©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ueber das

# ptolemäische und copernicanische Weltsystem.

Von

PROF. DIONYS RITTER VON GRÜN.

---

Vortrag, gehalten am 20. Jänner 1875.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Geschichte der physischen Weltanschauung, der Vorstellung nämlich, welche Völker verschiedener Zeiten und Länder sich von dem Bau des Weltalls, von der Ordnung und Zusammenwirkung der lebendigen Kräfte im Universum gebildet haben, machen einen nicht zu unterschätzenden Moment der Culturgeschichte des menschlichen Geistes überhaupt aus. Man sollte glauben, dass ein so kühnes Gedankenwagniss in den Plan der Schöpfung einzudringen, erst als das Ergebniss einer verhältnissmässig späteren Culturepoche habe hervortreten können, da dies nicht allein eine grosse Reihe von bereits geordneten, auf wirkliche Thatsachen beruhenden Naturbeobachtungen voraussetzt, an sich schon ein Vermächtniss von zahlreichen höher entwickelten Menschengeschlechtern, sondern auch eine, wenigstens bis zu einem gewissen Grade zur geistigen Freiheit erwachte, über den bunten und oft verwirrenden Wechsel der Naturerscheinungen hinaus, einer höheren, idealen Einheit zustrebenden Gedankenthätigkeit als nothwendig vorhanden erscheinen lässt. Dem ist jedoch nicht so. Wie der geschärften Beobachtung aus den tiefsten Himmelsräumen noch leuchtende kosmische Körper ent-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



gegenwinken, Zeugniss gebend, dass der Bereich der Schöpfung sich über unsere Weltinsel hinaus in dem menschlichen Verstande unfassbare Weiten erstreckt, so ist es auch mit jenen Lichtpunkten des menschlichen Geistes rücksichtlich der unmessbaren Zeitfernen. Ein solches Geistesgebilde — um Ihre Aufmerksamkeit nicht auf jene seltsamen, dem abendländischen Verstande schwer zugänglichen Phantasieschöpfungen der orientalischen Völker hinzuleiten und gleich von der Völkergruppe auszugehen, in welcher unsere rein menschliche Cultur gewurzelt ist — ein solches Gedankengebilde tritt uns schon aus jener Zeitdämmerung entgegen, da der ganze Bereich menschlicher Thätigkeit und mithin auch alle Geistesanschauungen noch in dem engen Kreise des Hirtenlebens und der Vertheidigung desselben gegen die Thiere des Waldes gebannt war, in der Gestalt des Pan nämlich, dessen Name schon das All, das Universum bedeutet, der die siebenröhrige Flöte, das Symbol der 7 auch dem unbewaffneten Auge wahrnehmbaren und daher damals schon beobachteten, unter dem Fixsternhimmel in selbstständiger Bewegung kreisenden Himmelskörper in seiner Hand haltend, als Chorführer des himmlischen Reigens, die ewige Harmonie der Welt daraus ertönen lassen konnte, mit einem Hauche sie alle 7 belebend. Ein doppelt schöner Zug des in seinen Anfängen schon glücklich sich ankündigenden europäischen Geistes, mitten unter dem Kampfe gegen die Naturgewalten Sammlung für eine höhere Ordnung der Dinge gefunden und aus dem überwältigenden Naturgetriebe

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



doch nur die ewige Harmonie herausempfunden zu haben. Ueber diese Auffassung herrscht kein Zweifel. Es ist dieselbe Harmonie, welche selbst noch in späteren Zeiten, als der naturbetrachtende menschliche Geist sich bereits von dem schillernden Gängelbande der Symbolik zu einer klareren zahlgemässen Auffassung der räumlichen und zeitlichen Erscheinungen emporgerungen hatte, ihn noch mächtig beherrschte und aus der Zeit uns in noch viel erhabener Form entgegentritt.

Den Pythagoräern nämlich, welche in der Zahl und in dem Verhältniss die Wesenheit der Dinge suchten, musste der musikalische Ton, welcher in seinen Abstufungen stets nur das Ergebniss einer bestimmten Anzahl von Luftschwingungen ist, eine der bedeutungsvollsten Naturerscheinungen sein. An ihm liess sich ihre Hauptwahrheit am deutlichsten nachweisen, wie die Quantität zur Qualität werde und wie diese in den verschiedenen Combinationen von jener ihren Ursprung hat. Und so wandten sie diese ihre Lieblingsform, in welcher ihre Theorie die glänzendste Manifestation erhielt, auch auf den Weltbau an, indem sie annahmen, dass die durch die Himmelsräume ausgetheilten und in ungleicher Schnelligkeit dahin schwingenden Himmelskörper bestimmte Klanggeschlechter erzeugen und, da ihre räumlichen Distanzen den musikalischen Intervallen der Töne entsprechen, so gehe daraus jene grossartige wirkliche Weltharmonie hervor, welche sie die Musik der Sphären nannten.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Wenn in noch späteren Zeiten, wo die immerhin noch ahnende Gedankenform einer ganz nüchternen, messenden und rechnenden Methode hat weichen müssen, die Musik auch aus den Sphären verschwand, an der Harmonie der Sphären wurde immer festgehalten. Wem ist es unbekannt, dass selbst der grosse Kepler seine drei Weltgesetze, welche den Canon zu unserer Astronomie bilden, nur zufällig, nur so nebenher auf dem Wege gefunden, den sein über alle irdischen Qualen sich erhebender Geist verfolgte, um die Himmelsharmonie in seiner Weise zu begründen. Es war der letzte Nachklang jener ahnungstrunkenen Zeit, die mit der grossen Seele dieses in tausend anderen Zügen noch letzten **Ritters** der astronomischen Wissenschaft verhauchte. Die Newton, Galilei und das ganze Geschlecht der Himmelsstürmer, welche mit all dem neuerfundenen Rüstzeug der Beobachtung und Messung erobernd in die Himmelsräume vordrangen, haben der Forschung eine andere Richtung gegeben. Anstatt der Himmelsharmonie ergab sich bald eine Himmelsmechanik, und noch vor zwei Menschenaltern konnte jener göttliche Sterbliche, in dessen Geiste sich wieder zum ersten Male nach langer Zeit, gleichsam zum Ersatz für die verlornen Paradiese grossartiger Geistesahnungen, das thatsächliche Gesammtbild der Schöpfung, der Kosmos, in seiner erhabenen Schönheit wie in einem Brennpunkte concentrirte, konnte Alexander von Humboldt Klage darüber führen, dass wir von der Sternenwelt trotz Newton's Gravitationsgesetze und Arago's Polarisationsapparates wenig mehr

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



als die blos äusserlichen, mechanischen Verhältnisse kennen.

Wie ist das in unseren Tagen schon anders geworden, wo die spectralanalytischen Untersuchungen uns einen Einblick in die an den ewig und unwandelbar gedachten Himmelskörpern fortwährend sich vollziehenden grossartigen und furchtbaren Processe gewähren und zusammen mit der genaueren Beobachtung der Sternschnuppen und der sorgfältigeren Befragung der aus fremden Welten zu uns herabgelangten Boten, der Meteoriten nämlich, zu der Himmelsmechanik bereits die ersten Blätter nicht blos zu einer astronomischen Physik, sondern auch schon zu einer astronomischen Chemie und Geologie hinzugefügt haben. Ohne Zweifel, wir sind auf dem Wege zu einer neuen physischen Weltanschauung begriffen, ein jeder fühlt diesen Drang des Geistes in seinen Adern pochen. — Welche Fülle der Phänomene, welche Gesichtspunkte, welche Perspectiven bieten sich nun demjenigen dar, der an diese Seite des Universums herantritt, welche schon ihrer äusserlichen Erhabenheit nach, noch mehr aber in Rücksicht der wissenschaftlichen Erfassung ihrer grossartigen Verhältnisse und Beziehung ganz darnach angethan ist, sich nur in wenigen auserwählten Geistern ganz zu reflectiren.

Wenn ich, der einfache Schulmann, es ist nicht falsche Bescheidenheit, wenn ich sage, nur der Servus servorum jener wissenschaftlichen Vorleuchten, es gewagt habe, jener Welt einzelne Motive zum Zwecke

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



einer wissenschaftlichen Recreation mit Ihnen zu entlehnen, so konnte dies in keiner anderen Absicht geschehen sein, als Ihnen einen Einblick in den Vorgang zu verschaffen, wie wir nämlich heute in der Schule denjenigen Theil des nachwachsenden Geschlechtes, welcher im Leben höhere Geistesrichtungen zu verfolgen bestimmt ist, für jene grossen Conceptionen vorbereiten.

An der Hand dieses von mir schon vor Jahren construirten einfachen Modells und jenes von Prof. Wetzel etwas complicirter erdachten, aber auch ausgiebiger verwendbaren Apparates, will ich Ihnen im Sinne des Zweckes Ihres Vereines und im Anblicke des vollen frischen Kranzes junger Damen, welche diese an sich schon so glänzende Vereinsversammlung durch die Gegenwärtigkeit ihres Geistes nicht minder wie durch ihre äusserliche Gegenwart verschönen, will ich also diejenigen Fundamental-Erscheinungen der Himmelsbewegungen Ihnen vor die Seele führen, welche schon in den wenigen Kreisläufen der Horen, die an unseren aufmerksamen Zuhörerinnen vorübergegangen, auch von ihnen nicht unbeachtet geblieben sein konnten und welche bei einer kleinen Unterstützung ihres natürlichen Beobachtungsvermögens leicht zur Bereicherung ihres Geistes und zur Erweiterung ihres Daseins in ein klares Bewusstsein übergehen können. Mit Rücksicht jedoch auf die uns kurz zugemessene Zeit werden wir aus der Reihe dieser Fundamentalerscheinungen nur diejenigen hervorheben, welche unbedingt nöthig sind um mittelst ihrer die Grundzüge jener zwei epochemachenden Weltsysteme

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



zu entwerfen, welche die zwei Ausgangspunkte der mittelalterlichen und modernen physischen Weltanschauung bilden, des ptolemäischen nämlich und des copernicanischen Systems.

Gewöhnlich wenn von einem alten und neuen Systeme die Rede ist, ist man geneigt anzunehmen, dass durch das neue das alte als etwas Abgethanes, vollständig zu Beseitigendes zu betrachten sei. Wenn aber nach der von dem geistreichsten deutschen Philosophen zur Geltung gebrachten Wahrheit jedes System, indem es durch ein neues thatsächlich aufgehoben wird, zu gleicher Zeit in demselben wieder aufgehoben erscheint, d. h. indem es früher ganz die Wahrheit vorstellen wollte, jetzt nur eine Seite der durch das neue System erweiterten und erhöhten Wahrheit darzustellen sich bequemen müsse, so ist dieses vorzugsweise bei unseren beiden Systemen der Fall.

Das ptolemäische System beruht auf den kosmischen Erscheinungen, wie sie sich dem äusseren Gesichtssinne, heute noch wie vor Tausenden von Jahren darbieten. Es nimmt diese Sinneserscheinungen, ganz noch in antiker Weise, für wahr an, und sucht sie in dieser ihrer vermeintlichen sinnlichen Concretheit zu einem Ganzen zusammenzufassen. Die Widersprüche darin begnügt es sich mit Zuhilfenahme von ganz adäquaten, in die Sinne fallenden äusserlichen Hilfsmitteln nothgedrungen zu erklären, wenn auch in ihrem ursächlichen Zusammenhange nicht ganz zu verstehen. Das copernicanische jedoch unterzieht, ganz im Sinne des

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



modernen Geistes, alle die Sinneserscheinungen und Wahrnehmungen eben ihrer grotesken Unwahrscheinlichkeit und der offenbaren Widersprüche wegen erst einer strengen Kritik und wagt es mittelst kühner, dem sinnlichen Augenscheine selbst widersprechender Hypothesen das Räthsel der gesetzmässigen Ordnung im Universum zu lösen, so jedoch, dass diese sich nur dem innern, geistigen Auge entschleiert. Die äusseren Sinneswahrnehmungen sind deswegen aber nichtsdestoweniger die alten geblieben. —

Es ist daher ebenso dem historischen Gange, den die astronomische Wissenschaft in ihrer Entwicklung genommen, als demjenigen Verfahren, welchem alle realen Wissenschaften in der neueren Zeit ihren glänzenden Aufschwung verdanken, der inductiven Methode nämlich ganz entsprechend, wenn wir bei unserer Aufgabe die wissbegierige Jugend in diese Welt der Erscheinungen einzuführen, ihr zuerst die Phänomene in der Art vorführen und zu Bewusstsein bringen, wie sie zunächst sich unmittelbar der sinnlichen Wahrnehmung, heute wie vor Jahrtausenden darbieten, — an sich schon ein nicht zu unterschätzender Gewinn, angesichts der erstaunlichen Unkenntniss, in welcher noch in unserer aufgeklärten Zeit der grösste Theil selbst des erwachsenen Geschlechtes rücksichtlich dieser unser ganzes Thun und Schaffen doch bedingenden und beherrschenden Erscheinungen befangen ist, obgleich diese sich fortwährend auf einem jeden sehenden Auge gleich zugänglichen Schauplatze, am freien und offenen Him-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



melsdome vollziehen — und dass wir dann erst ihr geistiges Auge über die Wahrheit und Wirklichkeit dieser Erscheinungen und Vorgänge öffnen, und auf diese Weise sie den grossen Umschwung in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Geistes in sich selbst, nicht zu ihrem Nachtheile, meine ich, nacherleben lassen.

So wollen denn auch Sie im Verlaufe meines Vortrages abwechselnd bald in Ihrer Vorstellung mir hinaus unter den freien Himmel folgen, wo jetzt angemessener unser Beobachtungspunkt wäre und, da dies nun einmal nicht der Fall sein kann, bald ihr physisches Auge wieder auf eines der beiden Modele hinlenken lassen, um dadurch ihre Vorstellung zu unterstützen.

Vergegenwärtigen wir uns zuerst den Schauplatz der heute uns interessirenden Erscheinungen, so finden wir, dass die unveränderliche, erhabene Einfachheit desselben ganz der ruhigen Würde und Majestät der an ihm sich vollziehenden Vorgänge entspricht. Eine einzige grossartige Kuppel wölbt sich über ein stets als Kreisfläche sich darstellendes Erdoberflächenstück, an dessen äusserstem Rande beide sich zu berühren scheinen und, wunderbar! sieht jeder Beobachter sich in die Mitte dieses Weltbaues gestellt. Was Wunder nun, wenn kindliche Menschen und kindliche Völker ihre Anschauungen alles Himmlischen zunächst auf diese sinnliche Anschauung gründen und mitten unter ihren Sorgen und Drangsalen an dem schönen Ideal festhalten, welches ihre Heimat als den Mittelpunkt sowohl des

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Weltbaues als des göttlichen Waltens erscheinen lässt? Die unbefangene Beobachtung aber mussten die stets wiederkehrenden Kreisläufe der Gestirne frühzeitig schon dahin führen, die Erde als einen frei in unendlichen Räumen schwebenden Weltkörper, als einen Stern unter den Sternen anzusehen, obgleich dieser ihr noch immer, wie auch heute noch dem sinnlichen Auge, im Mittelpunkte des Universums ruhend und unbeweglich erscheinen musste. Der Grund hievon ist bekanntlich der, dass der Erdkörper im Verhältniss zum unermesslichen Raume nur als ein Pünktchen gelten kann, von welchem aus das menschliche Auge überallhin nur gleich weit zu sehen vermag, die Erde demnach das Centrum und die unsere Sehweite repräsentirende Linie den Halbmesser des als Hohlkugel sich darstellenden Himmelsraumes bilden müsse, von welchem wir jedoch auf einmal nur die eine Hälfte überschauen können, weil die andere Hälfte durch das wegen der Kugelgestalt der Erde stets als kreisrundes Kugelsegment sich erweisende überschaubare Erdoberflächenstück verdeckt wird. Wer weiss es nicht, dass diese kreisrunde Scheibe, in deren Mitte sich der Beobachter stets sieht und an deren Rande Himmel und Erde sich zu berühren, besser zu begrenzen scheinen. Die Horizontfläche, der äusserste Rand aber der Horizont, d. i. die Begrenzungslinie genannt wird? Dieser je mit dem niederen oder höheren Standpunkte des Beobachters sich verengende oder erweiternde Horizont wird jedoch nur als der scheinbare Horizont von dem astronomischen unter-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



schieden, dessen Ebene man sich parallel mit jenem u. zw. einen Erdhalbmesser tiefer durch den Erdmittelpunkt gelegt und bis zum Himmelsgewölbe verlängert denkt, wodurch dann die hohle Himmelskugel in zwei gleiche Hälften, in eine obere, sichtbare und eine untere, unsichtbare getheilt ist. Dieser letztere Horizont wird denn auch als der wahre betrachtet, denn was zählt der Halbmesser eines Pünktchens im Vergleich zur Unermesslichkeit des Raumes? Von dem Himmelsraume können wir demnach von einem freien Standpunkte aus die Hälfte überschauen; am regelmässigsten wird dies auf der Meeresfläche der Fall sein. Eine andere Frage ist die Grösse des von verschiedenen Höhen sich darbietenden Erdoberflächenstückes; doch leuchtet im Allgemeinen von selbst ein, dass der Umfang desselben mit der Höhe des Standpunktes stets zunehmen müsse, wie dies aus der Zeichnung Fig. 1 ersichtlich ist, wo $hh'$ der Horizont für den Standpunkt $a$, $HH$ der für $b$, $H'H'$ der für $c$ und die von je einem Horizonte umschlossene Calotte das Gesichtsfeld des betreffenden Horizontes ist [1]).

[1]) Das Verhältniss der Zu- oder Abnahme bei vertical wechselndem Standpunkte lässt sich, da die Dimensionen der ganzen Erdkugel bekannt sind, durch einen einfachen Calcul leicht feststellen. Befindet sich das Auge des Beobachters beispielsweise in dem Punkte $o$ (Fig. 2) in der Höhe $bo$ über der horizontalen Umgebung, so gibt der Punkt $t$, in welchem die von $o$ ausgehende Gesichtslinie die Erdoberfläche streift (tangirt), die Grenze des Gesichtsfeldes an. Die Länge dieser Tangente $ot$ lässt sich aber aus dem rechtwinkeligen Dreiecke $mot$,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Den Beobachter hat man sich demnach stets in senkrechter Richtung, im Mittelpunkte seiner Horizontfläche zu denken. Wenn also in Fig. 3, wo der innere der zwei concentrischen Kreise den Durchschnitt der Erdkugel, der äussere den des Himmels darstellen soll, der Standpunkt des Beobachters in $B$ ist, so gibt die rechtwinkelig zur Linie $o\,B$ oder auch $o\,Z$ durch den Punkt $B$ gezogene Tangente $h\,r$ die Lage des scheinbaren Horizontes, dagegen die einen Erdhalbmesser tiefer parallel zu $h\,r$ gezogene $H\,R$ die des astronomischen oder wahren Horizonts vom Beobachter $B$ an. Denkt man sich den Halbmesser $B\,o$ und mit ihm den Horizontdurchmesser $H\ R$ um das Centrum $o$ beweglich und stellt den Endpunkt $B$, also den Standpunkt des Beobachters in $B'$ ein, so ist $H'\,R'$ der Durch-

---

dessen eine Kathete sie ausmacht, mit Hilfe des pythagoräischen Lehrsatzes leicht berechnen, sobald die andere Kathete $m\,t$ und die Hipotenuse $m\,o$ bekannt sind. Das ist nun wirklich der Fall; denn $m\,t$ ist der Erdradius $=r$ dessen Grösse allgemein bekannt ist; die Seite $m\,o = r +$ die leicht zu bestimmende Höhe des Standpunktes über der horizontalen Umgebung ($h$). Bezeichnen wir noch die unbekannte Linie $o\,t$ mit $x$, so haben wir:

$$x^2 + r^2 = (r + h)^2 = r^2 + 2\,r\,h + h^2$$

oder $$x^2 = 2\,r\,h + h^2 = h\,(2\,r + h)$$

folglich $$x = \sqrt{h} \,.\, \sqrt{2\,r + h}$$

Erwägt man nun, dass $h$ im Vergleich mit $2\,r$ kaum in Betracht kommt, so erkennt man auch, wie die Grösse $\sqrt{2\,r + h}$ sich nur unmerklich ändern kann, wenn auch $h$ zunimmt und daher als constant anzusehen ist. Die Grösse von $x$ wächst also in gleicher Weise wie die Grösse von $\sqrt{h}$. Wenn daher bei-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



schnitt seines wahren Horizontes, während der Wanderung von $B$ nach $B'$ hat der Beobachter hinter sich stets ein eben so grosses Stück $H H'$ durch Senkung unter den Horizont aus dem Auge verloren, als er vor sich her das Stück $R R'$ durch Hebung über den Horizont gewonnen. Der Standpunkt des Beobachters nach $B''$ versetzt, so kommt der Durchschnitt seines wahren Horizontes in die Lage von $H'' R''$ und während er im Vergleiche zu seinem vorigen Standpunkte das Stück $R' R'$ des Himmelsraumes aus dem Auge verlor, hat er dafür das Stück $H' H''$ wieder gewonnen. Immer aber bleibt es die eine Hälfte des Himmelsraumes, welche seinem Auge zugänglich ist, während ihm die andere Hälfte verdeckt bleibt und um-

---

spielsweise die Höhe des Standortes $h$ sich um das neunfache vergrössert, so wächst der Radius des Horizontes nur um das dreifache und in derselben Weise der Umfang; während der Flächeninhalt des Gesichtskreises sich um das neunfache vergrössert. Aus derselben Figur ist ersichtlich wie die Linie $o t$, d. i. die Gesichtslinie von $o$ nach der Grenze des Horizontes von der horizontalen $o s$ abweichen muss, der Winkel $s o t$ stellt die Grösse dieser Abweichung dar und wird daher von den Seefahrern als die Kimmtiefe, sonst aber als Depression des Horizontes bezeichnet. Die Operation ist besonders auf der See sehr wichtig, weil durch sie beim Auftauchen einer Gebirgsspitze oder der Spitze eines Leuchtthurmes die directe Entfernung bis dahin bestimmt werden kann. Uebrigens lässt sich auch umgekehrt bei gekannter Grösse der Visirlinie des Horizontes aus derselben die Grösse des Erdhalbmessers, freilich nur annähernd bestimmen. Das gehört jedoch nicht hieher.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



gekehrt. So einfach und selbstverständlich diese Erscheinungen sind, so wichtig sind sie, weil es ja vor Allem auf die Stellung und das Verhältniss unseres Schauplatzes zu den Himmelserscheinungen ankommt, wenn wir die Kenntniss dieser uns zu eigen machen wollen.

Bei Tag erscheint das Himmelsgewölbe in Ruhe und nur die Sonne daran scheinbar in Bewegung. Anders bei Nacht, wo, wenn der Beobachter die Erscheinung der längs des ganzen östlichen Horizontes stets aufgehenden und am entgegengesetzten, westlichen Horizonte stets untergehenden Sterne auf sich einwirken lässt, ihn das ganze Himmelsgewölbe mit den scheinbar daran festgehefteten Sternen langsam aber beständig von Ost nach West, wie um eine unsichtbare Axe, zu kreisen scheint. Ich darf hier wohl rasch darüber hinweggehen, dass diese eben bezeichnete Axe die Weltaxe, die beiden Endpunkte derselben die Himmelspole, sowie die beiden je in oder ganz nahe denselben befindlichen und in Ruhe beharrenden Sterne, die Polarsterne genannt werden. Die von allen übrigen am Himmelsdome ausgesäeten Sterne bei ihrem täglichen Kreislaufe um die beiden Pole herum beschriebenen Kreise sind die Parallelkreise, sie werden, je weiter von den Polen entfernt, immer grösser, bis sie in dem von beiden Polen gleich weit entfernten grössten Parallelkreis sich begegnen. Dieser ist der Himmelsgleicher, der Aequator. — Ein Halbkreis, der vom Nordpunkte des Horizontes, d. h. von dem Punkte aus, der von unserem bis zum Horizonte verlängert gedachten Mittagsschatten getroffen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



würde, über den Scheitpunkt (Zenith) des Beobachters hinweg bis zu dem dem Nordpunkte entgegengesetzten und $180^0$ von ihm entfernten Südpunkte im Gedanken gezogen wird, welcher das Himmelsgewölbe demnach in eine östliche und westliche Hälfte theilt, heisst der Meridian oder Mittagshalbkreis, weil die Sonne in ihrem scheinbaren Laufe von Ost nach West denselben durchschneidend, die Grenze zwischen der auf- und absteigenden Hälfte ihres Tagbogens erreicht hat, und die Hälfte des Tages, Meridies, bezeichnet; zu einem ganzen Kreise um das Himmelsgewölbe vervollständigt, bildet er den Mittagskreis, sonst auch Meridian schlechtweg genannt, weil alle auf dem Erdrunde in gerader Richtung von Nord nach Süd, also alle unter demselben Meridiane wohnende Menschen, gleichzeitig Mittag haben, während die westlich von ihnen gelegenen Theile der Erdoberfläche später, die östlich gelegenen aber früher ihre Mittagszeit haben. — Derjenige Theil der Weltaxe, welcher durch die einstweilen im Mittelpunkte des Weltraumes gedachte Erde geht, macht die Erdaxe aus. Die beiden Endpunkte derselben sind die Erdpole und eben so werden weiter alle soeben am Himmelsgewölbe bezeichnete Kreise auf die mit ihm concentrische Erde übertragen und zwar an die Stellen derselben, wo jene, vom Erdmittelpunkte aus gesehen, wenn diese durchsichtig wäre, an ihrer Oberfläche erscheinen würden: Erdparallele, Erdäquator, Erdmeridiane, wie das in Fig. 4 versinn-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



licht wird, wo übrigens auch die später näher zu bezeichnenden Polarkreise aufgenommen erscheinen.

Mit diesen wenigen Elementaranschauungen ausgerüstet, schicken wir uns nun zu einer planmässigen Himmelsbeobachtung an. Da die Himmelserscheinungen in ihrem richtigsten Ebenmasse sich dem Beobachter nur am Aequator oder in einem der beiden Pole zeigen, so werden wir unseren ideellen Standpunkt zuerst in einem Punkte des Aequators, darauf in einem der beiden Pole und dann erst in einem Punkte wählen, welcher zwischen beiden, etwa in unserer Gegend gelegen ist, u. zw. werden wir unsere Beobachtungen an diesen drei Standpunkten zuerst bei Tag an der scheinbaren Bewegung des da allein herrschenden Gestirns, der Sonne, dann bei Nacht machen, und zuletzt durch eine Combination beider Beobachtungen uns zum Verständniss der verwickelteren kosmischen Bewegungssysteme zu erheben suchen.

## A. Tagbeobachtungen.

### I. Stellung. Der Standpunkt des Beobachters ist in einem Punkte des Erdäquators. *Sphaera recta.*

Beginnen wir demnach mit den Tagbeobachtungen und versetzen wir uns dabei, unterstützt von Fig. 5, in welcher der äussere Kreis den Durchschnitt des Himmelsgewölbes, der innere den der Erdkugel vorstellen soll, mit dem Beobachter B auf einen Punkt des Erdäquators. Zunächst gilt es, der Begrenzung des Schau-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



platzes wegen, sich die Lage des astronomischen Horizontes zu vergegenwärtigen. Dieser (NWSO.) hat in dem angenommenen Falle die Weltaxe NS. zu seinem Durchmesser. Die beiden Pole liegen demnach im Horizonte. Zenith und Nadir ($Zn$) befinden sich im Himmelsäquator, welcher nebst sämmtlichen Parallelkreisen den Horizont rechtwinkelig schneidet, daher Sphaera recta, wie diese ihrerseits von letzterem in zwei gleiche Hälften getheilt werden, von welchen die eine Hälfte über, die andere unter dem Horizonte gelegen ist. So viel zur Charakterisirung des Schauplatzes.

Unsere Beobachtungen beginnen am ersten Frühlingstage. An dem Tage sieht unser Beobachter die Sonne in $O$, dem einen Durchschnittspunkte des Aequators mit dem Horizonte, aufgehen (Ostpunkt). Sie erhebt sich dann allmälig senkrecht zu demselben im Aequator, culminirt Mittags im Zenithe $Z$ des Beobachters, senkt sich dann in verticaler Richtung zum Horizonte nieder und geht im Punkte $W$ desselben unter (Westpunkt). Während der Nachtzeit durchwandelt die Sonne die untere Hälfte ihrer täglichen Kreisbahn, passirt um Mitternacht ihre untere Culmination ($n$), um am folgenden Morgen wieder in Ost, jedoch nicht wieder im Ostpunkte aufzugehen. Vom 22. März angefangen bis zum 21. Juni, also durch drei Monate, bemerkt nämlich der Beobachter, dass der Aufgangspunkt der Sonne und mithin auch ihr Culminations- und Untergangspunkt alle Tage etwas weiter gegen $N$ vorrückt, bis sie am 21. Juni einen Parallelkreis erreicht hat,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



welcher vom Aequator ca. $23\,^1/_2{}^0$ entfernt ist ($O'\,n'\,W'\,Z'$). Ueber diesen hinaus kommt die Sonne nicht. An diesem angelangt, wendet sie sich wieder rückwärts dem Aequator zu, der Parallelkreis, $23\,^1/_2{}^0$ nördlich vom Aequator, heisst aus dem Grunde der nördliche Sonnenwendkreis oder nördliche Wendekreis. Während der nächstfolgenden drei Monate vom 22. Juni bis zum 23. September nähert sich die Sonne also allmälig wieder dem Aequator, welchen sie am letztgenannten Tage erreicht und wie vor sechs Monaten durchkreiset. Vom 23. September bis zum 21. December bemerkt der Beobachter wieder, dass die Sonne sich täglich vom Aequator hinweg nach Süd entfernt, so dass sie am 21. December wieder in dem Parallelkreis $O''\,n''\,W''\,Z''$, welcher von dem Aequator ca. $23\,^1/_2{}^0$ südlich absteht, ihre Grenze gefunden hat. Dieser ist daher der südliche Wendekreis, denn von da an wendet sich die Sonne wieder dem Aequator zu, den sie am 21. März erreicht, ein Jahr ist um und es beginnt der Kreislauf wieder von Neuem.

Aus diesen Beobachtungen des Aequators gehen vermöge der Lage, welchen sein astronomischer Horizont zu den eben bezeichneten Himmelskreisen hat, folgende Resultate hervor:

1. Die Sonne erhebt sich dem Aequatorbewohner stets senkrecht über seinem Horizonte und geht auch in derselben Richtung zu demselben unter.

2. Am Aequator ist Tag und Nacht das ganze Jahr hindurch gleichlang, da sämmtliche Parallelkreise vom Horizonte in zwei gleiche Theile gehälftet werden, der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Tagbogen der Sonne also dem Nachtbogen beständig gleich bleibt. Da Tag und Nachtgleiche im Lateinischen durch Aequinoctium ausgedrückt wird, so spricht man von den Aequatorgegenden als den Aequinoctialgegenden, ebenso wie die Gegenden der Wendekreise wieder von dem griechischen Worte τρόπος (Wendung) die Tropengegenden genannt werden, während die Wendekreise selbst die Tropenkreise oder schlechtweg Tropen heissen. Nach ihrer lateinischen Bezeichnung werden letztere auch Solsticialkreise (Sonnenstillstandkreise) genannt, weil die Sonne, am Wendepunkte ihres Vor- und Rückschreitens in ihrer Nähe länger verweilend, den Alten daselbst eine Zeitlang still zu halten schien.

3. Der Mittagschatten des Aequatorbeobachters fällt die eine Hälfte des Jahres, vom 21. März bis zum 23. September, zuerst allmälig zu- dann wieder allmälig abnehmend nach Süd, die andere Hälfte, vom 24. September bis zum 21. März, ebenso nach Nord. An zwei Tagen jedoch, am 21. März und am 23. September, ist der Beobachter zur Zeit der Culmination der Sonne schattenlos, da er die Sonne zu der Zeit in seinem Zenithe hat und der Schatten gerade unter seine Füsse fällt.

4. Die Dämmerung (die astronomische, dauert so lange, als die Sonne noch in der Zone weilt, die $18^0$ unter den Horizont reicht, die bürgerliche Dämmerung nur bis zu einem Drittel der vorigen angenommen), die Morgen- und Abenddämmerung kann im Aequator, wo die Sonne dem Horizonte sich in geradester Richtung, des Morgens ebenso nähert als des Abends von

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



ihm entfernt, verhältnissmässig nur von kurzer Dauer sein. Der Uebergang von Nacht zu Tag und ebenso von Tag zu Nacht ist ein plötzlicher, und ebenso rasch erfolgen die Temperaturunterschiede.

5. Die Sonne culminirt fortwährend in bedeutenden Höhen am Himmelsgewölbe und ihre Strahlen fallen zweimal im Jahre senkrecht auf das Haupt des Beobachters und auch sonst nur in Winkeln, welche der verticalen Richtung sehr nahe kommen und in ihrer äussersten Ablenkung nicht über $23^1/_2{}^0$ von ihr abweichen. Die Wirkung der Sonnenbestrahlung ist also hier die intensivste und continuirlichste, die es nur geben kann.

II. Stellung. Der Beobachtungsort wird im Nordpol angenommen. *Sphaera parallela.*

Denken wir uns nun, unterstützt von Fig. 6, an den Nordpol (*B*). An der scheinbaren jährlichen Sonnenbewegung und somit auch an den von ihr am Himmelsgewölbe beschriebenen Kreisen hat unsere Wanderung nichts ändern können, aber unser Standpunkt zu denselben ist ein anderer geworden. Unser Horizont, auf dessen Lage vor Allem zu achten ist, fällt jetzt mit dem Aequator zusammen, beide liegen in derselben Ebene, die beiden Wendekreise verlaufen parallel mit dem Horizonte (Sphaera parallela), u. zw. der nördliche circa $23^1/_2{}^0$ über demselben erhoben, der südliche in derselben Entfernung unter dem Horizonte. Die Himmelsaxe ist jetzt senkrecht zur Mitte von dessen Ebene gerichtet, und der Beobachter hat den Polarstern in seinem Zenithe.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Sehen wir zu, welche Gestalt die Sonnenbewegungen nun für uns angenommen haben.

1. Am 21. März, wo die Sonne, d. h. der Mittelpunkt derselben, den Aequator durchkreiset, wandelt sie dem Polbewohner rings um seinen Horizont herum, sie erhebt sich durch drei Monate in einer Schraubenlinie immer höher über denselben, bis sie am 21. Juni den nördlichen Wendekreis erreicht. Während der folgenden drei Monate kann er sie wieder in derselben Weise sich abwärts gegen den Horizont bewegen sehen, das Weitere versteht sich von selbst. Die Richtung des Sonnenlaufes rücksichtlich des Horizontes ist also im Ganzen stets eine Parallele.

2. Der Tag am Nordpol und ebenso am Südpole hat eine Dauer von sechs Monaten und ebenso lange dauert die Polarnacht.

3. Der Schatten des Polbewohners zeigt wie der Zeiger einer Uhr rings um den Horizont täglich einmal herum. (Umschattige Bewohner.)

4. Die Dämmerung hat am Pol ihre längste Dauer, da die Sonne nach ihrem Scheiden unter den Horizont als beim Herannahen an denselben sehr lange in seiner Nachbarschaft verweilt, indem die Richtung ihrer Kreise zu demselben eine parallele ist.

5. Die Sonnenstrahlen streifen nur den Beobachtungspunkt, oder treffen ihn doch nur in sehr schiefen Winkeln und durch sechs Monate treffen sie ihn gar nicht. Die Schilderung der daran sich knüpfenden Phänomene müssen wir uns hier versagen, wo wir es

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



mit den nackten astronomischen Erscheinungen zu thun haben.

III. Stellung. Der Beobachtungsort ist in einem Punkte zwischen Aequator und Nordpol, etwa 48° nördlich vom ersteren gelegen. *Sphaera obliqua.*

Unser Beobachtungsort wäre jetzt Wien, ca. 48° nördlich vom Aequator.

Unser astronomischer Horizont schneidet die drei für uns in Betracht kommenden Himmelskreise in nach S. gerichtete Winkel von 42° (Fig. 7). Der Aequator und die beiden Wendekreise sind demnach nach Süd gegen den Horizont geneigt, während die Himmelsaxe $PP'$ nach der entgegengesetzten Seite geneigt ist, so dass der Nordpol 48° im Meridian über dem Nordpunkt des Horizontes $H$ erhoben und somit in einem Zenith-Abstand von 42° erscheint. Nur der Aequator, als ein grösster Kreis am Himmelsgewölbe, ist durch den astronomischen Horizont, welcher gleichfalls ein grösster Kreis ist, in zwei gleiche Hälften, den Taghalbkreis und den Nachthalbkreis, getheilt. Von den Wendekreisen hat der nördliche einen grossen Tagbogen, dagegen einen kleinen Nachtbogen, umgekehrt ist dies bei dem südlichen Wendekreise der Fall.

Aus dieser Stellung des Horizontes zu den wichtigsten Himmelskreisen folgt:

1. Dem Beobachter im 48. nördlichen Parallelkreise erhebt sich die Sonne nicht im senkrechten, sondern in schief gegen Süd geneigtem Bogen über den Horizont.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



2. Nur am 21. März und am 23. September sind hier Tag und Nacht gleich lang (Sonnenaufgang um 6, Sonnenuntergang gleichfalls um 6 Uhr). Es ist das die Zeit des Frühling- und Herbstäquinoctiums. — Der längste Tag ist, wie aus der Zeichnung hervorgeht, am 21. Juni (Aufgang 4 Uhr, Untergang 8 Uhr): Zeit des Sommersolstitiums. Der kürzeste Tag und die längste Nacht ist am 21. December (Aufgang 8 Uhr, Untergang 4 Uhr). Wintersolstitium. — Vom 21. December bis zum 21. Juni sind die Tage im Zunehmen, vom 21. Juni bis zum 21. December sind sie in beständigem Abnehmen begriffen.

3. Der Mittagsschatten des Beobachters fällt in unseren Gegenden immer nach Nord. Er ist am kürzesten an dem längsten Sommertage, wo die Sonne Mittags ihren höchsten Stand am Himmel ($65\frac{1}{2}^0$ im südlichen Meridianquadranten, Zenithdistanz demnach nur $24\frac{1}{2}^0$) erreicht; am längsten an dem kürzesten Wintertage (Mittagshöhe der Sonne $18\frac{1}{2}^0$, Zenithdistanz $71\frac{1}{2}^0$). (Einschattige Bewohner.)

4. Die Dämmerung in unseren Gegenden dauert weder so kurz wie am Aequator, noch so lange wie am Pol, da die Sonne in schiefen Winkeln sich ebenso dem Horizonte naht als von ihm entfernt. Die Dämmerung nimmt also zu oder ab, je nachdem man dem Pole oder dem Aequator näher rückt.

5. Nur bei dieser schiefen Stellung des Horizontes zu den drei wichtigen Himmelskreisen ist eine Gliede-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



rung des Jahres in die vier Jahreszeiten und ein allmäliger Uebergang der einen in die andere möglich.

So viel vor der Hand von den Tagbeobachtungen.

### B. Die Himmelsbeobachtungen bei Nacht.

So lassen wir es denn dämmern um uns. Die Nacht breitet ihre schwarzen Schleier über die Welt der ewigen Veränderungen und enthüllt uns dafür in der Majestät des gestirnten Himmels ein Bild des Ewigen. Beginnen wir unsere Nachtbeobachtungen.

Der Fixsternhimmel erschien den ältesten, uns vorangegangenen Menschengeschlechtern um nichts anders als er sich noch heute der unmittelbaren sinnlichen Wahrnehmung darbietet, nämlich als ein mit zahllosen kleineren und grösseren leuchtenden und flimmernden Punkten besäetes Krystallgewölbe, an welches jene angeheftet zu sein scheinen, da ihre gegenseitige Stellung zu einander sich niemals ändert. Dieser Umstand wurde schon im hohen Alterthume dazu benützt, die Fixsterne in besondere Gruppen zu sondern, jede derselben sich unter einem idealen Bilde vorzustellen; das sind die schon als ein altes Vermächtniss uns überkommenen Sternbilder, deren drei schon in dem Buche Job Erwähnung finden. Das Alterthum unterschied deren 48, die spätere Zeit fügte noch 60 hinzu, so dass man gegenwärtig im Ganzen ihrer 108 zählt.

Bleiben wir unserem Vorsatze treu, uns vorerst nur die einfachsten Fundamentalerscheinungen zu Bewusstsein zu bringen, und vergegenwärtigen wir uns,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



wie die Nachts um ihre ideale Axe von O. nach W. umzukreisen scheinende Himmelssphäre von den drei oben fixirten Standpunkten aus dem Beobachter sich darbieten wird. Wir werden, da eine Beobachtung sich consequent an die andere anschliesst, uns dabei kurz fassen können.

Befindet sich der Beobachter in einem Punkte des Aequators, Fig. 5, so sieht er längs des ganzen Ostrandes seines Horizontes, vom Nordpunkte desselben angefangen bis zum Südpunkte (NO'OO"S), gleichzeitig Sterne über denselben sich erheben (aufgehen), so wie längs des ganzen Westrandes seines Horizontes (NW'WW"S) Sterne unter denselben sich senken (untergehen), d. h. dem Beobachter am Aequator gehen sämmtliche Sterne am grossen weiten Himmelsgewölbe auf und wieder unter. Sie beschreiben, wie es nicht anders gedacht werden kann, sämmtlich parallele Kreise, welche rechtwinkelig auf den Horizont gestellt sind und von diesem in zwei gleiche Theile gehälftet werden. Seinen Parallelkreis, er sei der grösste, der Aequator, oder der kleinste zunächst den Polen, durchwandelt jeder Stern in 24 Stunden. Mitten unter dieser allgemeinen und gleichmässigen Bewegung bleiben nur zwei Punkte, die Pole, unbeweglich, u. zw. für den Aequatorbeobachter in seinem Horizonte einander gegenüber.

Eine Handbewegung an unserem Modelle, ein Zauberschlag für Ihre Einbildungskraft, und wir befinden uns im Nordpole. Fig. 6.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Es sind nur die Fixsterne des nördlichen Himmels, die da sichtbar sind. Diese aber gehen hier nicht erst auf und auch nicht wieder unter (nie untergehende Sterne), dafür erscheinen die Sterne des südlichen Himmels hier niemals über dem Horizonte (nie aufgehende Sterne). Der nördliche Angelstern *P* glänzt in unserem Zenithe in überall gleicher Entfernung vom Horizonte, $90^0$ über demselben, und um diesen Angelstern beschreiben die Fixsterne des nördlichen Himmels ihre stets sich erweiternden Kreise parallel zum Horizonte, welcher in diesem Falle mit dem Himmelsäquator eine und dieselbe Kreislinie bildet.

Unsere Nordpolexpedition hat ihr rasches Ende. Eine Gedankenfahrt, und wir sind in der Heimat. Der Beobachter ist wieder in $48^0$ nördlich vom Aequator. Fig. 7.

Für den Beobachter im Aequator haben wir gesehen, dass beide Pole in seinem Horizonte einander gegenüber liegen, d. i. dass ihre Erhebung über den Horizont $= 0$ sei. Nehmen wir an, der Beobachter habe sich vom Aequatar nur einen Grad nördlich entfernt; ich bitte Sie, die allmälige Neigung wohl zu beachten, welche während seiner Wanderung dessen Horizont nimmt. Am Ziele der Wanderung ist dieser derart gestellt, dass der Nordpol des Himmels und somit auch der Erde sich um einen Grad über dessen Nordpunkt erhoben, so wie an der entgegengesetzten Seite der Südpol beider sich unter den Südpunkt ebenfalls um einen Grad gesenkt hat. Der Bogen zwischen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



dem Nordpunkt des Horizontes und den Nordpol des Himmels, das Bogenmass nämlich ihrer beiderseitigen Entfernung, wird die Polhöhe genannt, und wir sehen, dass sie mit der Entfernung des Beobachters am Aequator übereinstimmt. Die Entfernung eines Punktes der Erdoberfläche vom Aequator, im Bogenmasse des Meridians gemessen, ist die geographische Breite dieses Punktes. Die Polhöhe eines Ortes stimmt also mit dessen geographischer Breite überein. Ist die Polhöhe eines Ortes mittelst dazu geeigneter Messinstrumente $48^0$ gefunden, so weiss ich, dass seine Lage auf der Erdoberfläche $48^0$ vom Aequator und mithin $42^0$ vom Pole entfernt sei und umgekehrt. So hat man, begünstigt durch den Umstand, dass das weite Himmelsgewölbe dem menschlichen Auge zugänglicher ist, als die kleine Erde, die Entfernungen auf der letzteren mittelst Messungen an dem ersteren u. z. nicht blos im Sinne der nordsüdlichen Entfernungen, sondern, wie wir bald sehen werden, auch der westöstlichen, zu bestimmen gesucht. Kehren wir zu unseren ursprünglichen Beobachtungen zurück.

Der Nordpol des Himmels $P$ und in dessen Nähe der Polarstern liegt also $48^0$ über dem Nordpunkte des Horizontes $H$, wogegen der Südpol des Himmels $P'$ ebenso weit unter dem Südpunkte des Horizontes $H'$, unserem Auge unerreichbar, liegt. — Die Kreisläufe all derjenigen Fixsterne, welche in demjenigen Himmelssegmente sich befinden, das, den Nordpol in seiner Mitte habend, bis zum $48^0$ parallel reicht $Hr$, werden sich über dem

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Horizonte vollziehen; man nennt diese: Circumpolarsterne; das Umgekehrte wird bei den südlichen Circumpolarsternen der Fall sein, von welchen keiner jemals über unserem Horizonte erscheinen kann. Dagegen werden sämmtliche in dem von dem 42. nördlichen und dem 42. südlichen Parallelkreis begrenzten Himmelsgürtel eingeschlossenen Fixsterne Parallelkreise beschreiben, welche zum Theil über, zum Theil unter dem Horizonte liegen und mit dem Horizonte sich in schiefen Winkeln von $42^0$ schneiden, u. zw. werden die nördlich von dem Aequator bis zum 48. nördlichen Parallelkreise gelegenen Sterne einen nach N. zu immer wachsenden Tag-, und somit immer abnehmenden Nachtbogen, sowie die in derselben Zone südlich vom Aequator gelegenen für uns umgekehrt einen stets abnehmenden Tag- und somit einen immer zunehmenden Nachtbogen haben. (Unter Tagbogen ist immer der Theil der Kreisbahn über dem Horizonte zu verstehen.) Nur die im Aequator selbst kreisenden Fixsterne vollführen gerade die Hälfte ihrer Bahn über, die andere unter dem Horizonte.

Es konnte der menschlichen Beobachtung schon in den frühesten Zeiten nicht entgangen sein, dass es auch noch Himmelskörper gibt, welche unter dem Fixsternhimmel, wo alles unverrückt am alten Platze beharrt, selbst bewegt, ganz eigenen Richtungen folgen, ihre Stellung demnach zu den Fixsterngruppen beständig ändern. Eine solche selbstständige Bewegung musste gleich an der Sonne selbst auffallen, welche, wenn sie mit dem Fixsternhimmel auch ihren täglichen Umlauf

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



um die Erde vollendet, doch nicht immer — das konnte kurz vor ihrem Aufgange des Morgens, oder Abends bald nach ihrem Untergange wahrgenommen werden — in demselben Sternbilde beharrt, sondern bald hinter demselben zurückbleibt, ein andermal beim Untergange dasselbe Sternbild wieder in ihrem Gefolge hat. Ganz dasselbe hat sich rücksichtlich des Mondes herausstellen müssen, dessen Ortsveränderung unter dem Sternhimmel wegen der gleichzeitigen Sichtbarkeit beider und wegen der beschleunigteren Bewegung des ersteren noch früher hat beobachtet werden müssen. Ausser diesen zwei herrschenden Gestirnen konnte bei fortgesetzter Beobachtung eine gleiche selbstständige Bewegung noch an anderen, an Grösse zwar jenen weit nachstehenden, immer aber noch mit freiem Auge zu unterscheidenden Himmelskörpern wahrgenommen werden, und was an diesen letzteren noch befremdlicher erscheinen musste, das ist der Umstand, dass gerade diese kleineren Himmelskörper sich vor jenen herrschenden zwei Gestirnen noch ganz andere Freiheiten, wie wir später sehen werden, herausnehmen. Es sind das diejenigen unter den Sternen, die sich heute noch wie damals schon durch ein viel ruhigeres nicht scintillirendes, goldiges, mitunter auch röthliches Licht als besondere Himmelskörper zu erkennen geben. Wer kennt die bald als Morgen- bald als Abendstern erscheinende Venus nicht, die, wie es sich für eine Venus geziemt, im Blinken und Funkeln es selbst den Fixsternen übrigens zuvorthut? oder den röthlichen Mars? den gelblich

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



glänzenden Jupiter? den bleichen Saturn? Nur den Merkur, weil der Sonne am nächsten, und von ihrem Lichte meist überstrahlt, dürfte nicht Jeder bald gesehen haben, wiewohl auch er zu Zeiten, je nach seiner Stellung zur Sonne, wie die Venus, bald am Morgenhimmel als Vorläufer der Sonne, bald am Abendhimmel unter deren Gefolge noch mit freiem Auge zu beobachten ist.

Alle diese Himmelskörper, Sonne und Mond mit eingerechnet, wurden von den Alten mit dem Namen Planetes, d. i. Wandelsterne, bezeichnet, und so bestand das Planetensystem der Alten aus sieben Gestirnen, deren Austheilung im Himmelsraume sie sich ganz eigenthümlicher, rücksichtlich der Merkur- und Venusbahn obwaltenden Verhältnisse wegen, nicht ohne Skrupel in nachstehender Aufeinanderfolge in immer weiterem Abstande von der Erde dachten, und welchen sie die beigesetzten Symbole beilegten u. zw.:

1. Mond ☽
2. Merkur ☿
3. Venus ♀
4. Sonne ☉
5. Mars ♂
6. Jupiter ♃
7. Saturn ♄

Wie konnte es fehlen, dass man diesen Himmelskörpern, ihrer eigenen Bewegungen willen, nicht eine besondere Aufmerksamkeit zuwandte. Und hing mit dem Kreislaufe der zwei grössten derselben nicht,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



damals wie heute noch, der ganze Kreislauf der menschlichen Thätigkeit auf der Erde zusammen?

Die Beobachtungen ergaben folgende, von den heutigen sinnlich wahrnehmbaren Bewegungen im Ganzen nicht viel abweichende Resultate:

1. Die sieben Planetenbahnen, obgleich sie alle im Ganzen eine westöstliche Richtung am Himmelsgewölbe haben, so verlaufen sie doch, eben so wenig unter einander, als mit den täglichen Fixsternbahnen, parallel, sondern, wie sie sich gegenseitig in mehr oder minder spitzen Winkeln schneiden, so schneiden sie allesammt auch den Aequator, wie die ihm benachbarten Parallelkreise in ungleichen spitzen Winkeln.

2. So verschlungen aber die sieben Planetenbahnen unter einander auch sind, von der Erde aus betrachtet, gehen sie alle an dem Fixsternhimmel nicht über einen $20^0$ breiten Gürtel hinaus, dessen mittlerer, von beiden Rändern gleich weit entfernter Kreis eine solche Lage hat, dass er den Himmelsäquator an zwei entgegengesetzten Punkten, ♈♎ in Fig. 8, in Winkeln von ca. $23^1/_2{}^0$ schneidend, diesen und sich selbst in zwei gleiche Hälften theilt, und somit an zwei anderen, $90^0$ von jenen entfernten Punkten, mit dem einen Punkte, ♋, den nördlichen, mit dem anderen, ♑, den südlichen Wendekreis berührt, wodurch er in vier gleiche Quadranten getheilt erscheint. Dieser eben bezeichnete Kreis bezeichnet am Himmel die periodische Bahn des grössten vermeintlichen Planeten, den Jahreslauf der Sonne

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



nämlich. Bezüglich des Namens, den dieser wichtige Kreis erhalten, in Kurzem Folgendes:

Hier ist die eine Gasflamme am Luster, die wir uns als einen Scheibenkreis denken wollen. Hier in der Hand halte ich eine Kugel von einem kleineren Durchmesser und hier ist mein Auge. Eine möglichst vollständige Deckung der Gasflamme durch die Kugel für mein Auge wird nur dann möglich sein, wenn der Mittelpunkt dieser drei Körper in einer und derselben geraden Linie liegen. Dasselbe Gesetz, das hier in dem Saale gilt, gilt draussen im Weltall und eine möglichst vollständige Deckung der Sonne durch den Mond für unser Auge auf der Erde (Sonnenfinsterniss) wird auch nur unter derselben Bedingung möglich sein, nämlich, dass der Mittelpunkt dieser drei Körper in der bezeichneten Aufeinanderfolge in einer und derselben geraden Linie liege. Nun haben wir oben gehört, dass die Mond- und die Sonnenbahn nicht in derselben Ebene liegen, dass sie sich, wie die Bahnen aller Planeten, in zwei Punkten kreuzen, folglich können die Ebenen beider Bahnen sich nur in einer zwischen jenen zwei Kreuz- oder richtiger Knotenpunkte gelegenen geraden Linie sich schneiden. Eine Sonnenfinsterniss ist also nur dann möglich, wenn die obige Constellation in dieser geraden Linie vor sich geht. — Dieselbe Bedingung gilt für die Mondfinsterniss, nur dass die Constellation dabei eine andere ist, nämlich: Sonne, Erde mit dem auf ihrer Schattenseite befindlichen, dem Monde zugekehrten Beobachter. Der Mond tritt für den Fall, dass

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



jene Bedingung erfüllt ist, in den Schattenkegel der Erde, vorausgesetzt, dass er nahe genug ist, um von demselben getroffen zu werden. Von diesem Umstande nun, dass die Verfinsterungen sich nur in den sogenannten Knotenpunkten der Sonnenbahn vollziehen können, wird diese die Bahn der Verfinsterungen, das ist auf Griechisch Ekliptik genannt.

Kann es nun Wunder nehmen, wenn diesen $20^0$ breiten, von den Planeten durchwandelten Himmelsgürtel frühzeitig schon eine besondere Beachtung zugewandt wurde? So wurden die Fixsterne in diesem Himmelsgürtel denn frühe schon in zwölf Gruppen unterschieden und jede derselben unter ein meist der Thierwelt entlehntes mystisches Symbol gebracht. Das sind die zwölf Sternbilder des Thierkreises und noch heute können wir uns bei dem fremden Namen desselben, dem Zodiacus, einer gewissen mystischen Anwandlung nicht ganz entschlagen.

Von diesen zwölf Himmelszeichen (wir werden später den Unterschied zwischen Bild und Zeichen rücksichtlich des Zodiacus näher präcisiren) gehören sechs dem nördlichen, sechs dem südlichen Sternhimmel an. Von den sechs ersteren sind die ersten drei, Widder ♈, Stier ♉ und Zwillinge ♊, zwischen dem Frühlings- und Sommersolstitialpunkte gelegen, die Frühlingszeichen; die anderen drei: Krebs ♋, Löwe ♌ und Jungfrau ♍, zwischen dem Sommersolstitialpunkte und dem Herbstpunkte, die Sommerzeichen genannt. Von den sechs südlichen sind

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Wage ♎, Skorpion ♏ und Schütze ♐, zwischen dem Herbstäquinoctialpuncte und dem Wintersolstitialpunkte, die Herbstzeichen; Steinbock ♑, Wassermann ♒ und Fische ♓, zwischen dem Wintersolstitial- und Frühlingspunkte gelegen, die Winterzeichen. Von dem Zeichen des Krebses im nördl. Solstitialpunkte und dem Zeichen des Steinbockes im südl. Solstitialpunkte wird der nördl. Wendekreis der des Krebses, der südl. der des Steinbockes genannt.

Verfolgen wir nun einen und den anderen dieser wirklichen oder vermeintlichen Planeten auf seiner periodischen Wanderung durch den Thierkreis. Mag diese Wanderung nun eine wirkliche oder blos scheinbare sein, für die blos unmittelbare, sinnliche Wahrnehmung sind beide, wie vor Tausenden von Jahren, so auch der heutigen Beobachtung nach, von einander nicht zu unterscheiden.

Beginnen wir mit dem Monde, weil er mit den Sternen zugleich sichtbar und seine Umlaufszeit von der kürzesten Dauer ist.

Nehmen wir an, der Mond hätte sein volles Licht, es wäre Vollmond und wir sähen ihn um Mitternacht gleichzeitig mit einem Stern im Zeichen des Widders, etwa gar im Frühlingspunkte selbst culminiren. In der nächstfolgenden Nacht können wir denselben Fixstern zu derselben Zeit wieder culminiren sehen, den Mond aber werden wir um dieselbe Zeit schon ca. $13^0$ von diesem Fixsterne ostwärts entfernt finden. Er muss demnach in den letzten 24 Stunden, während welcher er mit

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



dem Fixsternhimmel eine volle Umdrehung um die Erde gemacht hat, gleichzeitig eine Wanderung von ca. $13^0$ in der Richtung von W. nach O. gemacht haben und er wird bis zu seiner heutigen Culmination noch ca. 50 Minuten bedürfen. Auf solche Weise können wir, so lange er nämlich des Nachts über unserem Horizonte verweilt, ihn die Zeichen des Thierkreises, eines nach dem anderen mit einer Schnelligkeit von täglich ca. $13^0$, und einer verspäteten Culmination von ca. $50^0$ Minuten durchwandern sehen, bis er, jenem Sterne im Widder sich wieder von W. her nähernd, endlich die gleiche Culmination mit ihm erreicht, ohne jedoch aus Gründen, die wir später erfahren sollen, wieder in die Phase des Vollmondes eingetreten zu sein. Der Mond durchwandelt demnach den Thierkreis in der Richtung von W. nach O. mit einer Schnelligkeit von ca. $13^0$ auf einen Tag; zu einem Quadranten seiner Bahn braucht er denn (90 : 13) ca. 7 Tage, die Woche; mithin für alle vier Quadranten $7 \times 4 = 28$ Tage (genau 27 Tage, 7 Stunden, 43 Minuten, $11._5$ Secunden, somit ca. $27\,^1/_3$ Tage), siderischer Monat. (Bis zum Vollmonde sind noch $2\,^1/_6$ Tage nöthig. Die Zeit von einem Vollmonde bis zum anderen beträgt nämlich 29 Tage, 12 Stunden, 44 Minuten, $2._9$ Secunden, welcher Zeitraum der des synodischen Monates ist.

Der Mond ist denn auch der älteste Zeitmesser und davon hat er seinen Namen, wie nach ihm der Monat*).

*) Siehe Max Müller. Vorlesungen über die Wissenschaft der Sprache. S. 5 u. f.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Denselben Kreislauf, den wir hier den Mond durch den Thierkreis, u. zw. bei einer doppelten sich widersprechenden Bewegung, einer täglichen von O. nach W., und einer periodischen von W. nach O. haben vollbringen sehen, denselben vollbringt die Sonne in einem Zeitraume von ca. 365 Tagen, bei einer täglichen Rectascension, d. i. rechtläufiger Entfernung vom Frühlingspunkte von ca. $1^0$ und einer täglichen Culminationsverspätung von ca. vier Minuten. Verglichen also mit der Schnelligkeit der Mondbewegung ist die der Sonne um $12^1/_2$ mal kleiner ($50 : 4 = 12^1/_2$).

Die veränderten Lichtgestaltungen, Phasen, welche der Mond während einer einmaligen Thierkreisdurchwanderung annimmt und die Unterscheidung der vier Hauptphasen: Neumond ●, erstes Viertel ☽, Vollmond ☉, letztes Viertel ☾, ist männiglich bekannt und auch das, dass diese Phasen von der Stellung des Mondes zur Sonne abhängen, so nämlich, dass (siehe Fig. 9) ● nur während der Conjunction, ☽ während der westlichen Viertelkreisstellung oder Quadratur, ☉ während der Opposition, ☾ nur während der östlichen Quadratur möglich ist.

Nachdem wir bisher Mond und Sonne, jedes für sich betrachtet haben, übergehen wir zu

### combinirten Beobachtungen.

Unsere erste combinirte Betrachtung mag folgende sein. Wird der Mond, den wir uns in Conjunction mit der Sonne und einem Fixsterne denken wollen, nach

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



einem periodischen Umlaufe von ca. 28 Tagen, wo er wieder mit demselben Fixsterne zugleich culminirt, an demselben Punkte auch wieder mit der Sonne zusammentreffen? Niemand wird dies bejahen können, wenn er bedenkt, dass ja auch die Sonne während dieser 28 Tage bei ihrer täglichen Rectascension von ca. $1^0$ von dem betreffenden Fixsterne sich $28^0$ nach O. wird fortbewegt haben und der Mond daher (tägliche Rectascension circa $13^0$) noch ca. $2^1/_6$ nöthig haben wird, um wieder in Conjunction mit der Sonne, also in das Stadium des Neumondes zu gelangen. Dasselbe natürlich gilt auch für den Fall von einem Vollmonde zum anderen. Darin also liegt der Unterschied zwischen dem periodischen und synodischen Monate. Zwölf synodische Monate machen das Mondjahr von $354^1/_3$ Tagen aus.

Gehen wir zu einer zweiten Betrachtung rücksichtlich des Mondes über. Zu welcher Zeit des Jahres wird der Vollmond für uns seine höchsten Culminationen am Nachthimmel erreichen? Das wird offenbar nur da der Fall sein, wo der Mond sich gerade in der Region des Himmels befindet, in welcher die Sonne in der Zeit des Sommersolstitiums ihren höchsten Culminationspunkt erreicht, d. i. in der Region des nördlichen Wendekreises. Um aber da sein volles Licht zu haben, muss er sich gleichzeitig in Opposition mit der Sonne befinden, die Sonne muss demnach zu der Zeit in der Region des südlichen Wendekreises sein, d. h. mit anderen Worten, der Mond kann für uns seinen höchsten Stand am Himmelsgewölbe nur zur Winterszeit erreichen, wo

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



wir während der langen Nächte seiner am meisten bedürfen, und das ist eine weise Natureinrichtung.

Der Mond erreicht aber zu Zeiten Höhen am Himmel, welche über die Wendekreise hinausgehen, somit unserem Zenithe näher sind; denn die Mond- und die (scheinbare) Sonnenbahn liegen, wie wir schon oben bemerkt haben, nicht in einer und derselben Ebene. Die Mondbahn nämlich bildet einen nahezu grössten Kreis um das Himmelsgewölbe, welcher die Ekliptik in einem Winkel von ca. $5^0$ schneidet (Fig. 10) und mit dieser jene ebenfalls schon bezeichneten Knotenpunkte bildet, in welchen allein die Verfinsterungen sich vollziehen können. Der Mond kann demnach zu Zeiten für uns eine nördliche Declination (Entfernung vom Aequator) von $23^0\ 28' + 5^0\ 18' = 28^0\ 46'$, mithin eine Höhe von $70^0\ 60'$ über den Südpunkt unseres Horizontes und eine Zenithdistanz von nur $19^0\ 14'$ erreichen. Ich sagte zu Zeiten, denn ein andermal tritt auch der umgekehrte Fall ein und der Mond bleibt in seiner höchsten Culmination wieder hinter dem Wendekreise zurück, so dass seine Declination wieder nur $23^0\ 28'' - 5^0\ 18'$ beträgt. Das liegt nämlich in dem folgenden Umstande.

Die zwei Knotenpunkte, in welchen die Mondbahn und die Ekliptik sich schneiden (Fig. 10) und von welchen der eine, der Uebergangspunkt von der südlichen in die nördliche Hälfte der Ekliptik, der aufsteigende ☊ (Drachenkopf), der andere, der Uebergangspunkt von der nördlichen zur südlichen, der absteigende Knoten ☋ (Drachenschwanz) genannt wird, bilden keines-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



wegs zwei fixe Punkte, sie erleiden vielmehr eine im Sinne der normalen periodischen Mondbewegung fortwährende rückläufige Verschiebung, d. h. sie rücken in der Ekliptik allmälig von O. nach W. vor, u. zw. vollzieht sich der vollständige Cyclus einer solchen Vorrückung in c. 18 Jahren einmal. Der Mond geht also innerhalb dieses Cyclus von c. 18 Jahren keinmal in demselben Punkte auf und unter; auch ist die Dauer des Drachenmonates, d. i. die Zeit von einem Durchgang durch den aufsteigenden Knoten ☊ bis zum anderen, eine wechselnde und ganz verschieden von der Dauer des periodischen oder synodischen Monates. Hiezu kommen noch mannigfache Schwankungen und Störungen, eine Wirkung der Gravitationsgesetze: die Vorausberechnung der Mondbahn und die Abfassung der Mondtafeln, welche heutzutage namentlich den Seefahrern zur Bestimmung der Längen auf dem Meere unentbehrlich sind, ist demnach eine der schwierigsten Aufgaben des Astronomen. Erschwert ist diese Aufgabe noch durch die Veränderungen, welchen selbst der Kreislauf der Sonne unterworfen ist, von welch letzterer der Mond doch rücksichtlich seiner Lichtgestaltungen ganz und gar abhängig ist.

Auch der Sonnenkreislauf ist nicht frei von Veränderungen. Etwas Analoges nämlich zu den beiden Knotenpunkten der Mondbahn mit der Ekliptik sind die Durchschnittspunkte der letzteren mit dem Aequator, die Aequinoctialpunkte nämlich. Nun hat schon anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung Hippar-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



chos, der grösste Astronom des Alterthums, die Wahrnehmung gemacht, dass auch diese zwei Punkte keine unabänderlichen seien, sondern in gleicher Weise, wie die beiden Knotenpunkte der Mondbahn, in beständigem wenn auch langsamerem Rückgange, d. h. in einer im Sinne der normalen jährlichen Bewegung der Sonne durch die Ekliptik rückgängigen Vorrückung von O. nach W. begriffen sind. Diese Vorrückung der Aequinoctialpunkte in der Ekliptik ist es, welche man unter der Präcession der Tag- und Nachtgleichepunkte versteht.

Der vollständige Cyclus dieser Präcession, während welcher die Aequinoctialpunkte den ganzen Umfang der Ekliptik durchlaufen, ist allerdings grösser als der Cyclus der Knotenpunkte des Mondes, er beläuft sich auf c. 26.000 Jahre. Dennoch beträgt die jährliche Präcession die messbare Grösse von etwa 50 Bogensecunden. Der Frühlingspunkt bleibt also nicht in demselben Sternbilde, sondern rückt in der Folge der Jahrtausende von einem zum anderen, u. zw. in der Richtung von O. nach W. vor. In der Zeit der frühesten astronomischen Beobachtungen lag der Frühlingspunkt noch im Sternbilde des Widders, heute ist er bereits weit über die Hälfte in das Sternbild der Fische vorgerückt. Ungeachtet jedoch dieser Veränderung der Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik hält man von ihnen aus die alte Benennung fest und rechnet von dem jeweiligen Frühlingspunkte aus das Zeichen des Widders. Zeichen und Sternbild fallen also nicht

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



zusammen, gegenwärtig fällt jedes Zeichen auf das ihm vorangehende Sternbild, so das Zeichen des Widders auf das Sternbild der Fische, das Zeichen der Wage auf das Sternbild der Jungfrau u. s. w.

Ein kurzes Nachdenken wird Sie darauf führen, dass in Folge der Präcession, analog der zweifachen Monatsdauer, auch eine zweifache Jahresdauer wird zu unterscheiden sein. Der Zeitraum nämlich zwischen zwei Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt des Aequators gilt als das tropische Jahr oder auch kurzweg das Jahr. In dem Zeitraume dieses tropischen Jahres hat die Sonne aber in Folge der Präcession noch nicht den ganzen Umfang der Ekliptik beschrieben, es fehlt dazu nämlich noch das Bogenstück, um welchen während der Jahresdauer der Frühlingspunkt der Sonne entgegengekommen ist und dessen Grösse wir schon mit ca. 50 Bogensecunden angegeben haben. Den Zeitraum nun, den die Sonne braucht, um die Ekliptik vollständig zu umkreisen, bezeichnet man als das siderische Jahr. Die Dauer des tropischen Jahres ist 365 Tage, 5 Stunden, 48 Minuten, $47._8$ Secunden; die Dauer des siderischen Jahres ist aber 365 Tage, 6 Stunden, 9 Minuten, $10._8$ Secunden. Der bürgerlichen Zeitrechnung konnte die Wahl zwischen beiden nicht schwer werden, denn da die bedeutenden Jahresabschnitte rücksichtlich der Erleuchtung, Erwärmung, Tages- und Jahreszeiten mit dem Durchgange der Sonne durch den Aequator zusammenhängen, so konnte nur das tropische Jahr das bürgerliche Jahr werden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Die Präcession, abgesehen von den beständigen Veränderungen, welche dadurch in der Stellung zwischen Sonne und Mond hervorgehen müssen, schliesst noch Vorgänge in sich, welche, wenn auch für viele Generationen ganz unbemerkbar, in ihren weiteren sich summirenden Consequenzen die grössten Umgestaltungen des Naturlebens auf der Erdoberfläche zur Folge haben müssen.

Mit den Aequinoctialpunkten rückt natürlich die ganze Aequinoctiallinie zwischen diesen beiden Punkten vor und die Vorrückung der ganzen Aequinoctiallinie muss wieder einen Einfluss auf die Stellung der senkrecht zu ihr gerichteten Weltaxe haben. Die Fig. 11 wird Ihnen das versinnlichen. Der liegende Kreis ONWS. stelle die in horizontaler Lage gedachte Ekliptik dar, welche, weil seitwärts gesehen, in Gestalt einer Ellipse erscheint. Die senkrecht in ihrer Mitte errichtete Linie $C\,n$ ist die halbe Axe derselben und ihr oberer Endpunkt $\pi$ ist der Pol der Ekliptik. Der Halbkreis $O\,A\,W$, welcher mit der Ekliptik einen Winkel von circa $23^1/_2{}^0$ bildet, sei die nördliche Hälfte des Aequators, und die senkrechte im Centrum seiner Ebene errichtete Axe $C\,P$ stelle die nördliche Hälfte der Weltaxe vor, deren oberster Endpunkt $P$ den Nordpol bezeichnet, so wie das Sternchen in dessen Nähe den Nordpolarstern bezeichnen mag. Nach einem Zeitraume von ca. 13.000 Jahren müsste in Folge der in der Richtung des Pfeiles stattfindenden Präcession die Stellung beider Ebenen, der Ekliptik nämlich und des Aequators, die entgegen-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



gesetzte geworden sein, d. h. die in der Figur sichtbare Aequatorhälfte $O\ A\ W$ müsste aus dieser Stellung in die Lage von $O\ A'\ W$ gekommen sein und mit ihr die Axe $C\ P$ in die Richtung von $C\ P'$, der Punkt $P$, unser Nordpol, hätte während der Zeit um den Punkt $\pi$, welcher der Pol der Ekliptik ist, einen Halbkreis von $P$ bis $P'$ beschrieben. Unser Nordpol hätte dann längst aufgehört Nordpol zu sein, ein anderer Punkt am Himmel, der $180^0$ von ihm entfernt ist, würde zu diesem Range gelangt sein, und dem entspricht denn auch die Wirklichkeit. Zur Zeit, als Hipparch seine Beobachtungen anstellte, vor ca. 2000 Jahren nämlich, war der nördliche Aequatorpol, d. i. der eigentliche Nordpol, noch etwa $12^0$ von dem heutigen Polarstern entfernt. Vor dieser Zeit war der Stern zweiter Grösse an der äussersten Deichselspitze des kleinen Wagens, unser jetziger Polarstern, noch überhaupt Polarstern nicht. Zu Mosis' Zeiten war dies ein Stern im Sternbilde des Drachen, erst allmälig war der Pol aus der Nähe dieses Sternes in die Nähe des Sternes $\alpha$ im kleinen Wagen oder Bären, bis zur Zeit des Hipparch also, bis auf $12^0$ nahegerückt. Seit der Zeit näherte er sich ihm noch immer mehr. Jetzt ist er etwa $1\,^1/_2{}^0$ von ihm entfernt. Die Annäherung schreitet noch immer vor, bis im Jahre 2095 die Entfernung nur noch etwa 26 Minuten sein wird. Das aber wird das Maximum der Annäherung sein: denn von der Zeit an wird der Pol sich immer mehr von dem jetzigen Polarstern entfernen und nach etwa 12.000 Jahren in die Nähe des schönen Sternes Vega im Stern-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



bilde der Leier gelangen, so dass dann dieser Stern erster Grösse den Erdbewohnern die Nordrichtung zeigen wird. Welche Veränderungen führen aber solche Vorgänge im Gefolge mit sich! Zeigt der Nordpol nicht immer noch denselben Fixstern am Himmel, so kann eben so wenig der Himmelsäquator durch dieselben Sterne gehen; die jetzt nördlichen Sternbilder des Thierkreises werden dereinst die südlichen und umgekehrt auch die jetzt südlichen die nördlichen geworden sein. Ich überlasse es Ihnen, die gewaltigen physischen Veränderungen zu ermessen, welche in Folge dieser Phänomene auf der Erdoberfläche im Laufe der Jahrtausende hervorgehen müssen. Es genügt mir, Ihnen blos einen flüchtigen Blick in jene Welt gestattet zu haben, in welcher man gewöhnlich annimmt, dass daselbst, wie im himmlischen Reiche auf der Erde, in China nämlich, Alles beim Alten bleibt. Einen absoluten Stillstand gibt es nicht, und das einzig Bleibende im ewigen Wechsel ist nur das Naturgesetz. —

So weit waren im Ganzen die Beobachtungen der Alten schon vorgedrungen und gewiss, es gereicht ihnen zur Ehre, so lang vor uns und mit sehr unzureichenden Hilfsmitteln so tief in die Geheimnisse der Weltbewegung eingedrungen zu sein. Da sie die Erscheinungen jedoch so hinnahmen, wie sie sich den blos sinnlichen Wahrnehmungen offenbaren, so mussten ihnen die vielen Widersprüche in denselben grosse Verlegenheiten bereiten. Da war nun zuerst das Widersprechende in der täglichen und periodischen Bewegung der Planeten:

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Körper, die sich gleichzeitig in zwei entgegengesetzten Richtungen bewegen sollten! Dazu der Rückgang der Knotenpunkte in der Mondbahn! Die Präcession der Tag- und Nachtgleichepunkte! Darüber noch andere, das Nachdenken herausfordernde Phänomene an der Sonne sowohl als an dem Monde. Beide zeigten sich nämlich nicht immer von gleichem Durchmesser und erschienen bald grösser, bald wieder um etwas kleiner; es war demnach anzunehmen, dass sie der Erde bald näher sind, bald sich wieder von ihr etwas entfernten. Auch ihre Umlaufsgeschwindigkeit ward bald als eine ungleichmässige erkannt, in manchen Theilen ihrer Bahn war sie eine beschleunigte, in manchen wieder eine verzögerte.

Boten Sonne und Mond in ihrer Erscheinung und Bewegung schon des Räthselhaften genug dar, so musste das Erstaunen noch grösser über die Privilegien sein, welche sich gerade die kleineren Planeten noch überdies herausnehmen. Während die Sonnen- und Mondbahn nämlich sich wenigstens einfach als grösste Kreise der inneren Kugelfläche des Himmels darstellen, erscheinen die Bahnen dieser kleineren Himmelskörper bei Weitem weniger einfach. Sie liegen zwar alle, wie wir schon oben angedeutet haben, in der Nähe der Ekliptik und erstrecken sich meistens wie die der Sonne und des Mondes in der Richtung von West nach Ost, doch kommt auch häufig der Fall vor, dass der Stern sich zeitweilig auch von Ost nach West, also rückläufig an der Himmelskugel bewegt und dann wiederum in

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



die allgemeine Richtung von West nach Ost umlenkt. Wenn hiebei nun auch die Declination des Sternes sich ändert, so kann es nicht fehlen, dass seine Bahn sich haken-, wohl auch schlingenförmig gestaltet.

Bei dem Festhalten an eine Harmonie des Universums, an ein das All beherrschende Gesetz, mussten diese Widersprüche zu einer Lösung drängen, vorausgesetzt, dass vorher das empirische Material beisammen und wenigstens äusserlich an einander gruppirt war. Das ist aber lange Zeit nicht der Fall gewesen; denn wenn selbst noch in unseren Tagen die Astronomie keine allgemein verbreitete Wissenschaft ist, um wie viel weniger musste sie es im Alterthume sein, welchem es an grossen Astronomen zwar nicht fehlte, die aber, wie auch noch in unseren Tagen dies der Fall ist, ganz vereinzelt in weit aus einander liegenden Orten beobachteten, dachten und schrieben, und dazu für ihre Werke noch lange nicht jene Vervielfältigungs- und Verbreitungsmittel vorfanden, ohne welche eine Verallgemeinerung der der Menschheit gewonnenen Erkenntnisse nicht möglich ist. Die Bedingungen zu einem solchen Zusammenflusse, zu einer endlichen Vereinigung aller dem Alterthume erworbenen Kenntnisse und Erkenntnisse sind in verhältnissmässig später Zeit erst gegeben worden, nachdem der grosse Macedonier in seinem vermittelnden, die Völker vereinigenden Streben mit einem wunderbaren, in die Zukunft dringenden Scharfblick den Schauplatz für sie geschaffen, und dieser war das wegen seiner Weltstellung in der Mitte der drei

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Welttheile des alten Continentes als Vereinigungspunkt für alle drei sich noch heute bewährende Alexandrien. Dieses hatten die drei ersten Ptolemäer, deren Regierung ein volles Jahrhundert ausfüllte, ganz im Geiste jenes grossen Schülers des Aristoteles, zu einem prachtvoll ausgestatteten Emporium gestaltet, in welchem nicht allein die Völker und Producte, sondern mit ihnen auch die Kenntnisse, Denkweisen und Religionen der drei Welttheile zusammenflossen, aus deren Vereine mit der hieher verpflanzten hellenischen Bildung, nachdem die für das Schönheitsideal begeisterte Schöpfungskraft dieses Volkes bereits gesunken, jene merkwürdige neue Phase hellenischen Geisteslebens hervorging, welche man mit dem Namen der alexandrinischen bezeichnet.

In den zwei von den ersten Ptolemäern hier gegründeten und weltberühmt gewordenen Instituten, dem Museum und den zwei ungemein reichen und seit Kallimachos musterhaft geordneten Bibliotheken, war hier ein Sammel- und Vereinigungspunkt für alle zeitgenössischen Denker sowohl, als für die in Schriftwerken niedergelegten Schätze menschlicher Gedankenarbeit aller Völker und Zeiten geschaffen, wie sie noch kein Volk der Erde vorher gesehen. Als Bibliotheksvorsteher nach Kallimachos verfasste hier im dritten Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung, die angesammelten Schätze in ausgiebigem Masse benützend, Eratosthenes seine astronomischen und geographischen Werke, liess er im Museum die grossen Instru-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



mente zur Beobachtung der Gestirne aufstellen und brachte zuerst das Princip einer Gradmessung zur praktischen Anwendung. Hier war es auch, wo 300 Jahre später Claudius Ptolemäus seine astronomischen und geographischen Werke und, auf die handschriftlichen Ueberlieferungen des eigentlichen Begründers der astronomischen Wissenschaft, des schon oben erwähnten Hipparchos, wie auf seine eigenen, im Serapeion angestellten Beobachtungen gestützt, jene Theorie eines Weltsystemes aufstellte, das seinen Namen trägt, und obgleich unter den schon versuchten Systemen nicht glücklich gewählt, — da schon ca. drei Jahrhunderte vor ihm Aristarchos von Samos die Bewegung der Erde um ihre Axe und um die Sonne gelehrt hatte — seine Herrschaft doch bis in das 16. christliche Jahrhundert hinein ausdehnen sollte. Das den Namen des Ptolemäus tragende System gehört dazu noch nur zum geringsten Theile dem Ptolemäus an, denn der wesentlichste Theil desselben ist dem Hipparchos entlehnt, der der eigentliche Schöpfer desselben ist, und so bietet die Benennung dieses Weltsystems eine Parallele zu der nachmaligen Benennung des von Columbus entdeckten und nach Amerigo Vespucci benannten neuen Westcontinentes. Das sogenannte ptolemäische System war ausserdem auch nach Ptolemäus noch weiter ausgebildet worden. Es ist einleuchtend, dass uns hier die kritische Ausscheidung der Elemente desselben nicht beschäftigen kann, denen es ja blos um die Kenntniss des Systems überhaupt zu thun ist.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Der von den Alten aufgestellte Mechanismus der Himmelsbewegungen steht in seiner Gesammtheit uns heute so fremdartig gegenüber, dass es uns Wunder nimmt, wie der in Hervorbringung hoher, gemeinfasslicher Ideale sonst so glückliche hellenische Genius es gewesen, aus welchem die Conception desselben hervorgegangen ist; wir wären mehr geneigt, in ihm etwas von der Eigenthümlichkeit des chinesischen Nationalgeistes zu erkennen.

Ein ganzes System von in einander hineingepassten, weltumfassenden krystallenen Kugelschalen, Sphären, wurde erdacht, welche um verschieden gestellte Axen, in verschiedenem Sinne und in verschiedenen Zeiten ihr gemeinschaftliches Centrum, die Erde, umkreisen, um auf die Weise die scheinbar regellosen Umwälzungen der Himmelskörper an ein bestimmtes Gesetz und an eine als die vollkommenste gedachte Körper- und Bewegungsform, den Kreis nämlich, gebunden zu erklären.

Der Erste, der diesen Mechanismus concipirte, wird Eudaxus aus Kridus genannt, welcher um das Jahr 367 vor unserer Zeitrechnung lebte. Um die gleichzeitig in entgegengesetztem Sinne sich vollführende Bewegung der einzelnen Planeten erklärlich zu machen, theilte er jedem derselben eine Anzahl solcher Sphären zu, welche diese complicirten Bewegungen ermöglichen sollten, in der Weise etwa, wie wenn auf einem rasch sich dahinwälzenden Strome ein Schiff stromaufwärts fährt, während gleichzeitig auf dem Verdecke desselben ein Mensch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



sich wieder in einer anderen Richtung fortbewegt, wodurch eine in dreifachem Sinne gerichtete Bewegung zu Stande gebracht ist. Um die Bewegung von Sonne und Mond zu erklären, hat Eudaxus drei, für jeden der fünf übrigen Planeten gar vier, im Ganzen also 26 solcher Sphären bedurft. Nach ihm war es Kallippus, welcher dieses System weiter ausbildete, indem er die Sonne und den Mond, Mercur, Venus und Mars, weil man neue Ungleichheiten in ihrem Laufe wahrgenommen hatte, noch mit je zwei neuen Spären versah, so dass die Gesammtzahl der himmlischen Bewegungsmittel auf 33 stieg. Ja der grosse Stagirite, welcher im Gegensatze zu den beiden Vorigen annahm, dass sich die Schalen berührten und ihre Bewegung mittheilten, bedurfte zur Aufhebung dieser mitgetheilten Bewegung, oder zur Isolirung jedes einzelnen Sphärensystemes noch 22 anderer und so war die Anzahl dieses Himmelsapparates bis auf 55 Sphären herangewachsen. Man erschrickt, sagt Peschel mit Recht, über die geometrische Phantasie, welche sich den Weltraum mit 55 durchsichtigen Kugelschalen ausgefüllt dachte, die sich um verschiedene Axen, in verschiedener Richtung und in verschiedenen Zeiten um ihr gemeinsames Centrum drehten, blos um das Gesetz und die Harmonie und die als die vollkommenste beliebte Form, die Kreisform, zu retten.

Obgleich diese enge und beängstigende Sphärentheorie schon ca. 200 Jahre vor unserer Zeitrechnung durch Apollonius von Perga zerschlagen wurde, der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



die Planetenbahnen nach dem Vorgang der Pythagoräer wieder zu einfachen Kreisläufen im freien Raume umgestaltet hatte, hielt das ptolemäische System nichtsdestoweniger fest daran, ebenso wie es gegen Aristarchos von Samos die Erde wieder zum Stillstande inmitten einer um sie bewegten Welt verurtheilte, nur dass es die Anzahl jener Sphären auf 11 reducirte. Die äusserste unter denselben war nach dem ptolemäischen System die Fixsternsphäre, jene krystallene Kugelschale, an deren innerer Fläche die Fixsterne fest angeheftet sind (Sidera infixa coelo). Im Mittelpunkte dieser Fixsternsphäre beharrt in ewiger Ruhe unsere Erde, während die sieben Planeten in folgender Austheilung Mond, Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn sich im Innern dieser Fixsternsphäre in verschiedener Entfernung von der Erde befinden. Jeder dieser Planeten wird ebenfalls durch eine besondere Sphäre getragen, so dass es im Ganzen acht Sternsphären gibt. Ausserhalb dieser acht Sternsphären wurden jenseits der äussersten derselben, der Fixsternsphäre nämlich, zwei andere angenommen, mit deren Hilfe der Rückgang der Aequinoctialpunkte auf der Ekliptik erklärlich gemacht wurde. Um endlich den täglichen Umschwung dieses mächtigen Weltgebäudes um die Erde herum möglich zu machen, nahm man eine Kraft an, welche hoch über allen anderen Sphären in einer 11. Sphäre throne, diese letzte und höchste Sphäre wird daher als das Primum mobile bezeichnet.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Ich werde Sie mit dieser Theorie nicht weiter behelligen, da sie auf die Fortentwicklung der astronomischen Wissenschaft ohne Folge geblieben; dagegen wollen wir ein und das andere Detail dieses Systemes hervorheben, in welchem Sie den glücklich erfindenden hellenischen Geist wieder erkennen werden und welche gleichzeitig uns ein klares Beispiel von jenen merkwürdigen Vorgängen sind, wie der menschliche Verstand in seinem Bestreben, die Räthsel der Schöpfung zu lösen, oft Jahrhunderte vorher schon hart an die Wahrheit streift, wie diese durch ein unerforschliches Geschick sich ihm aber noch entwindet, um Jahrhunderte später erst ans Licht des geistigen Tages hervorgezogen zu werden.

Sie sind mit den Unregelmässigkeiten bereits vertraut, welche an dem Gange und in der Richtung der Planeten wahrgenommen, das Nachdenken der Alten so sehr beschäftigten, wie die Bewegung erstens der Planeten am Himmelsgewölbe nicht mit gleichmässiger Schnelligkeit erfolge, sondern in einem Theile der Bahn eine beschleunigte, im anderen wieder eine verzögerte ist — und wie zweitens auch die Richtung ihres Laufes einem Wechsel unterworfen ist, so nämlich, dass sämmtliche Planeten im Allgemeinen wohl rechtläufig, von West nach Ost, erscheinen, dagegen aber auch zeitweilig stationär und mitunter sogar rückläufig werden. Diese Abweichungen von dem gleichmässigen und gleichgerichteten Laufe wurden von den Alten die Ungleichheiten der Planeten-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



bewegung genannt. Die erste Ungleichheit (in der Geschwindigkeit) zeigte sich, wie wir wissen, sowohl an Sonne und Mond, als auch bei den übrigen fünf den Alten bekannten wirklichen Planeten. Die zweite Ungleichheit (in der Laufesrichtung) wird dagegen an Sonne und Mond nicht bemerkt, zeigt sich aber bei jedem der fünf übrigen Planeten. Die Art und Weise der Erklärung dieser Ungleichheiten ist wirklich geeignet, durch ihren Scharfsinn und ihre Consequenz auch heute noch unseren Verstand zu interessiren. Die Urheberschaft dieser Erklärung eignet wieder dem Hipparchos, von welchem Ptolemäus sie entlehnte und dann weiter ausbildete, und da sie eben dieser ihrer Vertrautheit mit unserem Geiste wegen noch lange nach Copernicus und selbst Galilei bis ins 17. Jahrhundert ihre Geltung bewahrte, so fühle ich mich dadurch veranlasst, sie Ihnen hier näher darzulegen.

Um die erste Ungleichheit (ungleiche Geschwindigkeit) zu erklären, machte man folgende Annahmen über den Lauf der Planeten:

Jeder Planet bewegt sich zwar stets mit gleicher Geschwindigkeit in einer Kreisbahn um die Erde herum, jedoch liegt der Mittelpunkt dieser Kreisbahn nicht in der Erde selbst, sondern ausserhalb derselben, oder mit anderen Worten: Die Bewegung erfolgt zwar gleichmässig, aber in einem excentrischen Kreise.

Die Figur 12, in welcher der äussere Kreis die Fixsternsphäre in einem Durchschnitte derselben darstellen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



soll, wird Ihnen veranschaulichen, wie in der That dem Erdbewohner in $E$ die Geschwindigkeit, mit welcher sich ein Planet $P$ auf seiner Bahn am Himmel fortbewegt, verschieden erscheinen muss, selbst wenn die wahre Bewegung desselben mit vollkommener Gleichmässigkeit in einer Kreisbahn $P\,P'\,p\,p'$ erfolgt, deren Mittelpunkt $C$ jedoch nicht mit dem Mittelpunkte der Erde zusammenfällt, sondern ausserhalb der letzteren, also excentrisch ist.

Befindet sich nämlich der Planet in dem Orte $P$ seiner Bahn, so wird dem Erdbewohner in $E$ der Fixstern $F$ durch den Planeten verdeckt werden. Legt dann aber derselbe Planet, etwa im Laufe eines Tages, den Bogen $PP'$ auf seiner Bahn zurück, so erscheint er dem Erdbewohner $E$ nun nicht mehr vor dem Fixstern $F$, sondern vor einem anderen, der mit $F'$ bezeichnet sein mag. Der Planet hat sich also scheinbar von $F$ nach $F'$ am Fixsternhimmel fortbewegt. Wenn aber der Planet im Laufe der Zeit nach $p$ gelangt ist, so erscheint er, von $E$ aus gesehen, vor dem Punkte $f$ am Fixsternhimmel. Legt er dann den Bogen $p\,p'$ zurück, so kommt er am Ende vor $f'$ zu stehen, hat also scheinbar den Bogen $f\,f'$ an der Himmelskugel beschrieben. Die Bogen $P\,P'$ und $p\,p'$, welche der Planet in gleichen Zeiten auf seiner wahren Bahn zurückgelegt, müssen, da angenommenermassen seine Bewegung eine gleichmässige ist, einander gleich sein, dagegen sind augenscheinlich die Bogen $F\,F'$ und $f\,f'$, welche der Planet

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



in gleichen Zeiten auf seiner scheinbaren Bahn am Fixsternhimmel zurücklegt, verschieden.

Unsere Figur lässt deutlich genug erkennen, wie die Wege, welche der Planet im Laufe eines Tages auf seiner scheinbaren Bahn am Himmel zurücklegt, um so grösser werden müssen, je geringer seine Entfernung von der Erde wird und umgekehrt. — Die Geschwindigkeit des Planeten wird also scheinbar zunehmen, wenn er von seiner grösseren Erdferne in *P* ausgehend, bis zur grössten Erdnähe in *p* fortschreitet: von hier aus wird aber die Geschwindigkeit sich wiederum verkleinern, bis die grösste Erdferne in *P* wieder erreicht ist.

Wer wird bei dieser Excentricität der Planetenbahnen, einer Erdnähe und Erdferne, einer in umgekehrtem Verhältnisse zu den beiden letzteren sich gestaltende Geschwindigkeit nicht lebhaft schon an die Ellipse, an die Keppler'schen Gesetze, ja an die Wirkungen der Gravitation erinnert? und doch sollten noch anderthalb Jahrtausende seit Ptolemäus dahinrauschen, ehe der astronomischen Wissenschaft das wahre Licht über diese Ungleichheiten aufgegangen.

Logisch genommen musste die Excentricitätstheorie ihre Richtigkeit noch erst an einer anderen Erscheinung erproben. Der Sehwinkel, unter welchem ein Gegenstand dem Beobachter erscheint, muss sich nämlich vergrössern, wenn der Gegenstand sich dem Beobachter immer mehr nähert. Wenn daher beispielsweise die Sonne oder der Mond aus der Erdferne bei *P* mehr und mehr in die Erdnähe bei *p* übergeht, so muss der Seh-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



winkel $a\,E\,b$, unter welchem der betreffende Himmelskörper bei $P$ erscheint, sich vergrössern. Da sich aber beim Uebergange aus der Erdferne in die Erdnähe auch die Geschwindigkeit in der Bahn fortwährend vergrössert, so folgt, dass die Vergrösserung des Sehwinkels in solchem Falle von der Vergrösserung der Geschwindigkeit begleitet sein muss. Nun zeigten die Beobachtungen, dass eine solche Uebereinstimmung auch wirklich stattfindet. Die Geschwindigkeit des Sonnenlaufes in der Ekliptik z. B., sowie der Sehwinkel des Sonnendurchmessers haben zu denselben Jahreszeiten ihre grössten und kleinsten Werthe, sie sind beide im Anfange des Monates Juli am kleinsten, dagegen im Anfange des Monates Januar am grössten. Aehnlich verhält es sich mit dieser Uebereinstimmung rücksichtlich des Mondes. Die Annahme der Excentricität der Planetenbahnen in der oben bezeichneten Weise scheint also mit den Thatsachen der Erscheinungen in Uebereinstimmung zu sein.

Die fortgesetzten schärferen Beobachtungen mussten aber bald dahin führen, dass die Uebereinstimmung wohl nur ihrer Art nach, nicht aber auch ihrem Maasse nach stattfinde. Wenn man nämlich Sehwinkel und Bahngeschwindigkeit mit einem genauen Maassstabe abmisst und ihre Grössenverhältnisse in Zahlen darstellt, so zeigt es sich, dass die soeben erlangte Bestätigung trügerisch war. Untersucht man beispielsweise die mit Hilfe guter Beobachtungsinstrumente ermittelten Zahlenverhältnisse zwi-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



schen den Sehwinkeln und Bahngeschwindigkeiten des Mondes, so stellt sich Folgendes heraus:

Es verhält sich der kleinste Sehwinkel zum grössten, wie 100 : 114,

dagegen die kleinste Geschwindigkeit zur grössten, wie 100 : 130.

Zu einem ähnlichen Resultate führen ähnliche an der Sonne in der Beziehung angestellte Beobachtungen.

Es verhält sich der kleinste und grösste Sehwinkel, wie 1000 : 1034,

dagegen die kleinste und die grösste Geschwindigkeit, wie 1000 : 1069.

Die Vergrösserung der Bahngeschwindigkeit erfolgt also nicht in dem Maasse wie die Vergrösserung des Sehwinkels, sondern in einem grösseren Maasse und dadurch ist die Excentricitätstheorie wieder in Frage gestellt.

Unmöglich wird es mir, hier eine Bemerkung zu unterdrücken.

Wenn Sie aus den einfachen Verhältnissen der Sehwinkel 100 : 114 und 1000 : 1034 das sogenannte quadratische Verhältniss derselben, nämlich $100 \times 100$ zu $114 \times 114$ und $1000 \times 1000 : 1034 \times 1034$ bilden, woraus dann die Verhältnisse 10.000 : 12.996 und 1,000.000 : 1,069.156 hervorgehen, so werden sie in den letzteren leicht bemerken, wie nahe sie den Verhältnissen von 100 : 130 und 1000 : 1069 kommen, in welchen die äussersten Grenzen der Bahngeschwindigkeit der beiden in Frage stehenden Himmelskörper

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



zu einander stehen. Wenn diese Beziehung zwischen den Verhältnissen der Sehwinkel und Geschwindigkeit in allen Fällen giltig wäre, so könnte man aus der Entfernung leicht auf die Bahngeschwindigkeit schliessen. Verkleinert sich z. B. die Entfernung in dem Verhältnisse von 11 : 10, so muss sich der Sehwinkel in dem umgekehrten Verhältnisse von 10 auf 11 vergrössern, die Bahngeschwindigkeit aber muss im Verhältnisse von $10 \times 10$ zu $11 \times 11$ oder wie 100 : 121 anwachsen: das Verhältniss der Bahngeschwindigkeit wäre demnach dem umgekehrten quadratischen Verhältnisse in Entfernungen gleich.

Das ist der Satz, mit welchem anderthalb Jahrtausende später die Aufschliessung der Weltbewegungsgesetze eingeleitet wurde.

So streifen wir oft vielleicht auch an unserem Glücke vorbei, um spät erst oder gar niemals uns mit ihm zu vereinen.

Die zweite Ungleichheit der Planetenbewegung (Ungleichheit in der Bahnrichtung) versuchte man zu erklären, indem man folgende Annahme machte:

Ein Planet bewegt sich zwar stets in gleicher Richtung in einer Kreisbahn, jedoch ist der Mittelpunkt dieser Kreisbahn nicht fest, er schreitet vielmehr auf dem Umfange eines anderen Kreises fort, aus welcher Combination von Bewegungen nun die scheinbar ungleichen Richtungen desselben hervorgehen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Da die Planetenbahn hienach ein Kreis ist, welcher sich auf einem anderen bewegt, so werden die Planetenbahnen nach dieser Lehre als Epicykeln (Aufkreise) bezeichnet, wogegen man den festen Kreis, an dessen Umfang der Mittelpunkt des Epicykel fortgeleitet wird, den deferirenden Kreis (Leitkreis) nannte. Eine anschauliche Vorstellung von dieser Ansicht dürfte Ihnen die Fig. 13 verschaffen.

Ein Zeiger $C\,A$ bewege sich in gleichmässiger Drehung um den Mittelpunkt $C$ des Zifferblattes. Der Einfachheit wegen wollen wir annehmen, dass ein Umlauf dieses Zeigers in 12 Stunden erfolge. Am Endpunkte $A$ dieses Zeigers befinde sich aber noch ein kleinerer Zeiger $A\,B$, welcher sich um den Endpunkt $A$ des grossen Zeigers gleichmässig dreht und einen vollen Umlauf um $A$ herum während der Zeit vollenden möge, in welcher der Zeiger $C\,A$ die Hälfte seiner Bahn vollendet hat, also in sechs Stunden. Vor Beginn der Drehungen sei der kleine Zeiger $A\,B$ so gestellt, dass er als die Verlängerung des grossen Zeigers $C\,A$ erscheint. Eine Stunde nach Beginn der Drehung hat der Endpunkt $A$ des grossen Zeigers ein Zwölftel seiner Kreisbahn durchlaufen und befindet sich über dem mit $I$ bezeichneten Punkte derselben. Hätte der kleine Zeiger $A\,B$ sich nicht auch beständig bewegt, so würde sein Endpunkt $B$ jetzt in $B'$ sein, aber er hat in einer Stunde bereits ein Sechstel seines Umlaufes vollendet und befindet sich nun im Punkte 1. Das Fortschreiten dieser Vorgänge wird Jeder sich leicht aus der Figur entnehmen können.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Es befindet sich nämlich am Ende der zweiten Stunde *A* in *II* und *B* in *2*, am Ende der dritten Stunde *A* in *III* und *B* in *3*. Nun hat der kleinere Zeiger bereits die Hälfte seines Umlaufes vollendet, daher steht sein Endpunkt *B* dem Mittelpunkte des Zifferblattes, nämlich *C*, so nahe, als er ihm überhaupt nahe kommen kann. Vom Ende der dritten bis zum Ende der sechsten Stunde entfernt *B* sich wieder mehr und mehr vom Mittelpunkte *C*, indem er nacheinander von *3* aus durch *4* und *5* bis zum Punkte *6* fortschreitet, wo er wiederum seine grösste Entfernung von *C* erlangt und einen ganzen Umlauf um *A* herum vollendet hat. Von hier an bis zum Ende der zwölften Stunde muss sich dann der Vorgang wiederholen, wie er in den ersten sechs Stunden stattfand.

Wenn nun der Kreis, den der Punkt *B* um *A* beschreibt, ein Epicykel genannt wird, so muss die Curve, welche der Punkt *B* während seiner einmaligen Umdrehung um *A* im Raume beschreibt und welche in unserer Figur die Curve *B 1 2 3 4 III 5 6* ist, eine Epicykloide genannt werden.

Man sieht, wie diese Linie schleifenförmig gestaltet ist und dass sich bei einem vollen Umlaufe des grossen Zeigers zwei solche Schleifen ergeben müssen. Hätte man angenommen, dass der kleine Zeiger in vier Stunden um *A* seinen Umlauf vollendet, so würden sich drei solche Schleifen ergeben haben.

Diese schleifenförmigen Linien zeigen nun aber wirklich Aehnlichkeit mit den Verschlingungen, welche sich in den scheinbaren Bahnen der Planeten darstellen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Denkt man sich nämlich bei diesen Bewegungen den beobachtenden Erdbewohner in den Mittelpunkt *C* und den Planeten auf der Spitze *B*, so wird der Planet von *B* aus über *1* und *2* bis *S* rechtläufig erscheinen, hier stationär werden, von *S* bis *R* rückläufig sein und von *R* aus wieder seine rechtläufige Bewegung beginnen.

So lange der Planetenlauf nicht bis in die Details den einzelnen Bahnelementen nach genau untersucht worden war, glaubt man auf die Weise denselben zu erklären, indem man die Verhältnisse zwischen den Grössen der definirenden Kreise und der Epicykeln, so wie auch die Geschwindigkeit der Bewegungen in diesen Kreisen für jeden Planeten richtig zu bestimmen suchte.

Wer kennt die Uhrwerke nicht, die noch in verhältnissmässig späterer Zeit in verschiedenen Städten an den Kirchen oder Rathhäusern angebracht worden sind, und an ihren Zifferblatte in diesem künstlich in einander verschlungenen Mechanismus von Cykeln und Epicykeln den ganzen Planetenlauf, sowie alle auf das bürgerliche Leben Einfluss nehmenden astronomischen Erscheinungen und Eintheilungen für ewige Zeiten darstellen sollten. Ueberall geht die Sage, dass der Künstler des Augenlichtes beraubt worden sei, nachdem er das Uhrwerk aufgestellt und in Gang gebracht hatte, um ihn dadurch zu hindern, auch anderen Städten ein gleiches Kunstwerk zu geben. Aus Rache dafür soll er durch einen einzigen Eingriff in das Räderwerk den Gang der Uhr gestört oder zerstört haben, je nachdem diese Uhren den Sternenlauf in späterer Gegenwart entweder unrichtig, oder wohl

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



gar nicht mehr zeigten. Man fühlt aus der Sage heraus, wie sie die Frage nach dem vollen Werthe des Kunstwerkes eludirt und weislich in ein mystisches Dunkel zu hüllen weiss. Für die weitere Zukunft nämlich musste der Meister erblinden und sein Werk ein gestörtes sein.

Auch die Theorie der Epicykeln bewährte sich nämlich nur der Art nach, nicht auch dem richtigen Maasse nach und konnte für die Dauer nicht fortbestehen. Genauere Messproben ergaben immer mehr Abweichungen; allein anstatt mit der ganzen Theorie zu brechen, versuchte man vorher noch sie weiter auszubilden, indem man zu weiteren Epicykeln seine Zuflucht nahm, so nämlich, dass man Epicykeln wieder auf Epicykeln aufsetzte und das früher im Ganzen doch so einfache ptolemäische System nahm eine immer verwickeltere, confusere Form an, ohne dem Weltgeheimnisse dabei näher zu rücken. Allein das Mittelalter gefiel sich in solchen monstrosen Vorstellungen, und an der Seite der Autorität des Alterthums stand hier noch die Autorität der Kirche, welche in dieser Rangordnung von Cykeln und Epicykeln unter dem Himmel etwas Analoges mit den von ihr aufgestellten Rangordnungen über demselben, unter den himmlischen Heerschaaren, finden möchte und daher aus Furcht davor, dass die eine leicht mit der andern zusammenbrechen könnte, mit nicht geringer Sorgfalt die Unantastbarkeit der einen wie der anderen überwachte. Endlich musste denn doch erleuchteteren Geistern ein so verwickelter Mechanismus mit dem sonst so einfachem Gange der Natur unvereinbar erscheinen und schliesslich traten

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



geistig unbefangene Männer auf, welche den Muth, oder vielmehr die sittliche Kraft besassen diese Fesseln zu durchbrechen. Sie entwanden sich diesem beengenden Labyrinthe und eroberten sich geistig einen neuen Standpunkt, von welchem aus, ihrem Geiste die einfach schöne Harmonie des Weltbaues entgegenstrahlte. Der erste dieser merkwürdigen Menschen sollte gerade ein Diener der Kirche, und zwar ihrer anhänglichsten Einer sein, und er ist der Erste nicht, an dem es sich bewahrheitet, dass die freie, geistige Forschung friedlich neben der Ehrfurcht vor alten geheiligten Traditionen daher schreiten kann. Es ist, wie Sie wissen, der Frauenburger Canonicus Nicolaus Copernicus, geboren 1473 als Sohn eines Kaufmannes oder, nach Anderen eines Bäckermeisters zu Thorn in West-Preussen, dessen Stände damals, seit der Niederlage des deutschen Ordensheeres, bei Tennenburg nämlich, die polnische Oberherrlichkeit anerkennen mussten. Seine Nationalität ist deswegen Gegenstand eines hartnäckigen, zum Theile mit persönlicher Bitterkeit geführten Streites gewesen; aber solche Männer, sollte man meinen, gehörten dem gesammten Menschengeschlechte an. — Es ist übrigens zu bedauern, dass in Folge einer lange genug angedauerten Sorglosigkeit von Seiten der beiden nachmals streitenden Gegner uns so wenige, die Person des Umstrittenen betreffende Thatsachen mit voller Gewissheit überliefert sind. Ein anderer Streit ist wegen der Urheberschaft der grossartigen Conception zwischen den Anwälten des modernen Geistes und deren antiquarischen und philolo-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



gischen Gegnern geführt worden, da Letztere nach Mädler's Worten „zu keinem ruhigen Schlafe gelangen können, bis sie in den Classikern irgend eine, wenn auch noch so dunkle Andeutung gefunden haben, die sie nun mit einem Male zu deuten wissen, um dem, durch dessen Entdeckung sie allein zu dieser Deutung gelangt sind, die Priorität streitig zu machen".

In wissenschaftlichen Dingen ist es gut, alle Illusionen auszuschliessen und Alles nach seinem richtigen Werthe zu schätzen. Es ist wahr, dass die Idee einer Rotation und Revolution der Erde schon im Alterthum aufgetaucht war. Es ist aber auch wahr, dass diese Idee einerseits, wie die dem Pythagoras zugeschriebene, nur ganz vague gehalten ist, und andererseits, selbst die mit grösserer Klarheit gefasste, wie das von Aristarchus von Samos geschehen ist, fast gar keine Beachtung gefunden hatte und im Strome der Zeit bis auf vereinzelte Erwähnungen bei Aristoteles und Plutarch gänzlich untergegangen ist. Keine historische Persönlichkeit, auch auf dem Gebiete des Wissenschaftslebens nicht, darf übrigens als ein Deus ex machina aufgefasst werden. Man darf nicht vergessen, dass das Leben und Wirken des Reformators der astronomischen Wissenschaft in eine Zeit fiel, wo sich auf religiösem und politischem Gebiete, in Wissenschaft und Kunst, in Handel und Völkerverkehr, die grossartigsten, tiefgreifendsten und dauerndsten Umgestaltungen vollzogen. Alles in dieser Zeit drängte auf eine Durchbrechung der alten beengenden Schranken, zur Abstreifung unerträglich gewordener

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Fesseln, seien es die des Vorurtheils oder der blinden Autorität, und zu dem Versuche Gott und die Welt mit der eigenen Kraft des Geistes verstehen und begreifen zu lernen.*)

Das Merkwürdige an der Sache ist nur, dass das Organ der geistigen Schaffenskraft jener Zeit auf dem Gebiete der astronomischen Wissenschaft nicht aus der Reihe der Astronomen vom Fache hervorgehen sollte. In der That, unsere Bewunderung steigt von Grad zu Grad, wenn wir aus den spärlichen Notizen, die über sein Leben und Wirken uns überkommen sind, erfahren, wie der Canonicus zu Frauenburg, weit abseits der Hauptstrassen und Mittelpunkte des literarischen Verkehrs, mitten unter einem von Berufs- und anderen, freiwillig sich auferlegten Pflichten**) beschäftigten Leben noch

*) Es sei mir die Eitelkeit verziehen, wenn ich hier ein vor zwanzig Jahren in meine Lerchengrüsse aufgenommenes und aus noch früherer Zeit, aus der Sturm- und Drang-Zeit meines Lebens, herstammendes Gedicht einschalte, das den Titel „Copernicus" an der Stirne trägt:

Die Zeit ist um, da man in träger Schwere
Im Weltenschooss die Erde stehend pries,
Und Sonne, Mond und alle Himmelsheere
Geschäftig um sie her sich drehen liess.

Die Sonne steht in göttlichem Behagen
Dort droben wie die Wahrheit fest und still;
Den Frühling muss die Erde sich erjagen,
Wenn sie zum Eisball nicht erstarren will.

**) Neben der gewissenhaften Erfüllung seiner geistlichen Pflichten, führte er die Geschäfte seines Capitels und machte

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Musse gewinnt, nicht etwa mit Hilfe zureichender Instrumente — nicht einmal eine Armillar-Sphäre fand sich in seinem Besitze — sondern mittelst dreier, in schickliche Verbindung gebrachter hölzerner Stäbe, deren einer mit einem Papierstreifen überzogen, um eine Theilung in Tintenstrichen darauf anzubringen, mittelst dieses selbst angefertigten primitivsten Apparates und dazu noch in einer von der Seeluft meist getrübten Atmosphäre, den Gang der Planeten zu beobachten, und schliesslich zu Resultaten gelangt, die ihn in Stand setzen der Sonne und den Planeten für künftighin ihre Stellung im Universum anzuweisen und den letzteren die Bahnen anzuzeichnen, welche sie um die erstere, ihrem gemeinschaftlichen Mittelpunkte zu wandeln haben. Was Copernicus eigentlich zu seinem Systeme geführt habe, lässt sich nicht völlig bestimmen. Seine Resultate hat er uns klar und in genügender Ausführlichkeit in seinem Werke De revolutionibus orbium coelestium vorgelegt und die Beweise bleibt er nirgend schuldig. Wir sehen den fertigen Bau in seiner ganzen Herrlichkeit vor uns und können Alles in ihm genau untersuchen, aber wir

---

sich zum Anwalt desselben bei den vielen Streitigkeiten mit dem deutschen Orden; baute er für Frauenburg, das höher gelegen ist, eine Wasserleitung, die Niemand vor ihm hatte zu Stande bringen können; regulirte er gründlich das in grosse Unordnung und Verwirrung gerathene Münzsystem, und wirkte nebenher noch als gesuchter Arzt, besonders bei den Armen, denen er die Arznei unentgeltlich reichte. (Mädler, Gesch. d. Astr.)

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



haben ihn nicht vor unseren Augen emporwachsen sehen. In der Stille seines bescheidenen Studirzimmers, nur von Wenigen beobachtet, war das weltumgestaltende System herangereift, aber nicht um sofort an die Oeffentlichkeit zu treten. Erst gegen das Ende seines Lebens liess er sich durch das Andringen seiner Freunde bestimmen, sein Werk der Oeffentlichkeit zu übergeben. Es war dem Papste Paul IV. gewidmet und in der Vorrede entschuldigte sich der grosse Mann ausdrücklich, dass er es wage eine neue Lehre aufzustellen, dass seine Ansicht bei gründlicher Prüfung aber gewiss Beifall finden werde. Die Vorrede wurde, da die Nachricht von dem vollendeten Druck seines Werkes schon dem Sterbenden überbracht wurde, unterdrückt, und eine andere untergeschoben, darin es heisst, dass das System nur ein Mittel sei, um bequemer zu rechnen, und dazu sei es nicht nöthig, dass es die Wahrheit enthalte, ja es könne sogar absurd sein! — Mit einer solchen Vorrede ward ein unsterbliches Werk in die Welt gesandt. Es ist das Verdienst Baranowsky's die echte Vorrede des Meisters an das Licht hervorgezogen zu haben. Sie fand sich zu Prag in Manuscript und ist in des eben gedachten Prachtausgabe des Copernicus zum ersten Male der Oeffentlichkeit übergeben worden.

Das copernicanische System setzt anstatt der Erde die Sonne in den Mittelpunkt aller Planetenbahnen (Heliocentrisches System). Die Erde rückt in die Reihe der Planeten und erhält als solcher ein neues Zeichen ♁, der Mond muss sich dazu bequemen von

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



dem Range eines Planeten zu dem eines Trabanten der Erde herabzusteigen.

Um die Sonne bewegen sich, und zwar in der Richtung von West nach Ost, in immer grösser werdenden concentrischen Kreisen die Planeten in nachstehender Aufeinanderfolge: 1. Mercur ☿, 2. Venus ♀, 3. Erde ♁, 4. Mars ♂, 5. Jupiter ♃, 6. Saturn ♄. Man ersieht, daraus, dass die Bahn der der Sonne am nächsten stehenden Planeten Mercur und Venus innerhalb der Erdbahn, wogegen die Planeten Mars, Jupiter und Saturn ausserhalb der Erdbahn, also in grösseren Kreisen, die Sonne umwandeln. In diesem Sinne wurden im copernicanischen Systeme die ersten zwei als die unteren oder auch inneren Planeten, die anderen drei als die oberen oder auch äusseren Planeten bezeichnet.

Die Erde ist demnach nicht der feste dirigirende Mittelpunkt der Planetenwelt, sondern die mächtige lebenspendende Sonne: „Wohin anders", ruft Kepler aus, „sollte man diese majestätische Himmelsleuchte versetzen, als dahin, von wo aus sie überall hin gleich leuchten kann?" Hier lässt sie sich von den Planeten als ihren Vasallen umkreisen, unter denen die Erde indess doch noch einen besonderen Rang einzunehmen scheint, weil sie allein (von Galilei's Entdeckung der vier Jupitermonde sind wir um die Zeit noch um mehr als ein halbes Jahrhundert getrennt) ihren Mond als Gefolge hat. Im Uebrigen ist die Erde ein gewöhnliches Mitglied des Planetensystemes und erscheint von der Sonne aus ge-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



rechnet als das dritte Glied der Planetenreihe, welche die Sonne umgibt. Nach Ausscheiden des Mondes und der Sonne aus der Reihe der Planeten und dem Eintritt der Erde in dieselbe besteht also das Planetensystem nach Copernicus blos aus 6 Planeten. — Und der Mond? Dieser ist der beständige Begleiter der Erde und seine Bahn bildet, nach der Ausdrucksweise des ptolemäischen Systemes, allein eine Epicykel, deren deferirender Kreis die Erdbahn ist; da aber wegen des beständigen Fortrückens der Erde in ihrer Bahn jene Epicykel nie zum Abschlusse gelangen kann, so geht aus ihr im Raume eine Epicykloide hervor.

Ausser der Bewegung um die Sonne haben die Planeten, wenigstens die Erde gewiss, eine Axendrehung Rotation, von West nach Ost und diese bewirkt für die Erde den täglich scheinbaren Umschwung des Himmels von Ost nach West, sowie den Wechsel der Tageszeiten, während die Bewegung der Erde um die Sonne, Revolution, die Ursache des Wechsels der Jahreszeiten ist.

Alle übrigen Bewegungen, namentlich die sogenannten Ungleichheiten der Planeten, sind dadurch veranlasst, dass dieselben nicht von einem im ewigen Raume ruhenden, sondern von einem in demselben wandernden Punkte aus betrachtet werden.

Das copernicanische System, wie man sieht, empfiehlt sich vor dem ptolemäischen Systeme schon durch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



seine Einfachheit, welche dem Gange der Natur mehr entspricht — vorausgesetzt, dass die Annahmen, die Copernicus über die Bewegung der Weltkörper macht, wirklich geeignet sind um auch die scheinbaren und wirklichen Bewegungen des Mondes wie der übrigen Planeten zu erklären, und das ist denn auch von dem Meister selbst in ausführlicher Weise, jedoch nur im Grossen und Ganzen nachgewiesen worden. Im Grossen und Ganzen nur; denn in die Details eingehend, zeigte es sich auch hier, dass die Erklärungen nur der Art nach, nicht aber auch dem Maasse nach mit der Wirklichkeit zusammentreffen, und auch das copernicanische System blieb vor der Hand noch eine kühne, geistvolle Hypothese, bis die Kepler, Galilei und Newton auftraten, um ihr durch wissenschaftliche Begründung die Kraft und die Weihe eines wirklichen Schöpfungsactes zu verleihen. „Nicht mein System, sondern Gottes Ordnung" sagte Copernicus einem Freunde, welcher meinte, dass die von ihm dargelegte Ansicht über die Planetenbewegung, im Gegensatze zu dem ptolemäischen, als das copernicanische bezeichnet werden könnte. In der That, das copernicanische System, gedeutet und erläutert durch Kepler und Newton, ist heute das erhabenste Evangelium der göttlichen Ordnung.

Man hat, um die im Sinne des copernicanischen Systemes stattfindenden himmlischen Bewegungen und die daraus hervorgehenden Erscheinungen, da viele der ersteren sich der unmittelbar sinnlichen Wahrnehmung entziehen, ja diesen sogar zu widersprechen scheinen,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



allerlei Mechanismen ersonnen, um sie entweder einzeln, oder in Verbindung mit einander, oder gar in ihrer Gesammtheit zu veranschaulichen. Solche sind, für die Darstellung der Rotation und Revolution der Erde und der daraus hervorgehenden Erscheinungen: die Tellurien, für die Bewegung des Mondes und die damit verbundenen Phänomene: die Lunarien und für die Veranschaulichung der Bewegungen des gesammten Planetensystems: die Planetarien. Uns steht hier einer dieser mannigfaltig ausgerüsteten Mechanismen in dem Welzel'schen Apparate zu Gebote. Es ist das dieselbe Armillar-Sphäre, welche uns schon zur Veranschaulichung der Himmelsbewegungen im Sinne des ptolemäischen Systems so gute Dienste geleistet hat, und die jetzt durch eine geschickt erdachte Einrichtung mit einem Tellurium und Lunarium ausgestattet, zu einem der bestgeeigneten Hilfsmittel umgestaltet ist, die Himmelsbewegungen auch im Sinne des copernicanischen Systems zu veranschaulichen, so weit dies nämlich nöthig ist, um unsere geistige Vorstellung zu unterstützen, welcher hiebei die Hauptaufgabe zufällt. Denn keiner dieser Apparate nimmt die Veranschaulichung in dem Sinne, dass sie ausreichend für ein vollkommenes Verständniss sei, vielmehr setzen sie voraus, dass man nach dem mittelst ihrer empfangenen Impulse bei geschlossenen Augen die erhabenen Himmelsbewegungen im Geiste erfasse und zu begreifen bestrebt sei; dann aber wird Einem auch erst recht das Gefühl, der Genuss dieser himmlischen Erhabenheit zu Theil, welche im Interesse der Erhöhung und Verede-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



lung unserer Natur, ja das letzte Ziel aller Naturkenntniss sein muss. *)

Die Rotation der Erde um ihre eigene Axe binnen 24 Stunden von West nach Ost und die daraus hervorgehende scheinbare Umwälzung des ganzen Himmelsgewölbes mit den scheinbar daran haftenden Weltkörpern in derselben Zeit von Ost nach West, vermag leichter in den Verstand, als sozusagen ins Gefühl zu übergehen. Schwieriger selbst für das Verständniss ist das tägliche Zurückbleiben des Sonnenaufganges und mithin auch die Culmination desselben in Bezug auf einen beliebigen Fixstern bei dem angenommenen Stillstande der Sonne. In Fig. 14 stellt das äusserste Kreissegment ein Stück des idealen Himmelsgewölbes, der innere Kreis die Erdbahn um die im Centrum ruhende Sonne *S* und der Kreis *a b c d* mit seinem Centrum *e* in der Erdbahn, die Erde selbst in irgend einem Stadium der letzteren vor. Es ist festzuhalten, dass von allen Punkten der der Sonne zugekehrten Erdoberfläche stets nur ein Punkt derselben senkrecht von den Sonnenstrahlen getroffen

*) Da von hier angefangen die Hauptrolle im Vortrage den Demonstrationen an dem Apparate zufiel, so kann der weitere Text nur ein Resumé der an demselben gewonnenen Anschauungen geben. Damit wir aber auch hier eines sinnfälligen Unterstützungsmittels nicht ganz entbehren, so wird jener sich an einzelne Figuren anlehnen, indem er zu deren Verständniss nur das Nöthigste enthalten wird, die unverfehlbar daraus zu ziehenden Folgerungen aber dem Leser zu seinem Selbstgenügen überlässt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



wird, *S b e*, und dass die Beleuchtungsgrenze von diesem senkrecht beschienenen Punkte überall 90° entfernt sein wird (in der Fig. der Kreisdurchschnitt *c a* die Beleuchtungsgrenze). Nehmen wir an, der Standpunkt des Beobachters sei in *a*, und *a h* sei die rechte oder östliche Hälfte seines scheinbaren Horizontes, die Erde rotire demnach in der Richtung des Pfeiles von West nach Ost. In dem in der Zeichnung dargestellten Rotationsmomente wird der Beobachter in *a*, da der Erdhalbmesser im Vergleich zur Entfernung der Sonne und noch mehr im Vergleich der Entfernung der Fixsterne von der Erde nur verschwindend klein angenommen werden muss, die Sonne und zwar, in dem Fixsterne *f*, über seinem Horizonte aufgehen sehen. Die Richtung von *a* nach *h* ist also nach dem Aufgangspunkt des Horizontes. Dreht sich nun die Erde in der Richtung des angegebenen Pfeiles um ihre Axe, so gelangt der Beobachter in *a* nach Ablauf von $^1/_4$ Tag an den Ort *b*. Die Richtung, in welcher ihm jetzt *S* und *f* erscheinen, bildet die Verlängerung des Erdradius, steht somit rechtwinkelig zu der jetzigen Richtung seines Horizontes *b h*. Sonne und Fixstern sind in Zeit von sechs Stunden scheinbar vom Horizonte aus an das Zenith emporgestiegen, während in Wahrheit der Beobachter sich mit der Erde von *a* nach *b* bewegt hat, wodurch sein Horizont aus der Richtung *a h* in die Richtung von *b h* gelangt ist.

Die weitere Ausführung bleibe dem Leser überlassen. — Nehmen wir weiter an, der Erdmittelpunkt *e*

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



sei nach einer vollständigen Umdrehung der Erde um ihre Axe von $e$ nach $e'$ in der Erdbahn fortgerückt. Der Standpunkt des Beobachters muss jetzt $a'$ sein, $c\,a$ und $c'\,a'$ müssen einander parallel geblieben sein, $c'\,a'$ ist aber in der jetzigen Stellung die Beleuchtungsgrenze nicht, wie $c\,a$. Die Richtung des Horizontes $a'\,h'$ wird also wieder nach dem unendlich weit entfernten Fixstern sein und dieser fällt also wieder in den Horizont des Beobachters, das heisst, er geht ihm in dem Momente auf; anders dagegen die Sonne, welche noch durch das Erdstück $a'\,a''$ verdeckt wird und erst dann wieder im Horizonte auftaucht, wenn der Beobachter mit der Erde von $a'$ nach $a''$ sich gedreht hat. Die Sonne geht also nach einem Tage nicht mehr gleichzeitig mit dem Fixstern $f$, sondern mit einem anderen im Sternorte $f$ auf. In ähnlicher Weise wie der Aufgang, verspätete sich natürlich auch die Culmination der Sonne u. s. w. Diese Betrachtungen, weiter fortgesetzt, führen von selbst dann auf die Erscheinung des scheinbaren Verrückens der Sonne im Thierkreise, während in Wirklichkeit es die Bewegung der Erde durch die Ekliptik ist, wodurch diese Veränderung in der Stellung der Sonne zu den Gestirnen bewerkstelliget wird.

Die Revolution der Erde, obgleich ihre Geschwindigkeit im Verhältnisse zu der der Rotation eine bedeutend grössere ist, so ist sie doch geeignet, die Imagination weniger als jene abzuschrecken. Für sie haben wir schon eine analoge Erfahrung, die bereits aus den Tagen unserer Kindheit herstammt. Auf einem

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Carrousel fahrend, dessen erinnern wir uns wohl, dass nach auswärts blickend, die Umgebung mit den weit und breit darin vertheilten Gegenständen uns, scheinbar fest Gebannten, in schwindelerregender Eile zu umkreisen schienen, während in Wirklichkeit wir selbst es waren, die nach der entgegengesetzten Richtung in rasche Bewegung gebracht worden waren. Den Blick dagegen nach einwärts, gegen die das Carrousel tragende Säule gerichtet, kam es uns vor, als ob die äusseren Gegenstände wieder in Ruhe beharrten, diese Säule aber sich der Reihe nach an ihnen vorbeibewegte, und zwar wieder in der entgegensetzten Richtung von der, in welche man ursprünglich uns die Bewegung gegeben hat. Wir begreifen bald, wie es der Natur gefallen hat, uns, ihre Kinder, rücksichtlich der Bewegungen, die wir, mit der Erde durch die Himmelsräume Bewegten, nach auswärts blickend, der Himmelskugel mit den darin vertheilten Sternen, nach einwärts blickend, der Sonne wieder zutheilen, in denselben kindlichen Illusionen zu erhalten. In Wirklichkeit also bewegt sich der Himmel ebensowenig um die Erde, als sich die Umgebung um das Carrousel herum bewegt; in Wirklichkeit wandelt ebensowenig die Sonne an den einzelnen Sternbildern des Thierkreises vorbei, als die innere, das Carrousel tragende Säule sich in Wanderung vorbei an den ringsher vertheilten Gegenständen gesetzt hat. Ueber das Princip also sind wir bald mit Copernicus im Klaren; anders ist es rücksichtlich der Details dieser Erdbewegung durch die Ekliptik und der richtigen Er-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



klärbarkeit der daraus hervorgehenden thatsächlichen Phänomene.

Darüber in Kurzem folgende Sätze:

1. Die Erde bewegt sich um die Sonne in einer gekrümmten Bahn. (Die Bestimmung der Form derselben als eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet, ist erst das Geisteswerk des grossen Kepler.)

2. Die Erde vollendet diese Bahn, nachdem sie ca. $365\,^1/_4$ Axendrehungen vollbracht hat. Das Jahr. Darüber siehe oben S. 219.

3. Die Erdbahn, an den idealen Fixsternhimmel projicirt, verläuft mitten durch die Sternbilder des Thierkreises.

4. Die Erde bewegt sich in der Ordnung der Zeichen des Thierkreises um die Sonne und dadurch erfolgt die scheinbare Wanderung der Sonne durch die Sternbilder des Thierkreises. Wenn die Erde beispielsweise, von der Sonne aus gesehen, Fig. 15, in der Waage gesehen werden würde, so sehen wir die Sonne von der Erde aus in dem der Waage gegenüberstehenden Zeichen des Widders. Durchwandert die Erde in Wirklichkeit die Zeichen der Waage, des Scorpions und des Schützen, so wandert scheinbar die Sonne gleichzeitig durch die Zeichen des Widders, des Stiers und der Zwillinge u. s. f.

5. Die Erdaxe steht in Beziehung auf die Erdbahn zu dieser weder senkrecht, noch parallel, sondern bildet mit ihr einen Winkel von ca. $66\,^1/_2{}^0$.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



6. Die Erdaxe bleibt während eines Umlaufes um die Sonne in jedem Stadium dieses Umlaufes fast genau parallel zu sich selbst, d. h. zu ihrer ursprünglichen Richtung (Fig. 15 $PP'$ in jedem Stadium der Bahn zu sich parallel). Dieser Punkt ist einer der wichtigsten, denn aus dieser Parallelität der Erdaxe mit sich selbst ist der Wechsel in den Tageslängen, sowie der Eintritt der verschiedenen Jahreszeiten erklärlich, da vermöge dieser Parallelität zweimal im Jahr, am 21. März und am 23. September, weder der Nordpol noch der Südpol, sondern ein Durchmesser des Aequators der Sonne zugekehrt ist; während ein Mal, 21. Juni, der Nordpol und ein anderes Mal, 21. December, wieder der Südpol der Sonne zugewandt sein muss. Die Folgerungen hieraus für die Tageslängen, wie für den Wechsel der Jahreszeiten wird Jeder leicht der Fig. 15 abgewinnen können.

7. Die Erdaxe beschreibt in einem Jahre einen idealen Cylinder um die Weltaxe, dessen mittlerer Durchmesser 40,000.000 Meilen beträgt, und dennoch zeigt der Nordpol der Erdaxe immer*) gegen denselben Fixstern, den Polarstern nämlich; das kommt daher, da die oben angegebene, für uns an sich schon unbegreifliche Entfernung im Vergleiche zu der Entfernung jenes Fixsterns und der Fixsterne überhaupt verschwindend klein ist. Erst jetzt ging dem Menschen die Grösse und Unendlichkeit der Weltschöpfung auf.

*) Von dem auf S. 220 u. flgd. geschilderten Vorgang wurde hier, wo es sich um die Erfahrung von nur einzelnen Generationen handelt, abgesehen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Man kann sich alle hieher bezüglichen Erscheinungen leicht mit Hilfe eines einfachen Globus, dessen Axe nur auf ein Statif so gestellt ist, dass sie von der senkrechten Richtung $23^1/_2{}^0$ abweicht, erklären.

Führt man diesen Globus bei genau eingehaltenem Parallelismus der Axe auf dem Rande eines runden Tisches herum, während in der Mitte desselben ein Licht steht, dessen Flamme eben so hoch über der Tischfläche ist, als der Mittelpunkt des Globus, so zeigen sich auch die verschiedenen Stellungen der Sonne gegen einen Ort der Erde, welche bei dem Umlaufe eintreten.

Ebenso lassen sich mit Hilfe noch einer anderen kleineren Kugel die Constellationen zwischen Sonne, Mond und Erde und die daraus hervorgehenden Erscheinungen, freilich nur im Allgemeinen, leicht vorstellen.

Auch der scheinbar so unregelmässige Lauf der Planeten, die Erscheinung, dass sie bald rechtläufig, bald stationär, bald rückläufig erscheinen, lässt sich aus dem Umstande erklären, dass sie selbst im Raume bewegt, wieder von der in Bewegung begriffenen Erde aus beobachtet werden, leicht erklären. Die beiden Planeten Mercur und Venus gaben schon den Alten besonders viel nachzudenken.*) Keiner von beiden konnte jemals in Opposition mit der Sonne, sondern stets nur entweder in Quadratur oder in Conjunction mit derselben im letzteren Falle, entweder vor, oder hinter der Sonne

*) Siehe oben S. 208.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



stehend, wahrgenommen werden (untere oder obere Conjunction). Man nahm daher schon im Alterthume an, dass beide Planeten sich in Epicykeln um die Sonne, als ihrem Hauptplaneten herumbewegen (Aegyptisches System). Nach der copernicanischen Ansicht sind Mercur und Venus Planeten, deren Bahnen von der Erdbahn umschlossen werden.*) Sie sind innere oder untere Planeten, alle anderen aber die äusseren oder oberen Planeten. Nehmen wir zuerst ein Beispiel der Bewegungserscheinungen eines der inneren Planeten und wählen hiefür die Venus.

Es sei in Fig. 16 *S* der Mittelpunkt der Sonne, der innere kleinere Kreis die Bahn der Venus, der grössere äussere Kreis die Bahn der Erde; Venus durchläuft ihre Bahn in 224 Tagen oder nahe 7 Monaten, die Erde dagegen die ihrige in 12 Monaten; demnach wird der siebente Theil der Venusbahn mit dem zwölften Theil der Erdbahn correspondiren, wie das in der Figur dargestellt ist; ausserdem ist in der Zeichnung auch auf das Verhältniss der Entfernungen der beiden Planeten Venus und Erde von der Sonne, resp. 15 und 20 Millionen Meilen, berücksichtigt worden. — Nehmen wir nun an, dass sich die Erde in *A*, Venus in *a* befinde, so steht die letztere in der unteren Conjunction; sie muss der Erde die dunkle Seite zuwenden und da sie ihr am nächsten steht, von grösserem Durchmesser erscheinen. Nach den ersten zehn Tagen, dem dritten Theile eines Mona-

*) Siehe oben S. 246.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



tes, schreitet die Erde bis $m$. Venus bis $m'$ vor. Die Bewegung beider Himmelskörper ist nach derselben Seite gerichtet: da aber Venus sich schneller als die Erde bewegt, so muss sie mit der Differenz der beiderseitigen Geschwindigkeiten sich nach Westen von der Sonne entfernen; zugleich muss sie in Beziehung auf die Fixsterne rückläufig sein, denn von $A$ aus stand Venus bei einem Fixsterne, der von der Verlängerung der Linie $A\,S$ getroffen wurde. Da aber wegen der unermesslichen Entfernung der Fixsterne von der Erde selbst die ganze Erdbahn als ein mathematischer Punkt angesehen werden kann*), so würde Venus auch von jeden andern Punkte der Erdbahn, als von $A$ aus, so lange in demselben Fixsterne gesehen werden, als die von der Erde zu ihr gehende Gesichtslinie mit der Linie $AS$ parallel bliebe. Von $m$ aus erscheint nun Venus in der Richtung von $m\,m'$, sie steht also um den Winkel $s'\,m\,m'$ ($m\,s'$ prallel zu $A\,S$) westlich von der Sonne, und ist somit Morgenstern. Allein sie steht nicht nur westlich von der Sonne, sondern auch westlich von der mit $A\,S$ parallelen Linie $m\,s'$ sie ist also auch von dem Fixstern, in dem sie von $A$ aus gesehen wurde nach Westen gerückt, also rückläufig geworden. Ist in den folgenden zehn Tagen die Erde bis $n$, Venus bis $n'$ gelangt, so ist die westliche Entfernung von der Sonne (Winkel $S\,n\,n'$) und dem Fixsterne, (Winkel $s''\,n\,n'$) grösser geworden. Verfolgt man auf diese Weise die Stellung beider Planeten in der Figur weiter

*) Siehe oben S. 255.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



fort, so findet man, dass die Venus in der Stellung $b$ von der Erde in $B$ aus gesehen, sich dem Fixsterne schon wieder genähert hat ($S''' B b < s'' nn'$) also wieder rechtläufig geworden ist. Zwischen beiden Punkten $n'$ und $B$ muss sie mithin eine Zeit stationär erschienen sein. Ist die Erde in $I$, so ist die Venus in $b$ (zum zweiten Male), sie ist, wie man aus der Figur ersieht, ihrer oberen Conjunction sehr nahe, diese muss zwischen $I$ und $K$ stattfinden; denn von $K$ aus wird Venus schon östlich von der Sonne gesehen; sie ist Abendstern geworden und schreitet mit der grössten rechtläufigen Bewegung täglich weiter nach Osten von der Sonne vor u. s. f.

Den scheinbaren Lauf eines der oberen Planeten mag uns Fig. 17 vergegenwärtigen. Hier sei der innere Kreis die Erdbahn um die Sonne $S$ im Centrum, der äussere Kreis dagegen die Bahn eines der äusseren Planeten. Das äusserste Kreissegment stelle ein Stück des idealen Fixsternhimmels vor. Während die Erde von $I$ aus, einen Kreislauf um die Sonne vollendet, bewege sich der viel langsamere äussere Planet durch das Stück *1—5* seiner Bahn. Die Geschwindigkeit der Erde sowohl, wie die der Planeten kann vollkommen gleichmässig angenommen werden, d. h. jeder kann in gleichen Zeiten gleiche Räume durchwandeln, während also die Erde sich von $I$ nach *II*, *III*, *IV* und wieder nach $I$ bewegt, geht jener von *1* nach *2*, *3*, *4*, *5*. Alsdann wird der Planet von der Erde in $I$, in der Richtung der geraden Linie $I\,1$ in den Fixstern $1'$ gesehen: in *II* in der Richtung

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



*II 2* bei *2'*, in *III* bei *2'*, in *IV* bei *4'*, in *I* wieder in der Richtung *I 5* bei *4'*. Während des ersten Erdvierteljahres hat also der obere Planet scheinbar am Fixsternhimmel den Weg *1'—2'* zurückgelegt; während des zweiten Vierteljahres ist er in 2 stationär geblieben, während des dritten ist er von 2—4 rückläufig geworden. Während des vierten ist er von 4—5 wieder rechtläufig gewesen.

Wir sehen also wie gerade die schwierigere Ungleichheit, die der Bewegungsrichtung nämlich, durch die copernicanische Annahme leicht zu lösen ist.

Und welche Erklärung haben wir nach Copernicus' Annahme für die erste Ungleichheit des Planetenlaufes, für die ungleichmässige Geschwindigkeit, namentlich der scheinbaren Sonnenbahn, demnach im copernicanischen Sinne in dem Laufe der Erde selbst, und in dem ihres Trabanten, des Mondes? Um diese Ungleichheit der Bahnen dieser beiden Hauptgestirne des Himmels zu erklären, müsste man wirklich wieder zu der Annahme der excentrischen Kreise zurückgreifen — und schon daraus ersehen Sie, dass Copernicus uns den Schlüssel blos sozusagen zu der Vorhalle des Weltgeheimnisses gegeben. Die Pforten des Heiligthumes selbst zu erschliessen, waren andere Männer nach ihm berufen.

Nichtsdestoweniger aber war der Gedanke des Copernicus eine erlösende That, eine Erlösung des menschlichen Geiste, nämlich aus dem Banne der Sinnestäuschung, in welche er bisher befangen war.

Welche Macht diese Sinnestäuschung noch jetzt — über den kindlichen Verstand? nein, sagen wir es

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



offen, über den in der Hinsicht zum grössten Theile noch Kind gebliebenen Verstand ausübt, davon gibt unsere Sprache Zeugniss, welche noch bei der ganzen Phraseologie des alten Systemes stehen geblieben ist, von der nicht einmal die Seher im Volke, die Dichter noch abgewichen sind. Nur ein Chorgesang in unserer Sprache stimmt in erhabener Weise an:

Die Sonne tönt nach alter Weise . . .

und fährt dann fort:

Und schnell und immer schnelle
Dreht sich umher der Erde Pracht . . .

Aber der Chor ertönt im Himmel unter den Engeln — während wir Sterbliche geneigt sind, darin pythagoräische Anklänge zu entdecken.

Ich sagte früher, dass wir auf dem Wege zu einer neuen Weltanschauung begriffen seien. Das hindert jedoch nicht, dass wir dabei noch ganz in den ptolemäischen Anschauungen stecken. Oder ist es etwa anders? Ich appellire an Ihr eigenes Bewusstsein. Sind die Wahrheiten des copernicanischen Systemes wirklich so tief in Ihre Anschauungen übergegangen, dass sie im Momente sich auf der Oberfläche eines Balles fühlen, der vermöge seiner Achsendrehung am Aequator eine Geschwindigkeit von 1500 Fuss per Sekunde hat, während er zu gleicher Zeit in demselben Zeittheilchen vier Mal 24.000 Fuss oder vier Meilen frei durch den Raum mit Ihnen dahinfliegt, das ist mit einer Schnelligkeit, welche diejenige des Dampfwagens um das 1600fache und selbst noch den Schall um das 91fache übertrifft?

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Theoretisch versuchen wir uns mit dem Verstande in das Stadium zu versetzen: aber die Einbildungskraft schauert jedesmal davor zurück, und rettet sich schnell in das ptolemäische System. Das Geschlecht, in welches solche Anschauungen, sozusagen gleich mit der Muttermilch eingesogen, in das unmittelbare Gefühl übergegangen sind, soll noch kommen. Es wird dasselbe sein, in welchem noch andere Anlagen zu hohen Conceptionen, vielleicht auch noch auf anderem, als blos intellectuellem Gebiete zur Entwicklung gelangt sind. — Uns mag es für heute genügt sein, eine Vorahnung jener potencirten Geistesnatur veranlasst und zu deren Heranziehung nach Kräften mit ein Scherflein beigetragen zu haben.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

*Fig. 1.*

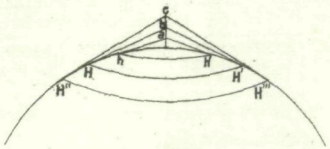



*Fig. 2.*

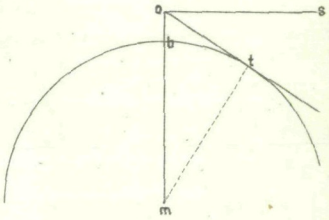



*Fig. 3.*

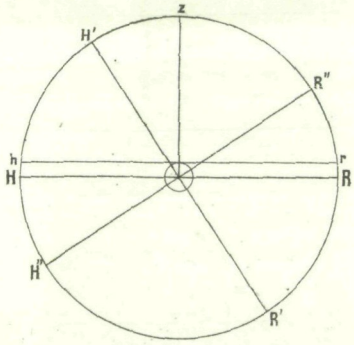
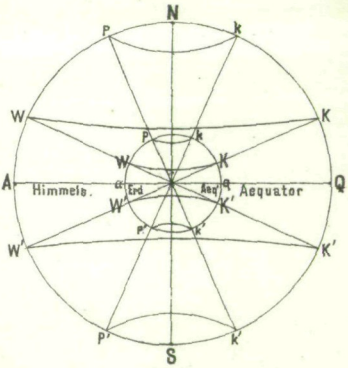



*Fig. 4.*



©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

*Fig. 5.*

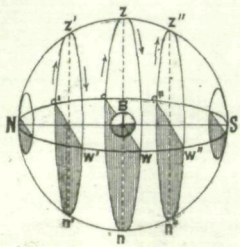



*Fig. 6.*

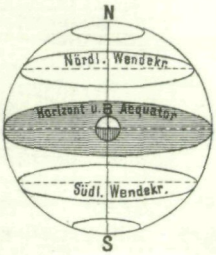



*Fig. 7.*

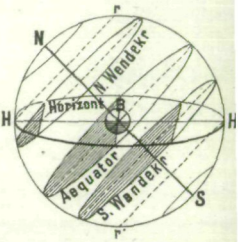
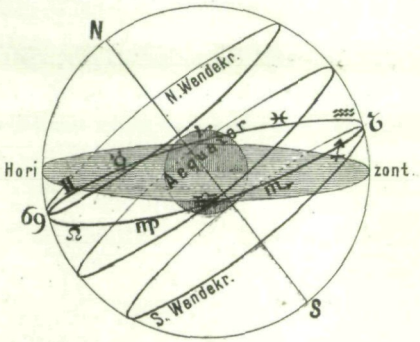



*Fig. 8.*



©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

*Fig. 9.*

Parallele Sonnenstralen.

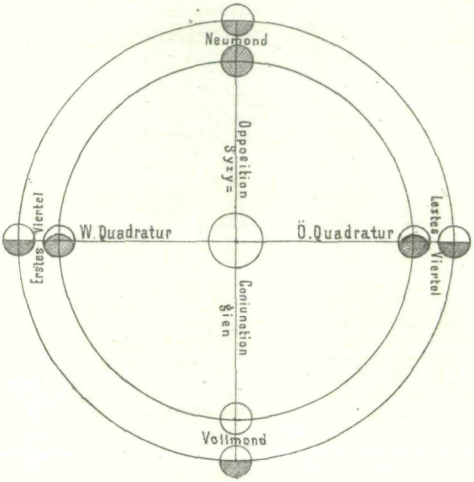
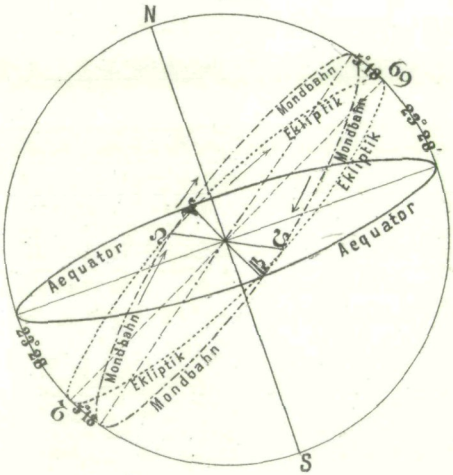



*Fig. 10.*



©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 11.

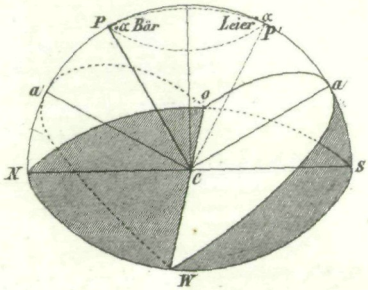
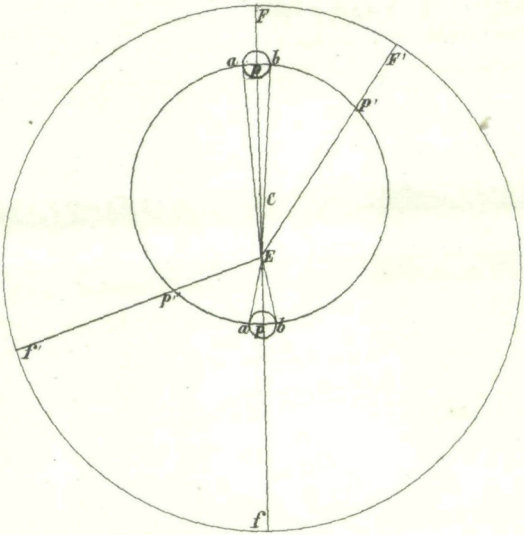


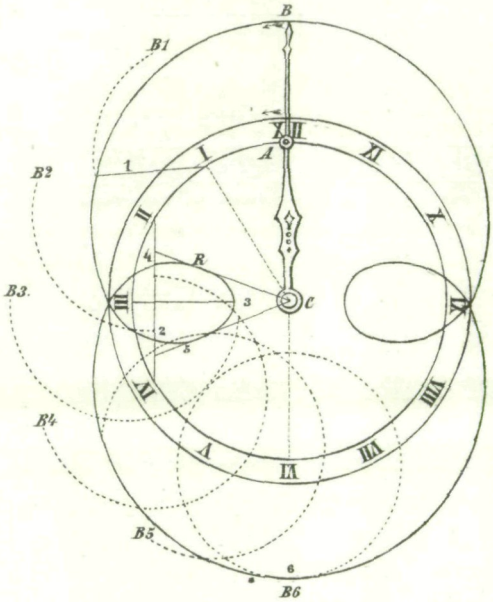

Fig. 12



©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

*Fig.13.*



©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 14

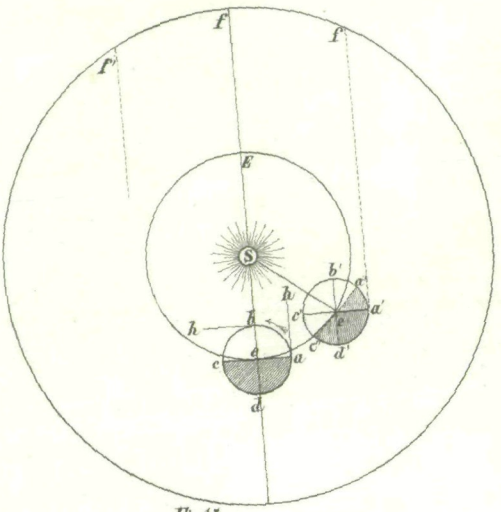
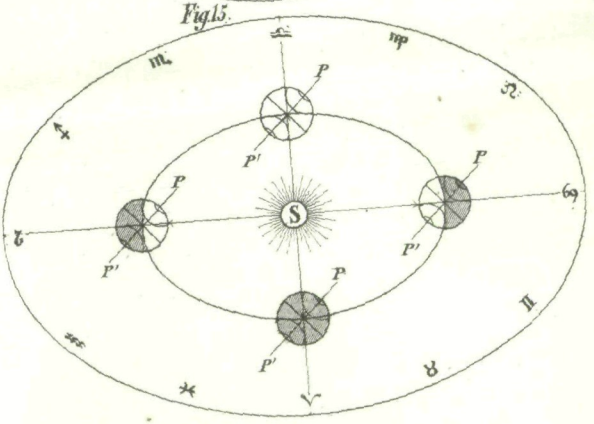



Fig. 15.



©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Fig16

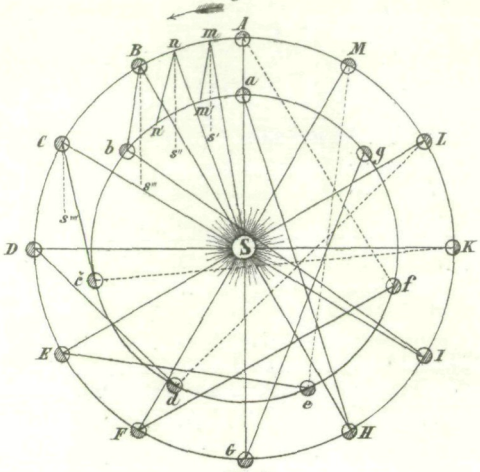
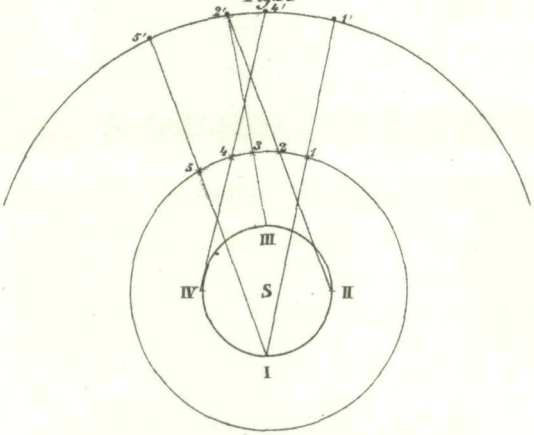



Fig17



# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: 15

Autor(en)/Author(s): Grün Dionys Ritter von

Artikel/Article: Ueber das ptolomäische und copernicanische Weltsystem. (7 Seiten Abbildungen unpaginiert.) 177-262