9913
40	9904	9900	9896	9892	9888
50	9884	9880	9885	9871	9866
60	9868	9864	9859	9854	9849
70	9858	9852	9846	9841	9836
80	9851	9845	9840	9834	98

*) Da hier die Puncte Ss, Mm, und Mp nahe beysammen fallen, so konnte man z. B. den Winkel am Mond = ZMS = mMs = MpS setzen.

**) Die Angaben dieser Tafel finden sich, aus: Logarithm. Cosinus der scheinbaren Höhe des ☾ — Log. Cosinus der wahren Höhe desselben + Log. Cos. der scheinb. ☉ Höhe — Log. Cos. ihrer wahren Höhe, ich habe, zu mehrerer Bequemlichkeit der Rechnung statt der hier restirenden Logarithm. Decimalbrüche als Multiplicatores in der Tafel angesetzt.

Man subtr. vom Cosinus des Unterschiedes der scheinbaren Höhe den Cosinus des scheinbaren Abstandes, (wenn der Abstand über 90° ist, wird addirt) multiplicirt den Rest zufolge der aus voriger Tafel mit der horizontalen Parallaxe und der Höhe des ☾ gefundenen Zahl. Der Unterschied zwischen diesem Product und dem Cosinus des Unterschiedes der wahren Höhen, ist der Cosinus der gesuchten wahren Entfernung.

Unterschied der beobachteten scheinb. Höhe 12° 18′	Cos. 0,97704
beobachteter scheinbarer Abstand 51° 28′	Cos. 0,62297
	0,35407
für 56′ 12″ horiz. Parall. ☾ und 12° 30′ Höhe giebt die Tafel 0,9969, nun ist 0,35407 · 0,9969 =	0,35297
Untersch. der wahren Höhe 11° 25′ 33″ *)	Cos 0,98018
	Cos. 0,62721

Dies ist der Cosinus von 51° 9′ 16″ = gesuchte wahre Entfernung (bis auf einen geringen Unterschied wie oben).

§. 834. Nunmehr muß der Seefahrer die wahre Sonnenzeit auf seinem Schiff wissen, da diese Beobachtung des Abstandes angestellt worden. Diese kann er aus Fig.

*) Nemlich scheinbare Höhe

des ☾	12° . 30′	des Sterns	24° 48′
Refr.	— 4 . 16	Refr.	— 2 3
Parall.	+ 54 40	wahre Höhe	24 45 57
wahre Höhe	13 20 24		
Unterschied	11° 25′ 33″.		

M. gleichfalls finden. Zur Höhe des Aequators 49° 28′ (§. 831) die nordliche Abweichung des Regulus 12° 58′. addirt, giebt dessen Mittagshöhe über dem Horizont 62° 26′ und davon subtrahirt dessen Tiefe im Meridian unter dem Horizont = 36° 30′. Man bemerkt diese Puncte im Meridian und zieht IL als den Tagescircul des Sterns und dann durch I und C den Durchmesser ICN, richtet hierauf von u ein Perpendicul ux senkrecht auf IN auf, trägt die Weite Cx entweder von C auf den Halbmesser, wo sich der Punct bey m 24° findet, diese von 90° subtrahirt, geben 66° = 4 St. 24′ für den Abstand des Sterns vom Meridian; oder man bringt Cx von C nach z, faßt zx und trägt solche von o auf den Umkreis unterwärts 2mal fort, dies giebt den Punct d gleichfalls IV St. 24 Min. Sternzeit, welche nach §. 181 in Sonnenzeit (mittlere *) 4 St. 23′ 19″ geben. Culminirt nun Regulus an diesem Tage, unter dem beyläufig geschätzten Meridian des Schiffs um 7 Uhr 12 Min. Abends, so wäre die gesuchte Zeit der Beobachtung, wenn der Stern am westlichen Himmel steht, 7 St. 12′ + 4 St. 23′ 19″ = 11 Uhr 35′ 19″. Gesetzt ferner, aus den Angaben der Connoissance des tems finde sich, daß unter dem Pariser Meridian der oben berechnete wahre Abstand 51° 9′ 16″ um 4 Uhr 55′ 19″ Nachmittag, also 6 St. 40′ früher einfalle, so müßte das Schiff 6 St. 40′ = 200° vom Pariser Meridian ostwärts, also unter dem 220sten Grade der Länge, und da dessen Breite 40°. 32′. Nordlich

*) Kann hier statt wahrer dienen.

ist, im stillen Meer Nordwärts von den Sandwichs Inseln seegeln *).

§. 835. So sehr man unterdessen bemüht gewesen ist, dem Seefahrer die trigonometrischen Rechnungen, welche die von der Wirkung der Parallaxe und Refraction entstehende Reduction des beobachteten scheinbaren Abstandes der Himmelskörper auf den wahren Abstand herausbringt, zu erleichtern und abzukürzen, so möchte dieselbe für manchen doch noch zu schwer seyn, und er muß überdem bereits eine nicht geringe Geschicklichkeit besitzen, um diese Aufgabe der Meereslänge mechanisch aufzulösen. Deswegen hat die englische Commission im Jahr 1772 sehr vollständige Hülfstafeln auf 1200 Seiten in Folio besorgt, wodurch diese Reduction ungemein erleichtert und abgekürzt wird, und man versichert, ein Seefahrer könne, nach der geschmeidigen Einrichtung dieser Tafeln, die Meereslänge in einer halben Stunde, bis auf einen halben Grad, genau berechnen, wenn er auch allenfalls nichts weiteres, als einen Abstand des Mondes von der Sonne oder einem Stern mit dem Hadleyschen Sextanten oder engl. Schiffsquadranten zu messen versteht, addiren und subtrahiren kann. Demnach wäre der Seefahrer vornemlich dazu anzuführen, sich eine Fertigkeit in Ausübung der Vorschriften dieser Tafeln und der

*) Kürze halber ist bey diesem Beyspiel angenommen worden, daß die Höhenmessung mit der Beobachtung des Abstandes zu gleicher Zeit geschehen sey, welches mehrere Beobachter erfordert, sonst müßte man noch über die daher entstehende Veränderung Rechnung tragen.

astronomischen Beobachtungen, die selbige voraussetzen, zu erwerben, auch überhaupt die verschiedenen Wege, welche ihm der Lauf des Himmels zur Auflösung der Meereslänge darbietet, sich auf der See allemal bestmöglichst zu Nutze zu machen.

§. 836. Ich muß noch anzeigen, daß Halley den Vorschlag gethan, auch aus der Abweichung der Magnetnadel die Meereslänge zu finden. Dies wäre auch unter folgenden Bedingungen möglich, wenn nemlich der Schiffahrer 1) eine solche Charte bey der Hand hätte, worauf mit völliger Zuverläßigkeit die Linien, unter welchen die Magnetnadel eine gleiche Abweichung hat, über die ganze Erdfläche gezogen wären, und 2) zugleich wüßte, wie und nach welchem Gesetze sich die Lage derselben mit der Zeit veränderte, denn so würde bey einer auf der See beobachteten Polhöhe und Abweichung der Nadel, die Länge des Schiffs auf der Charte zu finden seyn. Nun fehlt es freylich nicht an dergleichen Charten, wovon schon oben (§. 762) geredet worden; allein die künftigen Veränderungen der magnetischen Linien sind nicht mit der zur Bestimmung der Meereslänge erforderlichen Genauigkeit bekannt. Diese Methode würde auch überdem die Meereslänge in den Gegenden sehr unsicher herausbringen, wo sich jene Linien mit dem Meridian unter rechte Winkel neigen.

Vierzehnter Abschnitt.

Von der Gnomonik oder Sonnenuhrkunst.

Allgemeine Vorstellung dieser Wissenschaft.

§. 837.

Der scheinbare tägliche Umlauf der Sonne, ist für alle Bewohner der Erde der Grund ihrer Zeitabtheilungen, und man ist schon sehr frühe darauf verfallen, an der daher entstehenden veränderlichen Lage des Schattens, den alle Körper vom Sonnenschein und der Sonne gerade gegen über abwerfen, die einzelnen Theile des Tages, als Stunden rc. zu bemerken. Die **Gnomonik** lehrt, wie auf horizontalen, verticalen, und schiefliegenden Ebenen, auch Kugelflächen Sonnenuhren zu verzeichnen sind, die durch den Fortgang des Schattens von einem aufgerichteten Zeiger, an gewissen gezogenen Linien die Stunde angeben. Da aber der scheinbare Lauf der Sonne gegen den Horizont unter allen Polhöhen nicht auf eine gleiche Art in die Augen fällt, so werden bey den Zeichnungen einer Sonnenuhr, außer astronomischen auch Kenntnisse der geographischen Lage der Oerter vorausgesetzt, und die Geometrie lehrt alsdann die Regeln ihrer Entwerfung nach allen vorkommenden Fällen. Man hat auch auf Mittel gedacht, den scheinbaren Fortlauf des Mondes und der Sterne zur Erfindung der Nachtstunden anzuwenden, und die Gnomonik giebt Anweisung zur Verfertigung der Mond- und Sternuhren.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0370-4

§. 838. Den Alten waren die Sonnenuhren unstreitig unentbehrlicher als uns, da man in neuern Zeiten mechanische Uhren erfunden, die sowol bey Tage als bey Nacht die Stunden zeigen; statt daß die Sonnenuhren nur die Tageszeit, und wegen des oftmaligen trüben Himmels, nur selten bemerken. Unterdessen, da unsere Taschen- und Penduluhren, vorausgesetzt, daß sie sonst einen richtigen, das ist, einen gleichförmigen Gang haben, nur die mittlere Sonnenzeit weisen können (§ 183), welche bis jetzt noch fast gar nicht im gemeinen Leben gebraucht wird, so müssen wir den Gang dieser Uhren durch Sonnenuhren von beträchtlicher Größe, die richtig aufgestellt und entworfen, allemal nach dem wahren ungleichen Lauf der Sonne, die wahre oder bürgerliche Zeit anzeigen, von Zeit zu Zeit prüfen, oder untersuchen, wie viel sie von dem für die Zeit der Beobachtung statt findenden Unterschied zwischen der mittlern und wahren Zeit (§. 184) abweichen. Selbst der Astronom ist hiezu genöthigt, wobey er sich aber gemeiniglich nur einer Mittagslinie bedient, die nach astronomischen Beobachtungen zu mehrerer Genauigkeit in einer weit größern Länge, als auf den Sonnenuhren anzubringen ist, gezogen worden, wobey die Bemerkung des Augenblicks, da der Schatten auf diese Linie fällt, die Zeit des wahren Mittags giebt.

§. 839. Die Gnomonik wird dadurch ziemlich weitläuftig, daß 1) die gewöhnlich angebrachten Sonnenweiser nur für diejenige Polhöhe oder Breite gelten, für welchen die Uhr verfertigt worden, und daß demnach eine andere Breite einen veränderten Entwurf der Linien der Sonnenuhr und der Gestalt oder Lage ihres Zeigers erfordert. Wiewol man auch sehr einfache für alle Polhöhen brauchbare Sonnenuhren hat, auch verschiedene sinnreiche Methoden zur Verfertigung sogenannter Universaluhren bekannt sind. 2) Daß ein solcher Sonnenweiser auf eine jede vorkommende, sich gegen den Horizont und Verticalkreis unter allen möglichen Winkeln neigende und vom Meridian abweichende Ebene, und in verschiedentlichen Lagen angebracht werden muß. In einer vollständigen Anweisung zur Gnomonik kommen daher eine Menge Beschreibungen von allerley künstlichen Einrichtungen der Sonnenuhren für alle Fälle, so wie verschiedene zu ihrer Zeichnung nöthigen Instrumente vor. Ich werde mich aber hier nur auf ganz allgemeine Vorstellungen der Sonnenuhrwissenschaft einlassen können *).

§. 840. Den richtigen Gebrauch der Sonnenuhren haben wir der großen Entfernung der Sonne von der Erde zu danken, die hiebey als unendlich angenommen wird. Der Mittelpunct einer Sonnenuhr wird in den Mittelpunct des scheinbaren kreisförmigen Umlaufs der Sonne gesetzt, welcher aber nicht der Ort der Sonnenuhr auf der Oberfläche, sondern eigentlich der Mittelpunct der Erde ist. Der Zeiger vieler Sonnenuhren hat mit der Erdaxe eine parallele

Lage,

*) S. Gaupens mechanische Gnomonik, 4. Lindau, 1708. Schüblers praktische Anleitung zur Sonnenuhrkunst, 8. Nürnberg, 1726. Lamberts Beyträge zum Gebrauch der Mathematik, 2ter Theil, erster Abschnitt, 8. Berlin, 1770. Kästners Theorie der Verticaluhren.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0372-5

Lage, und man kann aus dem vorigen Grunde ohne Fehler setzen, der Umlauf der Sonne geschehe um diesen Zeiger, wie er wirklich um jene Axe vor sich geht. Hätte der Halbmesser der Erde gegen den Abstand der Sonne ein merkliches Verhältniß, so würde die Verfertigung einer Sonnenuhr noch weit mehr Schwierigkeiten machen, und viel weitläuftigere Regeln erfordern, indem die Zeichnung schon die Wirkung der verschiedenen Höhenparallaxe mit enthalten müßte. Demnach legt eine nach unserer Voraussetzung geometrisch gezeichnete Sonnenuhr, durch ihren richtigen Gang abermals einen augenscheinlichen Beweis von der erstaunlichen Entfernung der Sonne von uns ab.

Einige Methoden, um eine Mittagslinie auf einer Ebene zu ziehen.

§. 841.

Um eine Sonnenuhr richtig zu stellen, muß ihre Zwölfte oder Mittagsstundenlinie in die Vertikalebene des Meridians gebracht werden, und daher ist es nothwendig die horizontale Richtung dieser Ebene, oder die sogenannte Mittagslinie im voraus zu wissen, oder sie vorher zu finden. Eine Boussole würde freilich gerade hin die Mittagslinie anweisen, wenn die an dem Ort der Beobachtung alsdann statt findende Abweichung der Magnetnadel von dem Punct Norden oder Süden allemal genau bekannt ist, und man sich zugleich von der Größe, Bearbeitung und genugsam mitgetheilten magnetischen Kraft der Nadel selbst die möglichste Vollkommenheit versprechen könnte.

§. 842. Die Astronomen suchen auf ihren Sternwarten die Mittagslinie, vermittelst correspondirender Sonnenhöhen, auf folgende Art: In einer erhabenen gegen Süden liegenden Mauer macht man eine Oefnung, und in dieser wird ein Blech mit einem kleinen wohlabgerundeten Loch gesetzt, durch welches die Mittagssonne auf den Fußboden oder auf eine völlig horizontale Ebene, scheinen kann. Etwa 3 Stunden vor und nach Mittage sucht man einigemal übereinstimmende Sonnenhöhen mit einem genau eingetheilten Quadranten, und bemerkt dabey die Zeit nach einer gleichförmig gehenden Penduluhr. Nimmt hierauf zwischen der Zeit einer jeden Vor- und Nachmittag mit einander correspondirenden Höhe das Mittel, so kömmt die Zeit, welche die Penduluhr im wahren Mittag zeigte. §. 208.) Am folgenden Tage bemerkt man im Augenblick des wahren Mittags, welcher nun aus dem bekannten Gange der Uhr abzunehmen ist, den Punct auf dem Fußboden, wo das durch die kleine Oefnung fallende Sonnenbild hintrift, und zieht durch denselben und den senkrecht unter der Oeffnung im Blech liegenden Punct des Bodens eine Linie, welches die Mittagslinie wird. Die Beobachtungen jener correspondirenden Sonnenhöhen, des Ganges der Uhr, und die Bemerkungen dieses Sonnenpuncts werden einige Tage nach einander fortgesetzt, um die Lage der gezogenen Mittagslinie immer genauer zu berichtigen, und wegen der von Vor- bis Nachmittag veränderlichen Abweichung der Sonne müssen alsdann noch die gehörigen Verbesserungen angebracht werden, oder man wählt die Zeit der Sonnenwende zu diesen Untersuchungen, weil sich alsdann die Abweichung der Sonne unmerklich verändert.

§. 843. Im bürgerlichen Leben dienen auch die Mittagslinien, um die Uhren darnach zu stellen, und es könnte daher sehr nützlich seyn, wenn auf dem Marktplatze einer Stadt eine senkrecht stehende Säule, eine Pyramide oder Spitzkegel als ein Gnomon oder Sonnenzeiger errichtet würde, an deren Schatten sich die Zeit des wahren Mittags finden ließe, oder in Kirchen, die gewönlich hohe Gewölbe haben, auf eine ähnliche Art, wie auf den Sternwarten, eine Meridianlinie gezogen wäre. Je höher der Gnomon, oder die Oefnung, wodurch die Sonne zu Mittage scheint, über dem Boden ist, um desto genauer wird der Augenblick des wahren Mittags gefunden. Die ersten astronomischen Instrumente zur Beobachtung der mittägigen Sonnenhöhen aus der Länge des Schattens, waren bloße als Gnomons aufgerichtete Säulen oder Pyramiden. Unter andern ließ der Kaiser Augustus auf den Feldern des Mars bey Rom, einen $116\frac{3}{4}$ römische Fuß hohen Obelisk, zu einem Gnomon einrichten. Er ist noch in Rom, aber zerstört, zu sehen. Der ägyptische König Sesostris ließ ihn 960 J. vor Ch. Geb. verfertigen. Der größte bisher bekannte Gnomon wurde im 15ten Jahrhundert von Toscanella zu Florenz errichtet, und seine Höhe ging auf 280 Fuß. Die berühmte in der Petroniuskirche zu Bologna, von Cassini gezogene Mittagslinie ist 180 Fuß lang, und in dem marmornen Fußboden dieser Kirche fingerdick von Metall eingelegt. Die Höhe der Oefnung im Gewölbe, wodurch die Sonne zu Mittage ihre Stralen wirft, ist $83\frac{1}{2}$ Fuß *). In der Sulpitiuskirche zu Paris hat le Monnier 1747 einen vom Uhrmacher Sully 1727 aufgestellten 80 Fuß hohen Gnomon verbessert. Die Herren de Cesaris und Reggio haben im J. 1786 in der Cathedralkirche zu Milano einen 73 Fuß hohen Gnomon errichtet.

§. 844. Es ist bereits im 186sten §. die gewöhnlichste und sich auf correspondirende Sonnenhöhen gründende Methode angegeben, wie sich ein jeder Liebhaber die Mittagslinie für einen beständigen Ort der Beobachtung selbst ziehen kann. Ich bemerke noch, daß dieser Versuch am zuverlässigsten um den 20sten Junii, als der Zeit der Sommersonnenwende, vorzunehmen ist; denn im December sind die Schatten zu lang und gewöhnlich zu schwach, und im März und September verändert die Sonne in einigen Stunden ihre Abweichung zu merklich, obgleich dieses bey kleinen Meridianlinien keinen sonderlichen Fehler verursachen würde.

§. 845. Die 156ste Figur zeigt noch ein bequemes Instrument zur Erfindung der Mittagslinie, bey welchem man sich statt eines aufgerichteten Stifts, mit mehrerer Sicherheit, einer an einem Faden hängenden Bleykugel bedient, die nach unten eine Spitze hat. BD ist eine runde waag-

*) *Manfredii* de Gnomone Meridiano Bononiensi, ad divi Petronii &c. 4. Bononiae 1736. Die Beobachtungen über diese Mittagslinie gehen vom Jahr 1655 bis 1736.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0376-8

recht gestellte Scheibe, von hartem Holz oder Kupfer, aus deren Mitte ein Fuß 7 bis 8 Zoll hoch hervorgeht. Dieser trägt eine blecherne Platte K 3 Zoll ins Gevierte, welche in T ein kleines Loch hat, durch welches ein Sonnenstral auf BD fallen kann. Durch dieses Loch wird noch ein Faden gezogen, an welchem ein Bleyloth hängt, dessen Spitze genau die Platte in dem Punct C berührt. Aus diesem Puncte zieht man einige concentrische Circul, und giebt Acht, wenn und wo der durch T fallende Sonnenstral sich auf selbige, Vor- und Nachmittags, als ein lichter Punct zeigt, wie etwa bey G und L. Diese Berührungspuncte eines und desselben Circuls durch Linien zusammengezogen, und letztere in die Hälfte getheilt, bestimmen eben so wie im §. 186, die wahre Lage der Meridianlinie CD. Man kann auch, um den hellen Punct des Sonnenstrals desto besser zu sehen, über der Platte K eine größere pappene Scheibe legen, die bey T etwas ausgeschnitten ist.

§. 846. Ich setze noch eine leichte und zuverläßige Methode her, wie man vermittelst des Polarsterns, eine Mittagslinie ziehen könne. Wenn dieser Stern gerade unter oder über dem Pol im nordlichen Meridian steht, so hänge man in der Mitte eines gegen Norden liegenden Fensters eine Bleykugel an einem Faden auf, richte auf einem hölzernen Brett abcd Fig. 157. einen hölzernen einige Fuß hohen Arm ABD auf, und lasse von D aus eine andere Bleykugel an einem Faden bis auf die Oberfläche des Bretts in e herunter, schiebe alsdann dieses Brett mit seinem lothrechten Bleyfaden in der möglichgrößten Entfernung vor dem im Fenster aufgehängten so lange hin und her, bis beyde Fäden hinter einander aus einem gewissen Abstand betrachtet, den Polarstern zugleich bedecken, so hängen solche in der Ebene des Meridians, und eine Linie nach der Richtung, in welcher sie hinter einander hängen, gezogen, giebt die richtige Lage der Mittagslinie. Um die Fäden bey Nacht sehen zu können, setzt man entweder ein Licht im Rücken, oder stellt die Beobachtung bey hellem Mondschein oder in der Abend- und Morgendämmerung an.

§. 847. Die Zeit, da der Polarstern über oder unter dem Pol culminirt, zeigt folgende Tafel für den ersten eines jeden Monats *).

	über		unter			über		unter	
	U.	M.	U.	M		U.	M.	U.	M.
Januar	5	59 Ab.	6	1 M	Jul.	6*	8 M.	6*	6 Ab.
Februar	3*	48 Ab.	3	50 M	Aug.	4*	3 M.	4*	1 Ab.
März	1*	59 Ab.	2	1 M.	Sept.	2	8 M.	2*	6 Ab.
April	0*	5 Ab.	0	7 M	Oct.	0	20 M.	0*	18 Ab.
May	10*	15 M	10	13 Ab.	Nov.	10	20 Ab.	10*	22 M
Jun.	8*	12 M.	8*	10 Ab.	Dec.	8	17 Ab.	8*	19 M.

Um die Culmination für einen gegebenen Tag zu finden, werden für jeden Tag im Monat weniger eins 4 Min. subtrahirt. Z. B. für den 16ten Sept.

*) An den mit einem Stern bemerkten Tagen culminirt der Polarstern über oder unter dem Pol bey Tage.

den 1ten Sept. über dem Pol 2 Uhr 8′ Morg.
15. 4′ = 60′ = — 1 Stunde

also Culm. den 16ten Sept. 1 Uhr 8 Min.

Ueberhaupt aber braucht der Durchgang dieser Beobachtung nur bis auf einige Minuten genau bekannt zu seyn, so, daß eine jede auch nur beyläufig richtig gehende Taschenuhr zu dieser Beobachtung dienen kann, denn bey einem Fehler in der Zeit der Culmination dieses Sterns von $6\frac{1}{3}$ Minuten ist unter der Polhöhe von 50 Grad nur eine Abweichung in der Lage der Mittagslinie von 20 Secunden im Bogen zu besorgen. Die Ursache hievon ist, weil der Polarstern kaum 2° vom Pol entfernt ist, und daher nur einen kleinen Kreis in 24 Stunden um denselben zu beschreiben scheint. Beyläufig läßt sich auch die Zeit, da der Polarstern des Nachts im Meridian steht, an dem ersten Stern am Schwanz des großen Bären ε (Alioth) erkennen, denn beyde kommen zugleich in den Meridian. Steht dieser letztere Stern senkrecht unter dem Pol, so culminirt der Polarstern über dem Pol und umgekehrt.

Beschreibung einer Aequinoctialsonnenuhr.

§. 848.

Diese Uhr ist am leichtesten zu entwerfen, ihr Gebrauch ist am allgemeinsten, und sie giebt auch den Grund aller übrigen ab. Die 158ste Figur stellt eine Aequinoctialuhr vor. Man beschreibt auf der obern und untern Seite einer viereckigten kupfernen oder steinernen Platte DEFG einen Kreis aus C, mit gleichgroßem Halbmesser. Theilt beyde

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0379-8

in 24 gleiche Theile, so, daß eine senkrecht auf FG stehende und durch C gehende Linie BCA die 12te oder Mittagsstundenlinie werde. Wenn FG gegen Norden liegt, so wird bey B 12 Uhr Mittags gesetzt; an der Westseite W der Linie BA kann man alsdann sowol auf dem obern als untern Kreise die Morgen- und an der Ostseite O die Abendstunden bemerken, wie die Figur für den obern zeigt. Durch den Mittelpunct C wird ein Stift gesteckt, der über der obern und untern Seite so viel hervorragt, daß wenigstens sein Schatten die Mittagsstunde erreicht, so ist die Uhr fertig. Stellt man hierauf selbige so, daß BA genau auf einer gezogenen Mittagslinie liegt, (B gegen Norden kehrend) und erhebt die Seite der Platte DE gegen Süden, um einen der Aequatorhöhe des Orts gleichen Winkel, so wird der Schatten des Zeigers beym Sonnenschein die Stunde richtig bezeichnen, und zwar auf der obern Seite der Uhr, wenn die Sonne über, und auf der untern, wenn sie unter dem Aequator ist.

§. 849. Da eine Aequinoctialuhr an einem jeden Ort die Stunden richtig zeigt, wenn ihre Ebene nur mit dem Horizont unter den Winkel der Aequatorhöhe geneigt, und ihre 12te Stundenlinie auf eine Mittagslinie gestellt ist, so giebt dieselbe eine überall brauchbare Sonnenuhr ab, wenn man die Platte, auf welcher sie entworfen ist, mit einer andern durch ein Gewinde an FG in Verbindung bringt, so daß sie sich an einem auf jener, an der Seite O oder W befindlichen Quadranten nach der Größe dieses Winkels jedesmal aufrichten läßt. Ihre Theorie ist übrigens auch leicht einzusehen. Erhebt man z. B. für Berlin den Nordpol eines Erdglobus unter den Winkel der Polhöhe $52\frac{1}{2}°$ über dem Horizont, und gedenkt sich eine durch den Aequator, folglich durch den Mittelpunct der Erde gehende Ebene, so wird die Ebene der Aequinoctialuhr mit derselben parallel liegen. Die Stunden werden auf dem Aequator von den um 15° von einander liegenden Meridianen bezeichnet; die Erdaxe, mit welcher der Zeiger der Uhr eine parallele Lage hat, ist zugleich der Stundenzeiger auf der Ebene des Aequators und der Uhr, und zwar dessen nordlicher oder südlicher Theil, nachdem die Sonne die nordliche oder südliche Seite des Aequators oder der Uhrplatte bescheint.

Beschreibung einer Horizontalsonnenuhr.

§. 850.

Aus der richtigen Stellung einer Aequinoctialuhr für eine gewisse Polhöhe, läßt sich die horizontale unmittelbar entwerfen, wie die 159ste Figur beyläufig zeigt. Denn wenn man nach derselben die Aequinoctialuhr EDGA unter dem gehörigen Winkel gegen die horizontale KTMR aufrichtet, so geben die Stundenlinien der erstern bis auf die Ebene der letztern verlängert, die Puncte an, durch welche die Stundenlinien der horizontalen Uhr gezogen werden müssen, z. B. aus Vn und VH läßt sich die Lage von CL und CH bestimmen. Ihr Mittelpunct C findet sich, wenn man den Zeiger der Aequinoctialuhr LVC gleichfalls verlängert, bis er die horizontale Ebene berührt, welches in C geschieht, wo er auch zugleich der Zeiger der horizontalen Uhr wird, der sich mit der horizontalen Ebene gegen Mitternacht unter den Winkel der Polhöhe = LCr neiget.

§. 851. Die 160ste Figur bildet eine horizontale Sonnenuhr ab. Ihre gewöhnliche Entwerfungsmethode ist folgende. Man ziehe auf einer kupfernen oder steinernen Platte eine Linie CRV, welche die Mittagslinie vorstellen soll, setze an C, als den Mittelpunct der Uhr, einen der Polhöhe des Orts, für welchen sie gezeichnet werden soll, gleichen Winkel TGB, und ziehe die Linie CB in beliebiger Länge, und ferner TB. Auf CB wird von B aus das Perpendicul BR bis an die Mittagslinie gezogen; man trage alsdann BR von R nach V, und beschreibe mit Bleystift aus V mit dem Halbmesser VR den Quadranten RS; theile solchen in 6 gleiche Theile und ziehe von V aus durch alle Theilungspuncte Linien, bis zu einer senkrecht auf VC in R stehenden Linie Re, so ergeben sich die Puncte a, b, c, d, e, nach welchen von C aus die Stundenlinien gezogen werden, dies sind Morgenstunden, und man kann die Abendstunden mit einem Zirkel an der andern Seite der Mittagslinie CV übertragen, da gleichweit vom Meridian entfernte Stunden mit derselben gleiche Winkel machen. Die sechste Stundenlinie steht an C senkrecht auf VC; wenn man die 7te und 8te Morgenstundenlinie durch C verlängert, so ergeben sich die 7te und 8te Abendstundenlinie; und eben so die 4te und 5te Morgenstundenlinie, wenn diese Verlängerung durch C für die Abendstundenlinien geschieht. Die 12te oder Mittagsstundenlinie muß genau gegen Norden liegen und die Ebene, auf welcher die Uhr verzeichnet ist, horizontal gelegt werden. Der Triangel TCB wird aus Blech verfertigt, und senkrecht auf der Mittagslinie aufgerichtet, wo er zum Zeiger dient. Der Schatten der Seite CB giebt an den Stundenlinien die Zeit an, und diese Seite stellt hier eigentlich die Weltaxe vor.

§. 852. Da die Linien Ra, Rb, Rc ꝛc. Tangenten der an V sich ergebenden Winkel sind, so lassen sich die Stundenlinien auftragen, wenn man VR als den Radius ansieht, und aus den trigonometrischen Tafeln die Tangenten von 15, 30, 45 ꝛc. Grade sucht, (weil nemlich 15 Grad auf eine Stunde gehen.) Es sey nun VR = 1000, so müßte Ra = 268, Rb 577; Rc 1000; Rd 1732 und Re 3732 haben. Die Figur einer horizontalen Uhr ist willkührlich, denn es kommt blos auf die richtige Lage der Stundenlinien vom Mittelpuuct C aus gegen die Mittagslinie, und nicht auf ihre Länge an, man macht aber gemeiniglich, und aus guten Gründen, die in der Gegend des Mittags liegenden Stundenlinien länger als die übrigen. Der blecherne Zeiger TCB wird verhältnißmäßig viel größer gemacht, als in der Figur vorgestellt ist, doch ohne Veränderung des Winkels TCB, damit auch im Sommer, wenn die Sonne des Mittags am höchsten steht, der Schatten sich längst der ganzen auf der Uhr gezogenen Mittagslinie erstrecken könne, und deswegen muß unter unserer Polhöhe CB fast Cn gleich seyn. An der Seite des Zeigers CB etwa in B, kann ein kleiner Stift horizontal eingelegt werden, und wenn man alsdann die auf CN senkrechte Linie BT als einen Halbmesser ansieht, so lassen sich von T aus, gegen V auf der Mittagslinie die Tangenten des Complements der mittägigen Sonnenhöhen und damit die Zeichen des Thierkreises bemerken, der Schatten vom Stift B zeigt alsdann alle Mittage die Höhe der Sonne im Meridian, und ihren Ort in der Ecliptik.

§. 853. Nach Fig. V. Taf. XIX. können mit mehr Genauigkeit beym Entwurf der Horizontaluhren statt der Tangenten oder Aequinoctiallinien, Circulbögen gebraucht werden. Man zieht den Kreis mur, und dessen beyde Durchmesser mr und od senkrecht auf einander, theilt erstern in 24 gleiche Theile oder Stunden, macht den Winkel ZoR der Höhe des Aequators, ZoP aber dessen Hälfte gleich, und beschreibt aus R mit dem Halbmesser Ro, durch o den Kreis won. Aus P zieht man hierauf in jeder Stunde des Kreises mur, blinde Linien, und wo diese den Kreis won durchschneiden, werden aus Z Linien hingezogen, welches die Stundenlinien der Horizontaluhr für die Polhöhe oRZ sind. Diese Figur ist eine Projection der Himmelskugel auf der Ebene des Horizonts, aus dem Zenith betrachtet, mor ist der Horizont, won der Aequator, Z der Scheitelpunct; P der Pol, eine Linie wie Zu ein Vertikalkreis; op ein Stundenbogen des Aequators = 3 Stunden Vormittag; pou die Höhe des Aequators, und weil das Dreyeck pou in u recht-

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0384-2

winklicht ist: Cos. pou = Cot. op. Tang. ou, daher ist ou der Stundenbogen oder oZu der Stundenwinkel für die Horizontalsonnenuhr. Hieraus folgt demnach, daß die Tangente einer jeden Stundenlinie der horizontalen Uhr mit dem Meridian gleich ist, dem Quotienten vom Cosinus der Aequatorhöhe dividirt durch die Cotangente des Stundenwinkels oder jene Tangente ist gleich der Tangente des Stundenwinkels, multiplicirt mit dem Sinus der Polhöhe.

§. 854. Wenn man sich diesemnach vorstellt, daß eine Horizontalsonnenuhr blos eine auf der Horizontalebene entworfene Aequinoctialuhr sey, so lassen sich noch mechanisch vermittelst eines Globus die Winkel ihrer Stundenlinien mit dem Meridian leicht finden. Man stelle eine Erdkugel auf die Polhöhe, unter welcher eine Horizontaluhr verfertigt werden soll, und einen beliebigen Meridian der Kugel unter den messingenen, so werden alle Meridiane, die um 15° von einander liegen, auf dem Kreis am Horizont, von Süden nach Osten und Westen herum, gleichfalls die Winkel bemerken, welche die Stundenlinien mit der Meridianlinie am Mittelpunct der Uhr machen müssen. Wenn man ferner die für eine gewisse Polhöhe verzeichnete Uhr für eine andere gebrauchen will, so darf man nur ihre Platte an der Nord- oder Südseite um den veränderten Winkel der Polhöhe erhöhen oder erniedrigen. Die Uhr sey z. B. für die nordliche Polhöhe von 52 Graden gezeichnet, so wird sie unter dieser Polhöhe eine horizontale Lage haben; soll sie aber unter dem 57sten Grad brauchbar seyn, so muß man sie gegen Norden

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0385-7

um 5 Grad erhöhen, damit der Zeiger einen Winkel von 57° mit dem Horizont mache. Nach Figur 161. könnte zu diesem Endzweck die Platte CA, worauf die Uhr verzeichnet ist, mit einer andern CB durch ein Gewinde in C verbunden werden; in B würde ein Gradbogen BD, dessen Mittelpunct C ist, aufgerichtet, an welchem die erforderliche Erhöhung BA sich abzählen ließe. Das Gewinde müßte in B, und der Bogen in C kommen, wenn die Uhr für eine kleinere Polhöhe als 52°, einzurichten wäre. Auf diese Art werden auch die Horizontalsonnenuhren von einem allgemeinern Gebrauche seyn.

Beschreibung einer Mittags- Mitternachts- Abend- und Morgen-Sonnenuhr.

§. 855.

Eine Mittagsuhr steht vertical, und ihre Ebene wird genau auf eine von Westen nach Osten gehende Linie gestellt. Sie kann folglich vom Herbst- bis zum Frühlingsäquinoctio während der ganzen Verweilung der Sonne über dem Horizont, in den übrigen 6 Monaten des Jahrs aber nur von der Zeit an, da die Sonne des Morgens im Osten erscheint, bis sie des Nachmittags sich gerade im Westen zeigt *), an ihrer gegen Mittag gekehrten Seite die Stunden angeben. Ihre Zeichnung wird nach gleichen Regeln, wie bey einer horizontalen Fig. 160 vorgenommen, außer, daß dabey der Winkel TCB nicht der Pol- sondern der Aequa-

*) Dieser Stand der Sonne gerade im Osten oder Westen zeigt sich z. B. zu Berlin

torhöhe gleich gemacht wird. Eine Mitternachtsuhr steht gleichfalls vertical auf der von Westen nach Osten gehenden Linie. Die Stunden werden aber an der Mitternachtsseite beschrieben, und sie kann daher nur vom Frühlings- bis zum Herbstäquinoctio die Morgenstunden von Sonnen Aufgang bis zur Zeit, da sie gerade im Osten steht, und die Abendstunden von der Zeit, da sie im Westen erscheint, bis Sonnen Untergang zeigen. Eine Morgenuhr steht vertical auf der Mittagslinie, und zeigt an der gegen Osten gekehrten Seite die Stunden vom Aufgang der Sonne bis zu Mittage, so wie im Gegentheil die Abenduhr an der Abendseite die Stunden von Mittage bis Sonnenuntergang angiebt. Diese vier regulären Uhren werden gewönlich auf den vier senkrechten Seiten eines Würfels, und zugleich eine horizontale Sonnenuhr auf der obern Seite desselben verzeichnet. Die Zeiger der letztern, so wie der Mittags- und Mitternachtsuhr, sind gegen den Pol gerichtet; die Zeiger der Morgen-

	Morg.		Abends	
bey dem Ort der ☉ in 0° ♈ und ♎	6 U.	0′	6 U.	0′
0° ♉ und ♍	6	36	5	24
0° ♊ und ♌	7	5	4	55
0° ♋	7	18	4	42

Das Product der Tangente der Aequatorhöhe mit der Cotangente des Complements der Sonnen Abweichung, giebt den Cosinus des Stundenwinkels Vor- oder Nachmittag, da die Sonne gerade im Osten oder Westen erscheint, und der Cosinus des Complements der ☉ Abweichung mit dem Cosinus der Aequatorhöhe dividirt, giebt den Cosinus des Complements der ☉ Höhe für die nemliche Zeit.

und Abenduhr aber sind gerade Stifte, die senkrecht auf der Ebene der Uhr und der 6sten Stundenlinie stehen. Die leichte Regeln, nach welchen diese Sonnenuhren entworfen werden, lehren alle gnomonische Schriften *).

Beschreibung einer abweichenden Mittagsuhr.

§. 856.

Die Mittags = Mitternachts, imgleichen die Morgen = und Abenduhren, erfordern, daß die verticalen Mauern, woran sie beschrieben werden sollen, entweder genau in der Ebene des Meridians, oder der 90° von demselben entlegenen Scheitelkreise stehen. Dies trifft sich aber bey Gebäuden, Thürmen oder freystehenden Mauern selten, denn die mehreste Zeit weichen ihre Seiten unter kleineren oder größern Winkeln von jenen Ebenen der vier Hauptscheitelkreise ab. Die Gnomonik lehrt nun, wie auch in diesen Fällen Sonnenuhren zu verzeichnen sind, welche die Tagesstunden richtig angeben. Ich will nur ein Beyspiel von einer abweichenden Mittagsuhr, nach der 162sten Figur hersetzen.

§. 857. Es sey die, vermittelst der Boussole, oder einer richtigen Mittagslinie gefundene Abweichung einer

*) Um einen solchen gnomonischen Würfel nach der Mittagslinie richtig zu stellen, darf man nur denselben im Sonnenschein so lange verrücken, bis die Zeiger derjenigen Uhren, die auf einmal zeigen können, eine und die nemliche Zeit angeben, und dies ist zugleich die richtige Sonnenzeit.

Mauer, an welcher eine Mittagsuhr verzeichnet werden soll, an der Abendseite oder vom Westpunct $10\frac{1}{2}$ Grad gegen Norden, folglich vom Ostpunct um so viel gegen Süden. Man verfertige sich zuerst eine horizontale Sonnenuhr nach den vorhin gegebenen Regeln unter der bekannten Polhöhe, und diese sey Fig. 162. CABD, deren Mittelpunct S und Mittagslinie S 12 ist; nach A ist Westen, B Osten, S Süden und XII Norden. Bey dem Mittagspunct 12 mache man den Winkel L 12 A der Abweichung der Mauer $10\frac{1}{2}°$ gleich, und ziehe auf dem Papier LK, so geben die Stundenlinien der Horizontaluhr, sowol da, wo sie aus S gezogen die Linie LK durchschneiden, als verlängert antreffen, die Stundenlinien dieser abweichenden Mittagsuhr auf LK. Man ziehe alsdann an der Mauer eine Linie horizontal, und trage aus einem angenommenen Punct XII auf derselben die Weite der Stundenlinien auf LK, XII. XI.; XII. X; XII. IX. ꝛc. und auf der andern Seite XII. I.; XII. II.; XII. III. ꝛc. In XII. wird an der Mauer über der gezogenen horizontalen Linie ein Perpendicul XII. N in der Länge aufgerichtet, als die Weite des Mittelpuncts der zu entwerfenden Uhr von jener Linie austrägt, so ist N der Mittelpunct der Uhr, aus welchem die Stundenlinien N I, N II, N III ꝛc. an der Mauer gezogen werden. Man lasse ferner auf dem Papier in der Zeichnung aus S auf LK das Perpendicul S d fallen, trage die Weite 12 d an die Mauer, so ist d N die Linie, über welche der Zeiger kommt; setze endlich S d und d N rechtwinklicht zusammen, so giebt NS die

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0389-3

Zeigerstange ab, welche unter dem Winkel SNd an der Mauer in N senkrecht über Nd befestigt wird.

Beschreibung einer Sonnenuhr, auf welcher sich die Stunden, das Azimuth, die Höhe und der Auf- und Untergang der Sonne finden lassen.

§. 858.

Man mache auf einer steinernen oder kupfernen Platte nach Fig. 163. den Winkel AV ♈ der Polhöhe des Ortes gleich, für welchen die Uhr verzeichnet werden soll, z. B. für Berlin $52\frac{1}{2}°$; ziehe VA in beliebiger Länge, und A ♈ auf V ♈ senkrecht. Trage AV aus ♈ in G und E, und mache ♈ H = ♈ A, so ist GE die kleinere Axe einer Ellipse EAGH; der eine Brennpunct derselben liegt in V, und wenn man AV von A nach T trägt, in T der andere (§. 413. Anmerk.) Man beschreibe aus ♈ mit dem Halbmesser ♈ G den Kreis GDEL mit Bleystift, theile jeden Quadranten desselben in 6 gleiche Theile, und ziehe aus jedem Theilungspunct gegen GE senkrechte Linien, bis an den Umkreis der Ellipse, wie D XII; r I; h II ꝛc. so werden sich auf demselben die Stunden verzeichnen lassen. A liegt gegen Norden und hat die Mittags-, H aber gegen Süden, und hat die Mitternachtsstunde bey sich. G zeigt die 6ste Morgen- und E die 6ste Abendstunde an. An T mache man ferner einen jeden Winkel, wie ♈ T ♋, ♈ T ♊, ♈ T ♉ ꝛc. der Abweichung der Sonne, welche beym Eintritt derselben in diese Zeichen statt hat, gleich, so lassen sich auf ♑ ♋ die 12 Zeichen der Ecliptik bemerken. Der Zeiger dieser Uhr ist ein gerader Stift, welcher senkrecht über den jedesmaligen Ort der Sonne auf ♑ ♋ aufgerichtet wird, und daher sich längst dieser Linie fortschieben lassen muß.

§. 859. Ist nun die Sonne im 1° ♉ oder 1° ♍, und der Schatten des in diese Puncte gestellten Zeigers fällt auf IX Uhr Vormittag, oder III Uhr Nachmittag, so wird der Winkel A ♉ IX oder A ♉ III das Azimuth derselben seyn, und dessen Anzahl Grade lassen sich unter andern an einem auf einer Scheibe in Grade abgetheilten Kreis, der alsdann über den Zeiger gesteckt wird, finden. Zieht man für diesen Tag aus dem Punct ♉ die Normallinien ♉ m und ♉ n, welche senkrecht auf dem Umkreis der Ellipse stehen, oder selbige unter einem rechten Winkel durchschneiden, so zeigen diese die Stunde des Auf- und Untergangs der Sonne an diesen Tagen zu Berlin um 5 Uhr Morgens und 7 Uhr Abends. Diese Normallinien finden sich, wenn man bey einer nordlichen Abweichung der Sonne aus einem Punct der Linie ♈ L, und bey einer südlichen aus einem Punct der Linie ♈ D (beyde erforderlichen Falls verlängert) einen Bogen durch die Puncte V, den Ort der Sonne und T zieht, bis derselbe den Umkreis der Ellipse durchschneidet, und demnach liegen in unserm Beyspiel die Puncte m, V, ♉ oder ♍, T und n auf einem Circulbogen. Ferner ist eine jede Linie von dem Ort der Sonne bis zu einer gewissen Stunde am Umkreise der Ellipse gezogen, allemal dem Cosinus der Sonnenhöhe gleich, wenn die zu derselben gehörige Normallinie den Radius vorstellt, und z. B. wenn die Sonne in ♉ tritt, wird ♉ III, ♉ IX dem Cosinus der Sonne über dem Horizont um 9 Uhr Vormittag und 3 Uhr Nachmittag gleich seyn, wenn ♉ m oder ♉ n als der Radius angesetzt wird. Der Zeiger dieser Azimuthaluhr muß nicht zu kurz seyn, damit sein Schatten allemal über die Ellipse hinausfallen kann. Noch ist es bey dieser Uhr merkwürdig, daß solche auch als eine Horizontaluhr dienen kann, wenn man den vorigen Zeiger abnimmt, GE die Mittagslinie seyn läßt, auf ♈ G an ♈ den Zeiger unter den Winkel der Polhöhe aufrichtet, in G die Mittagsstunde setzt, und hiernach die übrigen Stunden rechter Hand von G als Nachmittags-, linker Hand aber als Morgenstunden abändert.

Beschreibung des Entwurfs eines Kreises, um aus der Zeit die Sonnenhöhe zu finden.

§. 860.

Man nehme für den gegebenen Tag die Mittagshöhe und die Mitternachtstiefe der Sonne, nemlich bey Nordlicher Abweichung die Summe und den Unterschied der Aequatorhöhe und der Abweichung der Sonne, bey südlicher Abweichung aber den Unterschied und die Summe von beyden; beschreibe einen Kreis eHfR Fig. VI. Taf. XIX und ziehe den Vertical- und Horizontal-Durchmesser ef und HR, theile solchen in Grade und trage z. B. für Berlin am 19ten May, da die nordliche Abweichung der Sonne 20° ist, ihre Mittagshöhe $37° 28' + 20° = 57° 28'$ aus

H in r und die Mitternachtstiefe $37° 28' - 20° = 17° 28'$ aus R in n, ziehe nK und rm mit HR parallel, beschreibe auf yx als einem Durchmesser den Kreis, und theile solchen in 24 Stunden. In diesem Kreis stellt nun der Bogen uyw den über dem Horizont liegenden Theil des Parallel- oder Tageskreises der Sonne, und wxu den unter dem Horizont befindlichen Theil desselben vor, in u liegt am Horizont die Zeit des Aufgangs und in w die Zeit des Untergangs der Sonne 4 Uhr Morgens und 8 Uhr Abends, woraus sich die Länge des Tages und der Nacht ergiebt. Eine jede Linie wie hier hi durch die 9te Stunde Vor- und 3te Stunde Nachmittags mit dem Horizont parallel gezogen, bestimmt die Höhe der Sonne über dem Horizont 40°, zu der einen oder andern Stunde; uy 3 ist die Zeit von Sonnenaufgang bis 3 und 3 w die Zeit von 3 bis Sonnenuntergang. Die Sehne mn gehört dem Bogen von der Summe der Mittagshöhe und Mitternachtstiefe der Sonne $57° 28' + 17° 28' = 74° 56'$ = der doppelten Aequatorhöhe, w 3 ist der Sinus der Sonnenhöhe, und dieser steht im beständigen Verhältniß mit dem Product der beyden Sehnen u 3, 3 8, deren Größe sich aus der Zeitdauer von Sonnenaufgang bis zur Beobachtung und von da bis zum Untergang der Sonne in Bogen verwandelt, findet.

Beschreibung eines Quadranten, um aus der Höhe der Sonne die Zeit zu finden. *)

§. 861.

Nach Figur 164 beschreibe man aus einem Mittelpunct C mit beliebigem Halbmesser (doch wenigstens von 6 Zoll) den Quadranten KHE, und theile denselben von K an gerechnet, genau in 90°; ziehe auf der einen Seite CE als einem Durchmesser aus T den halben Circul CNE, zähle am Gradbogen die Höhe des Aequators an dem Ort, für welchen die Stundenlinien auf dem Quadranten zu entwerfen sind, als hier z. B. für Berlin, $37\frac{1}{2}°$ von K gegen E, so trift solche in den Punct H. Man suche auch die größte und kleinste Sonnenhöhe zu Berlin, jene ist $37\frac{1}{2}° + 23\frac{1}{2}° = 61°$ und fällt in R und diese $37\frac{1}{2}° - 23\frac{1}{2}° = 14°$ und fällt in G. Ziehe hierauf die Linien zum Mittelpunct GC, HC und RC; ferner TS mit HC parallel und CV auf TS senkrecht. Beschreibe über V einen halben Circul mit Bleystift, theile denselben in 12 gleiche Theile, und ziehe aus jedem Linien senkrecht auf ST, so ergeben sich so viele Mittelpuncte, aus welchen die Stundenbögen durch C innerhalb dem halben Circul CNE, und zwischen GC und RC sich beschreiben lassen. Diesen Bögen werden die gleich weit vom Mittage entfernte Vor- und Nachmittagsstunden beygesetzt, und

*) Den hier, so wie in den drey vorher gehenden §§. vorgestellten Quadranten, Sonnenhöhenkreis und die Azimuthaluhr beschreibt Lambert in seinen Beyträgen zum Gebrauch der Mathematik, 3ter Theil, 1ster Abschnitt.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0394-2

CNE wird der Mittagsstundenbogen, wie die Figur zeigt. Man ziehe noch außerhalb dem halben Kreis CNE aus T zwey Bögen zwischen den Linien CG und CR, zähle von H bey $37\frac{1}{2}°$ gegen R die nordliche und gegen G die südliche Abweichung der Sonne, wenigstens von 10 zu 10 Graden eines jeden Zeichens der Ecliptik, so lassen sich, vermittelst eines an C und diese Puncte des Umkreises gelegten Lineals, die Zeichen und Grade auf dem Bogen ♋ ♑ richtig bemerken. Die Figur wird alsdenn auf einen kupfernen oder messingenen Quadranten gebracht, wobey der halbe Circul ST wegbleibt. In C wird noch ein kleiner Stift senkrecht eingeschlagen, und an demselben ein Faden CL mit einer Perle N und kleinen Bleykugel L angehängt.

§. 862. Beym Gebrauch des Quadranten wendet man C gegen die Sonne, läßt den Schatten des in C befindlichen Stifts längst der Seite CE fallen, so schneidet der freyhangende Faden auf dem Umkreise des Quadranten den Grad der Sonnenhöhe ab. Man schiebt alsdann die Perle auf die 12te Stundenlinie in N, und legt hernach den Faden über den Ort der Sonne, welcher, wenn z. B. der Tag der Beobachtung der 19te April oder 22ste August wäre, der erste Grad des ♉ oder ♍ seyn würde; der Faden wird hierauf längst CI gehalten, und die Perle kömmt in n, wo selbige die gesuchte Vor- oder Nachmittagsstunde, kurz vor $7\frac{1}{2}$ oder gleich nach $4\frac{1}{2}$ Uhr angiebt. Die Einrichtung dieses Quadranten hat darin vor andern zu einem ähnlichen Gebrauch vorgeschlagenen das bequeme, daß die Stundenlinien nach einfachen Regeln, und ohne der geometrischen

Genauigkeit etwas zu vergeben, durch lauter Circulbögen sich entwerfen lassen. Unterdessen muß man doch, wenn die Sonne niedrig am Himmel steht, nicht sehr auf die Genauigkeit dieses Quadranten rechnen, weil daselbst die Stundenlinien nahe an einander fallen, vornemlich wenn dessen Halbmesser nur klein ist. Es lassen sich auch bey einer ansehnlichen Größe desselben die Bögen für die halben, viertel, auch noch wol kleinere Theile der Stunden ziehen, wenn man hiernach die Abtheilung des auf ST stehenden halben Circuls einrichtet.

Von den Mond- und Sternenuhren.

§. 863.

Es ist ein nicht geringer Vortheil, daß man sich auch des Mondscheins in heitern Nächten, zur Bestimmung der Zeit der Nacht bedienen kann. Der Mond gebraucht nach seiner mittlern Bewegung 24 St. $50\frac{1}{2}'$ Sonnenzeit zu seinem scheinbaren täglichen Umlauf am Himmel, und daher verhalten sich die Mondstunden zu den Sonnenstunden wie 24 Stunden zu 24 Stunden $50\frac{1}{2}'$, oder wie $1440 : 1490\frac{1}{2}$, welches in kleinern Zahlen dem Verhältniß $29 : 30$ sehr nahe kömmt. Hiedurch, und wenn noch dazu die Zeit der Culmination des Mondes aus den Ephemeriden bekannt ist, läßt sich die Stunde der Nacht durch den Mondschein entweder 1) durch eine gewöhnliche horizontale Sonnenuhr, oder 2) durch eine eigentliche Monduhr folgendermaaßen finden.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0396-3

§. 864. Betreffend die erstere Methode, so sey z. B. bekannt, daß der Mond um 8 Uhr 24′ Abends durch den Meridian gehen werde. Fällt alsdann der Schatten, den der Zeiger einer richtig entworfenen und gestellten horizontalen Sonnenuhr vom Mondschein wirft, gerade auf die Mittagslinie, so weiß man, daß es 8 Uhr 24′ sey; fällt er aber auf eine andere Stundenlinie, so ist noch eine Reduction der Mond- und Sonnenstunden vorzunehmen. Gesetzt, in eben der Nacht falle der Schatten beym Mondschein auf 3 Uhr 16′ Nachmittag, so erhellet daraus, daß der Mond bereits vor mehr als 3 Stunden den Meridian passirt sey. Diese 3 St. 16′ sind aber in diesem Falle eigentlich Mondsstunden, deren der Mond 24 zu seinem täglichen Umlauf gebraucht; man setzt demnach: 24 St. Mondzeit verhalten sich zu 24 St. $50\frac{1}{2}$′ Sonnenzeit wie 3 St. 16′ Mondzeit zur 4ten Proportionalzahl = 3 St. 23′ Sonnenzeit. Diese zur Culminationszeit 8 Uhr 24′ addirt, giebt die gesuchte Zeit der Nacht 11 Uhr 47′. Oder da sich die Mondstunden zu den Sonnenstunden beynahe wie 29 : 30 verhalten, so darf man nur die Anzahl der vor und nach Mittage vom Schatten des Mondes an der Uhr beobachteten Mondstunden um ihren 29sten Theil vermehren, und selbige alsdann zu der Zeit der Culmination des Monds addiren, wenn der Mond wie im vorigen Beyspiel, bereits durch den Meridian gegangen, oder davon subtrahiren, wenn er noch ostwärts vom Meridian sich befindet.

§. 865. Die Zeichnung und der Gebrauch einer Monduhr wird in der 165sten Figur vorgestellt. Man beschreibe

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0397-9

erstlich eine Aequinoctialuhr CADB wie für die Sonne (§. 848 und Fig. 158) und stelle solche mit ihrem Zeiger unter dem gehörigen Winkel der Aequatorhöhe auf. Diese Uhr bildet in Fig. 165 der äußere mit römischen Zahlen bezeichnete schattirte Kreis ab. Man verfertige alsdann eine messingene Scheibe, in der Größe, daß sie am innern Kreis dieser Aequinoctialuhr anschließt, und sich um ihren Mittelpunct T, auf den Zeiger der Uhr gesteckt, umdrehen läßt. Den Umkreis derselben theile man in 24 St. $50\frac{1}{2}'$, oder man setze am Mittelpunkt T für eine jede Stunde den Winkel $\frac{360^\circ}{24\ \text{St.}\ 50\frac{1}{2}'} = 14^\circ\ 29\frac{1}{2}'$, so ist dies die eigentliche Monduhr, auf welcher 24 Stunden in eben der Ordnung, wie auf der Aequinoctialuhr verzeichnet werden, doch so, daß der sich noch findende überschüßige Raum der Mitternachtsstunde bey E gerade gegen über kömmt und schattirt wird, wie die Figur zeigt. Von E nach G sind Abend- und von E nach L Morgenstunden. Kommt nemlich der Mond z. B. des Abends um 5 Uhr in den Meridian, so wird die 5te Stunde bey G am Meridian bey XII gesetzt, und eben dies geschieht mit dem Puncte L, wenn der Mond früh um 6 Uhr culminirt. Gesetzt nun, der Mond stehe nach obigem Beyspiel, für welches die Scheiben in der Figur gestellt sind, um 8 Uhr 24′ Abends im Meridian, so wird diese Stunde der Monduhr an die XIIte oder Mittagsstunde der Sonnenuhr bey H geschoben, fällt nun in dieser Nacht der Schatten des Zeigers beym Mondschein auf III Uhr 16′ der Sonnenuhr, so zeigt er zugleich auf der Monduhr, daß es 11

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0398-5

Uhr 47′ nach der Sonne sey. Diese Angabe einer richtig verzeichneten Monduhr wird immer zuverläßiger, je höher der Mond über dem Horizont steht, weil alsdann die Wirkung der Refraction und Parallaxe unmerklich wird.

§. 866. Eine Sternenuhr lehrt, vermittelst der in der Nachbarschaft des Nordpols stehenden Sterne die Stunde der Nacht zu finden. Gemeiniglich werden dieselben auf den Polarstern und die beyden hellen Sterne (β und α nach meinen Himmelscharten) im Viereck des großen Bären), (auch die Hinterräder des großen Wagens genannt,) welche mit dem Polarstern auf einer Linie stehen, oder auf den Polarstern und den hellsten Stern am Rücken des kleinen Bären (β nach meinen Charten) eingerichtet. Gesetzt nun, man wählt hiezu die beyden zuerst genannten Sterne im großen Bären, so muß bekannt seyn, wenn diese Sterne mit der Sonne zugleich in den Meridian kommen. Dies läßt sich aber aus ihrer geraden Aufsteigung, welche der 162ste Grad des Aequators ist, leicht finden. Denn wenn die Sonne diese Aufsteigung hat, so gehen beyde Sterne um 12 Uhr Nachts unter, und wenn die Aufsteigung der Sonne $162° + 180° = 342°$ ist, um selbige Zeit über dem Pol mit der Sonne zugleich durch den Meridian. Ersteres geschieht am 2ten September und letzteres am 1sten März.

§. 867. Die Sternenuhr besteht nun, wie die 166ste Figur vorstellt, aus zwey Scheiben von Holz oder Meßing ꝛc., davon die innere beweglich ist; imgleichen aus einem beweglichen messingenen Lineal oder einer Regel CG, deren Mittelpunct C durchbohrt ist. Der Kreis der äußersten Scheibe, die in der Figur zum Theil schattirt ist, wird in die 12 Monate des Jahrs und deren einzelne Tage abgetheilt. An dem Instrument befindet sich eine Handhebe E, deren Mitte genau beym 2ten September befestigt wird, indem es auf β und α im großen Bären eingerichtet ist. Die innere und kleinere Scheibe wird in die 24 Stunden des Tages eingetheilt, und ist rund umher mit Zähnen versehen, um auch im Dunkeln daran die Stunden durchs Gefühl abzählen zu können. Der größte Zahn von allen gehört der 12ten oder Mitternachtsstunde. Die Regel läßt sich um den Mittelpunct an einem Gewinde drehen, und ragt über den äußersten Circul hinaus.

§. 868. Gesetzt nun, der Seefahrer will in der Nacht vom 10ten auf den 11ten April die Stunde der Nacht, vermittelst einer solchen Sternenuhr finden, so stellt er zuerst den größten Zahn der innern Scheibe auf den 10ten April an der äußern, faßt die Uhr bey dem Handgriff E, und hält dieselbe gegen Norden aufrecht, doch so, daß ihre bezeichnete Seite sich gegen Süden kehrt und ihre Ebene beyläufig unter den Winkel der Aequatorhöhe mit dem Horizont geneigt ist. Alsdann sieht er durch das in der Mitte des Gewindes der Regel befindliche Loch C nach dem Polarstern; verschiebt hierauf die Regel (wobey sich aber die Stundenscheibe nicht verrücken muß,) so lange hin und her, bis die zwey bemerkten hellen Sterne im Viereck des großen Bären genau längst der Seite CG oder genau an NG erscheinen, und der Polarstern zugleich durch C sich zeigt, so wird die an dieser Seite der Regel liegende Stunde die gesuchte seyn. Es wäre nach diesem Beyspiel um 3 Uhr Morgens den 11ten April. Wenn der Handgriff über dem 8ten November befestigt wird, so kann das Instrument auf eben die Art bey dem hellen Stern am Rücken des kleinen Bären zur Erfindung der Nachtzeit gebraucht werden.

Funfzehnter Abschnitt.

Von der Chronologie.

§ 869.

Die mathematische Chronologie gründet sich, der Hauptsache nach, ganz auf die Sternkunde, und verdient daher mit allem Recht eine Stelle unter den astronomischen Wissenschaften. Sie beschäftigt sich mit Abmessung und Eintheilung der Zeit, nach den am Himmel richtig beobachteten Umläufen der Gestirne und vornemlich der Sonne und des Mondes, vergleicht nach willkührlich angenommenen Maaßen, die Dauer des Umlaufs derselben mit einander, sowol in Rücksicht der bürgerlichen oder politischen als kirchlichen Verfassungen gesitteter Völker, und setzt hiernach die wichtigsten Begebenheiten des Alterthums, als verschiedene Zeitepochen, fest. Ich werde erstlich von den kleinern Abtheilungen der Zeit, dann von den Jahren und Zeitrechnungen verschiedener Völker; von den eingeführten chronologischen Circuln oder Zeitumläufen, um eine Zeit von der andern zu unterscheiden; von den alten Perioden oder berühmtesten Zeitepochen; von der Einrichtung des Calenders und der Festrechnung ꝛc. kürzlich handeln.

Von den Stunden, Tagen und Wochen.

§. 870.

Eine Stunde ist der 24ste Theil des Tages, sie wird gewöhnlich in 60 Minuten, und die Minute wieder in 60 Secunden abgetheilt. Die Juden und Araber setzen bey ihren chronologischen Rechnungen eine Stunde auf 1080 Theile, welche sie Helakim oder chaldäische Scrupel nennen, an. Zur Ausmessung der Stunden und ihrer Theile, hat man sich, außer den Sonnenuhren, schon im Alterthum der Wasser- und Sanduhren bedient, wiewol diese nicht viel Genauigkeit geben konnten, bis endlich in den neuern Zeiten die Taschen- und Penduluhren erfunden wurden, welche uns auch die kleinern Zeitmomente sehr genau, und gewönlich die letztern sogar einzelne Secunden zuzählen *). Der natürliche Tag ist die Dauer der Zeit, welche die Sonne über dem Horizont eines Ortes verweilet, sie ist nach den verschiedenen Zeiten des Jahres sehr ungleich. Der bürgerliche Tag ist aus Tag und Nacht zusammengesetzt, innerhalb welchem die Sonne ihren scheinbaren Umlauf am Himmel vollführt. Von der doppelten Ursache der ungleichen Länge dieses bürgerlichen oder Sonnentages, imgleichen von dem Sternentage ist schon oben in der Astronomie von §. 177 bis 185. geredet worden.

*) Man hat auch zum Behuf der astronomischen Beobachtungen Uhren verfertigt, welche den 3ten Theil einer Secunde angeben, und überhaupt muß der praktische Astronom die Zeit bis auf Theile von Secunden zu bestimmen suchen, weil jeder Zeitsecunde 15 Sec. im Bogen des Aequators zugehören.

§. 871. Hypparch und Ptolemeus rechnen die Tagesstunden von Mitternacht an, daher man glaubt, daß dies zu ihrer Zeit der Gebrauch zu Rom und in Aegypten war. Gegenwärtig fangen fast alle europäische Völker den Tag von Mitternacht an. Man zählt im bürgerlichen Leben von Mitternacht bis zum folgenden Mittage die ersten 12 Tagesstunden, und fängt von da wieder an nochmals 12 Stunden bis zur nächsten Mitternacht zu rechnen. Die erstern heißen dann Morgen- und die andern Abendstunden. Die Astronomen hingegen fangen den Tag vom Mittage an, oder von dem Augenblick, da die Sonne ihren täglichen höchsten Stand am Himmel erreicht *), und zählen bis zum folgenden Mittage 24 Stunden in einem fort; daher kommen die astronomischen Stunden mit den bürgerlichen in den Nachmittags- oder Abendstunden überein; hingegen bey den Vormittag- oder Morgenstunden findet sich ein Unterschied von 12 Stunden. Z. B. den dritten Januar Morgens um 5 Uhr bürgerlicher Rechnung ist nach astronomischer Zeit den 2ten Januar 17 Stunden.

§. 872. Die heutigen Araber fangen ihren Tag, so wie ehemals die Umbri, gleichfalls vom Mittage an. Die alten Babylonier, Perser ꝛc. rechneten ihre Tagesstunden vom Aufgange der Sonne an, und zählten gleichfalls 24 Stunden in einem fort. Diese babylonischen Stunden sind

*) Für diese Zeit wird auch gewönlich in den astronomischen Jahrbüchern der Ort der Sonne und aller davon abhangenden Umstände des Laufs derselben angesetzt.

noch bey den heutigen Griechen im Gebrauch, imgleichen auf den Balearischen Inseln Majorka 2c. Die Juden fangen ihren Tag mit Untergang der Sonne an, und theilten ehedem den natürlichen Tag, oder die Zeit vom Auf- bis Untergang der Sonne, durchs ganze Jahr in 4 Theile, jeden zu 3 Stunden ein, daher ihre Tagesstunden im Sommer größer als im Winter wurden. Diese ungleichen jüdischen Stunden wurden Planetenstunden genannt, und konnten nur um die Zeit der Frühlings- und Herbstnachtgleiche, mit den Stunden aller übrigen Völker, der Größe nach, übereinkommen. Die heutigen Italiener und Chineser fangen noch größtentheils, so wie ehedem die Athenienser, gleichfalls mit Untergang der Sonne, ihre Tagesstunden zu zählen an, und die Italiener eigentlich eine halbe oder dreyviertel Stunden nach Sonnenuntergang, es werden dabey 24 Stunden in einer Reihe fortgerechnet. Diese sogenannten italiänischen Stunden waren auch noch im vorigen Jahrhundert in Polen, Oestreich und Böhmen gebräuchlich.

§. 873. Der Gebrauch, das Jahr in Wochen von 7 Tagen einzutheilen, wird schon in dem entferntesten Alterthume fast bey allen orientalischen Völkern angetroffen; selbst bey den Peruanern wurde derselbe, bey der Eroberung von America, vorgefunden. Diese bey allen gesitteten Völkern gemeinschaftlich eingeführte Gewohnheit, muß eine allgemeine Ursache haben. Gemeiniglich wird solche aus der uralten mosaischen Schöpfungsgeschichte hergeleitet, und wäre demnach ein Ueberrest von der Religion der Erzväter,

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0404-4

die sich durch Traditionen fortgepflanzt. Man kann aber auch mit vielem Grunde der Wahrscheinlichkeit annehmen, daß schon alle alte Völker sich hiebey, so wie bey ihrer übrigen Zeitrechnung, nach dem Mond gerichtet, der monatlich oder in 29 Tagen seine Lichtgestalt viermal, und folglich etwa alle 7 Tage ändert, so wie noch in unsern Zeiten die Türken, Mohren und verschiedene amerikanische Völkerschaften ihren ganzen Calender nach den abwechselnden Lichtgestalten des Mondes einrichten *). Ueberdem theilen, 7 Tage auf eine Woche gerechnet, das Sonnenjahr von 365 Tagen, bis auf einen Tag, in 52 Wochen ein **).

§. 874. Nachher nahm man noch die vorgeblichen 7 Planeten mit zu Hülfe, und ein jeder Wochentag erhielt nach einem derselben seinen Namen, welche wir noch jetzt, aber blos zur Abkürzung als Zeichen beybehalten: Die 7

*) Selbst die Bewohner der Insel Otaheite im Südmeer, rechneten die Zeit, wie Cook berichter, nach den Mondsabwechselungen.

**) Obgleich der synodische Umlauf des Mondes oder die Wiederkehr seiner vier Haupt-Lichtgestalten 29 Tage 12 St. 44' dauert, (§. 469) und folglich zwischen jeder 7 Tage 9 St. verfließen, so scheinen doch, da man ganze Tage rechnen mußte, dieses Unterschiedes ungeachtet, die vier Mondwandelungen zur Einführung der Wochen von 7 Tagen die erste Gelegenheit gegeben zu haben, denn Wochen von 6 oder 8 Tagen würden sich noch weit mehr von der Rückkehr der Lichtgestalten des Mondes entfernt haben.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0405-9

Planeten wurden, nach dem System der Alten, also geordnet: ♄ ♃ ♂ ☉ ♀ ☿ ☾

Bey den Wochentagen aber:

Sonntag,	Montag,	Dienstag,	Mittew.,	Donnerstag,	Freyt.,	Sonnab.
☉	☾	♂	☿	♃	♀	♄

Die Ursache dieser Ordnung der Planeten, zur Bezeichnung der Wochentage, ist folgende: Nach den astrologischen Träumereyen regiert ein jeder Planet des Tages eine Stunde, und von demjenigen, welcher die erste Stunde beherrscht, hat der ganze Tag seinen Namen. Fängt man nun vom Sonntage, als dem ersten Wochentage, an, und läßt die Sonne, als den vornehmsten unter allen die erste Stunde, und nach ihr die übrigen Planeten in den folgenden Stunden nach der Ordnung ☉ ♀ ☿ ☾ ♄ ♃ ♂ regieren, so wird die Sonne wieder in der 8ten, 15ten und 22sten Stunde die Reihe treffen. Die 23ste Stunde beherrscht hierauf die ♀, die 24ste ☿, die 25ste oder die erste Stunde des Montags der ☾. Dieser wird am Montage wieder die 8te, 15te und 22ste Stunde herrschen. Die 23ste kommt ♄, die 24ste ♃, hierauf die 25ste oder die erste Stunde des Dienstags der ♂ u. s. w. woraus sich die Ordnung dieser Benennung der Wochentage nach den Planeten ergiebt.

Von den Monaten und Jahren.

§. 875.

Die Monate sind entweder Sonnen- oder Mondenmonate. Jene bestehen im bürgerlichen Leben aus 30 oder

31 vollen Tagen, und bey den Astronomen in der genauen Zeitdauer, innerhalb welcher die Sonne ein jedes Zeichen oder 30° ihrer Bahn durchläuft, und sind daher gleichfalls von ungleicher Länge. Diese aus 29 oder 30 Tagen, in welchen der Mond seinen ganzen synodischen Umlauf am Himmel vollendet. Zwölf Monate machen ein Jahr aus, und demnach entstehen hieraus Sonnen- und Mondenjahre. Das Sonnenjahr ist die Dauer der Zeit, innerhalb welcher die Sonne durch alle zwölf Zeichen der Ecliptik herumkömmt, es enthält 365 Tage, 5 St. 49 Min (§ 407.) Das Mondenjahr ist 354 Tage, 8 St. 49 Min. (§. 469.) lang, in welcher Zeit der Mond 12mal seinen synodischen Umlauf am Himmel vollendet.

§. 876. Einige Geschichtschreiber haben behauptet, daß die Jahre der ersten Völker der Erde, Mondenmonate gewesen sind, und daß sich das hohe Alter der Patriarchen daraus erklären lasse, allein es bleibt bey dieser Voraussezung noch manches unerklärbar. Die alten Aegyptier rechneten das Jahr durchaus zu 365 Tagen, daher die Sonne jährlich an einem gleichen Monatstage um 6 Stunden zurückblieb, und das Aequinoctium nach vier bürgerlichen Jahren um einen ganzen Tag später einfiel. Nach 1461 bürgerl. Jahren (der sogenannten Hundssternperiode) trug dieser Fehler schon ein ganzes Jahr aus, innerhalb welcher Zeit die vier Jahreszeiten in allen Monaten des Jahres, nach und nach, sich eingestellt hatten. Diese ägyptischen Jahre kommen mit den nabonassarischen (davon unten) überein, und sind noch in Persien gebräuchlich. Bey uns wird die

Länge des Jahrs im bürgerlichen Leben blos nach dem Sonnenlaufe bestimmt, und dreymal nach einander zu 365 Tagen; das viertemal hingegen zu 366 Tagen gerechnet, um den sich, wegen der überschüßigen 6 Stunden (eigentlich nur 5 St. 49 Min.) nach vier Jahren anhäufenden Fehler von fast einem ganzen Tage zu vermeiden. Es fängt seit Julius Cäsars Zeiten mit dem ersten Januar an, weil damals die Sonne sehr nahe bey diesem Tage in das Zeichen des Steinbocks trat, oder der Anfang des Winters einfiel. Im bürgerlichen Leben nimmt das Jahr im Augenblick der 12ten Mitternachtsstunde zwischen dem 31sten Decemb. und 1sten Jan. seinen Anfang; bey den Astronomen aber erst am ersten Januar im Augenblick des wahren Mittags *). Die Namen der zwölf Monate und die Anzahl ihrer Tage sind: Januar oder Jenner 31 Tage; Februar oder Hornung, 28 (im Schaltjahr 29); März, 31; April, 30; May, 31; Junius oder Brachmonat, 30; Julius oder Heumonat, 31; August, 31; September oder Herbstmonat, 30; October oder Weinmonat, 31; November oder Wintermonat, 31; December oder Christmonat 31 Tage. Die 6 ersten Monate enthalten also in gemeinen Jahren 181, in Schaltjahren 182; die 6 letzten Monate aber 184 Tage.

*) Ein neues Jahrhundert, z. B. das Neunzehnte, beginnt daher nach bürgerlicher Rechnung am Schluß des Achtzehnten, den 31sten Decemb. 1800 des Nachts um 12 Uhr und nach astronomischer Rechnung den 1sten Jan. 1801 des Mittags um 12 Uhr wahrer Zeit.

§. 877. Unterdessen haben nicht alle Völker die Wintersonnenwende als den Anfangstermin des Jahrs angenommen. Die alten Römer fingen unter Romulus Regierung ihr Jahr mit dem März, und die Griechen im September an. Seit 1564 ist in Frankreich der 1ste Januar der erste Tag im Jahr, da es sonst, wie bey der römischen Kirche, der Ostersonntag war. An einigen Orten Italiens macht man noch anjetzt das Frühlingsäquinoctium zum Anfange des Jahres, und in England fing sich das Jahr bis Ao. 1752 am 25sten März, oder am Feste der Verkündigung Mariä an ꝛc. Die Juden fangen ihr Kirchenjahr mit dem Neumond an, dessen Vollmond zunächst auf das Frühlingsäquinoctium; ihr bürgerliches Jahr aber von dem Neumond, dessen Vollmond auf das Herbstäquinoctium folgt.

§. 878. Seit der babylonischen Gefangenschaft sind die Jahre der Juden nach dem Lauf des Mondes und der Sonne zugleich eingerichtet. Ihre gemeinen Jahre sind eigentliche Mondenjahre von 354 Tagen. Sie müssen aber zuweilen, um das bürgerliche Jahr wieder mit dem Sonnenjahr zu vereinigen, einen ganzen Monat einschalten, und dann erhält ein solches Schaltjahr 13 Monate oder 384 Tage. Ueberdem, da nach den Satzungen der Alten niemals ein strenge zu feyernder Fasttag zunächst vor oder nach dem Sabbath oder Sonnabend eintreffen darf, so sind sie genöthigt, sowol in gemeinen als Schaltjahren, bald einen Tag mehr, bald einen weniger zu zählen. Ihr Jahr muß nie am Sonntage, Mittwoch und Freytag oder den 1sten, 4ten und 6sten Wochentag anfangen, und sollte sich dieses treffen, so wird es einen Tag später angefangen. Fällt der Neumond Tisri auf 18 Stunden oder später, so wird der folgende Tag genommen. Wenn der Neumond Tisri eines gemeinen Jahres auf 9 St. 204 Helakim des dritten Wochentages oder später eintrifft, so sollte der 1ste Tisri auf den vierten fallen, und da dies nicht seyn darf, so muß solcher auf den 5ten Wochentag verlegt werden. Wenn der Neumond Tisri eines Schaltjahres auf 18 Stunden des 3ten Wochentages fällt, so wird das folgende Jahr um einen Tag später angefangen, bey diesen Sätzen kehren die jüdischen Jahre erst nach 689472 Jahren in gleicher Ordnung wieder. Hieraus entstehen sowol in den gemeinen als Schaltjahren ordentliche, abgekürzte und überzählige. Die erstere Art hat in gemeinen Jahren 353, in Schaltjahren 383. Die zweite in jenen 354, in diesen 384. Die dritte in jenen 355, in diesen 385 Tage. Ihre 12 Monate, die sie allemal mit dem Neumond anfangen, heißen:

1	*Tisri*	hat	30	Tage	7	*Nisan*	hat	30	Tage
2	*Marchesvan*		29	=	8	*Ijar*	=	29	=
3	*Cisleu*	=	30	=	9	*Sivan*	=	30	=
4	*Tebeth*	=	29	=	10	*Tamuz*	=	29	=
5	*Sheat*	=	30	=	11	*Ab*	=	30	=
6	*Adar*	=	29	=	12	*Elul*	=	29	=
*6	*Veadar*	=	30	=					

*) *Veadar* ist der Schaltmonat. In überzähligen Gemein- und Schaltjahren hat *Marchesvan* einen Tag mehr, und in abgekürzten, *Cisleu* einen Tag weniger.

Das bürgerliche Jahr der Juden fängt mit dem Monat Tisri; und das Kirchenjahr mit dem Monat Nisan an.

§. 879 Die Jahre der Türken oder Muhamedaner sind bloße Mondenjahre von 354 oder 355 Tagen, welche nach 30 Jahren in gleicher Ordnung wiederkehren. In dieser Periode sind das 2te; 5te; 7te; 10te; 13te; 15te; 18te; 21ste; 24ste; 26ste und 29ste Schaltjahre und die übrigen Gemeinjahre. Ihre 12 Monate haben wechselsweise 30 oder 29 Tage und heißen: Muharram 30; Saphar 29; Rabia I, 30; Rabia II 29; Jomada I 30; Jomada II 29; Rajab 30; Shaaban 29; Ramadan 30; Shwall 29; Dulkaadah 30; Dulheggia 29 Tage. Im Schaltjahre wird im letztern Monat 1 Tag mehr gerechnet.

Von der Einrichtung, der Zeitrechnung und Verbesserung des Calenders, durch Julius Cäsar.

§. 880.

Bey den alten Römern hatte das Jahr, nach Romulus Verordnung, nur 304 Tage, oder 10 Monate. Der März war der erste, und der December der letzte Monat des Jahrs, welches noch aus den Namen der vier Monate September, October, November und December erhellet. Numa Pompilius setzte 713 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung den römischen Jahren noch 50 oder 51 Tage zu, kürzte die Monate von 30 Tagen ab, und führte noch zwey Monate, nemlich den Januar zu 29 Tage, als den ersten, und den Februar von 28 Tagen als den letzten Monat des Jahrs ein, woraus ein Mondenjahr von 355 Tagen entstand. Im Jahr 450 vor Ch. G. ließ man aus politischen Ursachen den Febr. gleich auf den Januar folgen. Dieses Mondenjahr wich aber vom Sonnenjahr $10\frac{1}{4}$ Tage ab, und daher trat die Sonne nach dreyen Sonnenjahren einen ganzen Monat früher in ein und dasselbe Zeichen des Thierkreises, und in 36 Jahren waren die Jahreszeiten, ihre Witterungen und die darin vorzunehmenden Beschäftigungen in allen Monaten eingefallen. Diese Abweichung, und daß das Mondenjahr um einen Tag zu groß gerechnet wurde, machte bey den Römern eine oftmalige Einschaltung verschiedener Tage nothwendig, wodurch die Calenderrechnung, die damals den Priestern überlassen ward, sehr verwickelt, und da diese in der Folge die gehörigen Einschaltungen aus Unwissenheit vernachläßigten, oder willkührliche vornahmen, zugleich unrichtig ausfiel. Zu Julius Cäsars Zeiten, etwa 50 Jahre vor Christi Geburt, wich der Calender schon um 79 Tage von dem Stand der Sonne, mit welchem er ehemals zutraf, ab, und dieser Kaiser war daher auf eine geschickte Verbesserung des Calenders bedacht. Vornemlich ging seine Absicht dahin, die bürgerlichen Jahre mit den astronomischen so zu vereinigen, daß eine jede Jahreszeit oder der Eintritt der Sonne in ein neues Zeichen beständig auf einen gewissen Monatstag einfallen, oder doch in der Folge der Zeit sich nicht merklich davon entfernen möchte.

§. 881. Er zog dabey insbesondere einen ägyptischen Astronomen Sosigenes zu Rathe, welcher als das sicherste Mittel, zu einer richtigen Jahrrechnung zu gelangen, vorschlug, den Mond dabey gänzlich aus der Acht zu lassen, und sich blos nach dem Lauf der Sonne zu richten. Da aber die Sonne in 365 Tagen 6 St. den Thierkreis durchlaufe, so müßte man, um wegen dieses Ueberschusses von 6 Stunden Rechnung zu tragen, das bürgerliche Jahr so oft einen Tag mehr geben, als diese zu einem ganzen Tag anwachsen. Weil dies nun nach 4 Jahren geschieht, so wurde festgesetzt, drey Jahre nach einander zu 365 Tage, und das vierte zu 366 zu rechnen. Den Anfang des Jahrs ließ man sehr schicklich mit dem Anfang des Januarmonats übereinkommen. Im Jahr 45 vor Christi Geburt ordnete Julius Cäsar diese verbesserte Zeitrechnung an, und folglich wurde das 44ste Jahr vor Christi Geburt das erste Jahr der Julianischen Zeitrechnung. Die Anzahl der Tage eines jeden Monats wurde also festgesetzt, daß der April; Junius, September und November, 30; die übrigen aber, bis auf einen, 31 Tage haben sollten; denn der Februar bekam im gemeinen Jahr nur 28 Tage. Die Monate Julius und Augustus erhielten ihre Namen erst nach Julius Cäsars Tode, denn der erste hieß vorher Quintilis und der andere Sextilis.

§. 882. Die Tage der Monate theilten die alten Römer, noch auf Anordnung des Romulus, in Calendas, Nonas und Idus ein. Der erste Tag in jedem Monat wurde Calendae genannt, die folgenden 6 Tage im März, May, Julius und October hießen Nonae; die übrigen Monate hatten nur vier Nonas; auf diese folgten in jedem Monat 8 Idus; die folgenden Tage hießen Calendae des folgenden Monats, und wurden, so wie die vorigen, rückwärts gezählt. Der alle 4 Jahr überschüßige Tag wurde nach dem 23sten Februar oder VII Calendas Martias nach der Römer Art die Tage zu zählen, eingeschaltet, worauf sonst in gemeinen Jahren VI Calendas Martias folgte, welchen Tag man im Schaltjahre auf den 25sten Februar verlegte. Der Schalttag, als der 24ste Februar behielt unterdessen von diesem Tage seine Benennung, und wurde deswegen bis Sexto Calendas genannt. Daher heißen die Schaltjahre: Bissextiles, und der Februarmonat erhielt in denselben 29 Tage. In der christlichen Zeitrechnung ist sowol vor als nach Christi Geburt, ein Schaltjahr daran zu erkennen, wenn sich die Jahreszahl ohne Bruch durch 4 theilen läßt.

§. 883. Ob nun gleich der Calender durch Julius Cäsars rühmliche Veranstaltung vor den Jahrrechnungen der alten Römer und Aegyptier einen großen Vorzug hatte, so kam er dennoch nicht genau mit dem Himmel überein, weil dabey drey Jahre nach einander 365 und das vierte 366 Tage, also vier Jahre $3 . 365 + 366 = 1461$ volle Tage hatten, folglich jedes zu $\frac{1461}{4}$ oder durchaus zu 365 Tagen und 6 Stunden gerechnet wurde, da doch der genaue tropische Umlauf der Sonne nur 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48 Secunden beträgt*) (§. 407.) Diese zu viel gerechne-

*) Bey den chronologischen Rechnungen muß der tropische Umlauf der Sonne, oder ihre Rückkehr zu dem nämlichen Punct ihrer Bahn, als die Länge eines Jahres, zum Grunde gelegt

ten 11 Minuten 12 Secunden in einem jeden Jahre mußten sich nach 128 Jahren zu einem ganzen Tage anhäufen und in der Folge Unrichtigkeiten in der Zeitrechnung veranlassen, welche noch dadurch vermehrt wurden, daß man willkührliche Veränderungen dabey vornahm, und die vom Julius Cäsar vorgeschriebene Einschaltungen der Jahre nicht genau befolgte. Hierdurch wurde im 16ten Jahrhundert eine abermalige Calenderverbesser. veranlaßt.

Von der Calenderverbesserung durch Gregorius XIII.

§. 884.

Die vorhin angezeigten zu viel gerechneten 11 Minuten 12 Secunden in der Jahreslänge des Julianischen Calenders, und jene willkührlichen Veränderungen, verursachten im Jahr 1582, also nach 44 + 1582 = 1626 Jahren seit der Einführung desselben, unter der Regierung des Pabsts Gregorii XIII. schon einen Fehler von 10 Tagen *), so, daß das Frühlingsäquinoctium um 10 Tage früher, und am 11ten März einfiel. Der Pabst fand es daher nöthig, eine Verbesserung der alten Julianischen Jahrrechnung vorzunehmen, welches längst der Wunsch der Astronomen war. Er machte sein Vorhaben Ao. 1577 allen christlichen Mäch-

werden, weil hiebey der Stand der Sonne gegen die Fixsterne in keine Betrachtung kömmt. Hiernach hat ein bürgerliches gemeines J. 365 Tage, 8760 St. 525600 Min. 31536000 Sec. ein bürg. Schaltj. 366 T. 8784 St. 527040 Min. 31622400 Sec.

*) Dividirt man aber 1626 durch 128, so kommen fast 13 Tage, zum Beweise, daß man indeß von des Cäsars Vorschrift abgewichen.

ten bekannt, um diese dem gemeinen Wesen wichtige Sache mit den geschicktesten Sternkundigen in Ueberlegung zu ziehen. Es wurde endlich hiedurch die Verbesserung des Calenders zu Rom zu Stande gebracht, und dabey im voraus die Bedingungen festgesetzt, daß nach dem Schluß der alten nicänischen Ao. 325 gehaltenen Kirchenversammlung 1) das Frühlingsäquinoctium beständig auf den 21sten März fallen, und 2) Ostern am Sonntage nach dem Vollmond, der zunächst dem Frühlingsäquinoctio folgt, gefeyert werden sollte.

§. 885. Diesemnach verordnete der Pabst Ao. 1581 bey der neuen Einrichtung des Calenders folgende Puncte zu beobachten, die zugleich der Meinung jener Kirchenversammlung ein völliges Genüge leisten würden. 1) daß nach dem 4ten October des folgenden 1582sten Jahres aus dem Calender 10 Tage herausgenommen, und also vom 4ten sogleich auf den 15ten gerechnet werden sollte, wodurch dies Jahr nur 355 Tage erhielt *). Damit auch das Frühlingsäquinoctium sich mit der Zeit nicht wieder vom 21sten März entfernen könne, so sollten die von 4 zu 4 Jahren einfallenden Schaltjahre, bey drey nach einander folgenden Secularjahren wegfallen, und nur das vierte Jahrhundert mit einem Schaltjahre anfangen. Demnach das Jahr 1600 ein Schaltjahr; 1700, 1800 und 1900 gemeine Jahre und 2000 wieder ein Schaltjahr seyn rc. Hiedurch wurde der bey der Julianischen Rechnung, die das

*) Demnach sind nach dieser Zeitrechnung die Tage vom 5ten bis 14ten October 1582 nie gezählt worden.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0416-0

Jahr durchaus auf 365 Tage 6 Stunden setzt, sich nach 400 Jahren anhäufenden Fehler von drey überschüßigen Tagen, bis auf eine Kleinigkeit abgeholfen, denn es bleibt alsdann nur noch eine Abweichung von etwa 3 Stunden vom wahren Sonnenjahr übrig, die erst nach 3200 Jahren wieder zu einem ganzen Tage sich anhäufen werden. *)

§. 886. Dieser neue gregorianische Calender wurde hierauf in allen Katholischen Staaten eingeführt **), dahingegen blieb man in den protestantischen Ländern von Europa noch über ein ganzes Jahrhundert, theils aus Beysorge, dem Pabst zu viel nachzugeben, und dann unter dem Vorwande, daß auch die neue Calenderrechnung noch nicht völlig richtig sey, beym alten Julianischen Calender, und zählte folglich 10 Tage weniger als die Katholiken. Dieser Unterschied ging 1700 auf 11 Tage, weil dieses Jahr nach der Julianischen Anordnung ein Schaltjahr; hingegen nach der gregorianischen Rechnung, wie oben bemerkt worden, ein gemeines Jahr ist. Hiernach

*) Denn die jährlich zu viel gerechneten 11′ 12″ geben nach 400 Jahren einen Ueberschuß von 74, 7 Stunden = 3 Tage und beynahe 3 Stunden.

**) In Spanien, Portugal und Italien geschah die Einführung des neuen Calenders auf einen Tag, nemlich den 15ten Oct. 1582, allein in Frankreich geschahe sie erst auf Befehl Heinrichs III. im folgenden December. Da man anstatt des 10ten sogleich den 20sten schrieb. Die Katholische Schweiz nahm erst im Jahr 1583 und 1584 und Polen im Jahr 1586 den neuen Calender an.

wird man Ao. 1800 im gregorianischen Calender 12, Ao. 1900 . . . 13. Ao. 2000, weil dies Jahr ein in beyden Calendern gemeinschaftliches Schaltjahr ist, gleichfalls 13 Tage früher als im Julianischen, das Jahr anfangen.

Von der Einführung des verbesserten Calenders.

§. 887.

Die Unordnungen und Mißhelligkeiten, welche in den protestantischen und katholischen Ländern die so eben angeführte verschiedene Art, die Tage zu zählen, beym Handel und im gemeinen Leben nicht selten veranlaßte, bewog endlich die protestantischen Stände in Deutschland, Holland, Dännemark, Schweiz ꝛc. im letzten Jahre des siebzehnten Jahrhunderts, sich dieserhalb mit den Katholiken zu vereinigen, und mit ihnen gemeinschaftlich den neuen gregorianischen Calender anzunehmen, wozu besonders der Herr von Leibniz und Weigel behülflich waren. Es wurden demnach im Jahr 1700 aus ihrem bisherigen alten Julianischen Calender 11 Tage herausgelassen, und vom 18ten Februar sogleich auf den 1sten März fortgezählt, so daß auch dieses Jahr nur 354 Tage lang war *). Wegen gewisser Abweichungen von den im gregorianischen Calender üblichen Hülfsmitteln, zur Berechnung der Feste,

*) Da das 1700ste Jahr nach Julianischer Rechnung ein Schaltjahr war, so hatte der Monat Februar 29 Tage, und es wurden aus demselben die Tage 19 bis 29 weggelassen.

wurde dieser protestantische Calender der verbesserte genannt, ob man gleich sonst in demselben die Einrichtung der Schaltjahre wie in jenem beybehielte. Erst Ao. 1752 haben die Engländer den neuen und verbesserten Calender angenommen, und in diesem Jahre nach dem 20sten August sogleich den ersten September gezählt. Im folgenden 1753sten Jahre wurde er auch in Schweden eingeführt, man rechnete daselbst nach dem 17ten Februar sogleich den 1sten März. Blos in Rußland ist anjetzt der alte Julianische Calender noch im Gebrauch, so daß die Russen 11 Tage weniger als wir zählen. Wiewol sie bey der Handlung bereits anfangen, nach dem neuen Calender zu rechnen, oder doch wenigstens z. B. $\frac{8}{19}$ Januar, das heißt: den 8ten Januar nach dem alten, oder den 19ten nach dem neuen Calender schreiben.

Von den chronologischen Circuln.

§ 888.

Um eine Jahrzahl von der andern desto leichter unterscheiden zu können, hat man besonders folgende drey Circul von ungleichen Abtheilungen eingeführt, wovon aber nur die beyden erstern einen astronomischen Grund haben.

1) **Der Sonnencircul, mit welchem die Sonntagsbuchstaben in Verbindung stehen.**

Der Sonnencircul ist eine Periode von 28 Jahren, nach deren Verfluß die Wochentage wieder an gleichen Monatstagen, und in eben der Ordnung einfallen. So wie wir anjetzt gewohnt sind, die Jahren dieses Circuls zu rechnen, fällt unter andern ein Anfang desselben 9 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung ein. Um demnach die Zahl des Sonnencirculs im julianischen oder gregorianischen Calender zu finden, werden zu dem gegebenen Jahre 9 addirt, und die Summe durch 28 dividirt, so zeigt der Quotient an, wie oft seit jenem Anfange dieser Periode der Circul herumgekommen, und der Ueberrest giebt die gesuchte Zahl desselben, wenn nichts übrig bleibt, so ist 28 der Sonnencircul z. B. für das Jahr 1793.

$$\begin{array}{r} 1793 \\ +\ 9 \\ \hline 28)\ 1802 \end{array}$$

64 . . Rest 10 für den Sonnencircul. Im folgenden 1794sten Jahre wird derselbe 11; 1795 12; u. s. f. seyn.

§. 889. Dieser Sonnencircul würde in 7 Jahren herumkommen, oder es würden allemal nach Verlauf von 7 Jahren die Monatstage wieder an gleichen Wochentagen eintreffen, wenn keine Schaltjahre wären, indem sich 7 . 365 durch 7 Wochentage gerade dividiren läßt, wegen der vom Schaltjahr alle 4 Jahre entstehenden Unterbrechung desselben aber werden 4 . 7 = 28 Jahre dazu erfordert. Es ist auch begreiflich, daß der Sonnencircul nur in dem julianischen Calender beständig in einem fortgeht, da er hingegen im gregorianischen, theils wegen der Ao. 1582 aus demselben herausgelassenen 10 Tage, und dann auch

wegen

wegen der aufgehobenen Schaltjahre für 1700, 1800 und 1900 unterbrochen wird.

§. 890. Man benennt durch alle Tage des Jahres die sieben Wochentage mit den ersten sieben Buchstaben des Alphabets von A bis G, so daß der 1ste Januar allemal A heißt; der Buchstab, welcher alsdann auf den ersten, und folglich, wenn man diese Bezeichnung beybehält, auf alle übrige Sonntage des Jahrs fällt, heißt der Sonntagsbuchstab. Gesetzt nun, das erste Jahr nach einem Schaltjahr, also ein gemeines Jahr, fängt mit einem Sonntag oder dem ersten Wochentag an, so ist A der Sonntagsbuchstab desselben Jahres, dies Jahr hat 52 Wochen und 1 Tag, und folglich wird der letzte Tag in diesem Jahr abermals ein Sonntag seyn und den Buchstab A führen, der darauf folgende Montag ist der erste Tag des nächsten Jahrs, und wenn man demselben den Buchstab A giebt, so kommt G auf den ersten und alle folgende Sonntage, und giebt den Sonntagsbuchstab für das zweyte Jahr an. Hiernach läßt sich schließen, daß im dritten Jahr F der Sonntagsbuchstab seyn werde, und daß daher die Ordnung der Buchstaben rückwärts von einem Jahr zum andern gehe. Das 4te Jahr ist nun ein Schaltjahr, worin der Februar 29 Tage hat; daher wird der Sonntagsbuchstab E desselben nur bis zum Schalttage, oder den 24sten Februar, diesen mit eingerechnet, dienen können, da dieser Schalttag, der eingeführten Gewohnheit gemäß, mit dem vorhergehenden 23sten Februar einen gleichen Buchstab erhält, auf den zunächst folgenden Sonntag wird also D fallen, und der Sonntagsbuchstab für die übrigen 10 Monate des Schaltjahrs seyn, daher kommen in einem Schaltjahre zwey Sonntagsbuchstaben vor *).

§. 891. Um in diesem Jahrhundert den Sonntagsbuchstab des gregorianischen Calenders zu finden, dividirt man die seit 1700 verflossene und um ihren vierten Theil vermehrte Anzahl Jahre durch 7, und zieht den Ueberrest, nachdem es angeht, von 3 oder 10 ab, so ergiebt sich die Zahl des Sonntagsbuchstabens, wenn A = 1; B = 2; C = 3; D = 4 u. s. w. gesetzt wird.

Z. B. für 17|93
+|23 (¼)

116

7) 16 . . Rest 4
10

6 = F der gesuchte Sonntagsbuchstab.

§. 892. Folgende Tafel zeigt, wenn die Zahl des Sonnencirculs bekannt ist, die Sonntagsbuchstaben sowol des julianischen als gregorianischen Calenders, für erstern auf beständig; für letztern aber in Col. α nur von 1700 bis 1800, und in Col. β von 1800 bis 1900.

*) Bey dieser Einrichtung behält auch in dem Schaltjahr ein gegebener Monatstag immer einerley Buchstaben.

☉ Circ.	Jul.	Gregor. α	Gregor. β	☉ Circ.	Jul.	Gregor. α	Gregor. β	☉ Circ.	Jul.	Gregor. α	Gregor. β
1	G F	D C	E D	10	B	F	G	19	E	B	C
2	E	B	C	11	A	E	F	20	D	A	B
3	D	A	B	12	G	D	E	21	C B	G F	A G
4	C	G	A	13	F E	C B	D C	22	A	E	F
5	B A	F E	G F	14	D	A	B	23	G	D	E
6	G	D	E	15	C	G	A	24	F	C	D
7	F	C	D	16	B	F	G	25	E D	B A	C B
8	E	B	C	17	A G	E D	F E	26	C	G	A
9	D C	A G	B A	18	F	C	D	27	B	F	G
								28	A	E	F

§. 893. Wenn der Sonntagsbuchstab bekannt ist, so läßt sich nach folgender Tafel sehr bequem finden, auf welchen Wochentag der Neujahrstag, so wie ein jeder gegebener Monatstag einfällt.

Jul. V. April II.	Sept. VII. Dec. X.	Jun. IV.	Februar XII. März I. Nov. IX.	Aug. VI.	May III.	Jan. XI. Oct. VIII.
1 8 15 22 29	2 9 16 23 30	3 10 17 24 31	4 11 18 25	5 12 19 26	6 13 20 27	7 14 21 28
G	F	E	D	C	B	A
Sonnt.	Montag	Dienst.	Mittew.	Donnerst	Freytag	Sonnab
☉	☾	♂	☿	♃	♀	♄

Z. B. im Jahr 1793 ist der Sonntagsbuchstab, wie vorher gefunden worden, F; man verlangt nun hiernach zu wissen, was der erste Januar und der 22ste Aug. in diesem Jahr für Wochentage waren. Der Buchstab F zeigt in der Tafel an, daß alle in derselben vorkommende Monatstage Montage sind, der sich in der Tafel befindende 7te Januar ist also gleichfalls ein Montag, folglich war 6 Tage vorher oder der erste ein Dienstag *). Ferner ist auch der in der Tafel vorkommende 19te August ein Montag, und daher wird der verlangte 22ste ein Donnerstag seyn **).

2) Der Mondescircul, aus welchem die güldene Zahl entspringt.

§. 894. Der Mondescircul ist ein Zeitraum von 19 julianischen Sonnenjahren, jedes zu $365\frac{1}{4}$ Tagen gerechnet, also von $19 \cdot 365\frac{1}{4} = 6939$ Tagen 18 Stunden, in welchen, bis auf etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden, 235 Neumonde einfallen (§. 469.) nach deren Verlauf die Neumonde an gleichen Tagen des Jahres wiederkehren. Das erste Jahr des Mondencirculs ist dasjenige, in welchem der Neumond am ersten Ja-

*) Man darf auch nur die Zahl des Sonntagsbuchstabs und die Wochentage rückwärts rechnen, bis man auf 1 oder A kömmt; demnach F E D C B A
6 5 4 3 2 1
☉ ♄ ♀ ♃ ☿ ♂

**) Diese sehr nützliche Tafel trift man zuweilen auf Münzen, Sonnenuhren und Boussolen an. Gemeiniglich sind aber so wenig die Monate, als Sonntagsbuchstaben darauf verzeichnet, sondern nur ihre Zahlen bemerkt, wobey als bekannt vorausgesetzt wird, daß März der 1ste, April der 2te, May der 3te u. s. w. Monat in der Ordnung sey, imgleichen, daß die Sonntagsbuchstaben rückwärts, die Wochentage aber vorwärts gezählt werden.

nuar einfällt, welches wenigstens im gregorianischen Calender zutrift. Von diesen 235 Neumonden gehen 12 auf ein jedes Jahr, welches 19 . 12 = 228 Mondenmonate, wechselsweise zu 29 und 30 Tagen gerechnet, austragen, dann bleiben noch 7 Schaltmonate übrig, davon 6 . . 30 und der letzte am Ende des Circuls gesetzte 29 Tage erhält. Dieser Mondescircul wurde 430 Jahre vor Ch. Geb. von Meton erfunden, und man hielt diese Entdeckung in Griechenland für so wichtig, daß die Rechnung desselben mit goldenen Ziffern eingegraben wurde, daher die Zahl, welche das Jahr vom Anfang dieser Periode oder des Mondencirculs zeigt, noch etzt die güldne Zahl genannt wird.

§. 895. Um sie zu finden, wird zu der vorgegebenen Jahrzahl 1 addirt, (weil nach des Dionisii Rechnung die güldene Zahl im Jahr 1 nach der christlichen Zeitrechnung 2 gewesen,) und die Summe durch 19 dividirt. Der Quotient zeigt die Anzahl der Umläufe dieses Circuls, und dessen Ueberrest die Zahl des Mondencirculs an. Z. B. für

$$\begin{array}{r} 1793 \\ +\ 1 \\ \hline 19)\ 1794 \\ \hline 94 \end{array}$$

94 . . Rest 8 als die gesuchte güldene Zahl, oder das 1793ste Jahr ist das 8te des Mondencirculs sowol im jul. als gregor. Calender. Wenn nach der Division nichts übrig bleibt, so ist 19 selbst die güldene Zahl, und das vorgegebene Jahr das letzte des Mondencirculs. Die

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0425-0

güldne Zahlen sind zur Zeit der nicänischen Kirchenversammlung in den Calendern aufgezeichnet worden; da aber die Neumonde, wegen obiger Abweichung des Mondencirculs vom Himmel, in 312 Jahren um einen Tag früher eintreffen, so geben die güldnen Zahlen anjetzt nach verflossenen 1470 Jahren die Neumonde des julianischen Calenders um 4 bis 5 Tage zu spät an.

3. Der Circul der Indictionen oder Römerzinszahl.

§. 896. Die Indictionen waren bey den Römern, unter Constantins des Großen und der folgenden Kaiser Regierung, gerichtliche Vorladungen zur Abtragung gewisser Steuern, welche, ohne daß man die Ursache davon weiß, in der Zeitrechnung einen Circul von 15 Jahren veranlaßten. Man bedient sich desselben seit dem Anfang des Jahres 313, und wenn diese Periode zurück geführt wird, so findet sichs, daß unter andern Anfängen derselben, einer 3 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung vorfiel. Daher entsteht folgende Regel, um der Römer Zinszahl für ein gegebenes Jahr zu finden. Man addire zu dem gegebenen Jahre 3, und dividire die Summe durch 15, so zeigt sichs im Quotienten, wie oft dieser Circul seit der Zeit herumgekommen ist, und der Ueberrest giebt seine Zahl für das laufende Jahr an. Z. B. für 1793

$$\begin{array}{r} 1793 \\ +\ 3 \\ \hline 15\ \ 1796 \\ \hline 119 \end{array}$$

119 Rest 11 ist der Römer Zinszahl. Wenn nichts übrig bleibt, so ist 15 selbst ihre Zahl.

Von den alten Perioden oder merkwürdigsten Zeitepochen.

§. 897.

Die julianische Periode ist das Product von den Zahlen der drey vorher angezeigten Circuln in einander, nemlich des Sonnencirculs, der güldenen Zahl und der Römerzinszahl also: 28 . 19 . 15, welches 7980 Jahre giebt, nach welchem langen Zeitraum die Zahlen dieser drey Circul erst in gleicher Ordnung wiederkehren. Da nun unsere älteste Zeitrechnung noch nicht über 6000 Jahre zurück geht, so lassen sich alle bisherigen Jahre durch diese 3 Circul von einander unterscheiden, weil nicht 2 derselben die nemlichen Zahlen nach allen dreyen führen.

§. 898. Scaliger hat diese julianische Periode zuerst als einen allgemeinen Maaßstab in der Chronologie eingeführt, worauf sich alle übrigen Epochen oder Jahrzahl-Anfänge leicht reduciren lassen. Die julianische Periode fängt 4713 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung, und also lange vor aller bekannten Zeitbestimmung, an, als in welchem Jahr sowol der Sonnencircul als Römer Zinszahl und güldene Zahl 1 war. Daher giebt die Summe einer gegebenen Jahrz[illegible] das Jahr der julianischen Periode z. B. für 1793

1793 Jahr
\+ 4713

giebt das 6506te Jahr der julianischen Periode für 1793. *). Einige Chronologen haben die Epochen der himmlischen Bewegungen und der Zeitrechnung bis auf diesen Anfang der julianischen Periode zurückgeführt.

§. 899. Wenn in einem Jahre der christlichen Zeitrechnung der Sonnencircul, die güldene Zahl und der Römer Zinszahl bekannt ist, so läßt sich daraus, nach folgenden Regeln, das Jahr der julianischen Periode finden. Man nehme die Summe der Producte von 3780 durch die güldene Zahl, und 1064 durch der Römer Zinszahl; von dem Product 4845 durch den Sonnencircul, (vermehrt wenn es nöthig ist um 7980). Der Unterschied wird durch 7980 dividirt (wenn es angeht), und der Ueberrest zeigt die Zahl der julianischen Periode. Z. B. für 1793 ist der Sonnencircul 10; die güldene Zahl 8, und der Römer Zinszahl 11. Demnach:

$$3780 \cdot 8 = 30240$$
$$1064 \cdot 11 = 11704$$
$$\overline{41944}$$
$$4845 \cdot 10 = 48450$$

Rest 6506, welches die Zahl der julianischen Periode im Jahr 1793 nach Ch. Geb. ist.

§. 900 Sucht man im Gegentheil für ein gegebenes Jahr der julianischen Periode den Sonnencircul, die

*) In diesen 6506 Jahren ist demnach noch kein Jahr gewesen, in welchem der Sonnencircul, die güldene Zahl und Römer Zinszahl 1 war, sondern dies wird erst über 1475 Jahr und also im Jahre 2368 geschehen.

güldne Zahl und der Römer Zinszahl, so dividire man das gegebene Jahr durch 28, 19 und 15, so wird im ersten Fall der Sonnencircul, im zweyten die güldene Zahl und im dritten der Römer Zinszahl übrig bleiben. Z. B. für das Jahr 6506

28) 6506 rest 10 Sonnencircul.

19) 6506 rest 8 güldne Zahl.

15) 6506 rest. 11 Römer Zinszahl.

§. 901. Die merkwürdigste Zeitepoche ist die von der Schöpfung, wiewol sich hiebey nur die Zeit als der Anfangstermin festsetzen läßt, bis zu welcher die älteste Geschichte der Erde, worauf uns die Bibel führt, hinansteigt. In deren Bestimmung finden sich aber bey den Geschichtschreibern noch sehr viele Widersprüche. Sie wird unter andern von Petavius in das 730ste Jahr der julianischen Periode, 3984 Jahre vor Ch. Geb., oder eigentlich nach der gemeinen Rechnung 3983 gesetzt, so, daß hiernach das 1793ste Jahr das 5776ste Jahr der Welt wäre. Allein Scaliger bringt das 764ste Jahr der julianischen Periode heraus, nach welcher Rechnung das 1793ste Jahr mit dem 5742sten Jahr der Welt übereinstimmt, und hiemit kommt Calvisius überein. Die Griechen der neuern Zeiten zählen in unserm 1793sten Jahre schon 7301 Jahre von Erschaffung der Welt. Dieser Jahrrechnung bedienten sich auch ehedem die Russen, welche nun ihre Jahre gleichfalls von der Geburt Christi an rechnen.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0429-6

§. 902. Die Juden rechnen ihre Jahre gleichfalls von der Schöpfung, zählen aber viel weniger. Nach ihrer Rechnung fällt der Welt Anfang in das 953ste Jahr der julianischen Periode, und dessen 7ten October. Da nun dieser Periodus 4713 Jahr vor C. G. anfängt, so zählen die Juden im Jahr 1793 das 5553ste Jahr der Welt. Sie gebrauchen einen Circul von 19 Mondenjahren, welcher unter andern mit dem Neumond anfängt, der ein Jahr vor ihrer angenommenen Schöpfung der Welt eingetreten. Wenn man ihre Jahrzahl mit 19 dividirt, und es bleiben 3, 6, 8, 11, 14, 17 übrig, so ist es ein Schaltjahr; restiren aber andere Zahlen, ein gemeines Jahr. Hiernach wird das 5553ste Jahr ein gemeines Jahr von 12 Monaten seyn, ob es aber ein abgekürztes, ordentliches oder überzähliges ist, kann erst bey Anwendung obiger Regeln (§. 878.) festgesetzt werden.

§. 903. Die Griechen zählten ihre Jahre von der Einführung der olympischen Spiele. Diese Spiele oder ritterliche Uebungen wurden alle vier Jahr in Griechenland gefeyert, und daher hieß ein Zeitraum von vier Jahren eine Olympiade. Ihr Anfang wird in das 3938te Jahr der julianischen Periode, 776 Jahre vor C. G. gesetzt, als in welchem Jahre Iphitus, König zu Elis, diese Spiele in Griechenland erneuerte. Unser 1793stes Jahr ist daher das 2569ste der Olympiaden, und eigentlich, wenn man diese Zahl durch 4 dividirt, das erste der 643sten Olympiade. Diese Jahre der griechischen Zeitrechnung fangen sich allemal im Julius an.

§. 904. Die alten Römer setzten die Erbauung der Stadt Rom als ihre Epoche fest. Diese wird von Varron in das 3961ste Jahr der julianischen Periode und dessen 21sten April, folglich 753 Jahr vor C. G. gesetzt. Daher ist das 1793ste Jahr der christlichen Zeitrechnung das 2546ste nach Erbauung der Stadt Rom.

§. 905. Die Epoche des Nabonassars nahm mit der Gründung des babylonischen Reichs ihren Anfang. Diese Jahrrechnung ist freylich schon längstens abgeschafft, unterdessen, da sich Hypparchus und Ptolemeus derselben bey ihren astronomischen Beobachtungen und Rechnungen bedient haben, so ist selbige noch den Astronomen wichtig. Ihr Anfang fällt auf den 26sten Februar des 3967sten Jahres der julianischen Periode. Hiernach werden auch die ägyptischen Jahre gerechnet. Diese Jahre haben 12 Monate, jeder zu 30 Tagen, und am Ende derselben werden noch 5 Tage eingeschaltet, so, daß 365 Tage herauskommen. 1461 nabonassarische Jahre geben 1460 julianische. Man verlangt hiernach z. B. für 1793 das nabonassarische Jahr zu finden. Das 1793ste Jahr der christlichen Zeitrechnung ist das 6506te Jahr der julianischen Periode; von 3967 bis 6506 sind 2539 julianische Jahre verflossen, welche 2540 nabonassarische Jahre und 270 Tage geben, demnach kommt der Anfang des 1793sten Jahres mit dem 2541sten nabonassarischen überein. Es trift alle 4 Jahr, wegen des zurückgebliebenen Schalttages, um einen Tag früher ein.

§. 906. Der Tod Alexanders des Großen erfolgte den 19ten Julius im 4390sten Jahre der julianischen Periode, oder 323 Jahre vor C. G. Diese Epoche dient den Astronomen zuweilen, um die astronomischen Beobachtungen des Hypparchus, welche Ptolemeus uns aufbehalten hat, auf die richtige Zeit reduciren zu können, weil einige derselben nach dieser Epoche angesetzt sind.

§. 907. Die Jahrzahl der Türken und Araber wird nach Osmars III. Verordnung von der Flucht Mahomeds aus Mecca nach Medina, welche am 16ten Julii Ao. 622 oder im 5335sten Jahre der julianischen Periode geschehen ist, angerechnet. Sie heißt Hegira und ihre Jahre sind ordentliche Mondenjahre von 354 oder 355 Tagen, welche nach einem Circul von 30 Jahren in gleicher Ordnung wiederkehren; 1461 solcher Circul geben 42524 julianische Jahre. Folgendermaassen findet man hiernach das Jahr der Hegira für 1793: Vom 16ten Julii 622 bis 16ten Julii 1793 sind verflossen 1171 julianische Jahre, jedes durch aus zu $365\frac{1}{4}$ Tagen gerechnet. Man setze: 42524 julianische Jahre: 1461 Circul = 1171 julianische Jahre: 40 Circul 6 Jahre und 341 Tage. Nun machen 40 Circul + 6 Jahren = 40. 30 + 6 = 1206 türkische Jahre. Demnach sind 1793 den 16ten Julius alten Calenders verflossen 1206 türkische Jahre und noch überdem 341 Tage, folglich trifft 341 Tage vor dem 16ten Julius 1793, nemlich am 8ten August alten oder 19ten Aug. gregorianischen Calenders Ao. 1792 der Anfang des 1207ten Jahres der Hegira ein.

§. 908. Die Perser rechneten ehedem ihre Jahre von der Regierung ihres letzten Königs Yezdegirde. Der Anfang dieser Epoche fällt in das 5345ste Jahr der julianischen

Periode, oder 632 Jahr nach C. G. den 16ten Julii, und diese Jahrrechnung kömmt in allen Stücken mit der nabonassarischen überein, außer, daß es sich vom 16ten Julii anfängt, und die Monate andere Namen haben. Unter dem Sultan Gelal aber haben die Perser ihre Jahrform verändert, und die richtige Länge des Sonnenjahrs dabey zum Grunde gelegt. Sie haben dabey eine Periode von 648 Jahren angenommen, und selbige dergestalt in gemeine und Schaltjahre zu 365 oder 366 Tagen eingetheilt, daß nach Verfluß derselben nur eine sehr geringe Abweichung vom Sonnenjahr statt findet.

§. 909. Das erste Jahr der christlichen Zeitrechnung ist der gemeinen Rechnung nach, das 4713te der julianischen Periode; das 3983ste Jahr der Welt, und das 46ste nach Julius Cäsars Calenderverbesserung. Die Geburt Christi soll eigentlich am Ende des zweyten Jahres vor der christlichen Zeitrechnung fallen, ja einige Geschichtsschreiber setzen selbige noch zwey Jahre weiter zurück. Josephus meldet nemlich in seinen jüdischen Alterthümern, daß kurz vor dem Tode des Königs Herodes des Großen, welcher ein oder zwey Jahre nach C. G. starb, eine Mondfinsterniß vorgefallen sey. Nach den astronomischen Tafeln hat sich aber diese Finsterniß im vierten Jahr vor der gemeinen Rechnung in der Nacht vom 12ten auf den 13ten März zugetragen. Die Ungewißheit in Ansehung des eigentlichen Geburtsjahres des Heilandes, ist auch vornemlich der Ursache zuzuschreiben, weil es erst 525 Jahre hernach, dem römischen Abt Dionysius einfiel, dasselbe als einen Anfangstermin der Zeitrechnung in der abendländischen Christenheit einzuführen.

Von den Epacten oder Mondzeigern.

§. 910.

Ein astronomisches Mondenjahr hat nur in vollen Tagen gerechnet, wie es die Chronologie erfordert, 354, ein bürgerliches Sonnenjahr aber 365 Tage. Der Unterschied beläuft sich jährlich auf 11 Tage. Nach zwey Jahren auf 22, nach drey auf 33, oder da die Summe über einen ganzen Monat = 30 Tage geht, auf 3; nach 4 Jahren auf 14; nach 5 auf 25; nach 6 auf 36 oder 6 u. s. f. Diese Unterschiede der Tage im Sonnen- und Mondenjahre heißen Epacten. Wenn solche wie hier nur in ganzen Tagen fortgehen, so werden sie kirchliche genannt, und dienen blos, in dem seit 1582 eingeführten gregorianischen oder katholischen Calender nach den Regeln der Kirche, die Tage der kirchlichen Neumonde, wornach die Feste gerechnet werden, zu bestimmen. Sie kommen daher nicht mit den astronomischen Epacten überein, denn da der genaue Unterschied des mittlern Sonnen- und Mondenjahres sich auf 365 Tage 5 St. 48′ 48″ — 354 Tage 8 St. 48′ 35″ = 10 Tage 21 St. 0′ 13″ oder des gemeinen bürgerlichen Sonnenjahres von 365 Tagen 0 St. 0′ 0″ und dem mittlern Mondenjahr auf 10 Tage 15 St. 11′ 25″ beläuft, so ist letzterer Unterschied eigentlich die astronomische Epacte.

§. 911. Die Calender- oder kirchlichen Epacten sollen gleichfalls wie die astronomischen das Alter des Mondes am ersten Tage des Jahrs anzeigen, treffen aber nicht allemal damit zu *). Ist die Epacte für ein gewisses Jahr 0, so trift der Neumond am ersten Januar ein. Beym Anfang des folgenden Jahres wird die Epacte oder das Alter des Mondes 11 seyn, weil sich das Mondenjahr 11 Tage früher als das Sonnenjahr endigt, und die Mondenviertel werden sich 11 Tage früher einstellen. Addirt man nun für jedes folgende Jahr 11 hinzu, und subtr. so oft es angeht, 30, so wird sichs finden, daß die Epacten mit der güldnen Zahl nach 19 Jahren wiederkehren, weil nach deren Verfluß die Neumonde wieder an gleichen Monatstagen fallen. Am Ende des Mondencirculs, oder wenn die güldne Zahl von 19 bis auf 1 geht, wird unterdessen statt 11 ... 12 addirt, weil der letzte Mondenmonat im letztern Jahre des Mondencirculs nur zu 29 Tagen gerechnet wird (§. 894). Im Julianischen Calender gehen die Epacten durch alle Jahrhunderte nach obiger Regel fort: im Gregorianischen aber wird diese Ordnung in gewissen Jahrhunderten unterbrochen, und daher ist der Unterschied zwischen den Epacten

*) Z. B. für die 4 letzten Jahre in diesem Jahrhundert ist

	astronomische Epacte.			Calenderepacte.
1797	2 T.	4 St.	30′	1 Tag.
1798	12	19	42	12
1799	23	10	53	23
1800	4	13	20	4

beyder Calender veränderlich. Man erhält die gregorianischen Epacten für ein gegebnes Jahr, wenn man von der julianischen zwischen 1600 und 1700, 10; zwischen 1700 und 1900, 11; zwischen 1900 und 2200 12 subtrahirt, (wenn die Subtraction nicht angeht, werden vorher 30 addirt).

§. 912. Folgende Tafel zeigt hiernach die der güldnen Zahl im julianischen Calender für beständig, im gregorianischen aber von 1700 bis 1900 zukommende Epacte.

güldne Zahl.	Julianische Epacten.	Gregorian. Epacten.	güldne Zahl.	Julianische Epacten.	Gregorianische Epacten.
1	XI	XXX od.*	11	I	XX
2	XXII	XI	12	XII	I
3	III	XXII	13	XXIII	XII
4	XIV	III	14	IV	XXIII
5	XXV	XIV	15	XV	IV
6	VI	XXV	16	XXVI	XV
7	XVII	VI	17	VII	XXVI
8	XXVIII	XVII	18	XVIII	VII
9	IX	XXVIII	19	XXIX	XVIII
10	XX	IX	1	XI	XXX od. *

Die julianische Epacte eines jeden gegebenen Jahres wird übrigens gefunden, wenn man die güldne Zahl mit 11 multiplicirt, und das Product, wenn es angeht, durch 30 dividirt, so zeigt sie sich im Rest. Z. B. im Jahr 1793 ist die güldne Zahl 8, demnach $\frac{8 . 11}{30} = 2$ und es restiren XXVIII als die Epacte des Julian. Calenders, werden hievon im gegenwärtigen und folgenden Jahrhundert XI subtrahirt, so bleibt XVII die gregorianische Epacte: Oder man multiplicirt die güldne Zahl weniger eins mit 11, und dividirt das Product durch 30, so ergiebt sie sich gleichfalls im Rest; als $\frac{7 \cdot 11}{30} = 2$ restiren XVII. Geht in diesen Fällen die Division nicht an, so ist das Product selbst die Epacte.

Von der Einrichtung des Calenders und der Festrechnung.

§. 913.

Es sind, wie bereits aus dem vorigen erhellet, in der Christenheit dreyerley Calender bisher eingeführt. 1) Der alte julianische. 2) Der neue gregorianische oder catholische, und 3) der verbesserte oder protestantische Der alte julianische geht vornemlich dadurch von den übrigen ab, daß er in demjetzigen Jahrhundert 11 Tage, im künftigen 12 Tage weniger zählt. Der verbesserte ist darin hauptsächlich von dem gregorianischen unterschieden, daß das Osterfest in demselben auf eine andere Art bestimmt, und viele Namenstage der Heiligen verändert worden. Unsere ganze Festrechnung gründet sich auf einen Schluß der nicänischen Kirchenversammlung im vierten Jahrhundert, welcher schon oben angezeigt worden, daß nemlich: Ostern an dem Sonntage gefeyert werden soll, der zunächst auf den ersten Vollmond nach dem Frühlingsäquinoctio folgt, und daß, wenn dieser Vollmond selbst auf einem Sonntag einfällt, das Osterfest bis auf den nächstfolgenden Sonntag verlegt werde. Das letztere soll auch geschehen, wenn es sich fügte, daß der Ostersonntag auf den ersten jüdischen Ostertag fiel, um niemals mit den Juden zugleich Ostern zu feyern.

§. 914. Im gregorianischen Calender wird nun der Ostervollmond nach den kirchlichen Epacten berechnet, weil solche aber nicht genau mit dem Himmel übereinstimmen, so gingen die evangelischen Stände, als sie 1700 den neuen Calender annahmen, in diesem Puncte von den Gregorianern ab, und beschlossen, daß der Ostervollmond in ihrem verbesserten Calender, so wenig nach der im julianischen Calender gebräuchlichen dionysischen Rechnung als den gregorianischen Epacten, sondern nach richtigen astronomischen Rechnungen bestimmt werden sollte; da nun damals die rudolphinischen Mondtafeln von Kepler für die richtigsten gehalten wurden, so beschloß man, nach denselben allemal das Frühlingsäquinoctium, und hiernächst den darauf folgenden Vollmond unter dem Meridian von Uranienburg *) zu berechnen, und darnach Ostern zu feyern. Folglich wurden hiedurch in dem verbesserten protestantischen Calender die alten chronologischen Circuln zur Bestimmung der Feste völlig bey Seite gesetzt.

§. 915. Bis Ao. 1723 zeigte sich zwischen den astronomischen Rechnungen der Protestanten und der cyclischen

*) Die auf der Insel Hwen im Sunde ehemals gelegene berühmte tychonische Sternwarte.

der Catholiken keine solche Abweichung, daß nicht die Osterfeyer in beyden Kirchen an einem und demselben Sonntag einfiel. Allein 1724 gab die astronomische Rechnung die Frühlingsnachtgleiche auf den 20sten März und den Ostervollmond auf den 8ten April an einem Sonnabend, demnach feyerten die Protestanten am 9ten April Ostern. Der gregorianische Epactencircul aber gab den Vollmond unrichtig auf den 9ten April, als den Sonntag selbst an, und daher mußten (nach dem Schluß des nicänischen Conciliums) die gregorianischen Ostern auf den 16ten April verlegt werden. Im Jahr 1744 fand sich ein ähnlicher Unterschied, so wie im 1778sten Jahre, und er wird sich noch einmal in diesem Jahrhundert, nemlich im Jahr 1798 wieder zutragen. Ueberdem fallen in diesen beyden letztern Jahren die jüdischen Ostern mit dem Ostersonntag des verbesserten Calenders zusammen, damit müssen die Ostern der Protestanten auf 8 Tage hinaus gesetzt werden, um dem (intoleranten) Schluß jener alten Kirchenversammlung nachzukommen, und dies ist auch im Jahr 1778 wirklich geschehen. Allein für den im Jahr 1798 vorkommenden Fall wird wol keine Verlegung statt finden, davon die Ursache unten §. 917 angezeigt wird.

§. 916. Folgende Tafel zeigt, wenn die güldne Zahl, der Sonntagsbuchstabe und die Epacte des gregorianischen Calenders bekannt sind, den Ostervollmond für dieses und das künftige Jahrhundert, sowol im julianischen als gregorianischen Calender.

güldne Zahl.	Jul. Oster-vollmond.	Gregorian. Epacten.	Greg. Oster-vollmond.
1	5 April d	*	13 April e
2	25 März g	XI	2 April a
3	13 April e	XXII	22 März d
4	2 April a	III	10 April b
5	22 März d	XIV	30 März e
6	10 April b	XXV	18 April c
7	30 März e	VI	7 April f
8	18 April c	XVII	27 März b
9	7 April f	XXVIII	15 April g
10	27 März b	IX	4 April c
11	15 April g	XX	24 März f
12	4 April c	I	12 April d
13	24 März f	XII	1 April g
14	12 April d	XXIII	21 März c
15	1 April g	IV	9 April a
16	21 März c	XV	29 März d
17	9 April a	XXVI	17 April b
18	29 März d	VII	6 April e
19	17 April b	XVIII	26 März a

Beyspiel für 1793.

Die güldne Zahl ist in beyden Calendern 8.

Der Sonntagsbuchstabe im gregorianischen F.

= = = = im julianischen B.

Die Epacte im gregorian. XVII.

Die güldne Zahl 8 zeigt den jul. Vollmond den 18 April.

Der Buchstabe c deutet einen Montag an, weil der Sonntagsbuchstabe B ist, daher ist der folgende Sonntag oder der 24ste April der Ostersonntag im Julian. Calender.

Die Epacte XVII giebt den Ostervollmond des gregorian. Calenders den 27sten März, und der Buchstabe b deutet an auf einem Mittewoch, weil der Sonntagsbuchstabe E ist, daraus folgt, daß am 31sten März, als dem nächstfolgenden Sonntag, die gregorianischen Ostern einfallen. Die astronomische Rechnung giebt gleichfalls den Vollmond am 27sten März, einem Mittewoch des Abends um 4 Uhr an, und daher fallen die Ostern des verbesserten Calenders mit dem gregorianischen am 31sten März zusammen *).

§. 917. Ich finde nicht nöthig, hier alle die verschiedenen Streitigkeiten zu erwehnen, welche die zuweilen nicht zusammentreffende Berechnung des Osterfestes der Catholiken und Protestanten, und die sonderbare Bedingung, daß wenn der Ostersonntag auf den ersten Ostertag der Juden falle, solcher bis zum nächsten Sonntag verlegt werden müsse, veranlaßt haben, indem bey denselben nicht selten ungereimte Vorurtheile und Religionshaß die Triebfedern waren. Es würde überhaupt zur Vermeidung aller Unordnung am besten seyn, Ostern allemal an einem gewissen Sonntage des Jahrs, z. B. am ersten Sonntage nach dem Eintritt der Sonne, in den Frühlingsäquinoctial oder Widderpunct, zu feyern, wozu aber bisher wenig Hoffnung ist.

*) Die Ostergränzen sind zwischen dem 22sten März und 25sten April eingeschlossen, so, daß Ostern niemals früher und niemals später einfallen kann.

Unterdessen haben die protestantischen Stände im Jahr 1775 auf dem Reichstage zu Regensburg den Antrag des Kaisers eingewilligt: 1) Ostern im Jahr 1778, um den Juden auszuweichen, im verbesserten Calender auf acht Tage zu verlegen, und mit den Catholiken zugleich am 19ten April zu feyern; und dann 2) im Jahr 1776 wirklich beschlossen, dem bisherigen gregorianischen Calender der Catholiken unter der Benennung eines allgemeinen Reichscalenders beyzutreten, und also die in demselben nach der cyklischen Rechnung angesetzten Ostern und alle davon abhängenden Feste, jederzeit mit den Catholiken zugleich zu feyern, wodurch denn alle fernere Zwistigkeiten über diese Sache unter beyden Religionspartheyen, aufhören werden.

§. 918. Von Ostern hängen alle bewegliche Feste und Sonntage, die nemlich nicht immer auf den nemlichen Monatstag des Jahres fallen, nach den Verordnungen der Kirche ab. Der Sonntag, welcher 9 Wochen vor Ostern fällt, heißt Septuagesima, die Sonntage, welche diesem vorgehen, werden vom Feste Epiphania oder der sogenannten heiligen drey Könige an gerechnet. Nach Septuagesima folgen bis Ostern die Sonntage: Sexagesima, Estomihi, (den Dienstag darauf ist Fastnacht und den Mittwoch Aschermittwoch), Invocavit, Reminiscere, Oculi, Lätare, Judica, Palmarum, den Donnerstag darauf ist der sogenannte grüne Donnerstag und der Freytag der Charfreytag, der nächstfolgende Sonntag ist der Ostersonntag; 40 Tage nach Ostern ist Himmelfahrt und 50

Tage nach Ostern Pfingsten. Nach Ostern folgen alsdann die Sonntage: Quasimodogeniti, Misericordias Domini, Jubilate, (den Mittewoch darauf fällt in den Preussischen Staaten der allgemeine Bettag ein), Cantate, Rogate, (den Donnerstag darauf Himmelfahrt) Exaudi, Pfingstsonntag. Der Sonntag nach Pfingsten heißt Trinitatis und von demselben werden alle folgende Sonntage bis zum ersten Adventsonntag fortgezählt. Dieser fällt allemal zwischen d. 27. Nov. u. 3. Dec. incluf., dann folgen bis Weihnachten noch drey Adventsonntage. Die vier Quatember sind Fasttage bey den Catholiken, und fallen ein an dem Mittwoch 1) nach Invocavit, 2) nach Pfingsten, 3) nach Kreuzerhöhung oder nach dem 14ten Sept. 4) nach Luciä oder nach dem 13ten Dec.

§. 919. Die unbeweglichen Feste, welche beständig auf gleiche Monatstage fallen, sind: Neujahr am ersten Jan., Epiphania oder heilige drey Könige am 6ten Januar, Mariä Reinigung oder Lichtmeß am 2ten Februar, Mariä Verkündigung am 25sten März, Johannistag am 24sten Junius, Mariä Heimsuchung am 2ten Julius, Michaelis am 29sten September, Weihnachten am 25sten December. Endlich Frohnleichnam am Donnerstag nach dem Sonntag Trinitatis; viele Heiligen- und Aposteltage durchs ganze Jahr bey den Catholiken, von welchen letztern aber seit verschiedenen Jahren manche abgeschaft worden.

§. 920. Weil die Juden unter uns wohnen, so ist noch von ihren vornehmsten Festen und Feyertagen, so wie

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0443-0

selbige nach der Ordnung unserer Monate vorkommen, folgendes zu merken. Der erste Tag ihres Monats Shebat fällt in unserm Januar, und der erste ihres Monats Tebeth in unserm December ein. Den 14ten Adar ist in gemeinen Jahren Purim oder das Hamansfest; in Schaltjahren aber den 14ten Veadar. Mit dem Monat Nisan fängt ihr Kirchenjahr an; den 15ten Nisan nimmt allemal ihr achttägiges Osterfest seinen Anfang, welches am ersten und 2ten, 7ten und 8ten Tage strenge gefeyert wird. Den 6sten und 7ten Sivan ist Pfingsten. Den 17ten Tamuz ein Fasttag, wegen der Eroberung des Tempels. Den 9ten Ab ein anderer, wegen dessen Verbrennung. Den ersten Tisri ist der Neujahrstag des bürgerlichen Jahres, welcher gemeiniglich in unserm September einfällt. Der 2te Tisri wird gleichfalls gefeyert. Den 3ten ist die Fasten Gedalja. Den 10ten der große Versöhnungstag oder die lange Nacht, wird strenge gefeyert. Vom 15ten bis 22sten ist das Lauberhüttenfest, welches den 15ten und 16ten, 21sten und 22sten strenge gefeyert wird. Den 23sten Gesetzfreude. Den 25sten Cisleu ist die Kirchweihe. Den 10ten Tebeth ein Fasttag, wegen Jerusalems Belagerung. Außerdem feyern die Juden auch noch die vier Tekuphen, welches Tage sind, die in den Monaten Tisri, Tebeth, Nisan und Tamuz einfallen, und an welchen der Eintritt der Sonne in ♈ ♋ ♎ und ♑ geschehen soll.

Verzeichniß
verschiedener in Deutschland über astronomische Wissenschaften herausgekommener oder übersetzter Schriften.

Abhandlungen, physische, der Königl. Pariser Akademie der Wissenschaften von 1692 bis 1741, 13 Bände, enthalten viele astronomische Beobachtungen und Aufsätze.

Allgemeine oder mathematische Beschreibung der Erdkugel, von Mallet, in 4. Greifswalde, 1774.

Bailly, Geschichte der Sternkunde des Alterthums, 2 Theile, 8. Leipz. 1777.

Bernoulli, Recueil pour les Astronomes, 3 Bände, 8. Berlin, 1771 — 1776.

— — Lettres astronomiques, 8. Berlin, 1771.

Bode, J. E. Ausgabe der Dialogen des Hrn. Fontenelle, mit Anmerkungen und Kupfern, 3te Auflage. Berlin,

— — Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 6ste Auflage, 8. Berlin, 1792.

— — Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, 8. Berlin, 1786.

— — Vorstellung der Gestirne auf 34 Kupfertafeln, nebst vollständigem Fixsternverzeichniß und Anweisung zum Gebrauch. Berlin, 1782.

— — Abhandlung vom neuen Planeten, 8. Berlin, 1784.

— — Allgemeine Untersuchungen und Bemerkungen über die Lage und Austheilung aller bisher bekannten Planeten und Kometenbahnen, mit einem großen Entwurf der parabolischen Laufbahnen von 72 Kometen, 8. Berlin, 1791.

Bode, J. E. Beschreibung und Gebrauch einer auf den Horizont von Berlin entworfenen Weltcharte, 8. Berlin, 1793.

— — Allgemeine Himmelscharte mit einem transparenten Horizont (2 Fuß im Durchm.) und Beschreib derselb. 8. Berl.

Brodhagen, von den bisher bekannten Methoden, zur Bestimmung der geographischen Länge und Breite, besonders auf der See, 4. Hamb. 1791.

Chronologie, allgemeine, von Dantine, mit Hrn. Walchs Vorrede, erster Theil, 8. Leipz. 1779.

Darquier, astronomische Briefe, 8. Breslau, 1791.

Derhams, Astrotheologie, 8. Hamb. 1765.

Ephemeriden, oder astronomische Jahrbücher, nebst Sammlungen der neuesten in die astronomischen Wissenschaften einschlagenden Abhandlungen, Beobachtungen und Nachrichten, vom J. 1776 bis 1795, 8. von J. E. Bode. Berl. 1774 — 1792.

Fergusons Astronomie nach Newtons Grundsätzen, 8. Berl. 1783.

— — Anfangsgründe der Sternseherkunst, 8. Leipz. 1771.

Fischer, Betrachtungen über die Kometen, 8. Berl. 1789.

Funk, Anweisung zur Kenntniß der Gestirne, auf zwey Planiglobien und zwey Sternkegeln, 8. Leipz. 1777.

Gatterers, Abriß der Chronologie, in 8. Göttingen, 1777.

Hamberger, die Ursachen der Bewegung der Planeten, 8. Jena, 1772.

Hamburgischer Schifferkalender, nebst Tafeln, Berechnungen und Nachrichten für den Seemann; seit dem Jahre 1786.

Helmuth, Gestirnbeschreibung, 8. Braunschweig, 1774.

Helwig, hundertjähriger Calender, neue Ausgabe von Rüdiger, 8. Leipz. 1786.

Heun, Versuch einer Naturgeschichte des gestirnten Himmels, 8. Dresden, 1774.

Herschel, über den Bau des Himmels, 8. Königsberg, 179 .

Kästners, astronomische Abhandlungen, 1ste und 2te Sammlung, 8. Göttingen, 1772 u. 1774.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0446-7

— — Anfangsgründe der angewandten Mathematik, 2ter Theil, 2te Abtheilung, 8. Göttingen, 1792.

Kant, allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, 8. Königsberg, 1755.

Klügels, Encyclopädie, neue Ausgabe von 1793, der Abschnitt von den astronomischen Wissenschaften.

Lamberts Beyträge zum Gebrauch der Mathematik, zweyter Theil, 2ter Abschnitt u. 3ter Theil. Berlin, 1770 u. 1772.

— — ecliptische Tafel u. deren Beschreibung, 8. Berlin, 1765.

— — Insigniores Orbitae Cometarum Proprietates, 8. Aug. Vind. 1761.

— — kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues, 8. Augspurg, 1761.

Lulofs, Einleitung zur mathem. und physik. Kenntniß der Erdkugel, 4. Götting. 1755.

Mayer, *Tob.* Opera inedita Vol. I, 4to. Goettingae, 1775.

von Maupertuis, Versuch einer Cosmologie, 8. Berlin, 1751.

Mitterbacher, physikalische Astronomie, 8. Wien, 1781.

Müllers, Tafeln der Sonnenhöhen für ganz Deutschland und dessen westlich und östlich benachbarte Länder, mit einem in Kupfer gestochenen Sextanten, 8. Leipzig, 1791.

Plüche, Historie des Himmels, 2 Theile, 8. Dresden, 1740.

Reccard, Abhandlung von der großen Sonnenfinsterniß den 1sten April 1764, 4. Berlin, 1764.

Riedel, die Verbindung der Sonne, Erde und des Mondes in einem Modell vorgestellt, mit Kupf. 8. Leipz. 1785.

Röhls, astronomische Wissenschaften, 2 Theile, 8. Greifsw. 1768 u. 1769.

— — Steuermannskunst, 8. Greifsw. 1778.

Röslers, Handbuch der Astronomie, zwey Theile. Tübingen, 1788.

Kostens, astronomisches Handbuch, neue Ausgabe, 4 Theile in 4. Nürnberg, 1771 — 1774.

von Segner, astronomische Vorlesungen, zwey Theile in 4to. Halle, 1775.

Sack, kosmologische Betrachtungen über den neuen Planeten, 8. Berlin, 1785.

Sammlung astronomischer Tafeln, drey Bände in gr. 8. Berlin, 1776.

Schröters, Beyträge zu den neuesten astronomischen Entdeckungen, 8. Berlin, 1788.

— — Beobachtungen über die Sonnenflecken, 4. Erfurt, 1789.

— — Selenotopographische Fragmente, zur genauern Kenntniß der Mondfläche, 4. Göttingen, 1791.

Scheibels, astronomische Bibliographie, 3 Abtheilungen, 8. Breslau, 1784 — 1789.

— — Unterricht zum Gebrauch der künstlichen Himmels- und Erdkugeln, zwey Theile. Breslau, 1779 und 1785.

Schmid, von den Weltkörpern, 8. Leipz. 1772.

v. Tempelhoff, genaue Berechnung der Sonnenfinsternisse und Bedeckungen der Fixsterne vom Mond, 8. Berlin, 1772.

Welpers, Gnomonik, Fol. Nürnberg, 1708.

Wünsch, kosmologische Unterhaltungen, 1ster Band, 8. Leipz. 1791.

Wurms, Geschichte des neuen Planeten Uranus, nebst Tafeln, 8. Gotha, 1791.

de Zach, Tabulae motuum Solis novae et correctae, atque Fixarum praecipuarum Catalogus novus, 4. Gothae, 1792.

Verbesserungen.

Seite 419 Zeile 10 statt richtige = = wichtige

= 481 = 1 statt QR = = = QS

= 669 = 21 statt + 1, 5 = = + 1, 15

22 statt — 1, 5 = = — 1, 15

= 680 muß heißen: Giebt wahre Anomalie in der Ellipse 60° 10′ 24″

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0449-7

Bericht an den Buchbinder.

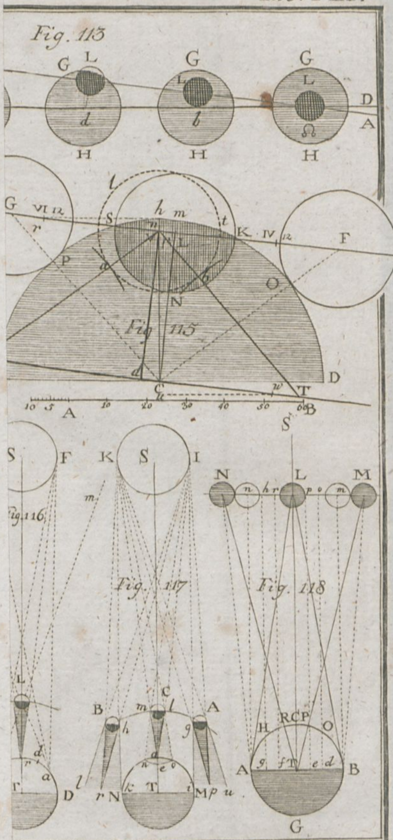
Das erste Blatt des Bogens Gg wird weggeschnitten, und kömmt am Schluß des ersten Theils. Der zweite Theil fängt mit dem neunten Abschnitt an, und diesem wird der Titel und Inhalt des zweyten Theils vorgebunden. Die Kupfer werden dergestalt an Papier geleimt, daß sie sich beym Gebrauch bequem ganz herausschlagen lassen. Wenn das Buch in zwey Bänden soll gebunden werden, so wird Tab. I. bis X. dem ersten und Tab. XI. bis XIX. dem zweyten Theil angehängt.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0450-9

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0451-4

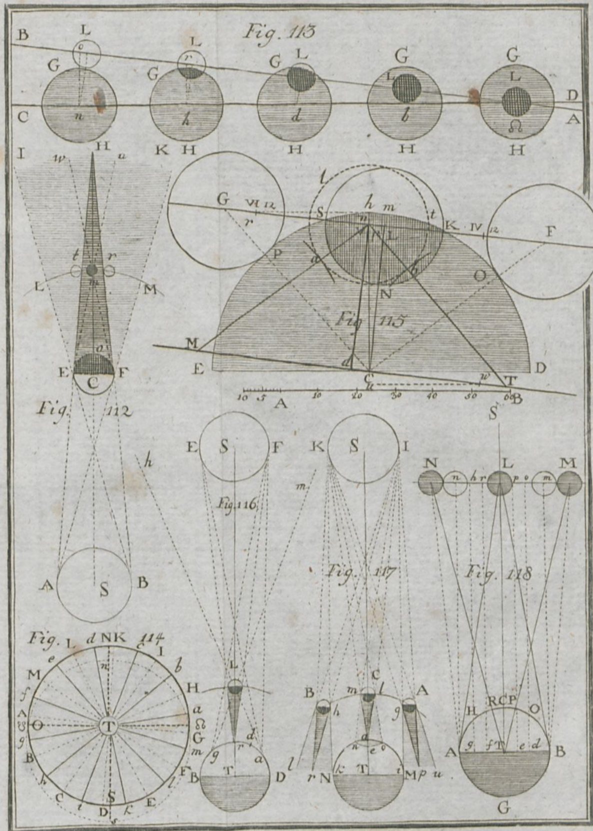
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0452-0

Tab. XII.



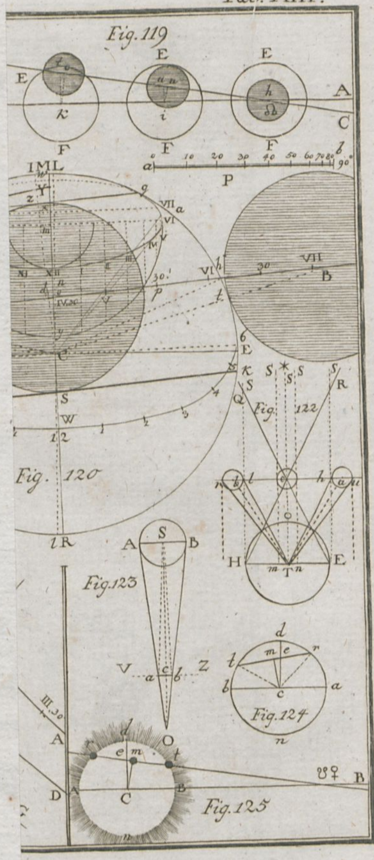
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0453-5

Tab. XII.



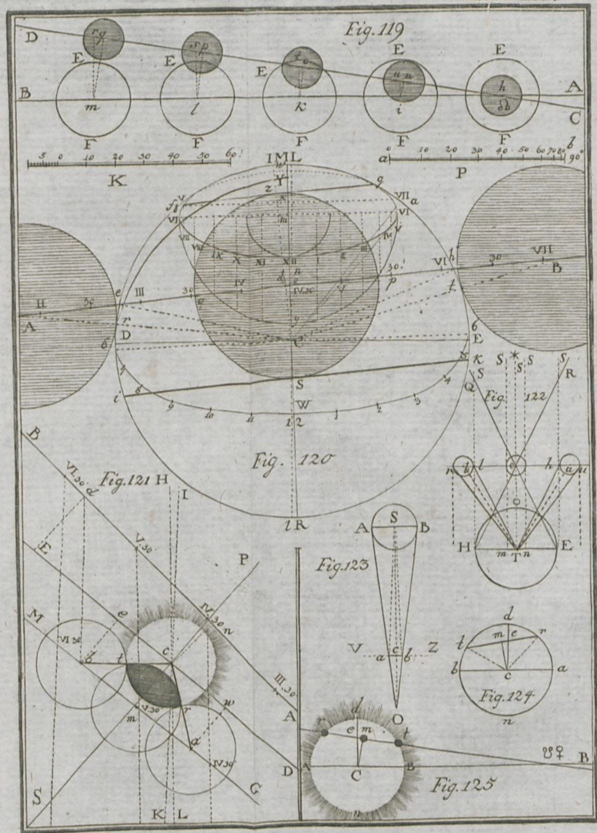
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0455-6

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0456-2



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0457-8

Tab. XIII.



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0458-3

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0459-2

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0460-4

Tab. XIV.

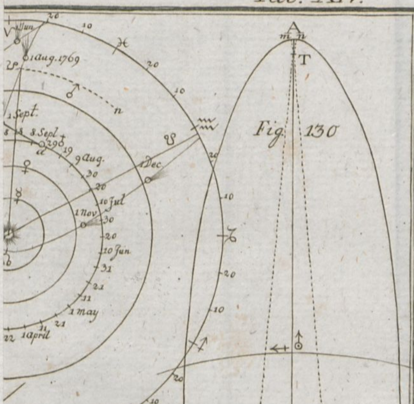
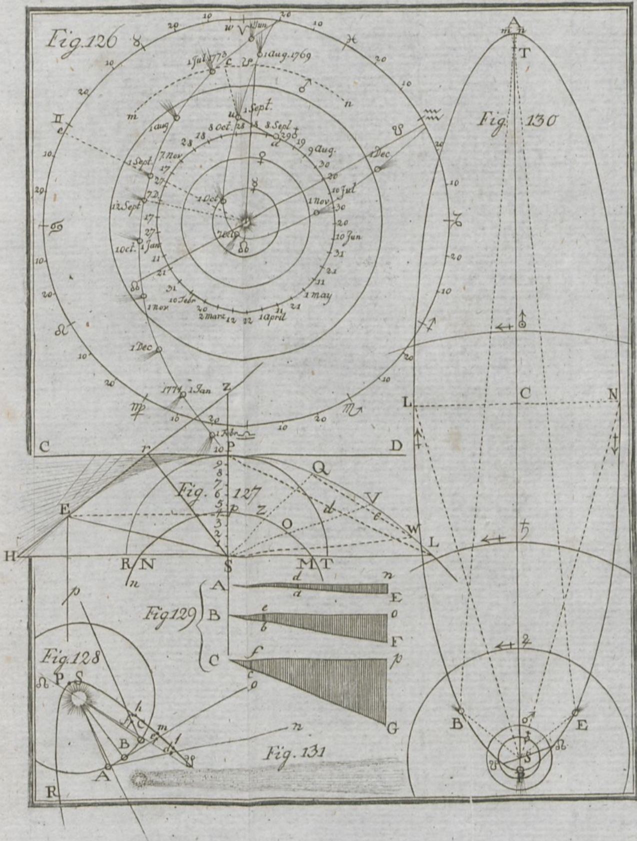


Fig. 130
Fig. 131
1 aug. 1769
1 Sept.
8 Sept.
9 aug.
10 Jul.
10 Jun.
1 may
1 april
1 Nov.
1 Dec.
A
T
C
L
N
B
E
S
D
Q
V
W
Z
O
M
E
F
G

Tab. XIV.

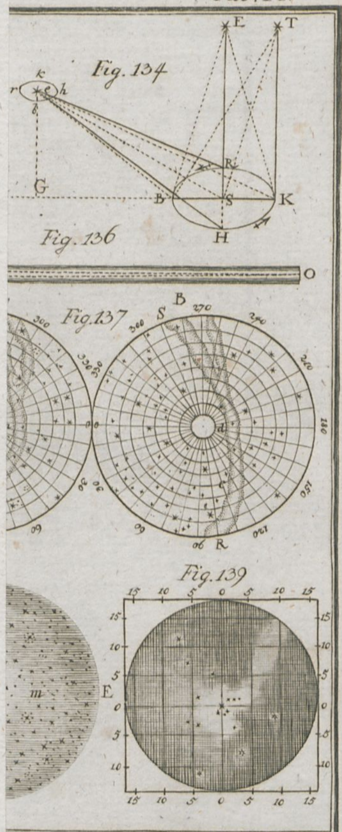


Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0462-5

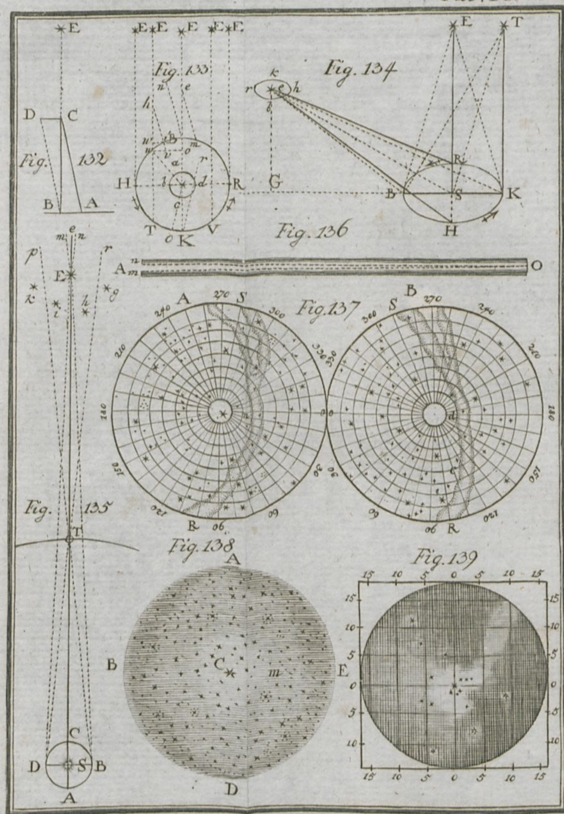
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0463-1

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0464-6

Tab. XV



Tab. XV

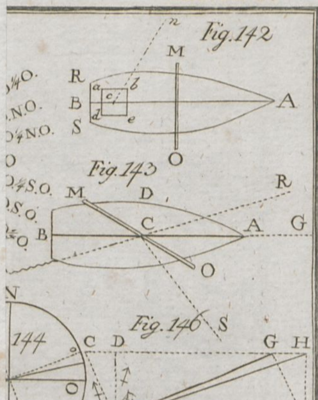


Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0466-7

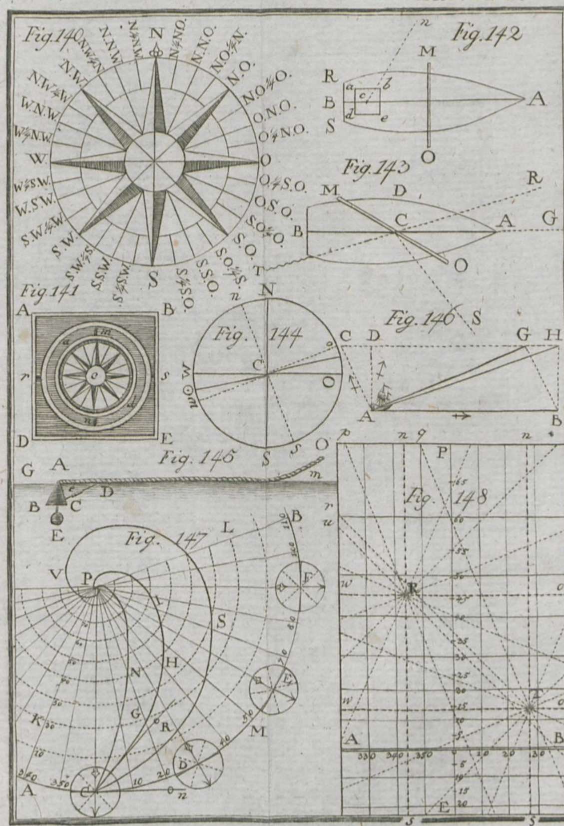
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0467-3

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0468-9

Tab. XVI.



Tab. XVI.

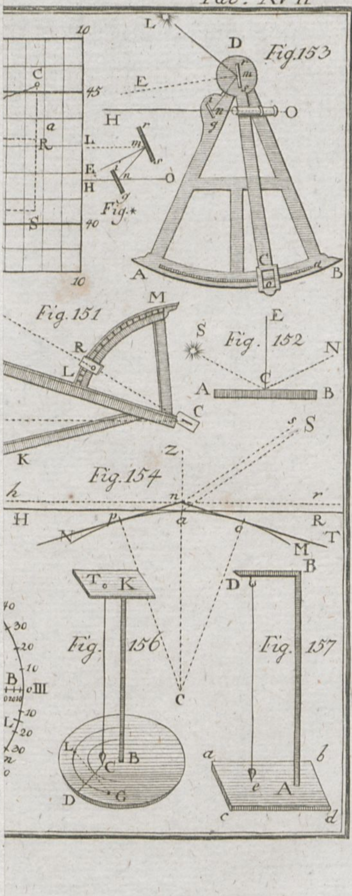


Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0470-0

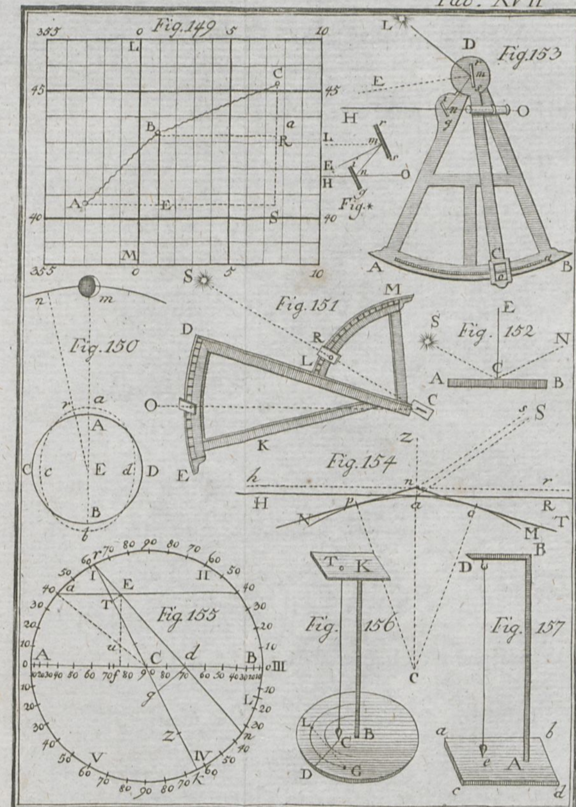
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0471-5

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0472-1

Tab. XVII



Tab. XVII

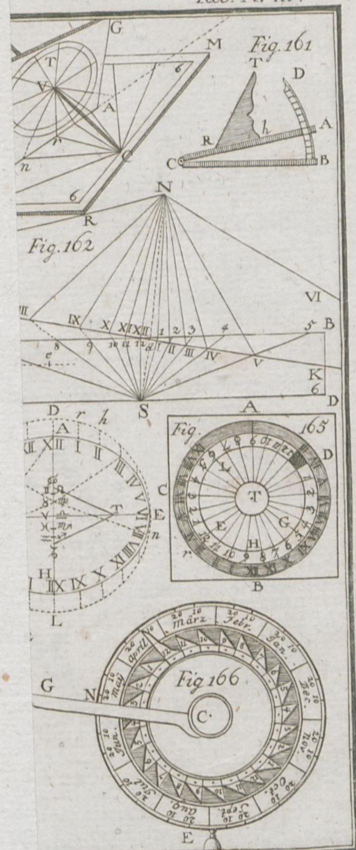


Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0474-2

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0475-7

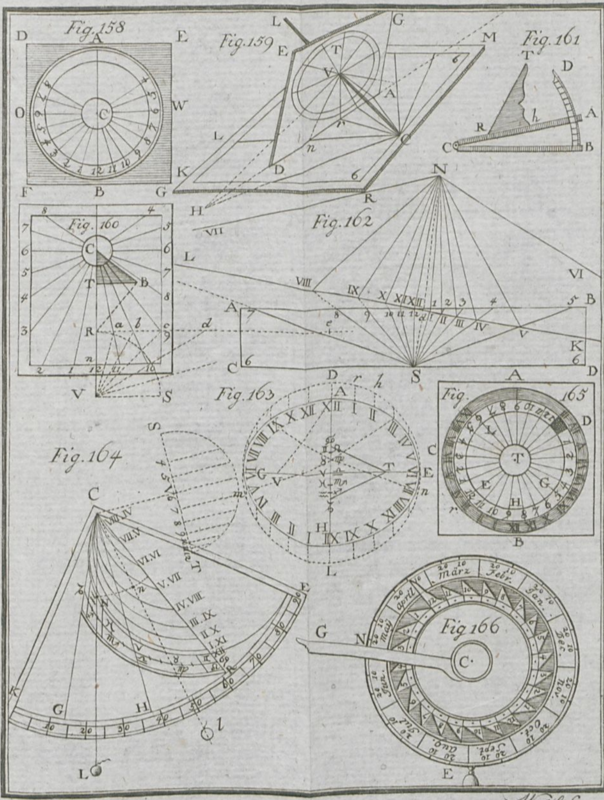
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0476-3

Tab. XVIII.



Wolff sc.

Tab. XVIII.

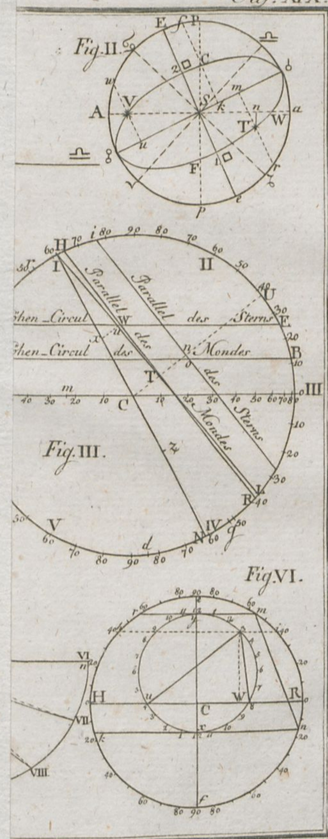


Wolff sc.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0479-3

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0480-5

Taf. XIX.



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0481-1

Taf. XIX.

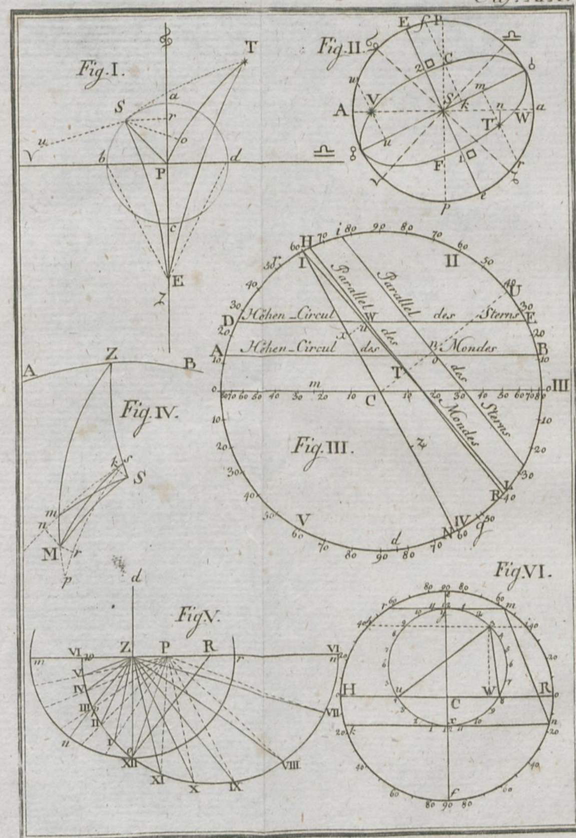


Fig. I.
Fig. II.
Fig. III.
Fig. IV.
Fig. V.
Fig. VI.
Höhen Circul des Sterns
Höhen Circul des Mondes
Parallel des Sterns
Parallel des Mondes

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0483-2

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0484-7

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0485-3

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0486-8

Pd 380 d/2

ULB Halle 3
006 237 827

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0487-4

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0488-9

erung

kunde

hörigen

haften,

ode,

ademie der Wissenschaften und
unde zu Berlin, Mitglied der
Correspondent der Kaiserl.
etersburg.

d verbesserte Auflage.

Theil.

ertafeln.

1793.
drich Himburg.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-648547-p0489-9