Bailly's Geschichte der neuern Astronomie.

Erster Band

Von der Stiftung der alexandrinischen Schule bis zu ihrem Untergange.

Magni animi res fuit, rerum naturae latebras dimouere, nec contentum esse exteriori conspectu, introspicere et in deorum secreta descendere.

Seneca Quaest. nat. L. VI, c. 5.

Mit dreizehen Kupfertafeln.

Leipzig,
im Schwickertschen Verlage
1796.

Sr. Wohlgebornen

dem

Herrn Hofrath und Professor

Zimmermann

in

Braunschweig.

Meinem verehrungswürdigen Lehrer.

Wohlgeborner,
Hochzuverehrender, Herr Hofrath,

Erlauben Sie gütigst, verehrungswürdiger Herr Hofrath, daß ich es wage, Ihnen gegenwärtige Uebersetzung als ein Zeichen meiner innigsten Hochachtung zuzueignen. Es war mir unmöglich, diese Gelegenheit unbenutzt zu lassen, Ew. Wohlgeb. öffentlich für ihre Gewogenheit und gütige Freundschaft, womit Sie mich, seit ich das Glück hatte, Ihnen bekannt zu werden, beehrten, meinen wärmsten Dank abzustatten. Ew. Wohlgeb. aufmunternden und Zutraun einflößenden Betragen verdanke ich es, daß ich die Schwierigkeiten, deren sich mir beim Anfange meiner wissenschaftlichen Laufbahn so viele zeigten, glücklich überwand, daß ich in die günstige Lage gesetzt wurde, den lehrreichen Unterricht der Herren Kästner, Lichtenberg, Pfaff und anderer großen Männer zu geniessen, und dadurch fähig gemacht wurde, zur Aufnahme der Wissenschaften

in hiesigen Gegenden, woran die Herren Unternehmer des Reichenauer Seminariums und vorzüglich der Hr. Bundspräs. v. Tscharner mit so vieler Aufopferung arbeiten, in Gesellschaft und unter der erfahrnen Leitung des alten würdigen H. Prof. Resemann nach meinen geringen Kräften mitzuwirken. Immer werde ich mich Ew. Wohlgeb. schmeichelhaften Zutrauens zu mir erinnern um mich durch anhaltenden Eifer in meinem Wirkungskreise desselben stets würdiger zu machen. Mit den herzlichsten Wünschen für die Erhaltung Ihrer, dem gelehrten Publikum und besonders den braunschweigischen Landen und ihrer würdigen Familie so theuren Gesundheit bin ich mit der tiefsten Hochachtung,

Ew. Wohlgeb.

Dankbar gehorsamster Diener

J. M. C. Bartels.

Vorrede des Uebersetzers.

Ungeachtet man so ziemlich allgemein zugesteht, daß das Studium der Mathematik auf die Ausbildung des Verstandes den wichtigsten Einfluß hat, und also besonders für Studirende, deren Hauptbeschäftigung im Denken besteht, vom größten Nutzen ist, so wird doch diese Wissenschaft bei weitem nicht so allgemein studirt, als man zufolge jener Ueberzeugung erwarten sollte. Die Ursache davon liegt freilich hauptsächlich in dem fast gänzlichen Mangel an mathematischen Unterrichte auf Gymnasien. Denn wird hier auch die Mathematik gelehrt, so geschieht dieß gemeiniglich von einem zu andern Fächern bestimmten Lehrer, der vielleicht erst beim Vortrage die Wissenschaft selbst lernt, wodurch denn natürlich bei den Schülern der Geschmack für Mathematik nicht nur nicht befördert, sondern nicht selten ein vielleicht nie auszulöschender Widerwille dagegen hervorgebracht wird. Allein selbst in solchen Anstalten, die das Glück haben, einen gründlichen mathematischen Lehrer zu besitzen, ist die Anzahl derer, die am Studium der Mathematik wirklich Vergnügen finden, dennoch fast immer sehr gering. Sollte dieß nicht überhaupt an der Methode liegen, deren man sich beim Vortrage derselben bedient? — Gewöhnlich macht man mit der reinen Mathematik den Anfang, was sicher bei Köp-

fen, die einer so ausdauernden Geduld fähig sind, der langen Reihe von Schlüssen, woraus sowohl die Arithmetik als Geometrie besteht, ununterbrochen zu folgen der beste Weg ist. Allein die reine Mathematik, alles Schmucks der Einbildungskraft unfähig, hat keine andere Reize, als ihre kalte Strenge, die den lebhaften Jüngling mehr abschreckt als anzieht. Auch wirkt fast jede andere Wissenschaft, ausser der spekulativen Mathematik und Philosophie, mehr oder weniger auf Herz und Empfindung, und gewährt bei mäßig anhaltender Anstrengung einen größern oder wenigstens unmittelbarern Genuß, als die reine Mathematik; ein Vorzug, den die meisten Wissenschaften selbst dann noch vor der Mathematik behaupten, wenn man auch die abstrakten mathematischen Sätze durch Anwendung auf Rechnungen des gemeinen Lebens, Feldmeßkunst, ꝛc. interessanter zu machen sucht.

Diesem Hindernisse, das sich wegen der von dem Vortrage der reinen Mathematik unzertrennlichen Trockenheit, der Ausbreitung des Geschmacks für diese Wissenschaft entgegenstellt, könnte man, wie mich dünkt, am besten dadurch abhelfen, wenn man mit der Astronomie, als dem interessantesten Theile der angewandten Mathematik, den Anfang machte. Denn bei aller Strenge, womit die Astronomie, wie die reine Mathematik, den größten Theil ihrer Wahrheiten vorträgt, beschäftigt sie nicht bloß den Verstand, sondern giebt

auch der Einbildungskraft einen reichen Stoff zur Unterhaltung. Es giebt nicht leicht einen so rohen und phlegmatischen Menschen, den der Anblick des gestirnten Himmels nicht mit Bewunderung erfüllen und in ihm den Wunsch erregen sollte, die großen majestätischen Erscheinungen, die sich seinem Auge darbieten, kennen und ihren Zusammenhang einsehen zu lernen. Nichts kann den Menschen von seiner Würde und von der hohen Stufe, die ihm die Vorsehung unter den Wesen angewiesen hat, auffallender überzeugen, nichts ihn stärker antreiben die von der Natur ihm verliehenen erhabenen Fähigkeiten auszubilden, als der glückliche Erfolg, womit der Astronom die Kräfte, welche jene ungeheure Massen in Bewegung setzen, berechnet, und sie durch Vorzeichnung ihrer Bahnen gleichsam beherrscht. Das Bewußtseyn des Vermögens, sich mit seinem Geiste zu den unendlichen Sphären empor schwingen zu können, löscht das demüthigende Gefühl unsrer Eingeschränktheit, welche uns mit unserm Körper an dieß unbedeutende Pünktchen des Weltalls fesselt, gänzlich aus, und giebt dem Glauben an eine höhere Bestimmung neue Stärke.

Man wird freilich hier den Einwurf machen, daß man, um Astronomie zu studiren, sich zuvor wenigstens mit den Anfangsgründen der reinen Mathematik müsse bekannt gemacht haben. Allein dieser Schwierigkeit könnte man gar leicht dadurch ausweichen, wenn man sich beim Vortrage der Astronomie ihrer Geschichte als

Leitfaden bediente. Ueber dieß kann man auch mit Hülfe der reinen Elementarmathematik nur einen sehr geringen Theil der Astronomie mit einiger Strenge studiren, und muß hingegen den interessantesten Theil, nämlich die physische Astronomie, äusserst oberflächlich behandeln. Man darf, wie ich glaube, als Grundsatz annehmen, daß der menschliche Verstand bei der Bildung der Formen, unter welche er gewisse Erscheinungen bringt, immer den möglich kürzesten Weg geht, und daß die Umwege, die er etwa macht, nur von zufälligen Hindernissen herrühren, die sich ihm entgegenstellen oder ihn gar eine Zeitlang irre führen. Ein Lehrer, der Talent genug besitzt, und mit dem Umfange der Astronomie einiger maßen bekannt ist, wird diese Ursache des Abweichens des menschlichen Verstandes vom kürzesten Wege bald entdecken, und den Weg einschlagen, den der Mensch ohne diese Hindernisse würde gegangen seyn. Er wird seinem Zuhörer unvermerkt die nöthigen Hülfsmittel in die Hände zu spielen wissen, die denselben in den Stand setzen können, nach und nach die ganze Reihe von Aufgaben, welche die Geschichte der Astronomie enthält, selbst aufzulösen. Bedarf dieser auch auf seinem Wege zuweilen der Arithmetik und Geometrie, so wird er sich, weil er die unmittelbare Anwendung davon sieht, gern dabei verweilen, und der Genuß, den ihm die Astronomie gewährt, wird nur dadurch einen desto größern Reiz bekommen. Da der Zuhörer auf diese Art in beständiger Thätigkeit er-

halten werden kann, so scheint, die Trockenheit des Vortrags der reinen Mathematik nicht einmal in Betracht gezogen, der Zweck, die Geistesfähigkeiten und besonders die Erfindungskraft auszubilden, auf diese Art weit eher erreicht werden zu können, als wenn man mit der reinen Mathematik anfängt, wo der Zuhörer bei weitem mehr dem Räsonnement des Lehrers folgen muß, als bei jener Methode.

Da wir ungeachtet der vielen vortreflichen astronomischen Schriften, kein Werk im Deutschen besitzen, das die Geschichte der Astronomie auf eine angenehme und faßliche Art erzählt, so wird hoffentlich die gegenwärtige Uebersetzung, die eigentlich eine Fortsetzung von der 1777 erschienenen Uebersetzung der Geschichte der Sternkunde des Alterthums von H. Prof. Wünsch ist, bei allen Unvollkommenheiten, die sie haben mag, nicht bloß dem Astronomen und Liebhaber der Astronomie, sondern auch jedem Erzieher willkommen seyn.

Ich würde, dem Winke meines verehrungswürdigen Lehrers, des H. Hofr. Kästners, zufolge die gegenwärtige Gelegenheit benutzt haben etwas von dem Leben und den gelehrten Arbeiten des berühmten Verfassers zu sagen, wenn ich nicht wegen der nach der Hand erschienenen Uebersetzung der Lobrede auf Bailly v. d. l. Lande meine Bemühung für unnütz gehalten hätte.

Daß ich mit dem Werke die geringe Veränderung vorgenommen und die Erläuterungen unmittelbar dem

Texte beigefügt habe, wird mir hoffentlich nicht zum Vorwurfe gereichen. Außer dem Vortheile, daß sich das Buch, wegen dieser Abänderung, angenehmer lesen läßt, hatte sie auch noch die Bequemlichkeit, daß sich die Geschichte übereinstimmend mit den Bänden in schickliche Perioden eintheilen ließ.

Die erste Periode enthält die Geschichte der Astronomie von der Stiftung der alexandrinischen Schule bis zu ihrem Untergange.

Die 2te bis zu Tycho's Tode.

Die 3te von Kepler bis zur Stiftung der europäischen gelehrten Gesellschaften.

Die 4te bis Newton.

Die 5te die Geschichte der Astronomie unter Newton.

Und endlich die 6te die Gesch. der Astr. bis auf unsre Zeiten.

Reichenau
bei Chur in Bünden
d. 20. Febr. 1796.

J. M. C. Bartels.

Vorrede.

Während große Männer durch neue Entdeckungen die Wissenschaften vervollkommnen und die Zahl der Wahrheiten vermehren, verbreitet die Geschichte diese Wahrheiten, und läßt die erhabensten Kenntnisse, gleich dem Wasser, das sich auf dem Gipfel der Berge sammelt, und durch Bäche wohlthätig über die Gefilde ergießt, als ein gemeinschaftliches Eigenthum zu allen Menschen herabsteigen. Nach und nach sind wir zu diesen Kenntnissen gelangt; die Mittel sie aufzusuchen nahmen wir aus der Natur selbst, und unterwarfen sie uns, indem wir ihre eigne Macht gegen sie selbst gebrauchten. Die Entdeckungen sind das Werk der Menschen, und diese Kenntnisse und Mittel enthalten daher nichts, was aufmerksame Leser nicht sollten verstehen können. Das Lesen der Geschichte einer Wissenschaft setzt nicht voraus, daß man mit der Wissenschaft selbst schon bekannt sei, sondern es ist ein Mittel es zu werden. Die Wahrheit hat Züge, die niemand verkennen kann, wenn sie ohne Schleier dargestellt wird. Dieser Schleier, der sie verhüllt, und den Zugang zu ihr erschwert, ist eine konventionelle Sprache, der abgekürzte Ausdruck, womit diese Wahrheit in den Kopf des Erfinders geschrieben ist. Man kann sich statt des abstrakten Ausdrucks eines sinnlichen bedienen, denn alles ist Natur, alles läßt sich in Bilder

einkleiden; der Styl kann munter und lebhaft seyn, wenn man eine Welt voll Bewegung und Leben beschreibt. Der Geschichtschreiber hat ein großes Gemälde vor sich; die Züge und Farben sind da, und er darf es nur in einer treuen Kopie seinen Lesern vorlegen. Der menschliche Geist war jung, er war arm, ehe er reich wurde, er war unbekannt mit dem, was er nicht wußte, und befand sich ungefähr in derselben Lage, wie jemand, der in unsern Tagen sich durch Lektüre zu unterrichten sucht. Die Ideen haben sich nach und nach gehäuft, und einander wechselseitig hervorgebracht. Es kömmt also nur darauf an, diese Folge wieder zu finden, und mit den ersten Ideen anzufangen. Der Weg ist vorgezeichnet, und wir dürfen bloß eine schon gemachte Reise wiederholen. Das Individuum muß bei seiner Lektüre von einigen Stunden so fortschreiten, als das ganze Menschengeschlecht in einer langen Reihe von Jahrhunderten fortgerückt ist.

Dieß Werk ist in mehrern wichtigen Absichten geschrieben: einmal für den Astronomen, dem daran liegt, die ganze Kette der ihm schon bekannten Wahrheiten zu übersehen; ferner für junge Leute, die dadurch von Eifer für die Wissenschaft entflammt werden sollen. Der Anblick der Natur wird ihnen Bewunderung einflößen; sie hat Geheimnisse, die ihnen aufbewahrt sind, und ungeachtet der vielen gemachten Entdeckungen, bleibt ihnen noch immer eine reiche Erndte des Ruhms übrig. So viele ergründete und erklärte Geheimnisse, so viele günstige Antworten der Natur muntern auf, ihr immer mehrere Fragen vorzulegen. Dieß Schauspiel erweckt Nacheifer, und entwickelt das Genie; und der Jüng-

ling, der bei Lesung dieser Geschichte der Astronomie kalt und ohne thätige und wetteifernde Bewunderung die Hülfsquellen und Fortschritte des menschlichen Geistes betrachten kann, ist für diese Wissenschaft nicht gemacht. Die Geschichte einer Wissenschaft wird aber alsdann erst vorzüglich nützlich, wenn sie nicht nur für den schon unterrichteten Theil geschrieben, sondern auch so eingerichtet ist, daß auch diejenigen, die noch gar keine Begriffe von der Wissenschaft haben, sie dadurch lernen können. Die Menschen haben die Sorgen und Arbeiten unter sich getheilt; jeder hat seinen eignen Wirkungskreis und seine Pflichten, in deren Erfüllung er seinen Ruhm suchen muß. Die Geschichte ist ein Mittel die verschiedenen Klassen mit einander zu vereinigen; sie ist gleichsam eine Rechnung, die dem ganzen Menschengeschlechte von den Arbeiten eines jeden Individuums abgelegt wird. Sie zeugt von der Höhe, zu welcher der menschliche Geist gelangt ist; und indem sie alle die Begriffe vereinigt, die eine geringe Anzahl Menschen sich erwarb, erhebt sie die jetztlebende Generation zu der Gleichheit von Kenntnissen, wodurch ein Zeitalter aufgeklärt wird.

Diese verschiedenen Absichten eines Werks machen die Ausführung desselben schwierig, und vervielfältigen die Klippen, mit denen der Schriftsteller umgeben ist. Eine Klasse von Lesern, dahin gehören sowohl geübte Astronomen, die sich eine Uebersicht der ihnen schon bekannten Wahrheiten verschaffen wollen, als auch Anfänger, die die Wissenschaft wirklich studiren wollen, verlangt eine umständliche Erzählung aller zur Astronomie gehörigen Thatsachen. Eine andere Klasse sucht bloß eine belehrende Unterhaltung, und der Schriftsteller muß seinen

Vortrag, so viel als möglich, durch allgemeine philosophische Blicke interessant zu machen suchen. Die Astronomie hat zwei Theile, einen physikalischen und einen mathematischen. Beide dürfen in der Geschichte nicht von einander getrennt werden, weil ohne ihre gegenseitige Verbindung die Wissenschaft keine Fortschritte hätte machen können. Wir wollen jedoch von dem mathematischen Theile nur das vortragen, was durchaus zur Beschreibung der Mittel der Entdeckungen, und zur Bestätigung der erfundenen Wahrheiten nothwendig ist. Da wir keine Astronomen bilden wollen, so dürfen wir nur die Fundamentalmethoden erklären; das übrige gehört für Elementarwerke. Der physikalische Theil der Astronomie macht den Hauptgegenstand unsrer Betrachtung aus. Wir wollen zeigen, wie und durch welche Mittel der Mensch sich das Universum unterworfen hat.

Allein die Thatsachen der Natur sind, wie die Natur selbst, unendlich, und die Geschichte kann sie nicht ganz umfassen. Eben so schwer ist es, die Gränzen zu bestimmen, auf welche sich der Schriftsteller bei seinen Erklärungen einschränken muß; denn diese Gränzen könnten eben so verschieden seyn, als es verschiedene Leser giebt. Je nach dem Grade ihrer Aufklärung ist ein mehr oder weniger entwickelter Unterricht nöthig, müssen mehr oder weniger gedrängte Thatsachen dargestellt werden. Unter einer aufgeklärten Nation machen die gebildeten Klassen gleichsam eine Leiter aus, die unten sehr breit, oben aber sehr enge ist. So wie man von der untersten Stufe weiter hinauf steigt, so vermehrt sich die Aufklärung der Individuen und ihre Zahl nimmt ab. Ein einziger Mensch macht vielleicht für sich allein

die höchste Klasse und das äusserste Glied der Kette der vernünftigen Wesen aus. Ihm sollte man unter den Ansichten der Natur nur die zeigen, welche die Thatsachen in Masse in sich fassen. Er ist gewohnt, die Zwischenräume zu überspringen, eine Menge von Dingen in einen kleinen Raum zusammenzudrängen und bloß ihre Gipfel zu sehen. Einige Thatsachen sind ihm genug, um die ganze Geschichte der Wissenschaften und der Jahrhunderte zu umfassen. Diejenigen Leser aber, die in der Wissenschaft noch nicht eingeweiht sind, verlangen ein ausführlichers Gemälde. Der Schriftsteller darf auf demselben keine Zwischenidee auslassen; er muß zeigen, wie kleine Schritte größere vorbereiten, wie sich der Geist der eine Generation aus dem Geiste der vorhergehenden entwickelt. Er muß den menschlichen Verstand zergliedern, unermüdet seinen langsamen Gang verfolgen, und beim schnellern Fortschreiten desselben zeigen, daß dieß immer nach zusammengesetzten Bewegungen geschieht. Offenbar sollte eine solche Entwickelung für jede verschiedene Klasse verschieden seyn. Alle müssen daher das ihrige thun, den Geschichtschreiber, der an der Spitze der mittlern Klasse steht, zu verstehn. Die weniger unterrichteten müssen sich durch Aufmerksamkeit erheben, und die, welche sich auf der obern Stufe befinden, sich herablassen, wenn sie die Aufzählung der Thatsachen in der Ordnung ihrer Entstehung betrachten, und dem Menschengeschlechte, das mit der Zeit fortrückt und sich immer vervollkommnet, folgen und besonders untersuchen wollen, von welcher niedrigen Stufe es sich zu dem Ziele empor geschwungen hat, zu welchem es durch das Genie gelangt ist.

Das Fortschreiten der Astronomie, das wir jetzt verfolgen wollen, bestätigt uns die längst bekannte Wahrheit, daß der menschliche Geist sich nicht durch beständig gleiche und aneinanderhängende Begriffe, die anfangs einfach sind, und nach und nach immer zusammengesetzter werden, erhebt. Die Erscheinungen und Wesen umgeben uns, und von allen Seiten zeigt sich uns eine unendliche Verschiedenheit. Die Natur ist reich, aber wie sollte man ihre Reichthümer zählen und ordnen? Man mußte diese Natur gleichsam zertheilen, sie von mehrern Seiten betrachten, ihre Erscheinungen in Klassen bringen, und so entstanden die verschiedenen Wissenschaften: die Optik, oder die Wissenschaft des Sehens; die Physik, die die Wirkungen der Elemente auf unsrer Erde und in der sie umgebenden Atmosphäre betrachtet; die Astronomie, die die Bewegung der Gestirne in Bahnen, die durch Linien vorgestellt werden können, beobachtet; die Geometrie, die sich mit der Untersuchung der Figuren und Eigenschaften dieser Linien beschäftigt, und die Mechanik, die das Gesetz dieser Bewegungen untersucht. So erfand der Mensch Methoden, um dieß große Ganze des Universums, das er nicht auf einmal umfassen konnte, in seinen Theilen zu betrachten. Es giebt jedoch keine astronomische Erscheinung, die nicht zugleich zu allen diesen Wissenschaften gehörte. Ein Gestirn bewegt sich nach gewissen Gesetzen, welche die Mechanik erklären, und in Kurven, die die Geometrie untersuchen muß. Die Erscheinungen selbst kommen nur durch den Schleier der Atmosphäre, des Schauplatzes der Veränderungen und Täuschungen, zu uns. Wir müssen die Natur des Lichts, vermittelst dessen uns

die Gegenstände sichtbar werden, erforschen; den Bau unsers Auges studiren, um die Gültigkeit seiner Aussagen schätzen, und die Instrumente untersuchen, um ihre Mängel und Vollkommenheiten gehörig beurtheilen zu können. Zergliedern um zu erkennen, wieder zusammensetzen, was wir getrennt haben, um die Natur nachzuahmen und zu beschreiben, das ist unser Gang.

Wenn wir aber auch die Wissenschaften isolirt haben, um sie unsrer Aufmerksamkeit empfänglich zu machen, so sind darum noch nicht alle Hindernisse aus dem Wege geräumt; mit der Schwierigkeit, die zahllosen Erscheinungen zu sehen und zu zählen, hat sich auch die Nothwendigkeit vereinigt, sie zu ordnen. Eine Wissenschaft ist eine Summe von Wahrheiten. Diese Wahrheiten an einander zu ketten, sie von der einfachsten bis zur zusammengesetztesten darzustellen, ist der Zweck der Anfangsgründe. Aber die Kette dieser Wahrheiten ist nicht die Ordnung ihrer Entdeckungen. Die Anfangsgründe beschreiben eine schon gebildete und vollkommne Wissenschaft. Die Geschichte hingegen giebt von den Fortschritten ihrer Entwickelung und der Arbeit Rechenschaft, die ihre Ausbildung gekostet hat. Die Natur enthüllt sich nicht ununterbrochen unsern Blicken, sondern zeigt sich nur in Zwischenzeiten und theilweise. Ihre zusammengesetztesten Wirkungen werden am ersten wahrgenommen. Die Planeten schienen sich anfangs um die Erde zu bewegen, nichts war bizarrer und unordentlicher als ihre Bewegungen. Jahrhunderte verflossen,

ehe man den wahren Mittelpunkt dieser Bewegungen entdeckte, und sie so sahe, wie sie wirklich waren. Die Ordnung der Himmelskörper, ist eine der ersten Wahrheiten, die man vorträgt, ungeachtet sie zu den letzten gehört, die die Menschen haben kennen gelernt. Die Ordnung, welche wir den Dingen anweisen, liegt also nicht wesentlich in der Natur, sondern sie ist unsre Art zu sehen, und die unsrer schwachen Fassungskraft angemessenste Methode. Die Geschichte entwickelt die Anfangsgründe, aber in einer entgegengesetzten Ordnung. Sie zeigt uns die Natur, wie die Menschen sie gesehen haben. Anfangs ist sie unermeßlich und verwickelt, nach und nach aber wird sie durch menschlichen Fleiß und durch Jahrhunderte immer einfacher. Nicht genug, daß die Geschichte bloß entdeckte Wahrheiten erzählt, sie muß auch die Schwierigkeiten schildern, und vorzüglich die Anstrengungen und Mittel aufzählen. Dieß ist nicht mehr, wie in den Anfangsgründen, die bestimmte und systematische Beschreibung eines großen Landes, sondern die Erzählung einer Reise auf einem gekrümmten und mit Hindernissen, die nur dem Muthe und Kunstfleisse gewichen sind, bedeckten Wege. Erst nach manchem Falle machte der Mensch Fortschritte, erst nach mehreren vergeblichen Versuchen war er in seinen Unternehmungen glücklich. Die erste Pflicht eines Geschichtschreibers ist, der Wahrheit getreu zu seyn. Er darf die Laster seines Helden nicht verstecken. Unser Elend sowohl, als unsre Größe, ist unsre Geschichte. Man wird uns daher die Erzählung ungereimter Vorstellungen verzeihen, die vor der Wahrheit vor-

hergegangen sind, und zuweilen ihren Schatten in das Licht der Wahrheit gemischt haben. Unser Held ist der menschliche Geist. Wir dürfen seine Verirrungen und selbst seine Fehler nicht verschweigen, wenn wir seinen Ruhm erzählen. Diese Geschichte ist das Gemälde seiner Schwäche und seiner Thatkraft.

Aber wie sollen wir diese große Operation betrachten, wodurch die Wissenschaften und ihre Wahrheiten aus der Zeit hervorgegangen sind? In welchen Gesichtspunkt sollen wir den Leser stellen, für den diese Geschichte geschrieben ist? Soll der Geschichtschreiber das Gemälde, die Zusammenkettung der Wahrheiten, die Folge ihrer Entstehungen zu seinem Hauptgegenstande machen, oder soll er vorzüglich die Arbeiten und Bemühungen der Menschen beschreiben? Soll er seine Erzählung nach den Entdeckungen oder nach den Urhebern dieser Entdeckungen ordnen. Der Mensch bildete sich in dem Reiche der Natur Staaten, Männer von Genie zeigten sich, indem sie diese Staaten gründeten u. veränderten, als Beherrscher ders. Die politische Geschichte vergaß zu oft üb. eine geringe Anzahl von Menschen das Menschengeschlecht selbst. Die Könige waren für sie alles, und sie beschäftigten sich nur mit der Erzählung ihrer furchtbaren Leidenschaften und ihres immer gefährlichen Ruhms. Soll die Philosophie, die auf eine würdige Art von der Wissenschaft reden muß, ihrem Beispiele nachahmen? Muß sie nicht alles, um des Gebäudes willen, das sie beschreiben will, vergessen, und nur die Baumeister nennen, um ihnen den schuldigen Dank zu zollen? Aber die Geschichte der

Wissenschaften ist von der Geschichte der Reiche verschieden. Die politische Geschichte zeigt die Werke der Menschen in ganzen Nationen. Sie redet von dem Interesse aller. Sie schildert die Sitten, die von dem Volke vervollkommnet oder verdorben werden. Diese Geschichte ist das Resultat unendlicher Bemühungen, im Gleichgewichte stehender Zwecke und kombinirter Mittel. Hat jemand eine Revolution bewirkt und die Gestalt eines Reichs verändert, so ist es, um sein Unternehmen zu schildern, nicht hinreichend, seine Plane zu beschreiben, sondern man muß auch die Schwierigkeiten, die ihm bei der Ausführung seines Projekts in den Weg traten, und die Kräfte, die ihn unterstützten, darstellen. Die Geschichte hat für unsre Belehrung nichts gethan, wenn sie uns den Menschen allein mit den Begebenheiten zeigt. Der große Haufe, der hinter ihm zurück ist, hat Zwecke und Leidenschaften, welche die Politik benutzt, die aber die Quelle und die Mittel der Veränderungen sind.

Die Wissenschaften sind eben so, wie die Weltbegebenheiten, das Werk der Menschen, woran jedoch der große Haufe keinen Theil hat. Er ist entweder gänzlich mit den Wissenschaften unbekannt, oder er betrachtet sie mit Gleichgültigkeit, und die Menschen, die sie ausbilden, machen eine eigne isolirte Klasse aus. In der politischen Welt hört, wie in der physischen, die Bewegung nie auf, die Menschen sind darin, wie die Natur, beständig wirksam. Der gegenwärtige Zustand der Dinge gründet sich auf den vorhergehenden. In der gelehrten

Welt aber geht die aufgeklärte und produktive Klasse nicht in stetiger Bewegung fort. Ob man gleich das Menschengeschlecht als ein beständig bestehendes Individuum betrachten kann, das mit seiner Existenz und seiner Denkkraft die Jahrhunderte umfaßt, so hat dieß Individuum doch Augenblicke der Trägheit oder des Schlafes. Der menschliche Verstand besteht aus der Summe der Ideen aller unterrichteten Menschen, er ist das seit dem Anfange der Dinge angehäufte Genie. Aber er hat seine Ruhepunkte, und so wie sein ungleicher Gang unterbrochen wird, knüpfen Individuen den Faden der Arbeiten und Untersuchungen wieder an und bringen die Bewegung wieder hervor oder beschleunigen sie. Diese Individuen, dazu bestimmt, den menschlichen Verstand zu leiten und zu erheben, befördern also allein alles Fortschreiten. Ist jemand der Erfinder einer Wissenschaft, so ist bis auf ihn die Geschichte dieser Wissenschaft nur die Folge seiner Gedanken; ein andrer faßt seine Idee auf und erweitert sie durch sein Nachdenken. Menschen, oft durch ganze Jahrhunderte von einander getrennt, übertragen sich gegenseitig die Wissenschaft, die in ihren Köpfen zur Reife gelangt und darin erweitert und entwickelt wird.

Hipparch scheint zuerst die Astronomie in ihrem Umfange übersehen, und den Entschluß, sie zu einer ordentlichen Wissenschaft zu bilden, gefaßt zu haben. Er zeigte, was zu thun war, und machte den Anfang. Ptolemäus nahm Hipparchs Plan wieder vor,

und führte ihn in seiner ganzen Ausdehnung aus. Er bauete ein Gebäude auf, das fest genug war vierzehn Jahrhunderte der Zeit Trotz zu bieten. Man bewunderte und schätzte dieß Werk, aber man wagte nicht es anzurühren; kaum fügte der einzige Albategnius zu demselben etwas hinzu. Kopernikus hatte den Muth es zu zerstören; er zeigte sich den Köpfen als Gesetzgeber, indem er die Ideen veränderte und der Meinung ihre Richtung gab. Tycho, mehr Astronom als Philosoph, häufte einen Schatz von Beobachtungen an, trat gegen die Wahrheit auf, und wagte es in dem Augenblicke, da die Natur entdeckt war, ein noch fehlerhafteres System als das ptolemäische hervorzubringen. Kepler durch Tycho's Beobachtungen selbst unterstützt, aber ein größrer Philosoph als Tycho, rief die Wahrheit wieder zurück, die man verbannen wollte. Sein natürliches Genie überzeugte ihn von der Einfachheit der Ursachen; er suchte sie überall und ließ nichts von dem Gebäude der Alten stehen. Kopernikus hatte die Sonne in den Mittelpunkt der Welt gesetzt, Kepler legte in dieß Gestirn eine alles beherrschende Kraft. Er verwarf die Kreisbewegungen, die bis auf seine Zeit so sehr in Ansehen gestanden waren, zeigte die wahre Gestalt der Bahnen, und seit ihm sehen wir die Planeten sich in Ellipsen bewegen, deren gemeinschaftlicher Brennpunkt die Sonne ist. Er zwang die Natur ihm die Gesetze dieser großen Bewegungen zu enthüllen: mit einem Worte, er veränderte alles. Als Galilài Huygens und Dominikus Cassini, mit einem neuen Organe

versehen, die Wunder des Himmels beschrieben, als die Akademien gegründet wurden, und die Natur von mehrern Augen verfolgt und gleichsam belagert, sich der menschlichen Neugier zu ergeben schien, wurden mehrere Menschen ihre Beobachter. Allein die Zahl ihrer wahren Ausleger war noch immer sehr gering. Die Theorie der Ursachen fing an zu entstehen. Galiläi zeigte das Gesetz des Falles, Huygens das Gesetz der Centrifugalkraft; er wandte das Pendel auf die Uhren an, und die Astronomie erhielt aus seinen Händen ein Instrument, die Zeit und den Raum zu messen; ein Instrument, wodurch auch die Veränderungen der Schwere und die Gestalt der Erde entdeckt wurde. Endlich erhebt sich Newton gleich einer Eiche mitten unter diesen großen Männern, beherrscht alles durch die Kraft seines Kopfes und umfaßt es mit der Größe seines Genies. Mit der Einheit in seinen Ideen, wie sie im Universum herrscht, versammelt er die Erscheinungen, steigt zu den ihm aufbewahrten Ursachen zurück, und entwickelt das allgemeine Phänomen der Natur.

Diese großen Köpfe sind es, in welchen der menschliche Verstand lebte; in ihnen wurden die Hülfsmittel erzeugt, in ihnen lag der Grund der Bemühungen und ihres glücklichen Erfolgs. Die Wissenschaft wurde nach ihren Vorstellungen geformt, und erhielt den Abdruck ihres Geistes. Hier also muß man ihre Geschichte suchen. Wir sehen nur Menschen, die auf einander folgen, die mehr oder weniger zu die-

sem Schatze beitragen, die das Gebäude der Wissenschaft entstellen oder verschönern; aber diese lange Arbeit des Menschengeschlechts ist das Resultat der individuellen Arbeiten. Die Wissenschaft ist nur das Produkt und die Folge der Operationen des Genies, und ihre Geschichte ist die Geschichte der Menschen und ihrer Gedanken.

Geschichte der neuern Astronomie.

Erster Abschnitt.

Von der alexandrinischen Schule und den Astronomen vor Hipparch.

§. 1.

Als wir die ersten Schritte des menschlichen Verstandes verfolgten, als wir die Geschichte der ältern Astronomie durchliefen, bemerkten wir nur Trümmer, stießen nur auf Spuren einer uralten zerstörten Wissenschaft, deren Größe und Glanz durch ihre Ueberreste bestätigt wird. Ohne Zweifel erhielten sich diese Bruchstücke durch eine jetzt zerrissne und verlorne, oder wenigstens in das Dunkel der Zeit eingehüllte Kette. Die Idee eines alten, durch die Revolutionen der Natur und der Politik veränderten und ausgelöschten, Zustandes der Wissenschaften ist kein bloßes Hirngespinnst eines systematischen Kopfes, sondern das Resultat von Thatsachen, die wir der Kritik unterworfen und nach der Analogie zusammengestellt haben. Die großen Veränderungen, welche uns die Tradition aufbewahrt hat, beweisen uns die Möglichkeit ehemaliger Revolutionen, deren Alterthum unsre Geschichte übersteigt. Wir dachten uns in die Stelle eines Menschen, der auf einmal an die Ufer des Euphrats versetzt würde: Mitten unter jenen ihm unbekannten und neuen Ebnen würden die ungeheuern, zum Theil mit hohem Grase bewachsenen, oder mit Sand bedeckten Ruinen, die prächtigen Säulen, welche noch immer da stehen, die Höhen der Gebäude zu bestätigen, die Ueberreste der Pracht und des Kunstfleißes, die mit Inschriften gezierten marmornen Denkmäler; alles dieß würde auf einmal die Vorstellung

von einer großen Stadt in ihm erwecken. Man dürfte ihm nicht erst sagen, daß dieß der Ort sey, wo Babylon einst gestanden wäre. Der Plan und die Anordnung der Gebäude, der Geist, der in dem Ganzen herrschte, und sich durch große Wirkungen äußerte, ist zwar verschwunden; allein auch aus den einzelnen Zügen, welche das Werk der Künste sind, aus der ungeheuern Größe der Gebäude, welche eine Folge des Reichthums und der Macht ist, würde er den alten Wohnort einer kultivirten und zahlreichen Nation wieder erkennen.

§. 2.

Daß die Wissenschaften im Oriente nur aus den Trümmern älterer aufbewahrter Kenntnisse, die aber durch ihre Besitzer nicht vermehrt wurden, bestanden, beweiset der Umstand, daß die Griechen, welche sich zu Alexandrien niederließen, alles von vorn wieder anfiengen a). Sie hatten das babylonische Reich gestürzt, und sich des Schatzes seiner Wissenschaften bemächtigt. Da sie auf die Chaldäer folgten, so machten sie von den vieljährigen Beobachtungen derselben Gebrauch. Sie würden eben so ihre Arbeiten haben benutzen können, wenn sie nur ihren Ideengang verfolgt hätten. Allein einen solchen Leitfaden fand man bei den Chaldäern nicht. Sie nützten der Astronomie nur durch Anhäufung von Thatsachen, durch Herbeischaffung der zum Weltgebäude nöthigen Materialien. Sie haben einige Kenntnisse und Bestimmungen, die ihnen übertragen waren, aufbewahrt, ohne weder die Beziehung, noch den Werth derselben zu vermuthen. Die Ideenfolge oder der Gang des Erfindungsgeistes war gänzlich verloren, als man diese Kenntnisse sammelte, und die gültigen Zeugen ihrer Genauigkeit waren verschwunden. Diese Genauigkeit verkannte man so sehr, daß Hipparch, wie wir bald sehen werden, durch sehr mühsame Untersuchungen mehrere male an die Stelle dieser alten Bestimmungen

a) Erläuterungen 1. Abschn. §. 1.

weniger genaue setzte. Die Beobachtungen, welche darauf gegründet waren, sind also nicht von den Chaldäern angestellt worden; denn sonst würde Hipparch, der aus ihnen geschöpft hatte, die vortrefflichen Kenntnisse, welche er verwarf, gehörig geschätzt haben. Die Zeit der Regierung der Chaldäer, der Indier und der alten in Asien bekannten Nationen ist eine von den Zeiten der Vergessenheit, eine Lücke in der Geschichte der Wissenschaften. Wenn wir den Ursprung der neuern Astronomie, die jetzt in Europa blüht, bis zu den letzten Jahrhunderten vor unsrer Zeitrechnung, bis zur Entstehung der alexandrinischen Schule haben hinauf steigen lassen, so wählten wir diese Epoche nicht ohne Grund. Die Zeiten der Unwissenheit machen eine absolute Trennung, eine wahre Scheidewand zwischen der in den entferntesten Jahrhunderten zerstörten und der in Alexandrien wieder erneuerten Astronomie. Hier fing man aufs neue wieder an: das Gebäude wurde vom Grund auf wieder aufgeführt, und auf diesem Grunde steht noch jetzt die von uns vervollkommnete Astronomie.

§. 3.

Als nach Alexanders Tode, nach der Zerstükkelung seines großen Reichs, die Ruhmsucht sich gelegt hatte, oder vielmehr durch ihre Anstrengung erschöpft und durch den gegenseitigen Widerstand zum Gleichgewichte gebracht war, erholten sich wieder die Völker dieses ungeheuern Reichs unter verschiedenen Beherrschern. Ptolemäus Soter saß jetzt auf dem Throne von Aegypten. Dieß war das Land der Wissenschaften, wohin die Griechen zu reisen pflegten, um sich Kenntnisse zu erwerben. Ptolemäus trug daher auf alle Weise zur Kultur der Wissenschaften bey. Er fing mit nützlichen Stiftungen an, und sein Sohn, Ptolemäus Philadelphus, der ihm in der Regierung folgte, vollendete sein Werk. Er munterte die Wissenschaften durch Wohlthaten, und besonders durch Ehrenbezeugungen auf. Alle berühmte Männer Griechenlands eilten

in Menge dahin, um den Glanz seiner Regierung zu erhöhen. Er wies ihnen in dem Museum, wozu ein denkender Kopf den Plan gemacht hatte, und dessen Stiftung eines großen Fürsten würdig war, einen Zufluchtsort an. Dieß war ein prächtiges aus Galerien und großen Sälen bestehendes Gebäude, worin die zur Literatur und zu den Wissenschaften nöthigen Materialien aufgestellt werden sollten. Die Gelehrten hatten darin Wohnung und Unterhalt. Hier war die berühmte Bibliothek und die ungeheure Anzahl Manuscripte, welche Demetrius von Phalera mit vieler Sorgfalt und großen Kosten sammelte; hier war ohne Zweifel die Sternwarte eines Hipparch und Ptolemäus. Der Fürst liebte dieß Heiligthum der Wissenschaften als sein Werk, und als die Gründung seines Ruhms auf künftige Jahre, oder diese mit Recht verdiente Unsterblichkeit war vielmehr Belohnung, und nicht Beweggrund des Ptolemäus Philadelphus. Er scheint die Wissenschaften um ihrer selbst willen geliebt zu haben; und wiewohl er eines Widerspruchs zufolge, der nichts Seltenes bei den Menschen, und vorzüglich bei den Fürsten ist, zwei von seinen Brüdern und den Demetrius von Phalera, der es gewagt hatte, dem Ptolemäus Soter die Wahrheit zu sagen, hatte umbringen lassen a): so war er doch auch mit jenen sanften Neigungen begabt, welche das Glück der Völker gründen, den Fürsten abhalten, seinen Ruhm in den Waffen zu suchen, und ihn für den wahren Ruhm Sinn einflößen, der auf Handel und Künste, deren blühender Zustand sein Werk ist, auf ihren unmittelbaren Begleiter, den Wohlstand, und auf die Wissenschaften, wodurch alle diese soliden Vortheile erst Glanz erhalten, gebauet ist. Die Gelehrten, welche das Museum bewohnten,

a) Er hatte gesagt: nicht Ptolemäus Philadelphus, sondern der älteste Sohn müsse seinem Vater in der Regierung folgen. Philadelphus rächte sich, als er zur Regierung kam, dadurch, daß er ihn hinrichten ließ.

wurden oft von ihm besucht. Er ließ sich mit ihnen in Gespräche ein, und unterhielt den Wetteifer an einem Orte, wo die Ruhe und das Vergessen aller Sorgen Erschlaffung und Müßiggang hätten erzeugen können. Wohlthaten und Belohnungen sind Aufmunterungen für alle Menschen; dem Gelehrten aber genügen sie nicht. Er denkt feiner: ein geübter Verstand, eine richtigere Einsicht in die Natur der Dinge lassen ihn mit Verachtung auf die gemeinen Gegenstände menschlicher Wünsche herabsehn. Er fühlt, daß er von der Natur bestimmt ist, sich auszuzeichnen. Achtung erhebt seinen Geist. Der unmittelbare Anblick des Fürsten giebt der Geisteskraft alle ihre Energie, und zwingt das Genie, sich zu entwickeln; er erwärmt und rührt das Herz, und schafft die Menschen um. Dieß ist die einzige Magie, welche auf der Erde existirt. Und wie glücklich sind die Fürsten, daß sie einen Zauber um sich verbreiten können, und nur wollen dürfen, um etwas Großes zu thun!

§. 4.

Die alexandrinische Schule, welche Ptolemäus Philadelphus gestiftet hatte, erhielt sich beinahe zehn Jahrhunderte, bis zum Einfalle der Sarazenen, die Aegypten einer neuen Herrschaft unterwarfen, die Gelehrten zerstreuten, die berühmte Bibliothek verbrannten, und auf immer das Reich der Unwissenheit und Barbarei wieder zurückbrachten.

Diese Schule, welche sehr große Männer hervorgebracht hat, ist eigentlich eine griechische Schule, ungeachtet sie in Aegypten, und sogar in Alexandrien, gestiftet ist. Denn Griechen waren es, die sie berühmt machten; und unter den Männern, von deren Arbeiten wir jetzt erzählen wollen, befinden sich nur zwei Aegypter, Manetho, der mehr Astrolog, als Astronom war, und Ptolemäus, der ohne Zweifel seinem Vaterlande viel Ehre macht, aber ooch durch Griechen gebildet worden war. Die Griechen, gleichsam bestimmt, alles zu vervollkommnen, was sie nicht erfanden, befreieten

die Astronomie von dem Schleier, womit die ägyptischen Priester sie umhüllt hatten, und durch ihre Schriften und Entdeckungen wurde das Licht über das ganze übrige Europa verbreitet.

§. 5.

Wir haben gesehen, wie die ersten griechischen Philosophen, entblößt von der Hülfe der Astronomie, oft die lächerlichsten Konjekturen über die Natur, die Größe und die Entfernung der Sterne machten; wir haben gesehen, wie sie sich fremder Kenntnisse bedienten, um ihren Kalender über die Bewegungen der Sonne und des Mondes zu reguliren. Aufs höchste hat ihnen die Astronomie jene rohen Kalender zu verdanken, in welchen der Aufgang und Untergang der Sterne die Feldarbeiten bestimmte. Ueberdieß hatten sie bloß das Verdienst des Sammelns. Die Erfindung dieser Kalender wurde ursprünglich in Asien von Indiern gemacht a). Die Astronomie gewinnt von nun an eine neue Gestalt. Wir werden jetzt wirklich astronomische Beobachtungen kennen lernen, die mit ziemlich genauen Instrumenten angestellt wurden; ferner Hypothesen, die man machte, um die Bewegung der Planeten zu erklären; die Entdeckung der fortschreitenden Bewegung der Sterne; und endlich ihre beobachteten Lagen, die von Hipparch in ein Verzeichniß gebracht wurden, um der Nachwelt zum Denkmahl und zur Vergleichung zu dienen.

§. 6.

Man wird vielleicht untersuchen wollen, warum Aegypten, das im Alterthume durch Wissenschaften so berühmt war, dennoch so viele Jahrhunderte hindurch für dieselben nichts gethan hat; warum die Priester von Theben und Memphis, welche schon acht und zwanzig Jahrhunderte vor unsrer Zeitrechnung die Jahreslänge von drei hundert fünf und sechzig und einen Vierteltag

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 3tes B. §. 10; 7. B. §. 6; 8tes B. §. 14.

kannten, diese Kenntniß seitdem nicht berichtiget und einen Schritt weiter zur Vervollkommnung gethan haben. Erst dreißig Jahrhunderte nachher mußten fremde Ausländer kommen, und diese Dauer abkürzen, um sie der wahren näher zu bringen. Die ägyptischen Priester waren nämlich damals eben das, was jetzt die Italiäner sind. Diese zeigen Meisterwerke von Gemälden vor, und das ist auch alles, was sie thun. Die ägyptischen Priester, durch einige fremde Beute bereichert, theilten das wenige, was sie wußten, auf eine sehr geheimnißvolle Art mit, und erregten dadurch die Meinung, daß sie noch weit mehr wüßten. Alle der heißen Zone nahen Länder sind dem Genie niemals günstig gewesen. Dieß ist ein ausschließender Vorzug der gemäßigten Klimate. Das Menschengeschlecht gelangt nur zu seiner Vollkommenheit zwischen den Eisgebirgen des Nordens und der brennenden Hitze der heißen Zone, wo es, gleich weit von der Wildheit rauher, und von der Schlaffheit und Weichlichkeit warmer Klimate entfernt ist. Der Erfindungsgeist und das Genie sind die Kinder der Meditation und der Muße. Die Natur, welche alles auf der Erde aufs vortrefflichste wünschte, setzte das Fortschreiten der Künste und die völlige Entwickelung des menschlichen Geistes in eine Mitte zwischen Klimate, wo in dem einen alles zur Arbeit nöthigt, und in dem andern alles zur Trägheit einladet. Hier gränzen Arbeit und Muße aneinander und wechseln mit einander ab; und die Spekulationen des Philosophen leiten den Fleiß und die Thätigkeit des mechanischen Arbeiters.

Fragt man: warum die Griechen, die seit Thales sich in Vernünfteleien und Konjekturen über die Natur der Gestirne und ihre Bewegung erschöpft, aber nicht einen Fortschritt in der Astronomie gethan haben; warum diese auf einmal unter fremden Königen so schnell fortgerückt sind; so bedenke man nur, daß das Volk, das Asien und Indien besiegte, sich durch die Beute dieser Länder bereicherte, und durch die Herrschaft über Baby-

lon sich der langen Reihe von Beobachtungen bemächtigte, welche die Zeit und unermüdeter Fleiß daselbst gehäuft hatten; einer Sammlung von Thatsachen und Wahrheiten, aus welchen der Erfindungsgeist die Gesetze der Bewegung der himmlischen Körper und des Weltsystems aufsuchen sollte. Im Besitz dieser Schätze fanden die Griechen in Alexandrien Schutz und Aufmunterung der Könige, einen friedlichen und ruhigen Zufluchtsort, eine ungeheuer große Bibliothek, zu einer Zeit, wo die Bücher selten waren. Auch sie hatten Nebenbuhler und Nachfolger: und die Fortschritte waren schnell, weil sich in dieser Epoche das Genie mit der Gelehrsamkeit aller Zeiten und aller Länder, ohne welche es nichts vermag, vereinigte.

§. 7.

Aristyllus und Timochares waren die ersten Beobachter aus der alexandrinischen Schule. Sie blüheten unter Ptolemäus Soter 300 Jahre vor Chr. Geb. Sie beschäfftigten sich besonders mit der Beobachtung der Sterne, um ihre Lage am Himmel zu bestimmen, und nicht, nach dem Gebrauche der Orientalen und alten Griechen, um ihren Aufgang und Untergang vorherzusagen. Das Lesen der chaldäischen Beobachtungen, und der philosophische Geist, womit die Griechen begabt waren, führte sie auf diese Arbeit. Den Weg, den ein Reisender auf der Erde zurücklegt, bezeichnet man durch die Städte, durch welche er kömmt, und den Weg der Planeten am Himmel durch die Sterne, vor welchen sie auf ihrer Bahn vorbei kommen. Man begnügte sich lange Zeit mit ziemlich rohen Bezeichnungen; als man aber die successive Lage der Planeten mit mehrerer Genauigkeit kennen lernen wollte, gebrauchte man die Methode des Alignirens, man verband die benachbarten Sterne durch Linien mit einander, die den Ort des Planeten beim Durchgange durch sie bestimmten a). Offenbar aber erforderten diese Me-

a) Ptol. Almag. Lib. IX. c. 7, 10.

thoden, daß der Ort der Sterne selbst ein fester Punkt war. Wäre bei dem berühmten Rückzuge der Zehntausend die Lage der Oerter, durch welche Xenophon kam, nicht bekannt gewesen, so würde sein Tagebuch völlig unnütz seyn. Die Chaldäer dachten an diese Methode nicht, und nichts beweiset besser, daß sie niemals den Begriff der Wissenschaften hatten, welche sie kultivirt zu haben scheinen. Aristyllus und Timochares fragten sich ohne Zweifel, was der Zweck der Astronomie sey. Sie sahen ein, daß die Astronomie die Kenntniß des Himmels und die Bestimmung des Orts derjenigen Sterne, welche ruhen, und deren Lage gegen einander sich niemals verändert, oder der Fixsterne zum Gegenstande habe a). Der Zweck der Astronomie besteht ferner noch darin, die Bewegungen der Planeten zu beobachten, und die Richtung und Krümmung ihrer Bahnen zu entdecken. Die unsichtbare Spur dieser Planeten wird durch die Sterne bezeichnet, denen sie sich nähern. Dieß ist also eine wesentliche Kenntniß; sie ist die Grundlage aller Untersuchungen. Diese so kombinirten und auf eine Grundkenntniß abzweckenden Arbeiten kündigten den wahren Gang und einen richtigen Begriff der Wissenschaft an. Dieß ist das Lob des Timochares und Aristyllus.

§. 8.

Die Alten scheinen schon vor der alexandrinischen Schule angefangen zu haben, die Sterne zu zählen; wir werden Thatsachen anführen, die in dieser Hinsicht keinen Zweifel übrig lassen b). Sie hatten sicher eine Beschreibung des Himmels, welcher in Konstellationen abgetheilt war. Ein Beweis davon ist die von Eudoxus hinterlassene Beschreibung. Die bildlichen Figuren, worein diese Konstellationen eingeschlossen sind, dienten zugleich auch, die Sterne zu bezeichnen. Man

a) Geschichte der ält. Sternk. 2ter Abschn. §. 5.

b) Unten 3ter Abschn. §. 24. und 2. Band 2. Abschn. §. 8.

sagte z. B. der Stern im Auge des Stieres, die Sterne an den Spitzen der Hörner, die Sterne im Herz der Schlange, am Fuße oder am Gürtel des Orions ꝛc. Die alexandrinischen Astronomen sahen ein, daß diese Bestimmungen nicht genau genug waren; sie erfanden daher eine genauere Methode, oder nahmen sie wenigstens an. Diese bestand darin, daß man den Ort der Sterne mit den Polen und mit Kreisen verglich, durch welche die Alten den Himmel eingetheilt hatten. Diese Kreise waren erdichtet, aber fest, oder wurden wenigstens dafür angenommen. Sie wählten den Aequator und die beiden auf diesem Kreise bestimmten Nachtgleichepunkte. Man konnte leicht die Lage aller Sterne angeben, welche sich im Aequator befinden; denn man durfte nur ihre Entfernung von einem der Aequinoktialpunkte messen. Auf die Art bemerkte man, daß der glänzende Stern in dem Sternbilde der Jungfrau, der der Kornähre zugehört, welche sie in der Hand hält, damals um 8° vor der Herbstnachtgleiche vorhergieng a), d. h. durch die tägliche Umdrehung früher in den Meridian, als der Aequinoktialpunkt, kam; dieß ist die Bedeutung des Worts vorhergehen. Wäre er später in den Meridian gekommen, als der Nachtgleichepunkt, so würde man sagen, er folgte ihm. Für die Sterne, welche außerhalb des Aequators liegen, mußte man eine neue Beziehung ersinden; und diese war die Entfernung selbst, um welche sie davon abstanden. Die Koluren sind die größten Kreise, die durch die Pole gehen, und den Aequator in den beiden Nachtgleichepunkten schneiden b). Man erdachte ähnliche Kreise, die auf gleiche Weise durch die Pole, und durch jeden Punkt des Aequators gehen; jeder Stern hatte folglich seinen eignen Kreis. Diese Kreise werden von dem Aequator in zwei Hälften getheilt, und diese Hälften wieder durch die beiden Pole halbirt. Der Zwischenraum zwischen dem Aequator und dem Pole

a) In den Zusätzen zu diesem Abschn. §. 2.
b) Gesch. d. Sternk. des Alterth. 1. B. 2. Abschn. §. 14.

begreift also ein Viertheil von der Peripherie, oder 90° dieser Kreise in sich. Man hatte folglich ein Mittel, den Ort der Sterne zu bestimmen, die nicht im Aequator lagen; man zählte nämlich auf diesen Kreisen die Zahl der Grade zwischen dem Sterne und dem Pole, und dieß nannte man die Entfernung vom Pole, oder auch zwischen dem Stern und dem Aequator, und diese Entfernung bezeichnete man mit dem Namen Abweichung (declinatio), oder Deklination. Die Arbeiten dieser ersten Astronomen waren die Beobachtung der Abweichungen der schönsten Sterne, und ihrer Entfernung von den Nachtgleichepunkten, welches wir jetzt Gradeaufsteigung oder Rektascension nennen. Wir haben nicht zu behaupten gewagt, daß diese Methode, den Ort der Sterne auf Kreise der Kugel zu beziehen, eine Erfindung von Aristyllus und Tymochares war, weil man bei den alten Orientalen wieder von ihnen Spuren davon findet a), und weil vielleicht von ihnen die alexandrinischen Griechen diese Kenntniß entlehnt haben. Wenigstens kann man ihnen das Verdienst, alle Vortheile davon eingesehen zu haben, nicht mit Gewißheit zuschreiben; sie heiligten sie durch den Gebrauch, und hatten dadurch den Ruhm, eine Fundamentalmethode zu hinterlassen.

§. 9.

Diese wichtigen Arbeiten geschahen nicht ohne alle Instrumente. Man bestimmte, wie wir schon bemerkt haben, den Ort der Planeten durch Linien, die zu den nächsten Sternen gezogen wurden. Man drückte ferner die Entfernungen vermittelst des Monddurchmessers aus. Man sagte z. B. an dem Tage, zu der Stunde war der Merkur, um einen Mond weniger im Aequator fortgerückt, als der Stern, die Kornähre der Jungfrau genennt. Dieß beweiset, um es nur im Vorbeigehen zu bemerken, daß die Alten selbst vor Hipparch eine Schätzung des Mondsdurchmessers hatten,

a) Unten.

denn man bedient sich nur einer schon bekannten und selbst gemeßnen Größe zum gemeinschaftlichen Maßstabe. Allein diese, noch immer Irrthümern unterworfnen Schätzungen, waren auf große Entfernungen, wie z. B. Entfernungen von Sternen, die um dreissig, funfzig und mehrere Grade vom Aequator abweichen nicht anwendbar; Diese konnten nur durch ein Instrument und folglich nur durch eine Armille bestimmt werden. Wir wollen hier nicht das Datum der Erfindung dieses Instruments entscheiden, noch sie ausschliessend der alexandrinischen Schule zuschreiben. Wir haben gezeigt, daß diese Erfindung sehr alt war, und in die Zeiten der uranfänglichen Astronomie gehört a). Allein vermuthlich war sie in Babylon unbekannt b) und wurde zu Alexandrien wieder erneuert, welches eine Art von Erfindung ist.

§. 10.

Die Beobachtungen des Aristyllus und Timochares waren zwar ohne Zweifel, wie alle ersten Versuche, unvollkommen, aber dessen ungeachtet für Hipparch sehr nützlich, und dienten einigen seiner Arbeiten zur Grundlage. Wir besitzen ihre Werke nicht; vielleicht existiren sie noch in Asien c). Wenigstens existirten sie noch zur Zeit des Ptolemäus, der sie anführt d). Die Sammlung dieses Astronomen, ein kostbarer Schatz der astronomischen Schule, dieß Buch, das vorzugsweise Almagest oder das große Werk genannt wird, ist ohne Zweifel Ursache, daß man sich um die Schriften der alten Astronomen weiter nicht bekümmert und dadurch ihren Verlust veranlaßt hat. So wie man über einen großen Flusse, dem die Namen der Tausende von Bächen, die sich mit einander vereinigen, und dem Hauptflusse ihren Tribut zollen, vergißt, so hat man seit langer Zeit und mit Recht, das Almagest als eine

a) Gesch. der Sternk des Alterth. 1 B. 2 Abschn. §. 19.
b) Unten in den Erl. §. 3. c) Unten Erläut. §. 4.
d) Almag. Lib. VII. §. 9. et 10

vollständige Sammlung astronomischer Kenntnisse betrachtet; und es für das einzig nothwendige Werk gehalten. Man hat die frühern Beobachtungen gleichsam als Gerüste angesehen, die in diesem Buche dazu dienten, das Weltgebäude darauf aufzuführen. Nach Endigung des Werks schienen die ältern Sammlungen unnütz; man zog sie nicht mehr zu Rathe, und sie gingen verloren. Die Achtung, worin das Almagest stand, ist gewiß Schuld an dem Verluste von unzählig andern kostbaren Ueberresten der ältern Astronomie.

§. 11.

In derselben Zeit wurde Aratus, ein Dichter, für die Astronomie zu Solis, einer Stadt in Kleinasien, geboren. Er war zwar nicht aus der alexandrinischen Schule, indessen müssen wir doch der Zeitordnung wegen hier von ihm reden. Er lebte gegen das Jahr 276 vor Chr. Geb. unter der Regierung des macedonischen Königs Antigonus, mit dem Zunamen Gonatas. Dieser Prinz trug ihm auf, die beiden Werke von Eudoxus in Verse zu bringen a), und alles, was damals von der astronomischen Wissenschaft bekannt war, durch den Zauber der Dichtkunst zu verschönern. Man fügt hinzu, Aratus sei Arzt gewesen und Antigonus, der einen Astronomen, Namens Nikander bei sich hätte, habe diesem Arzt den Auftrag gegeben, über die Astronomie zu schreiben, und dem Astronomen, ein Buch über die Theriatik zu liefern. Sie brachten, was leicht zu vermuthen war, beide ein schlechtes Werk zu Stande. Der ungenannte Verfasser von dem Leben des Aratus widerspricht dieser Erzählung dadurch, daß er zeigt Nikander habe später, als Aratus, gelebt b). Sie widerlegt sich selbst durch ihre geringe Wahrscheinlichkeit. Antigonus hätte eben so thöricht gehandelt, wie jener türkische Kaiser, der seinen Bedienten den Posten, den sie in seinem Hause bekleiden sollten, durchs Loos zutheilte.

a) In vita Arati. Vranolog. p. 270.
b) In vita Arati. Vranolog. p. 270

Uebrigens war das Werk des Aratus für seine Zeit gut; es ist die Prose des Eudoxus in schöne Verse übersetzt. Wenn Fehler darin vorkommen, so sind sie dem Astronomen zuzuschreiben. Cicero hat den Verfasser, als Dichter, gelobt a). Nach Quinctilian fehlt es dem Gedichte des Aratus an Lebhaftigkeit, Wärme, Mannigfaltigkeit und Beredsamkeit. Diese Fehler sind mehr dem Gegenstande, als der Behandlungsart zuzuschreiben. Die Beschreibung des Himmels ist ein eben so eintöniges, als nützliches Werk; die Fabel, welche damit vermischt ist, kann zwar einige angenehme Gemälde hineinbringen: indeß ist doch der Gegenstand keiner Lebhaftigkeit, keiner Wärme und selbst keiner Mannigfaltigkeit fähig. Daß dieß Werk bis auf unsere Zeiten gekommen ist, unterdessen andere Werke von derselben Art verloren und vergessen worden sind, ist das beste Lob für Aratus b); denn nur solche Werke werden von der Zeit erhalten, welche ihr Trotz bieten.

§. 12.

Aratus beschreibt die Bilder oder die Konstellation, welche die alten Astronomen an den Himmel gezeichnet haben, ihre gegenseitige Lage c), die Hauptsterne in denselben, den Ursprung ihrer Namen, und die Fabeln, die, den Griechen zufolge, dazu Veranlassung gegeben haben. Darauf beschreibt er die Jahrszeiten, oder die Wetterveränderungen, die vor der Bewegung der Sonne im Thierkreise herrühren; eben so auch den Aufgang und Untergang der Sterne, wodurch diese Jahrszeiten damals angekündigt wurden; und endlich theilt er auch noch die Regeln mit, worauf sich die Vorhersagungen stützten. Die Alten prophezeiten aus dem Monde, der Farbe der Sonne, aus den Wolken, den Nebensonnen, den Nebenmonden d), den

a) De oratore. I. 16. b) Erläut. §. 5. c) Ebendas. §. 6.

d) Nebensonne ist eine falsche Sonne, ein Bild der wahren, welches durch eine Wolke reflektirt wird; Nebenmond ist

Sternschnuppen, aus dem Fluge der Vögel rc. Auf die Art erzeugte das System, welches die Natur nur als ein Ganzes betrachtet, und voraussetzt, daß alte Begebenheiten mit einander verbunden, und die zufälligen Erscheinungen Zeichen und Vorboten von einander sind wechselseitige, nachdem es die Astrologie hervorgebracht hatte, verschiedene Arten von Divinationen, die weiter nichts als Zweige von dieser vermeinten Wissenschaft sind, und ihr alle ihren Ursprung verdanken a).

Das Gedicht des Aratus ist so sehr geschätzt worden, daß es mehrere berühmte Kommentatoren und Uebersetzer gehabt hat b). Hipparch hielt es seiner Anmerkungen nicht unwürdig. Cicero machte in seiner Jugend davon eine Uebersetzung in Versen wovon wir nur noch einige Fragmente haben. Endlich hat auch Germanicus Cäsar, von dem Gedicht des Aratus eine Uebersetzung geliefert. Diese Arbeit von einem Prinzen der seiner Nation, deren Freude er war, so jung entrissen wurde, und der eben so, wie Cäsar, dessen Namen er führte, ein Gelehrter war, ist wie sein Andenken, ganz bis auf uns gekommen.

§. 13.

Nach Aristyllus und Tymochares ist Aristarch von Samos der erste Astronom, der in der alexandrinischen Schule vorkömmt. Er war ein Zeitgenosse des Kleanthes, eines Stoikers, der nach Zeno gegen die 129ste Olympiade, oder 264 Jahre vor Ch. Geb., lebte.

Aristyllus und Timochares waren bloß Beobachter. Aristarch giebt uns zuerst einen Begriff von einem Astronomen. Er war in der That, wegen der Feinheit seiner Beobachtungen und wegen der Me-

ein falscher Mond, der ebenfalls durch die Reflexion der Dünste in der Atmosphäre erzeugt ist.

a) Aelt. Astr. Untersuchung über die Entstehung der Astrologie.

b) Erläut. §. 7.

thode, der er sich bediente, sehr berühmt. Mit Vergnügen bemerkt man die ersten Schritte, welche den Menschen auf die Erklärung der Erscheinung des Himmels führten, und die ersten Spuren des methodischen Kopfes, der allein dazu den Leitfaden angeben kann. Wir sind eine unzähliche Menge Philosophen übergangen, die nichts als fremde Kenntnisse besaßen, und nur schwankende Konjekturen wagten. Kamen sie von selbst auf einige Wahrheiten, welche nachher die Zeit bestätigt hat, so war diese gar nicht auf Demonstrationen gegründet. Die Beobachter welche die rohen Kalender verfertigten, betrachteten den Zustand des Himmels, faßten die Erscheinung auf, wie sie sie bemerkten, und stellten ohne allen Plan und ohne Wahl Betrachtungen an. Selbst Aristyllus und Timochares öffneten nur den wahren Weg; ihre Beobachtungen waren nützlich und nothwendig; allein sie waren doch noch weiter nichts, als eine Beschreibung des Himmels. Aristarch stellte zuerst eine Beobachtung an, die nach einer theoretischen Methode vorhergesagt war, eine Beobachtung, wodurch die Gränzen des Himmels erweitert wurden. Ihm fiel das lächerliche Verhältniß auf, das Pythagoras und die Philosophen seiner Sekte für die Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde angenommen hatten. Ihnen zu Folge war die Sonne nur drei, oder gar ein und ein halb mal so weit von uns als der Mond. Er unternahm es, dieß Verhältniß auf eine der Genauigkeit und der Demonstration fähigen Art zu messen, und verfuhr dabey auf folgende Weise.

§. 14.

Denkt man sich drey Linien, welche die Mittelpuncte der Sonne, des Mondes und der Erde mit einander vereinigen, so bilden dieselben ein Dreieck. Nun lehrt die Geometrie, daß, wenn die drei Winkel gegeben sind, auch das Verhältniß der Seiten und folglich das Verhältniß der Entfernung dieser Körper bekannt ist. Die Summe dieser Winkel ist beständig, nämlich im-

mer gleich zweien rechten Winkeln, oder zwei mal 90° eines Kreises; man braucht also nur zwei zu kennen, um daraus den dritten zu bestimmen. Es war leicht, vermittelst eines kreisförmigen Instruments, den Winkel zu messen, den die Gesichtsstrahlen die von der Erde gegen den Mond und die Sonne gerichtet sind, mit einander machen; allein diese Bestimmung war nicht hinreichend; die beiden andern Winkel blieben noch unbestimmt. Aristarchs Genie führte ihn bald auf die Bemerkungen daß es nur einen einzigen Fall gäbe, in welchem einer von beiden Winkeln ein rechter Winkel sei a); dieser findet nämlich Statt, wenn wir das erste oder letzte Vierthel haben, oder wenn uns der Mond grade die Hälfte seiner erleuchteten Scheibe zeigt. Man sieht leicht, daß die Linien, die aus der Sonne und aus der Erde nach dem Mittelpunkt des Mondes gezogen werden, daselbst einen rechten Winkel bilden. Da also dieser Winkel ein rechter Winkel und der andere durch die Beobachtung bekannt ist: so sind folglich die Winkel des Dreiecks und die Verhältnisse der Seiten gegeben b). Alles dieß ist streng wahr, und es findet weiter keine

a) De magnitudinibus et distantiis solis et lunae.

b) Man bemerkt leicht, daß die Linie SL (Fig. I.), die aus der Sonne bis zum Mittelpunkte des Mondes gezogen ist, senkrecht auf der erleuchteten Oberfläche steht und sie in zwei gleiche Theile theilt. Der Theil AB ist also ein Viertel des Umkreises, und der Winkel am Mittelpunkte des Mondes, der von den Linien TL und SL gebildet wird, ist ein rechter Winkel weil sie ein Vierthel der Peripherie oder 90° einschliessen. Der Winkel STL ist die Elongation des Mondes oder seine Entfernung in Rücksicht auf die Sonne. Die Entfernungen in der Astronomie sind von doppelter Art: geradlinige und kreisförmige. Die geradlinige Entfernung zweier Weltkörper ist die gerade Linie, welche ihre Mittelpunkte mit einander verbindet, wie SL, ST, LT. Die kreisförmige oder vielmehr die Winkel-Entfernung, die man Elongation nennt, ist der Winkel zwischen den Linien, die aus dem Mittelpunkte der Erde bis zum Mittelpunkte der beiden andern Körpern gezogen sind.

Ungewißheit dabei Statt, als die, welche aus der Schwierigkeit entspringt, denn Augenblick zu bestimmen, wann genau die Hälfte der Mondesscheibe erleuchtet ist.

Aristarch fand, daß der Elongationswinkel nicht kleiner als 87° seyn könnte, und schloß daraus, daß die Entfernung der Sonne von der Erde ungefähr neunzehn mal so groß sei, als die Entfernung der Erde vom Monde a): dieß Verhältniß beträgt nicht den zwanzigsten Theil des wahren Verhältnisses. Allein ungeachtet dieses Fehlers hatte Aristarch einen großen Schritt für die Kenntniß der Entfernung der Sonne von der Erde gethan, die erst zwei tausend Jahre nach ihm genau bekannt werden sollte. Seine Methode, die einer gewissen Genauigkeit fähig ist, macht ihm viel Ehre, um so mehr, da sie lange Zeit die beste war deren man sich bedienen konnte. Riccioli und mehrere Astronomen des letzten Jahrhunderts haben mit einigen glücklichem Erfolge Gebrauch von ihr gemacht; und wenn sie sich mehr der Wahrheit näherten als Aristarch, so kam dieß bloß daher, weil sie genauere Instrumente und Fernröhre besaßen, die ihm fehlten.

§. 15.

Aristarch scheint sich mit den wichtigen astronomischen Arbeiten beschäftigt zu haben; er beobachtete den Sonnenstandspunkt im Jahre 281 vor unsrer Zeitrechnung a). Wir vermuthen, daß er die Entfernung der Erde vom Monde auf 56 Erdhalbmesser bestimmt oder wenigstens geschätzt hat b); und diese Bestimmung trifft beinahe völlig zu. Er betrachtete den Schattenkegel, der die undurchsichtige Erde auf die der Sonne entgegengesetzte Seite wirft, und zeigte, daß die Breite desselben an dem Orte, wo der Mond durch ihn hindurch geht, wenn er verfinstert wird, doppelt so groß sei, als der Durchmesser des Mondes c). Er verglich die Größe der Sonne und des Mondes mit der Größe der Erde: seine Behauptung

a) Erläut. §. 8.
b) Ptolemaei Almag. Lib 3, c. 2.
c) Erläut. §. 9.
d) De magnit. et dist. solis et lunae.

daß der Sonnendurchmesser nur sechs bis sieben mal so groß sei, als der Durchmesser der Erde, war sehr irrig, indeß entfernte er sich nicht sehr von der Wahrheit, wenn er sagte daß der Durchmesser des Mondes ungefähr ein Drittel davon betrüge a). Die Methode, durch welche Aristarch auf diese Resultate gekommen war, ist unbekannt; die nähern Umstände davon sind durch die Zeit verloren gegangen. Wir können folglich bei diesen Kenntnissen nicht unterscheiden, was ältern Zeiten zugehört. Indeß haben wir doch Beweise, daß Aristarch von den Chaldäern einigen Ueberrest des Alterthums geerbt hatte. Diese Beweise sind Konjekturen, deren glückliche Uebereinstimmung eine Art von Ueberzeugung mit sich führt. Wir haben bemerkt, daß die Alten viele von den Revolutionen hatten, welche große Jahre genannt wurden, und aus einer gewissen Anzahl gemeiner und bürgerlicher Jahre bestanden. Es ist uns davon noch eine von 2484 Jahren geblieben, die dem Aristarch zugeschrieben wird b). Man hat bis jetzt den Zweck dieser Periode weder gekannt, noch untersucht: wir glauben ihn entdeckt zu haben. Das große Jahr von 2484 Jahren ist eine Periode, welche die Sonne und den Mond mit einem und demselben Stern in Konjunktion bringt c). Man bediente sich gewiß desselben in der prophetischen und natürlichen Astrologie; sie setzt aber die Sonnen- und Mondrevolutionen so voraus, wie sie bei den Chaldäern bestimmt waren. Dieß ist ein ziemlich sicherer Beweis für die Richtigkeit unsrer Konjekturen. Man sieht sogar daraus, daß die Chaldäer in Absicht auf die Sonne zwei Mondumläufe gekannt haben können; eine ältere und eine neuere und weniger genaue c). Durch diese Untersuchungen, und durch eine sorgfältige Prüfung aller dieser Umstände kann man hinter das Geheimniß der Alten kommen, und ihre, durch die Zeit und Barbarei verlornen Reichthümer wieder aufleben lassen.

a) Ebendas. b) Censorin. de die natali, I, §. 18
c) Erläut. §. 10 d) Ebendas. §. 11.

§. 16.

Aristarchs feinste und merkwürdigste Beobachtung des Sonnendurchmessers. Archimedes a) erzählt uns, dieser Astronom habe den Winkel gemessen, dessen Spitze im Auge liegt und die Länge dieses Durchmessers in sich fasst. Seiner Beobachtung zufolge machte er den 720sten Theil des Kreises aus, den die Sonne um die Erde beschreibt. Dieß Resultat entfernt sich nicht sehr von der Wahrheit, ungeachtet die Operation schwer ist. Archimedes scheint freilich an ihrer Genauigkeit zu zweifeln. Das Gesicht, sagt er, die Hand, die Instrumente, deren man sich bedienen muß, sind nicht geschickt das nöthige Zutrauen einzuflößen. Dieser Zweifel würde selbst bei uns noch mehrere Bedenklichkeiten hervorbringen, wenn Archimedes nicht eine ähnliche Beobachtung angestellt hätte, die dazu dienen kann, den Werth von Aristarchs Beobachtung zu bestimmen. Diese beiden großen Männer waren beinahe Zeitgenossen. Was wir über diesen Punkt vom Archimedes zu sagen haben, wollen wir hier vorausschicken, und die Methode beschreiben, deren er sich zur Messung des Sonnendurchmessers bediente.

Auf das Ende des langen hölzernen Lineals setzte er vertikal einen kleinen Cylinder, ebenfalls von Holz und abgerundet. Von dem andern Ende beobachtete er die Sonne, und schob den kleinen Cylinder so lange, bis die Sonnenscheibe ganz bedeckt war. Darauf verrückte er ihn wieder, bis er die Stralen von jedem Rande hervorkommen sah, und den kleinsten sichtbaren Theil der Sonne unterschied. Der wahre Durchmesser dieses Gestirns fiel also zwischen zwei Größen, wovon die eine zu groß und die andere zu klein war. Es kam daher nur noch darauf an, den Winkel zu bestimmen, den der kleine Cylinder in diesen beiden Lagen im Hintergrunde des Auges machte. Allein dieß erforderte eine ungemein

a) In arenario. Wallis opera T. III. p. 515

sorgfältige Aufmerksamkeit, welche jedoch Archimedes Genie nicht fehlte. Die Spitze eines Winkels ist nur ein Punkt; hier waren die beiden Augen auf gleiche Weise gebraucht worden, die beiden Augenaxen waren durch eine Entfernung getrennt, die man kennen mußte. Er nahm in dieser Absicht zwei runde Körper von gleicher Größe, wovon der eine weiß war. Diese legte er so, daß der weiße Körper in einiger Entfernung hinter dem andern lag, und beobachtete, ob er ganz bedeckt wurde. Er wiederholte denselben Versuch mit zwei andern Körpern, die immer unter sich gleich, aber größer oder kleiner, als die ersten waren, so lange, bis er zwei gefunden hatte, welche von der Größe waren, daß der weisse Körper genau bedeckt wurde, das heißt, daß die Axen beider Augen die beiden Körper berührten und unter einander parallel liefen. Der Durchmesser dieser Körper war also die Entfernung der beiden Augenaxen a). Darauf zog er auf der Breite des hölzernen Lineals an den Ort, wo sich die Augen bei der ersten Beobachtung befunden hatten eine Linie, die so groß war wie diese Entfernung. Von den beiden Enden dieser Linie zog er ferner zwei Tangenten an den kleinen Cylinder, und die gegenseitige Neigung dieser Tangenten gab ihm einen Winkel, der den Durchmesser der Sonne ausdrückte. Auf die Art fand er, daß derselbe weder kleiner war, als der 200ste Theil, noch größer als der 164ste Theil

a) Nach des Verf. Erzählung bediente sich Archimedes bei dieser Beobachtung beider Augen zugleich, wovon aber beim Archimedes gar nichts gesagt wird. Auch ist es so ganz natürlich mit einem und nicht mit zwei Augen nach einem Gegenstand zu visiren. Was übrigens das Verfahren Archimeds die Spitze des den scheinbaren Durchmesser bestimmenden Winkels zu finden, betrifft, so mögte dasselbe wohl nicht ganz richtig seyn. Ohne Zweifel wurde das gegenseitige Bedecken der beiden Körper vorzüglich durch die Biegung der Lichtstralen bewirkt, die eben so wenig dem Archimedes als seinen Uebersetzer und Kommentator Sturm bekannt war.

Uebersetzer.

eines rechten Winkels a). Archimedes konnte also glauben, Aristarch habe sich einer ähnlichen Methode bedient, und aus diesen beiden verschiedenen Beobachtungen eine mittlere genommen und geschlossen, daß der Sonnendurchmesser den 720sten Theil des Kreises betrage, denn dieser 720ste Theil ist mit dem 180sten Theil des rechten Winkels einerlei, welches ungefähr das Mittel zwischen den beiden Bestimmungen Archimeds ist. Es fehlten zu solchen Beobachtungen nur gute Instrumente. Von allen Hülfsmitteln entblößt thaten sie mit ihren Sinneswerkzeugen alles, was man nur erwarten konnte.

§. 17.

Archimedes der uns diese Beobachtung umständlich beschreibt, sagt nicht, welcher Mittel sich die Alten bedienten, um das Licht zu schwächen, und seinen blendenden Glanz zu mildern. Der Beobachter hätte nicht den geringsten sichtbaren Theil der Sonne unterscheiden können, wenn dieß Gestirn ganz in seine Strahlen eingehüllt gewesen wäre. Die Anstrengung des Auges, und die daraus erfolgte Uebereilung würden beträchtliche Fehler erzeugt haben. Vermuthlich haben sie sich gefärbter Gläser bedient; denn aus ihren falschen Smaragden und aus unzähligen Stellen der alten Schriftsteller b) erhellt sehr deutlich, daß sie die Kunst besaßen, das Glas bei der Verfertigung zu färben c). Es ergiebt sich ferner aus der Beschreibung dieser Beobachtung, daß die Dioptern noch nicht erfunden waren. Hätte Archimedes diese gekannt, so hätte er die feine Korrektion, die er mit seiner ersten Beobachtung vornahm, nicht nöthig gehabt. Die Methode des kleinen Cylinders erinnert uns an die Scheibe,

a) Diesem zufolge ist der Sonnendurchmesser 27′ oder 32′ 55″.

b) M. de Valois traité du verre. Hist. Acad. Inscript. Tom. I. p. 112.

c) Der Graf v. Cailus hat wirklich gefunden, daß Seneca im 1sten Buch der Quaest. natural. von beräuchertem Glase spricht, dessen wir uns bei der Beobachtung der Sonne bedienen.

wovon wir in der ältern Astronomie geredet haben a). Dieß Instrument war zu den Zeiten des Aristoteles, und ohne Zweifel lange vorher im Gebrauche. Offenbar ist die Methode von Archimedes weiter nichts als eine sinnreiche Anwendung der andern ältern Methode.

§. 18.

Aristarch, der in einer Schule lebte, wo man sich zu belehren suchte, wo die Fortschritte kaum angefangen waren, durfte sichs nicht erlauben, Systeme zu bilden. Er besaß Genie genug, um sich in neuen Konjekturen zu verirren, und Beurtheilungskraft, um unter den alten Systemen eine richtige Wahl zu treffen. Aber durch die Annahme der Hypothese von der Bewegung der Erde b) widersprach er der durch Jahrhunderte von dem Volke geheiligten Meinung. Auch wurde er, eben so wie Galiläi, von dem Stoiker Kleanthes der Gotteslästerung angeklagt, weil er die Ruhe der Vesta oder der Erde, und der Laren der Beschützer des Weltalls gestört habe c). Ueberall findet man dasselbe Bemühen das Neue zu verbannen, besonders wenn es nützlich und rühmlich ist. Aber wahrscheinlich, wie Montucla d) bemerkt, war die Anklage nicht gerichtlich. Weder Plutarch noch irgend ein andrer Schriftsteller sagt, daß der Nachfolger des Zeno den Aristarch vor den Tribunalen als einen Anhänger der pythagoräischen Meinung angeklagt habe. Alsdann ist der Philosoph allein strafbar, und die Nation gerechtfertigt. Solche Privatstreitigkeiten kommen in dem gemeinen Gange der Dinge vor. Verläumderische Nachreden sind der Trost des Neides und in allen Jahrhunderten hat der Haß diese ärgerliche Geschichte erneuert, und dem Kleanthes viele Nachfolger verschafft.

a) Gesch. d. Sternk. des Alterth. 1. Band S. 296.
b) Archimedes, *in aren.* Wallis T. III. p. 514.
c) Plutarch, de facie in orb. lunae, §. 4.
d) Histoire des Mathematiques, Tome I. p. 203.

§. 19.

Die durch Philolaus fortgepflanzte und vom Aristarch angenommne Meinung, daß die Sonne im Mittelpunkte der Welt ruhe, und die Erde sich um sie herum bewege, fand in der alexandrinischen Schule keinen Beifall. Dieser Gedanke zu groß für die damalige Fassungskraft des menschlichen Geistes, fand nur einen Kopf, worin er existiren konnte. Nichts beweiset besser, daß diese Hypothese, sowohl in der pythagoräischen Schule, als auch in Indien und in Babylon nie etwas mehr als Meinung war. Man vergaß nicht, daß man sie als eine Wahrheit betrachtet hatte; sie wurde geschätzt, wie jene berühmte Familien, deren Ursprung sich in der Nacht der Zeiten verliert, und deren alter Adel keine andere Stützen hat, als die Ungewißheit, die aus dieser Dunkelheit entspringt, ein anerkanntes Alterthum und der Glaube einer langen Reihe von Jahrhunderten. Die Wahrheit von der Bewegung der Erde konnte ihre Ansprüche nicht erweisen, als Hipparch über alles eine strenge Untersuchung anstellte und die Astronomie ganz von neuem wieder anfing. Dieser große Mann verwarf sie, als einen alten Irrthum, den sein berühmter Vorgänger zu leichtsinnig angenommen hatte. Aristarch war damals ungefähr in derselben Lage in welcher heut zu Tage ein Mann von Kopf sein würde, der das System der Wirbel erneuerte. Alle Thatsachen würden gegen ihn sprechen. In den Augen des Stifters der neuern Astronomie waren alle Fakta für die Bewegung der Sonne. Aus den vielen Jahrhunderten, die dazu gehörten, dieß so natürliche, dem Verhältnisse der Sinne so zustimmende System zu zerstören; und aus der Zeit und den zur Rückkehr der schon bekannten aber verbannten Wahrheit nothwendigen Anstrengungen, wird man beurtheilen, wie viele Jahrhunderte, wie viele Bemühungen und Kenntnisse vor ihrer Gründung haben vorhergehen müssen, und entscheiden können, ob wir Unrecht hatten, wenn wir diese Entdeckung einer alten und ursprünglichen Astronomie zuschreiben

§. 20.

Nicht weniger merkwürdig und schön ist die Idee, welche uns Aristarch über die Sternsphäre hinterlassen hat. Er glaubte, diese Sphäre sei so ausgedehnt, die Entfernung der Sterne so groß, daß der Kreis, den die Erde bei ihrer Bewegung beschreibt, zu dieser Entfernung sich eben so verhalte, wie der Mittelpunkt der Kugel zu ihrer Oberfläche. Archimedes griff diesen Satz des Aristarchs an a). Der Geometer suchte darin eine Genauigkeit des Ausdrucks, die nicht darin liegt, er verstand den Astronomen nicht, und wurde die Idee des Unendlichen, die darin enthalten ist, nicht gewahr. Das Centrum einer Kugel ist nämlich ein untheilbarer Punkt, der keine in die Sinne fallende Ausdehnung hat; die Oberfläche besteht aus einer unendlichen Menge dieser Punkte; der Mittelpunkt einer Kugel verhält sich daher zu ihrer Oberfläche, wie die Einheit zum Unendlichen. Aristarch wollte also sagen, der Kreis, den die Erde um die Sonne beschreibt, ist im Vergleich mit der ungeheuern Entfernung der Sterne weiter nichts, als ein unmerklicher Punkt. Dieser Astronom sagte also eben das, was nachher Kopernikus sagte, um dem Einwurfe zu begegnen, daß, wenn die Erde einen Kreis beschriebe, die Sterne in der Zeit von einem Jahre in verschiedenen Punkten des Himmels stehen müßten, so wie etwa für einen Reisenden die Gegenstände ihren Ort verändern. Kopernikus wagte es, zu behaupten, der Kreis, den die Erde beschreibe, würde, in der Entfernung der Sterne gesehen, nur als ein Punkt erscheinen, und gegen sie verhielte sich unsere Erde, als wenn sie sich gar nicht bewegte.

Es ist zu bemerken, daß Kopernikus gleichsam durch den Einwurf gezwungen sich zu dieser Idee erhob. Er that einen Sprung, um diese Schwierigkeit zu übersteigen; der Schlag brachte den Funken hervor: und diese erhabnen Ideen, die das Universum vergrößerten, entsprangen damals aus einem Zwerge, wie sie zuwei-

a) Archimedes ebends.

len in der Dichtkunst aus der Sklaverei des Reims entspringen. Aristarch kann nur durch eine nicht gemeine Kraft der Seele zu diesem Gedanken gelangt seyn, selbst wenn man annimmt, daß es nicht seine eigne, sondern nur eine angenommene Idee war. Auch glauben wir kaum, daß Aristarch von selbst darauf gekommen war.

Diese Wahrheit ist noch weit erhabner, und der Zugang zu ihr weit schwerer, als die Wahrheit von der Bewegung der Erde. Die eine gehört eben so wenig dem Aristarch, als die andre. Wir haben auf der Erde den Weg bezeichnet, den die Meinung von der Bewegung der Erde genommen hat; die Astronomie ging von dem Lande, wo sie vervollkommnet war, aus, und wurde in Chaldäa und in Indien, wo Pythagoras sie suchte, als fremd aufgenommen. Beide Meinungen haben ohne Zweifel denselben Weg gehen müssen, und man kann annehmen, daß sie einem und demselben Lande ihren Ursprung verdanken. Ueberdieß waren auch die Elemente, worauf sie sich gründen mußten, zur Zeit des Aristarch nicht mehr da. Die Erfahrung hat uns das Fortschreiten des menschlichen Geistes kennen gelehrt. Hat er einen Theil der Laufbahn zurück gelegt, so zwingt ihn seine erschöpfte Kraft, still zu stehn. Es giebt für ihn nothwendige Stillstandspunkte und Zwischenzeiten, über die er, erst nach mehrerer Ruhe, weiter hinaus fortschreiten kann. Wir können uns das Unendliche nicht anders als durch wiederholte Vermehrungen und successive Zusammenhäufungen vorstellen. Weil man zu einer Summe von Einheiten immer eine neue hinzulegen kann, so hat der in seinen Fähigkeiten begränzte Mensch, dessen Schwäche, um diese unendliche Operation zu vollenden, einen Ruhepunkt verlangt, und diese Möglichkeit, die immer dieselbe bleibt, zu endigen, in der Ferne seiner Gedanken dieß Unendliche erfunden, das er weder erreichen noch fassen kann. Man konnte also nicht auf einmal dahin gekommen seyn. Es mußten Ideen vorhergehen, und diese mußten wieder von größern begleitet

werden. Der Weltraum mußte durch allmähliche Entdeckungen vergrößert werden. Das Universum schien in verschiednen Jahrhunderten verschiedne Größen zu haben; es dehnte sich durch die Arbeiten, durch die Entdeckungen aus, so wie die Erde in den Augen des unwissenden Reisenden, der so eben seinen Heerd und seinen Horizont verläßt, unermeßlich wird. Dann erst erlangte endlich das Universum seine majestätische und unermeßliche Größe, als der menschliche Verstand ermüdet, Räume auf Räume zu häufen, unendlich nannte, was sich seinen Sinnen und seinen Messungen entzog. Man bedienet sich nicht ohne Grund des figürlichen Ausdrucks, Gang des menschlichen Verstandes; er rückt durch aneinander hangende Ideen vorwärts, so wie wir durch wiederholte Schritte uns von einem Orte zum andern begeben. Das Unendliche ist der Abgrund, worein sich unsre Gedanken verlieren. Es ist nicht natürlich, sich in Abgründe zu stürzen, und stieg der Mensch in diese grundlose Tiefe hinab, so wurde er durch einen Abhang hineingerissen.

Wir wollen jetzt untersuchen, welch einen Grad von Vollkommenheit die Kenntnisse zu Aristarchs Zeit erlangt hatten, und durch die Berechnung der natürlichen Kräfte den Weg schützen, den er hat thun können. Pythagoras glaubte, die Sonne sei dreimal so weit von uns entfernt, als der Mond. Aristarch, bestimmt, das Universum zu vergrößern, konnte sich nicht entschließen, diesen ungereimten Satz anzunehmen; er bewies durch eine genaue Methode, daß die Entfernung der Sonne wenigstens achtzehn mal so groß sei, als die des Mondes, und er fühlte sich wohler in einer Welt, deren Gränzen er erweitert hatte. Diese noch sehr kleine Entfernung konnte nicht auf die Idee des Unendlichen führen. Es war mehr als einmal nothwendig, die Sonne zu versetzen, und nach und nach mit den ungeheuern Entfernungen dieses leuchtenden Gestirns und der Planeten, die dasselbe umgeben, vertraut zu werden, ehe die Köpfe, die sie aufnehmen sollten, fähig,

und das Unendliche zu fassen im Stande waren. Aristarch hatte einen Schritt gethan, um aus dem Irrthume zu kommen; allein die Wahrheit war so weit entfernt, daß man, um sie zu erreichen, noch einen großen Weg zurück legen mußte. Das Leben und die Kräfte eines Menschen würden nicht zugereicht haben, ihn zu durchlaufen. Grade weil er sich sehr anstrengte, weil seine Kraft durch diese Anstrengung selbst gemessen wurde, grade deswegen haben wir ein Recht zu schliessen, daß er den Vortheil, weiter zu gehen, neuen Anstrengungen und neuen Generationen würde überlassen haben, wenn er nicht in der alten Philosophie diese Idee von der unendlichen Entfernung der Sterne gefunden hätte, eine Idee, die ihm wegen der ganz besondern Aehnlichkeit mit seinen Ideen auffallen mußte. Er faßte sie mit Hülfe desselben Instinkts auf, der ihn darauf leitete, die Sonne von uns zu entfernen. Wäre er aber allein in seinem Jahrhunderte gewesen, so würde ihm dieser Instinkt, oder vielmehr das Genie, sie zu fassen, gefehlt haben. Sie lag ausser seinem Gesichtskreise, gleich den Gegenständen, welche sich unter dem Horizonte befinden, und die man nur von einer Anhöhe sehen kann. Ist der Berg steil und rauh, so gehört Muth und Zeit dazu, ihn zu erklimmen. Ueberdieß ist auch der Umstand, daß Aristarch, als er diese Idee aufnahm, sie nach den griechischen Ideen umformte, ein neuer Beweis für unsre Behauptung. Man sieht, daß dieser große Mann, der sich durch einen vortrefflichen Gedanken erhebt, doch in Absicht des Ausdrucks von seinem Jahrhunderte abhängt. Er spricht von der Sphäre der Sterne, weil Eudoxus, nach den furchtsamen Schritten seiner Vorgänger, sich kugelförmige Decken dachte, um daran die Sterne und die Planeten zu befestigen. Die Griechen setzten, zufolge ihrer kleinlichen philosophischen Begriffe, alle Sterne in gleiche Entfernung, und säeten sie auf einem festen hohlen Gewölbe aus, welches durch eine einzige Bewegung um die Erde geführt wurde. Wer eine erhabne Idee selbst faßt, selbst

hervorbringt, begränzt sie nicht durch kindische Einschränkung; dieß thut nur der, der sie aufnimmt, und sie durch die Vorurtheile seiner Zeit sieht, deren Farbe sie nothwendig annehmen muß. Aber eine neue Wahrheit ist weder in das modische Gewand der Nation, noch des Jahrhunderts gekleidet, sondern sie erscheint bei ihrem Eintritte in die Welt völlig nackt.

Wir sind daher geneigt zu glauben, daß diese Meinung von der unendlichen Entfernung der Sterne der ältern Astronomie gehört. Wir versprachen, in dem Fortgange dieser Geschichte auf jene kostbaren Trümmer der ältern Kenntnisse, die aus dem Schiffbruche aller übrigen gerettet worden, aufmerksam zu machen. Die Meinung, die wir im Anfange dieses Werks aufgestellt haben, gründet sich auf den ganzen Umfang einer Menge von Beweisen, die hier nach und nach erzählt werden soll. Sie ist der Zeitordnung zufolge früher vorgetragen, als dieß nach der Ordnung unsrer Betrachtungen hätte geschehen sollen. Wir machten sie zur Grundlage der ganzen Geschichte der Astronomie, da sie doch eigentlich nur das Resultat davon ist. Ohne eine aufmerksame Untersuchung, ohne das Licht, welches diese Idee über die astronomischen Arbeiten aller Jahrhunderte verbreitet, würden wir keinen Zusammenhang, keine Folge in den Operationen des menschlichen Verstandes gefunden haben. Wir hätten ihm unnatürliche Seltsamkeiten zuschreiben müssen. Sein Gang kann aufgehalten werden, aber er fängt durch aneinander gekettete Schritte wieder an. Die Ideenerzeugung geschieht, wie die Erzeugung lebendiger Wesen, in einem ununterbrochenen Zusammenhange. Der Keim und der Grundstoff der Wissenschaften und Künste liegt in dem ersten Kopfe, der sich durch Anstrengung seiner Kräfte entwickelt, so wie die belebten Geschöpfe die Quelle ihres Daseyns in dem ersten Individuum haben, welches von dem höchsten Wesen bestimmt wurde, die Welt zu bevölkern. Jede andere Art, sich das Fortschreiten des menschlichen Verstandes zu denken, scheint uns sich selbst widerspre-

chend. Die Vollkommenheit des Menschen entwickelt sich unmerklich durch die Uebung seiner Organe, und durch ähnliche Fortschritte, wie die Fortschritte seiner physischen Konstitution, die stufenweise in seiner Jugend stärker wird, und bei der Abnahme im Alter sich eben so nur allmählig verändert.

§. 21.

Euklid blühete unter dem ersten der Ptolemäer. Seine Elemente haben ihn unsterblich gemacht. Er vereinigte alle geometrische Elementar-Wahrheiten, und legte dadurch für die mathematischen Wissenschaften einen dauerhaften Grund. Dieß Buch hat, ungeachtet seines hohen Alters, weder von seinem Verdienste, noch von seinem Ansehn verloren. Nach zwanzig Jahrhunderten sind Euklids Elemente noch immer das erste Lehrbuch, welches beim Anfange des mathematischen Unterrichts zum Grunde gelegt wird. Wir haben von Euklid ein Buch unter dem Titel: Phänomene a). Es beschäftigt sich mit Gegenständen, welche die alte Astronomie betreffen, der Umdrehung des ersten Beweglichen (primi mobilis), die geometrische Erklärung der graden und schiefen Aufsteigung, den Aufgang und Untergang, sowohl der Sterne als verschiedner Punkte der Ekliptik für verschiedene Klimate. Es ist eine Abhandlung über die Sphäre, und ungeachtet dieselbe weder angeführt wird, noch bekannt ist, so glauben wir doch, daß sie das Muster aller übrigen Werke dieser Art war. Vielleicht war Euklid der erste, der die Erscheinungen der verschiednen Neigungen der Kugel auf eine geometrische Art erklärte.

Die Namen hatten sich verändert. Zu den Zeiten des Eudoxus, des Chiron, und ohne Zweifel noch früher im Oriente, bedeutete Sphära die Beschreibung des Himmels, der Sternbilder und ihrer Lage, sowohl unter einander, als auch in Beziehung auf die größten Kreise der Welt. Man vermuthete nicht bloß,

a) Es ist in den Werken des P. Mersenne abgedruckt.

daß die Erscheinungen des Aufganges und Unterganges der Sterne in andern Ländern verschieden waren; sondern auch die Reisen unterrichteten den aufmerksamen Beobachter davon. Als man bemerkte, daß diese Phänomene nicht überall dieselben waren, so suchte man die allgemeinen Ursachen davon auf. Die Griechen verfertigten zu Alexandrien große Armillen von Kupfer, die, wie wir oben a) schon beschrieben haben, aus einem Aequator und zweien, auf Polen beweglichen, Koluren unter einem festen, und auf dem Horizont senkrechten, Meridian bestanden. Ein jeder von diesen Kreisen war ein Ring; das Ganze nannte man Sphära: daher das Wort Ringkugel (sphaera armilla). Diese Griechen, die in der platonischen Schule mit dem geometrischen Geiste vertraut geworden, bedienten sich der Methode, schwere Aufgaben dadurch aufzulösen, daß man sie in den äußersten Fällen betrachtet. Sie stellten ihre Kugel in eine vertikale Lage. Der Pol war im Zenith, der Aequator im Horizont. In diesem Falle gehen die Sterne über dem Aequator niemals unter; und die, welche sich unter dem Aequator befinden, niemals auf. Die Sonne, welche sechs Monate über und sechs Monate unter dem Horizont ist, macht in der Zeit von einem Jahre nur einen Tag und eine Nacht. Alle Sterne beschreiben bei ihrer täglichen Revolution Kreise, die mit dem Horizonte parallel laufen. Dieß sind die Erscheinungen am Pole, wo die Sphäre parallel ist. Sie untersuchten den entgegengesetzten Fall; nämlich, wenn der Aequator senkrecht durch den Scheitelpunkt geht, oder die beiden Pole im Horizonte liegen. Alsdann schneidet dieser Kreis den Aequator und alle Parallelkreise in zwei gleiche Theile; eine Hälfte des Himmels folgt beständig der andern, und die Sonne macht das ganze Jahr hindurch die Tage den Nächten gleich. Dieß sind die Erscheinungen, die unter dem Aequator statt finden, wo die Sphäre geradestehend ist.

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1. B. S. 54.

In allen mittlern Fällen, wo der Pol mehr oder weniger über dem Horizonte erhaben ist, nehmen die Erscheinungen mehr oder weniger an den Erscheinungen dieser beiden äussersten Fälle Theil, und alle Sterne gehen schief auf; dieß nennt man die schiefe oder geneigte Sphäre. Hier entstand die Theorie der Sphäre, oder mit andern Worten, die Kenntniß der größten Himmelskreise, und ihre Lage in Beziehung auf den Horizont; daraus ergeben sich die Erscheinungen des Aufgangs und Untergangs in Rücksicht auf das Klima. Diese Wissenschaft haben wir der alexandrinischen Schule zu verdanken. Die Orientaler kannten sie nicht, oder wenigstens nur unvollkommen. Es war das Werk der Griechen, die immer geneigt, die Kenntnisse allgemein zu machen, mit Hülfe der Geometrie nach sicherern Regeln in dieser Schule verfuhren. Euklid sammelte diese Regeln, und bearbeitete daraus die Elemente der Theorie der Sphäre.

§. 22.

Wir widmen hier dem Manetho, einem sowohl in der Astrologie als auch in den griechischen und ägyptischen Wissenschaften berühmten Aegypter, eine Stelle. Er ist durch die Auszüge seiner Geschichte der Könige von Aegypten bekannt, die in dem Josephus und Syncellus eingestreut sind. Alle seine Werke über die Astronomie, die Physik und die Chronologie sind verloren gegangen. Ein einziges wurde unter der dem Titel Apotelesmatica in der Bibliothek der Medicis von Florenz wiedergefunden; dieß Manuscript war sehr alt. Lukas Holstenus zweifelte jedoch an seiner Aechtheit; allein Gronovius hat so evidente Beweise des Alterthums darin gefunden, daß alle Zweifel gehoben sind. Uebrigens hat er mit seiner Uebersetzung der Welt kein wichtiges Geschenk gemacht. Es ist ein bloß astrologisches Werk, welches die ägyptische Kunst, durch Hülfe der Sterne künftige Begebenheiten vorherzusagen, enthält. In dem zweiten Buche findet man einige Grundsätze von der Sphäre, und Begriffe

über die Sternbilder und ihre respektive Lage. Manetho redet darin vom Pole und vom kleinen Bär der also vor Hipparch bekannt war. Er war Priester von Diospolis. Sein Werk ist einem Ptolemäus gewidmet. Weidler und Gronovius glauben es sey Ptolemäus Philadelphus. Da er weder Ptolemäus den Astronomen, noch Hipparch anführt, so wäre die Sache bewiesen, wenn der Haß, den die ägyptischen Priester gegen die alexandrinischen Philosophen hegen mußten, nicht glauben ließ, er könne sie vielleicht absichtlich nicht angeführt haben. Das Werk des Manetho selbst ist vielleicht eine Art von Treffen, das er der aufkeimenden Philosophie hat liefern wollen.

Hätte er uns indessen statt der astrologischen Träumereien woraus sein Buch besteht, einen Auszug von allem, was sich astronomisches auf den Säulen des Thaut befand gegeben, die, wie er selbst an einem andern Orte sagt, von ihm zu Rathe gezogen wurden: so würden wir jetzt kostbare Monumente des höchsten Alterthums besitzen, und die Astronomie hätte dadurch ungemein gewonnen.

§. 23.

Eratosthenes, ein Nachfolger des Aristarch in der alexandrinischen Schule, wurde zu Cyrene geboren im ersten Jahre der 126sten Olympiade, 276 vor Chr. Geb. Er ist mit Recht durch große und nützliche astronomische Arbeiten berümt geworden. Er ward in der Philosophie vom Aristo aus Chios, in der Grammatik vom Lysimachus Cirenäus und in der Dichtkunst vom Kallimachus unterrichtet; denn die Philosophen der damaligen Zeit mußten auch noch Dichter seyn. Die alten Gebräuche hatten sich erhalten, und die Dichtkunst, die wir die Sprache der Götter nennen, war ehemals die den Wundern der Natur geheiligte Sprache.

Ptolemäus Evergetes berief den Eratosthenes nach Alexandrien, wo ihm die Aufsicht über die Bibliothek übertragen wurde, die er bis zu dem fünften der Ptolomäer mit dem Beinamen Epiphanes

behielt a). Man sagt, er sei der Erfinder der Ringkugeln gewesen, oder wenigstens habe Ptolemäus Evergetes ihm zu Gefallen, und um ihm die Beobachtungen zu erleichtern diese Instrumente in dem Observatorium zu Alexandrien aufstellen lassen b). Allein diese Instrumente, welche in dieser Stadt schon bekannt waren, sind, wie wir gezeigt haben c), bei weitem älter. Eratosthenes hatte sie vielleicht vervollkommnet. Ptolemäus ließ ohne Zweifel größere und genauere machen, und der Astronom bereitete indem er die Prachtliebe des Prinzen auf eine nützliche Art leitete, die Arbeiten des Hipparchs vor.

§. 24.

Mit diesen Instrumenten unternahm es Eratosthenes, die Schiefe der Ekliptik, oder vielmehr die doppelte Schiefe, d. i. die Entfernung der beiden Wendekreise zu messen, Seine Beobachtung ist glaubwürdig und sehr schätzbar. Sie läßt weiter keinen Zweifel übrig, als den, der überhaupt aus dem Fehler in Beobachtungen entspringen kann d). Ungeachtet uns wenig genaue Nachrichten über diese, für uns noch alten, Zeiten übrig sind, so bemerken wir doch darin, was wir in Indien und in Chaldäa vergeblich gesucht haben, nämlich eine stufenweise Entwickelung, ein beständiges Streben nach einem Ziele, an einander gekettete Fortschritte und Ideen, welche durch die Verwandschaft mit den ihnen vorgehenden und den ihnen folgenden verbunden sind. Wir haben keine absolute Kenntniß von den Naturdingen. Kälte, Wärme, Licht, Farbe, Härte, Größe, Kraft, Bewegung, alle diese Eigenschaften materieller Wesen sind nur Beziehungen. Wir wissen bloß, daß eine Sache größer ist, als die andre, oder sich schneller bewegt als die andre; und wir gelangen durch das Gegeneinander-

a) Suidas Weidler, Hist. Astr. p. 131.

b) Ptolem. Almag. Lib. I. c. 11 Weidler, p. 132.

c) Gesch. der Sternk. des Alterth. I. Band 2 Abschn.

d) In den Erl. dieses Abschn. §. 20.

halten, und Vergleichen dieser Wesen, zu der uns vergönnten, der relativen Kenntniß. Die Vergleichung ist also der erste Schritt aller Wissenschaften; sie war zu allen Zeiten der Zweck aller Unternehmungen. Die alexandrinischen Astronomen kannten diesen Grundsatz; sie machten ihn zum Führer ihrer Arbeiten. Aristyllus und Tymochares, welche die Astronomie gründen, und die Kenntniß von den Bewegungen der Planeten erweitern wollten, beschäftigten sich bloß damit, den Ort der Sterne zu bestimmen, um die Richtung dieser Bewegung im Himmelsraume anzugeben. Aristarch hatte bemerkt, daß man um die Größe derselben zu schätzen, sie mit der Bewegung der Sonne und eben so die Umlaufszeiten mit der Länge des Jahres vergleichen müsse. Vor allen aber mußte man die Bewegung, die man zum Maßstabe wählte, selbst kennen. In dieser Absicht beobachtete er die Sonnenstillstände, um sich von der Länge des Jahrs zu versichern, und verglich, um eine Vorstellung von der Entfernung der Sonne zu bekommen, dieselbe mit der Entfernung des Mondes. Eratosthenes wurde noch eine Fundamentaluntersuchung gewahr, nämlich die Richtung der Bewegung der Sonne am Himmel zu bestimmen, die Spur ihres Weges durch die Sterne zu bemerken, und die Lage der Ekliptik in Beziehung auf den Aequator, oder was einerlei ist, die Lage des Thierkreises, von dem sich kein Planet entfernt, anzugeben. Man hatte schon eine Bestimmung dieses Elements, allein sie war wegen ihres Alterthums verdächtig. Wir haben gesagt, daß die Alten die Schiefe der Ekliptik zu 24° annahmen, entweder war dieß eine Schätzung in runden Zahlen, oder das Resultat einer genauen Beobachtung, deren umständliche Beschreibung mit vielen andern verloren gegangen ist. Eratosthenes fand die Entfernung der Wendkreise größer, als $47\frac{2}{3}°$ und kleiner als $47\frac{3}{4}°$ oder sie fiel zwischen 47° 40′ und 47° 45′, das Mittel davon ist 47° $42\frac{1}{2}$′; woraus man für die Schiefe der Ekliptik die Hälfte dieser Größe, 23° $51\frac{1}{4}$′ erhält.

Diese Beobachtung würde ungemein schätzbar sein, wenn sie genau wäre, oder wenn man wenigstens die Gränze ihres Fehlers kennte a). Diejenigen welche für die Abnahme der Schiefe der Ekliptik sind, stützen sich auf ihre Glaubwürdigkeit, die Gegner dieser Meinung suchen die Ungewißheit einer Beobachtung zu zeigen, die mit vielleicht ziemlich roh gearbeiteten und von dem Vortheile der Erfindungen, worauf sich die heutige Genauigkeit gründet, ganz entblößten Instrumenten angestellt wurde. In den zu diesem Kapitel gehörigen Zusätzen soll diese Frage über die Genauigkeit der alten Instrumente weitläuftig untersucht werden; hier theilen wir nur das Resultat davon mit, daß nämlich bey diesem Anfange der neuern Astronomie, eine gut angestellte Beobachtung keinem Fehler von mehr als fünf Minuten unterworfen war b). Es scheint also ausgemacht zu seyn, daß zu den Zeiten des Eratosthenes die Schiefe der Ekliptik wenigstens 23° 46′ betrug.

§. 25.

Eine andre seltnere, feinere und schwierigere Unternehmung, als die Bestimmung der Schiefe der Ekliptik, war die Messung der Erde. Sie hat den Eratosthenes verewigt, ungeachtet die Neueren, als sie sie mit ihren Messungen verglichen, und sich in der Bestimmung der Stadien irrten, sie für weit entfernt von der Wahrheit hielten. Wir werden von der Bestimmung dieser Stadie in dem vierten Buche handeln, wo wir die eifrigen Bemühungen und Arbeiten der Alten für die Messung der Erde vereinigen wollen. Man findet auch hier wieder die Folge der an einander geketteten Fortschritte, die wir schon gezeigt haben. Aristarch hatte das Verhältniß der Entfernung des Mondes zu der Entfernung der Sonne geschätzt. Er wußte entweder durch die Ueberlieferung einer ältern Kenntniß, oder durch eine Beobachtung, deren Beschreibung nicht auf uns gekommen ist, daß die Entfernung des Mondes

a) Erl §. 19 u. 20. b) Erläuterung ebendas.

von der Erde 56 Erdhalbmesser gleich sei. Diese Größen, zwischen welchen der Mensch Verhältnisse bestimmte, waren ihm gänzlich unbekannt. Er kennt nur, was er mit seinen Augen gesehn, mit seinen Händen gefühlt hat. Er mußte daher diese Größen auf Einheiten zurückführen, die ihm bekannter waren, auf Räume, die er selbst zurückgelegt hatte; z. B. Stadien, Kubitus: die ihm damals zur Bestimmung der Länge der Wege an den Orten seines Aufenthalts dienten. Das Innere der Erde ist unzugänglich, um den Durchmesser derselben zu bestimmen. Da aber das Näherungsverhältniß dieses Durchmessers zum Umfange aus der Geometrie bekannt war, so kam es nur darauf an diese Peripherie zu messen, und es waren alsdann die Verhältnisse aller dieser Größen eines durch das andre gegeben. Die Entfernung der Sonne war also durch die Entfernung des Mondes; diese durch die Länge des Erddurchmessers; und der Durchmesser der Erde durch ihren Umfang gegeben. Dieß war nicht der erste Versuch die Erde zu messen. Die alten Chaldäer hatten es durch eine Art von Schätzung gethan a). Wir haben gesagt daß schon in den ältesten Zeiten das Volk, welches in Asien die Wissenschaften vervollkommnete, zu einer sehr genauen Bestimmung gelangt war b). Wir werden dieß in der Folge dieses Werks c) umständlich und durch ziemlich starke Beweise entwickeln.

Plinius d) redet von einem gewissen Geometer Dionysiodor, der in sein Grab einen Brief legen ließ, welcher in seinem Namen an die Nachwelt geschrieben war. Er versichert darin, daß er aus seiner letzten Wohnung bis zum Mittelpunkte der Erde gestiegen sei, und die Entfernung von 42000 Stadien gefunden habe. Plinius nennt dieß ein Beispiel griechischer Eitelkeit. Diesem Erdhalbmesser zufolge beträgt die Peripherie 264000 Stadien welches offenbar das Maß der Chal-

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 5. Abschn. §. 13.
b) Ebendas. 3. Abschn. §. 13. c) Unten 4. Abschn.
d) Lib. II. c. 109.

däer ist, wovon wir in der ältern Geschichte erzählt haben a). Vermuthlich hatte Dionysiodor, der auf irgend eine Art dieß in Griechenland noch wenig bekannte Maß kennen gelernt hatte, und während seiner Lebzeit es nicht wagen durfte, es für das seinige auszugeben, diese Betrügerei ersonnen, um sich durch die Geschichte einer unterirrdischen Reise ein Ansehen zu geben, welches sein gewiß wenig berühmter Name ihm nicht würde verschafft haben.

Das Projekt des Eratosthenes war also nicht neu; sondern er fügte zu der Idee der Alten die Methode und den Beweis hinzu, der ihrer Messung fehlte; oder wenigstens erneuerte er den Geist, dieser schon in sehr frühen Zeiten erfundnen Methode: denn eine genaue Bestimmung, so wie wir sie hier geben wollen, setzt eine genaue Methode voraus. Dieß ist nicht das einzige Beispiel in der Geschichte der Wissenschaften, wo Erfindungen mehrere male erneuert wurden, und der menschliche Geist seinen Verlust durch neue Anstrengung wieder ersetzte.

Aus der genauen Uebereinstimmung der Kreise auf der Himmelssphäre und der Erdkugel folgt, daß ein Grad des Erdmeridians mit einem Grade des Himmelsmeridians korrespondirt. Mißt man also auf der Oberfläche der Erde die Entfernung irgend zweier Oerter, die unter einerlei Meridian liegen, und zugleich den Bogen am Himmel der zwischen den Scheitelpunkten dieser beiden Oerter oder den Punkten des Himmels, die vertikal über denselben stehen, enthalten ist, so erhält man den Raum, der auf der Erde zu der Anzahl der in diesem Himmelsbogen enthaltenen Graden gehört. Man hat also die Länge eines Grades in bekannten Maßen, und dieß ist das Princip der Methode von Eratosthenes.

Er hatte alle zu dieser großen Operation nöthigen Hülfsmittel. Die ägyptischen Ländereien waren sehr genau ausgemessen, weil die Auflagen danach bestimmt

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 5. Abschn. §. 13.

wurden, und wenn die Ueberschwemmungen des Nils einem Privatmanne Schaden gethan hatte, sein Land aufs neue gemessen werden mußte, um die Auflagen darnach vermindern zu können. Man kannte, sagt Freret a) die Größe von Aegypten beinahe auf einen Kubitus. Ausser diesem Vortheile, daß man die Entfernungen auf der Erde wußte, besaß Eratosthenes die Instrumente, die Ptolemäus für ihn hatte verfertigen und aufs alexandrinische Observatorium bringen lassen. Von diesen Instrumenten konnte er sich bei der Beobachtung der himmlischen Entfernungen eine gewisse Genauigkeit versprechen.

Eratosthenes bemerkte, daß Syene, die mittäglichste Stadt des alten Aegyptens, und Alexandrien beinahe unter einerlei Meridiane lagen. Man sagt uns nicht, durch welche Mittel er sich davon versicherte. Er wußte daß am Tage des Sommer-Sonnenstillstandes die Körper zu Syene und hundert und funfzig Stadien umher keinen Schatten warfen. Dieser besondere Umstand und noch der, daß ein sehr tiefer Brunnen in dieser Stadt, gänzlich erleuchtet war, beweisen offenbar daß Syene unterm Wendekreise lag, und daß die Sonne zur Zeit, wenn sie in demselben trat, senkrecht über den Körpern der Einwohner dieser Stadt stand. Eratosthenes maß daher an demselben Tage des Sonnenstillstands zu Alexandrien die Entfernung der Sonne vom Scheitel, und fand dieselbe 7° 12′. Da die Sonne im Scheitelpunkte von Syene und zugleich 7° 12′ vom Scheitel von Alexandrien entfernt war, so bewieß dieß, daß der Bogen am Himmel, zwischen diesen beiden Städten 7° 12′, oder den 50sten Theil der Peripherie betrug; nun war die Entfernung auf der Erde durch die königlichen Feldmesser des Alexander und der Ptolemäer zu 5000 Stadien bestimmt worden b) woraus Eratosthenes schloß, daß der Umfang der Erde 250000 Stadien und der Grad 694½ Stadien betrage.

a) Mem Acad. Inscript. Tome XXIV. p. 510.
b) Martianus Capella de nuptiis, L. VI. p. 194.

Diese Messung ist wegen der Swierigkeit, die Größe der Stadien, deren sich Eratosthenes bedient, zu bestimmen, bis jetzt noch nicht geprüft, und mit unsern Messungen verglichen worden. Wir glauben das Mittel gefunden zu haben, alle alten Stadien zu unterscheiden, und ihre Größe anzugeben. Wir werden die Beschreibung davon mittheilen a). Hier mag es genug seyn, zu bemerken, daß die Stadie, von welcher hier die Rede ist, 85 Toisen 3 Fuß 7 Zoll beträgt. Der Grad der sich aus der Operation von Eratosthenes ergiebt, ist also 59442 Toisen b) und folglich um 2400 Toisen größer, als der, welchen man in der Gegend von Paris gemessen hat. Diese Abweichung ist für einen ersten Versuch nicht beträchtlich. Man kann von dieser Bestimmung keine größre Genauigkeit erwarten; das Verdienst besteht darin, sie erfunden und ausgeführt zu haben und es gereicht dem Astronomen zum Ruhme, daß die Neuern in Absicht der Methode nichts hinzugefügt haben. Waren sie glücklicher in ihren Unternehmungen, und kamen der Wahrheit näher, so haben sie es den Fortschritten der Künste und der Vollkommenheit der Instrumente zu verdanken.

§. 26.

Weidler c) erzählt aus dem Plutarch d), daß nach Eratosthenes Behauptung die Entfernung des Mondes von der Erde 780000 Stadien und die Entfernung der Sonne 804000000 Stadien betragen. Man sagt uns nicht, durch welche Methode er darauf gekommen sei. Wir übergehen die Entfernung des Mondes, die viel zu klein ist; aber äusserst merkwürdig ist, daß man diese Entfernung der Sonne von 804000000 Stadien mit dem Erdhalbmesser von 39772 Stadien wie er sich aus der Messung des Eratosthenes ergiebt,

a) Unten im 4ten Abschn. Erläut. des 4ten Abschn. §. 5.
b) Erläut. des ersten Abschn. §. 17. u. 17.
c) Hist. Astr. p. 132.
d) Placita Philosophorum Lib. II. c. 31.

verglichen, 20200 dieser Halbmesser beträgt a); eine Entfernung, die gerade so groß ist, wie die, welche in diesem und dem vorigen Jahrhunderte von Cassini, de la Caille, und den geschicktesten Astronomen bestimmt ist. Auch ergab sich dieselbe Entfernung aus dem Durchgange der Venus durch die Sonne im Jahr 1761. Und ohne den letzten Durchgang von 1769, wo man die Beobachtungen wiederholt hat, würden wir noch nicht weiter seyn, als Eratosthenes war. Wir dürfen freilich nicht verhehlen, daß die Zahl von 804000000 sich nicht zu dem griechischen Originale von Plutarch b), sondern in der Uebersetzung von Xylander findet, der diesen Satz aus irgend einem unbekannten Manuscripte kann genommen haben. Es läßt sich nicht vermuthen, daß diese Zahl von dem Uebersetzer an die Stelle der wahren gesetzt sei; eine solche Voraussetzung wäre ungereimt ohne deswegen nützlich zu seyn; denn zu Xylanders Zeit c) kannte man die Entfernung der Sonne von der Erde noch nicht genug. Man hielt die Sonne um weniger entfernt, als die Hälfte ihrer wirklichen Entfernung.

Diese Bestimmungen weichen von denen des Aristarchs sehr weit ab. Dieser nahm die Entfernung der Sonne neunzehn mal so groß an, als die des Mondes; und hier wird sie dreihundert und mehrere male so groß angenommen. Man kann in einer so kurzen Zeit keinen so großen Weg zurücklegen. Ueberdieß erfordern solche Bestimmungen eine lange Untersuchung und Beobachtungen, welche die Instrumente des Eratosthenes nicht zu ließen. Hätte er auch nur versucht sie anzustellen, so würden seine Versuche und seine Mittel, wie die Messungen der Schiefe der Ekliptik und des Umfanges der Erde zu uns gekommen seyn. Ist diese Entfernung der Sonne wirklich von Eratosthenes angegeben,

a) Es entspringt daraus eine Parallaxe von zehn und einer halben Sekunde.

b) Griech. Ausg. von Wechel, Frankf. 1599.

c) Xylander wurde geboren zu Augsburg 1532.

so muß man, wenn man nicht aus Eigensinn glauben will, er habe zufälliger Weise diese Zahl errathen, annehmen, daß er sie aus irgend einem orientalischen Manuskripte genommen habe; und dieß Element würde uns einen hohen Begriff von der Astronomie geben. Wir wissen nicht was für Mittel die Alten angewandt haben, um auf dieß so genaue und merkwürdige Resultat zu kommen. Es setzt freilich eine sehr vervollkommnete Astronomie voraus allein wir haben hier zwischen zwei sehr großen Schwierigkeiten zu wählen: entweder haben Eratosthenes, Plutarch oder Xylander diese Zahl zu ihrem Vergnügen und um uns zu hintergehen erfunden und ein in seiner Art einziger Zufall ist ihnen zu statten gekommen; oder die Wissenschaft ist schon ehemals so vervollkommnet gewesen, daß man die feinste Beobachtung mit glücklichem Erfolge anstellen konnte; eine Beobachtung welche lange mühsame Arbeiten, anhaltend fleissige und einsichtsvolle Astronomen, und vollkommne Instrumente erfordert. Warum wollten wir aber nicht lieber das Ausserordentliche als das Ungereimte annehmen? Es scheint weit natürlicher anzunehmen, daß die Menschen die alle im Anfange gleich unwissend waren, zweimal zu demselben Grade von Aufklärung gekommen sind, als daß wir eine boshafte Erfindung, wozu gar keine Beweggründe da waren die ganz und gar keinen Zweck hatten, annehmen sollten. Noch weit weniger können wir uns überreden, daß eine unverschämte Lüge zu einer wahren Prophezeihung sollte geworden sein. Wenn wir dieser Kenntniß von der Entfernung der Sonne ihren Platz nicht unter den Kenntnissen, die wir der Astronomie vor der Sündfluth zuschreiben, angewiesen haben, so geschah es aus Gewissenhaftigkeit, welche die Pflicht eines Geschichtschreibers von uns fordert, und aus Achtung für die historische Wahrheit. So äusserst wahrscheinlich uns die Existenz dieser alten Astronomie scheint, so dürfen wir doch nicht geradezu entscheiden ob sie Wahrheit ist. Wir hielten es daher für unsre Pflicht, die Thatsachen, und die Ent-

deckungen für die ihnen zugehörigen Zeiten aufzubewahren. Erst nach Erfüllung dieser Pflicht haben wir es uns erlaubt über die Thatsachen Untersuchungen anzustellen; und die Geschichte durch die Philosophie aufzuklären, indem wir zeigen, daß zufolge einer strengen Kritik, der größte Theil dieser Entdeckungen nichts als angenommene Wahrheit ist.

§. 27.

Eratosthenes hatte von der Größe der Sonne nicht sehr richtige Vorstellungen; er glaubte nämlich ihr Durchmesser sei nur sieben und zwanzig mal so groß als der Durchmesser der Erde a). Hätte er die Entfernung der Sonne zu bestimmen gewußt, so würde er sie mit dem von ihm gemessnen Erdhalbmesser und mit dem vom Aristarch bestimmten scheinbaren Sonnendurchmesser verglichen, und daraus geschlossen haben, daß dieser Durchmesser wenigstens 90 mal so groß sei als der Erddurchmesser. Allein die Astronomie war damals noch nicht so vollkommen, um solche Vergleichungen anzustellen; und so schwere Untersuchungen wie die der wahren Entfernung der Sonne zu erlauben.

Man muß jedoch dem Eratosthenes die Gerechtigkeit wiederfahren lassen, daß er der erste gewesen zu sein scheint, der die Zählung der Sterne unternommen hat. Plinius, der diese erste und wirklich lobenswürdige Idee dem Hipparch zuschreibt, rühmt sie mit dem größten Enthusiasmus. Wir werden zeigen, wie groß Hipparchs Verdienst und sein Ruhm in dieser Hinsicht war. Die alten Orientaler sind ihm vermuthlich zuvorgekommen b); Eratosthenes aber hat sich gewiß damit beschäftigt, vor ihm die Sternbilder zu beschreiben und selbst die Sterne, die sie enthielten, zu zählen. Er hatte deren 675 gefunden. Ein Theil dieses Werks ist uns noch übrig geblieben c)

a) Macrobii Somn. Scip. Liber I. cup. 20.

b) Dieses Bandes 3ter Abschn. u. 2. B. 2. Abschn.

c) Dieß Fragment des Eratosthenes ist hinter dem Phänomen des Aratus in der griechischen Oxforder Ausgabe abgedruckt.

So viel merkwürdige Arbeiten und Unternehmungen haben den Eratosthenes unsterblich gemacht. Fabricius hat seine Werke aufgezählt a) von denen keines ganz zu uns gekommen ist b); es sind uns nur noch einige Fragmente davon übrig geblieben. Eratosthenes hatte viel über die Geographie geschrieben: Strabo führt ihn oft an; Hipparch hat ihn kritisirt und bewundert c). Man hat ihn den Beinamen Beta gegeben, den zweiten Buchstaben des griechischen Alphabets, um dadurch anzudeuten, daß er sich auf alle Wissenschaften gelegt habe, und in jeder nur die zweite Stelle behaupte d). In seinem achtzigsten Jahre verlohr er das Gesicht. Aus Kummer über diesen Verlust und gezwungen seine Arbeiten und die Betrachtung des Himmels aufzugeben, hungerte sich dieser große Mann zu Tode e).

§. 28.

Konon von Samos lebte um die 130ste Olympiade oder 260 Jahre vor Chr. Geb. Ptolemäus erzählt von ihm f), daß er in Italien Beobachtungen angestellt habe; allein dieß waren Beobachtungen nach den alten Methoden. Sie hatten nur den Aufgang und Untergang der Sterne zum Gegenstande Er sammelte alle bei den Aegyptern aufbewahrten Sonnen und Mondfinsternisse g). Man legt dem Konon das Sternbild des Haupthars der Berenice bei. Diese Königin war eine Gemalin des Ptolemäus Soter; sie that das Gelübde ihr Haupthaar, welches von vorzüglicher Schönheit war, der Venus zu weihen, wenn ihr Gemahl triumphirend aus dem asiatischen Kriege zurückkäme.

a) Fabricius, Biblioth. grec. Lib. III.
b) Eratosthenes hatte einen Kommentar über die Oktaeride des Eudoxus geschrieben Geminus, Cap. VI. p. 34.
c) Plinius, Lib. II. cap. vlt.
d) Mem Acad. Inscr. Tome IX. p. 403.
e) Weidler, p. 131.
f) Ptolem. de apparentiis. In Uranolog.
g) Seneca. Quaest. natur. Lib. VII. c. 3.

Sie erfüllte ihr Gelübde und hing ihr Haupthaar in einem Tempel der Venus auf. Da es nach einiger Zeit verschwand, so sagte man, die Götter hätten es geraubt; und Konon, der dem Ptolemäus Philadelphus, dem Sohn dieser Königinn ergeben war, versetzte dasselbe in einen Sternhaufen an dem Himmel, unter dem Namen der Berenice a).

Archimedes ein Zeitgenosse des Konon, jener alte und berühmte Geometer, der Newton der griechischen Schule, verdient auch den Namen eines Astronomen. Wir haben seine merkwürdige Beobachtung des Sonnendurchmessers schon beschrieben.

Er nahm nach Cicero's Zeugniß, die Sonne größer an als die Erde; was ihm übrigens weiter nicht berühmt macht weil dieß weder eine neue noch eigenthümliche Meinung des Archimedes war. Wenn aber Ptolemäus b) von ihm sagt, er habe Beobachtungen der Solstition angestellt, so charakterisirt ihn dieß als Astronom. Eben so müssen wir auch die Sphäre anführen, welche er verfertigte und worin die Bewegungen der Sonne des Mondes und der fünf Planeten jede mit der ihr eignen Geschwindigkeit so künstlich vorgestellt waren, daß Cicero vom Archimedes sagte, er habe bei der Nachahmung dieser Bewegung mehr als die Natur gethan, weil einige derselben regelmäßiger waren als die wahren Bewegungen am Himmel c). Allein auf die Art die Natur verbessern, ist mehr eine Entstellung als Verschönerung derselben. Ihre Ungleichheiten sind eine Vollkommenheit, und diese vermeinte Regelmäßigkeit würde in unsern Zeiten nur ein Fehler in einer solchen Maschine seyn.

Bekanntlich wurde Archimedes 212 Jahre vor Chr. Geb. mithin in seinen Betrachtungen getödtet als Syracus von Marcellus, erobert wurde. In jenen Augenblicken der viehischen Trunkenheit, wo der

a) Erläut. 1tes Buch §. 21. b) Almag. Lib. III. c. II.
c) Quaest. acad. L. II. c 36.

zügellose Krieger das Recht hat, den wehrlosen Bürger zu tödten, entschied ein Soldat über das Leben eines großen Mannes, und endigte dadurch seine für die Welt nützlichen Tage. Marcellus, dem er die Eroberung erschwert hatte, beklagte seinen Verlust, und ehrte sein Andenken, indem er seinen Mörder verfluchte und ihn niemals sehen wollte.

§. 29.

Die Natur scheint sowohl in Absicht der Menge, als der Kraft ihrer Produkte zu einer Zeit fruchtbarer zu sein, als zu einer andern. Es giebt Epochen, wo sie große Männer neben einander entstehen läßt, welche vereinigt, gleich Strahlenbüscheln, auf die übrigen Jahrhunderte ein starkes und dauerndes Licht zu werfen bestimmt sind. Keine Epoche war in dieser Hinsicht merkwürdiger, als die Epoche der alexandrinischen Schule. Zu den großen Männern wovon wir so eben geredet haben, gehört auch noch Apollonius Pergäus, der ihr Zeitgenosse gegen das Jahr 230, oder 240, vor Chr. Geb. war. Euklids Schüler eröffneten ihm die mathematische Laufbahn. In der Geometrie ist er durch sein Werk über die Kegelschnitte berühmt, wo er die Eigenschaften dieser Linien erweitert und beweist. Auch in der Astronomie erwarb er sich Ruhm, weil er zuerst versuchte, die Ursachen des Stillstehens und Rückwärtsgehens der Planeten zu erklären. Er war es, der die Epicykel erfand, oder der wenigstens die nothwendigste Proportion zwischen dem Epicykel und den fortleitenden Kreis a) bewies, um das Stillstehen und Rückgehen zu erklären. Diese Demonstration ist noch immer eine wahre Erfindung.

Die Alten, d. h. die Chaldäer, die Chineser, und ohne Zweifel auch ihre Vorgänger hatten bemerkt, daß jedes Jahr die fünf Planeten: Saturn, Jupiter, Mars, Venus und Merkur Anfangs sich immer langsamer bewegten, darauf still zu stehen schienen, und endlich wieder

a) Almagest. Lib. XII. c. 1.

zurückliefen. Wären diese Erscheinungen wirklich gewesen, so würden sie die irrige Meinung, welche dem ganzen Alterthume so theuer war, die Meinung von der Gleichförmigkeit der Bewegung der Sterne, widerlegt haben. Man hat immer, wie durch eine Art von Instinkt bemerkt, daß die Natur nur durch einfache Mittel wirkt, und man vermuthete, daß sie ein einziges Prinzip haben müsse. Dieß war nach der Meinung der Alten, die gleichförmige Bewegung in einer Zirkel-Bahn. Dieß war ein Irrthum, aber ein nützlicher Irrthum; man kam dadurch einen Schritt näher, weil man nun geneigt war, zu glauben, daß diese Phänomene nur scheinbar seyn. Um die Gleichförmigkeit, die sich in dem Stillstehen und Rückwärtsgehen der Planeten zu verleugnen schien, zu erklären, ließ man den Planeten sich gleichförmig in einem Kreise herumdrehen, den man den Epicykel nannte, indeß der Mittelpunkt dieses Kreises sich um die Erde in einem größern Kreise fortbewegte, welcher der fortleitende Kreis (circulus deferens) hieß, weil er den Epicykel trug. Dieß war die ware Laufbahn des Planeten. Man dachte sich, der Planet, welcher sich in seinem Epicykel bewege, gehe bald mit dem Mittelpunkte des Epicykels nach einerlei Seite, bald nach einer entgegengesetzten; und nach den von Apollonius angegebnen Proportionen, giebt es Fälle, wo die aus der Verbindung entspringende Bewegung rückgängig, andre, wo sie null ist und der Planet still steht a)

§. 30.

Dieß ist der erste geometrische Lehrsatz, wovon wir in diesem Werke zu reden Gelegenheit gehabt haben. Er macht es uns unwahrscheinlich, daß Apollonius die philologische Hypothese von der Bewegung der Erde angenommen hat. Wie, könnte man einwerfen, sollte ein so geschickter Geometer nicht eingesehen haben, daß das Stillstehen und Rückwärtsgehen der Planeten von ihrer eigenthümlichen und rechtläufigen Bewegung, ver-

a) Erl. B. I. §. 22.

bunden mit der Bewegung der Erde, herrühre? Seine Epicykel waren unnütz, und seine Theorie falsch. Wir sind zu unsrer Zeit sehr gegen die Epicykeln, fortleitenden Kreise und die ganze Menge von Kreisen eingenommen, wodurch die Nachfolger des Apollonius, seinem Beispiele zufolge, die Erklärung der himmlischen Bewegungen erschwert haben. Allein untersuchen wir diese Hypothese, betrachten ohne Vorurtheil, die geringe Zahl der beobachteten, und zwar schlecht beobachteten Erscheinungen, die Unwissenheit der Alten, über die wahren Grundsätze der Physiker, das so tief eingewurzelte Vorurtheil von der Gleichförmigkeit der himmlischen Bewegungen in einer Kreisbahn; so müssen wir gestehen, daß die Hypothese, die allen den damals bekannten Erscheinungen entsprach, sehr sinnreich war. Man wird sagen sie sei nicht natürlich; allein wie konnte man damals bestimmen, was natürlich war? Können wir es selbst jetzt? Was will man damit sagen, wenn es nicht die Wirkungen sind, die aus den Gesetzen der Natur fliessen? War es nun wohl nicht zu einer Zeit, wo alle diese Gesetze unbekannt waren, zu entschuldigen, sich in den Wirkungen, die sie hervorbringen konnten, zu irren? Wer auch der Urheber dieser Erfindung seyn mag, so errieth es immer viel Genie, das dem Scheine nach, so wunderliche Phänomen des Stillstehens und Rückwärtsgehens mit der Gleichförmigkeit, die man zum Princip angenommen hatte, zu vereinigen.

§. 31.

Der Keim zu der Idee von den Epicykeln lag schon in der Idee des Eudoxus, jedem Planeten so viel solide Sphären zu geben, als er verschiedne Bewegungen zu haben schien. Sie wurde bloß mit mehrerm Genie auf die Theorie der Planeten angewandt. Eudoxus erfand materielle Himmel, ganze Spähren, um eine Bewegung zu erklären, die in einem Kreise geschah. Der menschliche Verstand verfeinerte sein Werk; man ließ weiter nichts als diesen Kreis. Man stürzte An-

fangs alles übrige ein; bald ging man noch einen Schritt weiter: man merkte, daß es ungereimt sei, anzunehmen dieser Kreis bewege sich um den Planeten fortschreiten zu lassen; da es hingegen weit einfacher war, daß der Planet sich bewege, und durch irgend eine Ursache genöthigt, einen Kreis beschreibe. Um darauf mehrere Bewegungen vorzustellen, erfand man mehrere Kreise: man ließ sie sich zu gleicher Zeit mit dem Planeten bewegen, und dieß waren die Epicykel. Hier haben wir eine wirkliche Entwickelung. Kenntisse entspringen aus Kenntnissen, die vor ihnen vorher gehen, und verbinden sich mit ihnen, die Wissenschaft auszudehnen. Dieß sind nicht mehr Bruchstücke, sondern Elemente.

§. 32.

Vermuthlich ist Apollonius der Erfinder der Projektionsmethode gewesen. Wenigstens bemerken wir nicht, daß vor der Epoche, bis zu welcher wir jetzt gekommen sind, in der Geschichte der Mathematik derselben erwähnt wird. Nun läßt sich unmöglich zweifeln, daß diese Methode der alexandrinischen Schule gehöre, weil man sich damals sehr mit der Vervollkommnung der Sonnenuhren und anderen Uhren beschäftigte a). Man kann die Ehre davon nur dem Genie des Archimedes oder des Apollonius beilegen; und der syrakusische Geometer hat, wie es scheint, den geometrischen Geist, den er aus so vielen Werken hervorblicken läßt, nicht auf die Astronomie angewandt. Wir haben ihn die feine Beobachtung des Sonnendurchmessers mit eben so viel Scharfsinn als Geschicklichkeit erfinden und ausführen sehen; aber wir bemerken nicht, daß er gesucht habe mit Hülfe der Geometrie die Gründe der himmlischen Erscheinungen zu erklären.

§. 33.

Ungeachtet der Ehrfurcht, die uns das Verdienst Archimedes einflößt, müssen wir es ihm doch zum

a) Erläut. 2tes B.

Vorwurfe machen, daß er die Idee des Apollonius, die Geometrie auf die Astronomie anzuwenden, nicht benutzt hat. Nur diese Anwendung, die unter seinen Augen gemacht wurde, und doch seines Genies so würdig gewesen wäre, fehlt seinem Ruhme. Diese glückliche und fruchtbare Idee hat in der Wissenschaft eine Revolution bewirkt, indem sie ihr einen sicherern Gang mittheilte, und ihre Fortschritte beschleunigte. Die Erfindung der Projektionsmethode und der Epicykeln gehört ganz dem Apollonius.

Die Geometrie scheint nicht in den ältesten Zeiten in Asien kultivirt worden zu seyn. Eine so hohe Meinung wir auch von den Kenntnissen des frühen Volks haben, welches den ersten Schritt zur Aufklärung gethan hat, so glauben wir doch, daß die Geometrie zu ihren Fortschritten nicht durchaus nöthig war. So unendlich nützlich sie für die Erforschung der Ursachen ist, so ist sie es doch nicht auf gleiche Weise für die Kenntniß der Wirkungen. Die Alten ersetzten dieß durch Geduld und Zeit. Die Astronomie setzt weiter nichts nothwendig voraus, als die Kenntniß des Kreises, und diese Figur war ihnen durch die himmlischen Bewegungen selbst gegeben. Die erste geometrische Kenntniß gehört vielleicht der Astronomie, der ältesten aller Wissenschaften. Die Geschichte der Mathematik bezeugt uns, daß die Kenntnisse dieser Art unter den Chinesern und Aegyptern, denen man die Erfindung der Geometrie zuschreibt, sehr unbedeutend waren a). Wir schliessen daraus, daß die Geometrie, zur Zeit der Stiftung der alexandrinischen Schule, eine neue Wissenschaft war, die ihr Dasein den griechischen Philosophen, und vorzüglich dem Plato zu verdanken hatte. Ihre Anwendung auf die Astronomie eröffnete eine weite Laufbahn. Ungeachtet wir gestehen müssen, daß die Astronomie die Hülfe der Geometrie nöthig hat, so sind wir doch weit entfernt, dieser den Vorzug einzuräumen. Unabhängig von allen Wissenschaften, giebt sie allen ihre Richtung,

a) Histoire des math. T. I. p. 52.

aber regiert sie nicht uneingeschränkt. Die übrigen Wissenschaften gründen sich auf Erfahrung, sie existiren in dem Busen der Natur. Die Geometrie ist in dem Kopfe des Menschen entstanden; sie ist das Resultat seiner Art zu sehen; sie läßt sich also natürlich auf alles anwenden. Die Geometrie und Astronomie berühren sich durch unmittelbare Verhältnisse, durch eine genaue Verbindung; sie haben den Raum und die Bewegung zum Gegenstande. Dieß sind zwei Schwestern die sich einander lieben und dienen müssen. Die Geometrie führt durch einen sicherern Gang zu Wahrheiten, die ohne sie vielleicht unzugänglich wären; aber die Schaubühne ihres Ruhms ist das Werk ihrer ältern Schwester: wenn die Astronomie ihrer Hülfe bedarf, so ist die Geometrie selbst nur ein Instrument in den Händen des Astronomen. Kömmt es auf die Erklärung der Erscheinungen an, so haben die Wahl der Beobachtungen, und die Fertigkeit im Rechnen daran gleichen Antheil; und die Kunst sie systematisch zu bearbeiten, gehört dem Genie, worauf der Astronom nicht mehr Anspruch machen kann, als der Geometer.

Zweiter Abschnitt.

Von den Instrumenten, deren man sich in der alexandrinischen Schule bediente.

§. 1.

Der Raum und die Zeit sind das, was der Mensch zu messen unternimmt; jener umgiebt seine augenblickliche, diese begleitet seine successive Existenz. Diese beiden Ausdehnungen sind durch ein nothwendiges Verhältniß, nämlich die Bewegung, mit einander verbunden. Ist diese beständig und gleichförmig, so ist der Raum durch die Zeit bekannt und die Zeit wird durch den Raum gemessen. Beständigkeit und Gleichförmig-

keit liegt, wie wir schon bemerkt haben, nicht in dem Menschen. Jeden Augenblick auf eine verschiedene Art modificirt, ist er veränderlich, sich ungleich und zu wenig dauernd, um das Maaß der Zeit zu seyn. Die Astronomie zeigte ihm, indem sie seine Ideensphäre erweiterte das Universum als einen gränzenlosen Raum, worin sich der menschliche Verstand verliert, während die Zeit mit demselben Charakter von Größe und Unermeßlichkeit bezeichnet, die Dauer der Welt ihrer Ausdehnung anmisset. In diese beiden Unendlichkeiten gleichsam verloren, wollte jedoch der Mensch das Universum in seinem Verhältnisse kennen lernen, und diese große Idee, und sie ohne sie zu verändern in seinen Kopf zu bringen, zusammenziehn. Er dachte sich den unmerklichen Gang der Zeit durch ähnliche Verhältnisse, er machte sich eine Vorstellung von der Vergangenheit, die nicht mehr ist, von der Zukunft, die vielleicht nie seyn wird, und legte so das ganze Gemälde des vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Zustandes der Welt vor.

§. 2.

Dieß sind die Früchte seiner Wißbegier und seines Genies. Wir müssen hier die Mittel entwickeln die er angewandt hat. Die Sphäre unsrer Organe ist sehr eingeschränkt, und entspricht unsren Wünschen nicht. Der Mensch so interessant wegen der Fortschritte seiner Vernunft, und der Produkte seiner Einbildungskraft, verdient vorzüglich in der Erfindung der Instrumente, welches seine nützlichsten und zugleich seine größte Gedanken sind, bewundert zu werden. Er vervielfältigte seine Kraft, und half sich durch die Kraft der Elemente. Er vermehrte das Vermögen seiner Sinne: er berichtigte ihren Gebrauch, er machte ihr Verhältniß sicherer, und gab seiner physischen Kraft den Umfang und die Genauigkeit, welche die Natur ihr versagt zu haben schien.

Indeß haben wir durch Erlangung neuer Organe vielleicht das Vermögen unsrer natürlichen geschwächt und vermindert. Weniger geübt, haben sie die Voll-

kommenheit, die sie durch die Uebung erhalten konnten, verloren. Dieser Verlust ist, so paradox die Behauptung auch scheinen mag, für uns vortheilhaft gewesen. Wir sind fähiger geworden zu meditiren, und unser Geist hat sich durch die Einschränkung unsers Körpers mehr entwickelt. Die Natur umgiebt uns mit ihren Operationen, alles um uns her ist in einer unaufhörlichen Bewegung, zu feine Sinne würden uns zu oft zerstreuen, die Erinnerung und die Rückkehr unsrer Gedanken verwirren; die Sinnlichkeit würde immer thätig und der Verstand ganz unwirksam seyn, und ein Mensch, der jeden Augenblick neue Empfindungen und Ideen hätte, würde einem Geizigen gleich seyn, der einen Schatz vermehrt, ohne ihn zu geniessen. Es giebt ein nothwendiges Mittel zwischen feinen Sinnen, die zu viel Ideen erzeugen und zwischen stumpfen, die nicht genug liefern würden. Die Instrumente gewähren uns diesen Vortheil, sie sind Sinne, deren der Mensch sich nach Gefallen bedienen kann. Er fragt sie, um sich zu belehren, er entfernt sie, um über ihre Verhältnisse nachzudenken, und ihre Produkte mit einander zu vereinigen. Zu seinen unbewaffneten Sinne zurückgekehrt kann der Mensch, der sich in sich zurückzieht, das was er besitzt ungestöhrt betrachten: der Beobachtungsgeist ruht, und die Stille der Einsamkeit giebt dem Genie Musse sich zu entwickeln.

§. 3.

Die Astronomie scheint nur ein Gegenstand des Gesichts zu seyn; des Sinnes der den größten Wirkungskreis hat. Er versetzt uns überall hin, und läßt uns das ganze Schauspiel des Universums geniessen. Hätte aber der Mensch bloß seine Augen gebraucht, so würde er bei weitem nicht alle die Fortschritte, deren er fähig ist gemacht haben. Der bloße Anblick der auf dem Himmelsgewölbe ausgestreueten Sterne, verschafft uns nur unzusammenhängende Empfindungen, unvollkommne Vorstellungen von ihrem Orte, ihrer Größe und ihrer Entfernung. Wir haben nur einen einzigen sichern

Führer, nämlich das Gefühl, den treuesten unsrer Sinnen. Wir müßten also die Sterne berühren um uns ihrer Lage zu versichern, und sie zu messen, eine zum Erstaunen kühne Unternehmung des menschlichen Geistes! Sie hatte indeß den besten Erfolg. Diesem Unternehmen hat das erste Instrument, dessen Erfindung um so mehr eine Beschreibung verdient, weil es ein Fundamentalinstrument geworden ist, seinen Ursprung zu verdanken.

Wollen wir über die Größe oder die Entfernung eines Gegenstandes urtheilen, so berühren wir die Gegenstände. Giebt uns das Gesicht eine Vorstellung davon, so rührt das bekanntlich daher, weil wir es lange Zeit, von unsrer frühsten Kindheit an durchs Gefühl berichtigt haben. Wir strecken unsre Arme aus, um die Gegenstände zu ergreifen; aber wir scheinen die Gränzen unsrer Natur und unsres Erkenntnißvermögens erreicht zu haben, sobald die Hände sie nicht erreichen, und wir uns nicht fortbewegen können. Zwischen den Sternen welche sich im Hintergrunde unsers Auges abmahlen, befinden sich nur durch die Entfernung zusammengedrängte Zwischenräume; das Gesicht stellt sie sehr klein dar; und der Verstand begreift, daß sie groß sind. Aber wie groß sind sie wirklich? Wie klärt dieß der Verstand auf, wie berichtigt in diesen Tiefen des Raums das Gefühl den Sinn des Gesichts? Man glaubte, sich des Gesichtsstrahls bedienen zu können, der bis zu den entferntesten Sterne reicht; man erfand die Alhidade, das heißt, ein langes hölzernes oder metallenes Lineal, welches nach dem Gesicht gerichtet wird und zugleich die Richtung desselben bestimmt. Der Gesichtsstrahl, der sich immer in grader Linie ausdehnt, ist gleichsam ein Faden, der von dem Gegenstande bis zum Auge gezogen wird. Die kleinen Erfindungen führen stufenweise auf größere; der Mensch forscht, untersucht und berührt mit einem Stabe die Dinge, welche er nicht erreichen kann. Die Alhidade ist weiter nichts,

als dieser bis zu dem Ziele, wohin das Gesicht führt, verlängerte Stab. Indem man nach einem Sterne zielt, indem man den Gesichtsstrahl längs der Alhidade fortführt, indem man ihn berührt, um seine Richtung zu ordnen, berührt man mit seinem Ende den Stern und versichert sich, daß er nicht davon abweicht. Dieß so einfache Instrument, dieß hölzerne Lineal ist also ein sehr sinnreiches, durch eine tiefe, in der Einfachheit der Operationen verborgene Metaphysik, hervorgebrachtes Mittel.

§. 4.

Dieser, durch den Gesichtsstrahl verlängerte Stab, ist hinlänglich, einen einfachen Gegenstand zu erreichen; ist aber dieser Gegenstand doppelt oder von einiger Ausdehnung, so reicht er nicht mehr zu, die Entfernung oder die Größe damit zu fassen, und man muß ein doppelarmiges Instrument haben, um diese Entfernungen und Größen, wie mit einer Art von Zange einzuschliessen. Wir bedienen uns bei der Beschreibung, so edler Erfindungen vielleicht eines etwas gemeinen Beispiels; aber so wie man unbedeutende Sachen durch große Vergleichungen veredelt, so werden erhabne und schwere Gegenstände durch bekannte Beispiele am besten erläutert. Man ahmte das nach, was in dem Auge vorgeht, wo die Gesichtsstrahlen, die von zwei getrennten Objekten ausgehen, zusammenstoßen, und einen desto größern Winkel machen, je größer die gegenseitige Entfernung dieser Gegenstände ist. Man hatte sich schon eines Gesichtsstrahls bei der Erfindung der Alhidade bedient; man sah, daß man zwei Strahlen gebrauchen, und zwei Alhidaden an einem ihrer Enden vereinigen müßte. Man visirte nach den beiden Gegenständen, indem man das Gesicht nach und nach längst der beiden Lineale richtete, und ihre Abweichung war das Maß der Entfernung. Aber hier zeigten sich Messungen von ganz neuer und unbekannter Art. Man hatte immer jede Größe durch eine ähnliche Größe gemessen; Linien Längen und Wege, durch grade Linien von einer über-

eingekommnen Länge; Flächen durch Quadrate; schwere Körper durch Würfel oder durch Gewichte. Jede Größe hat ihr festes und durch Uebereinkunft bestimmtes Maaß. Hier war das Maaß ein Winkel. Wie sollte man die Größe dieses Winkels bestimmen, und wenn die Größen verschieden waren, wie ihr Verhältniß angeben? Man denke sich die Zeiten, wo die Geometrie noch nicht existirte, wo die Menschen sich noch nicht gewöhnt hatten, die Eigenschaften der Figuren zu betrachten: so wird man begreifen, wie sehr man durch diese Schwierigkeiten verwirrt werden mußte, und wie viel Genie dazu gehörte, sie zu heben. Man gelangte endlich dahin durch eine Folge von Ideen und Erfindungen, die als die ersten schwer, und wegen ihrer Einfachheit erhaben waren. Auch noch heut zu Tage ist die Einfachheit das höchste Verdienst der neuen Erfindungen; sie ist das Loos großer Köpfe. Nur nach Versuchen, nach sinnreichen Verwickelungen, die oft durchaus vor der Einfachheit vorhergehen müssen, ist man dahin gelangt; und aus den Anstrengungen, die es noch jetzt kostet, das Licht der Wahrheit groß und allgemein zu machen, die Künste mit einander zu vereinigen, und die gegenseitige Mittheilung und Aufklärung der Gemüther zu befördern, kann man urtheilen, was es muß gekostet haben, als die isolirten Künste erst anfingen Licht zu verbreiten, und das Genie, mitten unter dem Haufen roher Menschen, einsam und allein gegen ihre Schwierigkeiten zu kämpfen hatte.

Man untersuchte das neue Instrument, man studirte den Gebrauch desselben. Man bemerkte, daß man für entferntere Sterne die beiden Lineale durch eine drehende Bewegung auf dem ihnen gemeinschaftlichen Ende mehr entfernen mußte. Man drehete das eine Lineal ganz um diesen Mittelpunkt herum; und man erkannte, daß diese Umdrehung ein festes und unveränderliches Maaß wurde. Wie groß oder wie klein auch die Entfernung der Sterne war, so war doch der Zwischenraum der beiden Regeln immer ein Bruch der ganzen Umdre-

hung, dessen Verhältniß sich immer angeben ließ. Man erreichte dieß dadurch, daß man die beiden Regeln gleich machte, und durch einen hölzernen oder metallnen Kreisbogen den Weg vorstellte, den das äusserste Ende der beweglichen Regel beschrieb. Diese Peripherie, in Grade getheilt, gab die Brüche des Kreises selbst, und alle Entfernungen ließen sich jetzt ausmessen. Dieß war ohne Zweifel der Ursprung des Kreises; dieß war sicher die Quelle des bei den Alten so tief eingewurzelten Vorurtheils, daß sich die Sterne nur in einem Kreise bewegen könnten, eines Vorurtheils das sich auf Erfahrung gründete. Hatte man vermittelst des beweglichen Lineals lange Zeit einen und denselben Stern verfolgt, so war es natürlich, zu bemerken, daß er denselben Weg gemacht hatte. Diese Entstehung der Kreislinie ist uns sehr wahrscheinlich und merkwürdig. Wir haben deswegen auch gesagt, die erste geometrische Erfindung könne der Astronomie gehören. Die Metaphysik, unter deren Leitung wir sie wieder aufgefunden haben, ist vielleicht von den Erfindern nicht verstanden worden. Aber das Instrument, welches sich daraus ergiebt, der eingetheilte Kreis, das Maaß der Entfernungen am Himmel durch die Winkel und durch die Kreisbewegung, verdienen Lob und Bewunderung. Die Urheber dieser Erfindung waren fähig, die Wissenschaften zu vervollkommnen und ihre Gränzen zu erweitern. Unsre sinnreichsten und vollkommensten Instrumente dieser Art sind weiter nichts, als dieß uranfängliche Instrument. Wir können ohne Zweifel auf unsre Bemühungen, auf unsern glücklichen Erfolg stolz sein; aber wenn wir unsre Lehrer eine Reihe von Jahrhunderten hindurch verbessern, so müssen wir wenigstens gestehen, daß sie das, was wir vervollkommnen, geschaffen haben.

§. 5.

Als das Kreisinstrument erfunden war, kam man bald auf die Erfindung der beschriebnen a) metallnen

a) Gesch. der Stern. des Alterth. 1. B. 2. Abschn. §. 14.

Sphäre. Wir haben ihre Einrichtung, ihre Lage und ihren Gebrauch erklärt. Im allgemeinen war sie unsrer Himmelskugel ähnlich. Ein jeder von ihren Kreisen wurde zu Alexandrien eine Armille genannt, und das Ganze hieß Astrolabium a). Es war aber nicht das Werk dieser berühmten Schule; sondern es gehört der uralten Astronomie, und fällt nothwendig in die Zeiten der astronomischen Bestimmungen, welche die Alten ohne ihre Hülfe nicht hätten anstellen können b). Man findet es in China in dem höchsten Alter des Reichs wieder c). Aber man trifft keine Spur davon bei den Indiern und Chaldäern. Diese Erfindung wurde durch die alexandrinischen Astronomen wieder erneuert Aristyllus und Timochares haben Armillen gehabt, Eratosthenes ließ größere verfertigen. Wir kennen den Maaßstab dieser Instrumente nicht; aber wir glauben, daß sie nicht weniger als sieben bis acht Fuß im Halbmesser hatten. Man sieht leicht ein, daß eine Sphäre die aus vier bis fünf kupfernen Kreisen von funfzehn bis sechszehn Fuß besteht, eine ungeheure und schwere Masse sein mußte, deren Bewegung viel Kunst erforderte, und welche wegen der vielen Kosten, nur auf einem großen Observatorium, das von einem reichen Fürsten unterhalten wurde, gefunden werden konnte.

§. 6.

Dieß Instrument bestand, wie wir schon erwähnt haben, aus einem Aequator, welcher von zwei größten Kreisen unter rechten Winkeln in den Aequinoktial- und Solstitialpunkten geschnitten wurde; dieß waren die Koluren. Diese Kreise, die mit einander vereinigt und in einen andern größten Kreis, der senkrecht auf dem Horizonte stand und den Meridian vorstellte, befestigt waren, liessen sich um eine Axe drehen, welche durch die

a) Ptolem. Almag. Lib. V. c. 1.
b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 2. Abschn. §. 19. Unten Erläut. §. 3.
c) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 4. Abschn. §. 22.

beiden Weltpole ging. Weil dieß Instrument, wie die Himmelssphäre, beweglich war, so mußte man es, um dieser in ihrer täglichen Bewegung in vier und zwanzig Stunden zu folgen, bei jeder Beobachtung richten, und mit dem gegenwärtigen Zustande des Himmels übereinstimmend machen. Man wählte einen Stern, dessen Lage bekannt, und auf dem getheilten Aequator bezeichnet war. Man visirte nach diesem Sterne. Alsdann stimmte das Instrument mit dem Himmel überein. Es zeigte die Lage aller übrigen Sterne, sowohl in Rücksicht des Aequators, als der Koluren. Ein eingetheiltes Viertheil vom Kreise, das von dem Pole bis zum Aequator ging, und unter diesem Kreise fortbewegt werden konnte, diente dazu, die Entfernung der Sterne die nicht im Aequator lagen, oder eine Abweichung hatten, zu messen.

Man brachte um den Gesichtsstrahl nach dem beobachteten Sterne besser zu richten, an diese Kreise Alhidaden an. Hipparch vervollkommnete die Alhidade durch Dioptern. Wenn man an einer Regel hinunter nach einem Gegenstande sieht, so ist man gewiß, daß der Gegenstand weder oberhalb, noch unterhalb liegt; aber in Ansehung der Breite des Lineals ist man wegen der Richtung der Augenaxe ungewiß. Man befestigte daher an die beiden Enden derselben zwei kleine Metallstücke, in jedes eine senkrechte Spalte oder ein kleines Loch in der Mitte geschnitten, und so hatte man die Richtung des Sehstrahls sehr genau.

§. 7.

Was die Sonne betrifft, so beobachtete man ihren Durchgang durch die Ebene der Kreise vermittelst des Schattens, den der obere Theil des Kreises auf die Höhlung des untern Theils warf. Weil dieser Schatten immer schmaler war, als die Dicke des kupfernen Kreises, so urtheilte man von der Zeit, in welcher sich die Sonne in dieser Ebne befand, indem man den Augenblick beobachtete, wo der Schatten grade in der Mitte

des Rings war, so daß die beiden Ränder gleich stark erleuchtet wurden. Fiel die Zeit dieses Durchgangs in die Nacht, und der Augenblick konnte nicht unmittelbar beobachtet werden, so bestimmte man die Stunde der Nacht, in welcher der Durchgang vorgefallen war, aus der Lage des Schattens des nächstvorhergehenden und nächstfolgenden Tages. Auf die Art beobachtete man die Nachtgleiche a).

Vermuthlich fügte man zur Zeit des Eratosthenes zu diesem Instrument einen Kreis hinzu, der sich um den Mittelpunct des Aequators drehen ließ, damit man ihn mit der Sonne erheben und herunterlassen konnte. Diese Erfindung des Eratosthenes diente ihm, die Schiefe der Ekliptik zu messen. Gegen die Zeit des Sommersonnenstillstands richtete er diese bewegliche Ekliptik auf die Sonne, und stellte sie so, daß der Schatten des obern Theils grade die Mitte der untern Höhlung einnahm. Der Tag, da man aufhörte, diesen Kreis zu erheben, war der Tag des Sonnenstillstands, und die größte Sonnenhöhe wurde durch die Grade des Meridians ausgedrückt. Den Winter beobachtete man auf dieselbe Art. Die kleinste Höhe, und der Unterschied gab die Entfernung der Wendekreise, deren Hälfte die Schiefe der Ekliptik war. Die Alten scheinen niemals die Idee gehabt zu haben, die absolute Höhe der Sonne oder der Sterne über dem Horizonte zu messen. Sie betrachteten vielleicht diesen Kreis, in Absicht der Kreise der Sphäre, als zu veränderlich, um darauf eine Beobachtung zu beziehen.

§. 8.

Die Zeit zu messen und kennen zu lernen war der erste Zweck astronomischer Arbeiten, und die erste Frucht, welche die Menschen daraus zogen. Man rechnete Anfangs nach Sonnen oder nach Tagen; man vergrößerte die Maßen, indem man sich zuerst der Mondesumläufe,

a) Memoires de l'Academie des Sciences 1703, p. 42.

darauf des jährlichen Sonnenumlaufs, und endlich, um größere Zeiträume zu fassen, oder um eine numerische Vorstellung von dieser beständigen und schnellen Folge, welche die Generationen der Wesen, und die Dauer der Reihe verschlingt, und wovon die großen Naturperioden nur Einheiten sind, zu haben, ihrer kombinirten Revolutionen bediente. Aber diese aufgehäuften Jahrhunderte waren nur für die Wißbegier und für den Gebrauch des Verstandes; vor diesen Untersuchungen erforderten die bürgerlichen Bedürfnisse kleinere Zeitmaaße, um den Tag und die Arbeiten darnach einzutheilen. Die Natur hatte durch die Abwechselung des Lichts und der Finsterniß, die Abwechselung der Arbeit und Ruhe geordnet. Die erste Eintheilung des Tages war einfach. Man theilte nämlich den Tag in vier Theile in Morgen, Mittag, Abend und Mitternacht. Vermuthlich hat man von diesen Eintheilungen wieder Unterabtheilungen gemacht. Daher entstanden die vier Theile des Tages und die vier Nachtwachen der Römer, eine Eintheilung die man noch bei den Indianern findet a).

§. 9.

Diese Maße waren unbestimmt und ungwiß, als man aber die Genauigkeit der Kunst darauf anwandte, als man den Tag in gleiche Theile, Stunden genannt, theilen wollte, bediente man sich zweier Mittel nämlich der Wasseruhren, in welchen der, durch gewisse Kunstgriffe gemäßigte und geleitete Fall des Wassers die Stunden anzeigte; und der Sonnenuhren, auf welchen der Schatten eines Stifts fortrückt, indem er der Bewegung der Sonne folgt, und zu demselben Zwecke dient. Die Wasseruhren gehören unter die ältesten Erfindungen. Man würde den Fall des Wassers nicht gebraucht haben, um den Aequator in zwölf Theile zu theilen, wenn man einen abgetheilten Kreis und die kupferne Sphäre, wovon wir so eben geredet haben, ge-

a) Gesch. d. Sternk. d. Alterth. 1. B. 4. Abschn. §. 14

habt hätte. Dieß Instrument würde unmittelbar die gesuchte Eintheilung gegeben haben, und weil dasselbe von einem hohen Alter ist, so sieht man daraus, daß der Ursprung der Wasseruhren sich in die entferntesten Zeiten verliert. Die Sonnenuhren haben ihren Ursprung den abgetheilten Kreisen und den alten Armillen zu verdanken. Eine Sonnenuhr ist weiter nichts, als ein auf einer Ebne beschriebner Kreis, eine vereinfachte Armille. Dieser Kreis, der, wie ehemals in sechszig, oder in Beziehung auf die zwölf Theile des Aequators abgetheilt war, gab zwei Tagesabtheilungen eine allgemeinere in sechszig Theile, welche die ältere zu sein scheint, und eine andre in zwölf Theile. Diese Stunden waren Anfangs gleich; sie würden nicht zum Zeitmaaße gebraucht worden sein, wenn sie ungleich gewesen wären; übrigens gab sie das Instrument, die Sonnenuhr selbst so. Man hätte ohne Hülfe der Projektionsmethode, deren Erfindung weit neuer ist, als die Erfindung der Sonnenuhren, nur Sonnenuhren verfertigen können, welche ungleiche Stunden anzeigten. Die Stunden wurden nur deswegen ungleich, weil sie aus der Astronomie auch aufs bürgerliche Leben übergetragen wurden. Die Astronomen nannten Tag oder künstlichen Tag die Dauer einer ganzen Revolution der Sonne. Der künstliche Tag faßt einen natürlichen und die darauf folgende Nacht in sich. Das Volk welches wacht, um zu arbeiten, wenn die Sonne ihm leuchtet, und schläft, wenn sich die Sonne wieder entfernt, konnte nicht begreifen, daß man ein Gemisch von Licht und Dunkelheit, von Arbeit und Ruhe Tag nennte. Es entstellte eine nützliche Abtheilung, und die Unwissenheit machte dieselbe, um sie nach ihren Gebrauche zu bequemen, unvollständig. Sie bekümmerte sich nicht darum, ob die Zeit, während sich die Menschen dem Schlafe überließen, auf gleiche Weise fortlaufe; sie wendte die zwölf Stunden auf den natürlichen Tag, auf die Zeit der Gegenwart der Sonne an. Der große Haufe widersteht vermöge seiner Masse und der Kraft der Trägheit, und

schreibt der kleinen Anzahl aufgeklärterer Köpfe Gesetze vor. Man mußte der Unwissenheit nachgeben, die man ohne Zweifel nicht aufklären konnte; und man verdoppelte die Zahl der Stunden, damit die Nacht wie der Tag gemessen wurde. Man hatte also vier und zwanzig Stunden. Aber die Wissenschaft that noch mehr, nachdem sie ihrer Feindin den Sieg überlassen hatte; sie ward genöthigt ihr zu Hülfe zu kommen, und den Folgen ihrer Hartnäckigkeit vorzubeugen. Weil die Tage ungleich waren, so wurden eben so, wie sie, auch die Stunden zu den verschiednen Jahrszeiten ungleich. Der gemeine Mann hatte sich gewiß, wie unsre Landleute, durch den beständigen Anblick des Himmels irgend ein rohes Mittel verschafft, den Tag in seine Stunden abzutheilen. Allein diese Theilung war schlecht: die Stunden jedes Tages mußten unter einander gleich sein, und sie waren es nicht. Die Wissenschaft leitete aus ihren neuen Methoden und Erfindungen die Einrichtung der Uhren und der zusammengesetzten Sonnenzeiger her, welche die ungleiche Tagesdauer in zwölf gleiche Theile theilte. Dieß war das Werk der alexandrinischen Schule. Vitruvius a) hat uns eine Nomenklatur und eine Beschreibung von diesen verschiednen Instrumen aufbewahrt. Wir werden einiges davon beschreiben, und was dieser Schule gehört von dem, was ein Eigenthum der frühern Zeiten ist, unterscheiden.

§. 10.

Die ersten Wasseruhren waren einfach und sogar roh. Vermuthlich hat man Anfangs die Zeit durch das aus einem Gefäße ausfließende Wasser messen wollen; allein man wurde bald gewahr, daß die Quantitäten des Wassers der Zeit, nicht proportionel waren, und als man einsah, daß der Fehler von dem ungleichen Falle des Wassers herrührte, so wird man dieß dadurch zu verbessern gesucht haben, daß man sich im Gegentheile der Zeit des Eintauchens der Körper in das Wasser be-

a) Architect. Lib. IX. c. 9.

diente. Der kleine Stab der Indianer, in welchen ein Loch gebohrt ist, und der Anfangs auf dem Wasser schwimmt, und nach einer gewissen, durch die Erfahrung bestimmteen Zeit, sich untertaucht, ist vielleicht das erste Mittel dieser Art, dessen man sich bedient hat und der erste Grad der Vollkommenheit der Wasseruhren gewesen. Durch die Erfahrung könnte man auf die Einrichtung verschiedner Maschinen dieser Art geleitet werden, welche verschiedne Zeiträume maßen, die Unterabtheilungen von einander waren. Allein alsdann würde die Zeitabtheilung in sehr kleine, wie sie ohne Zweifel in Asien im Gebrauch gewesen ist a), einen ungeheuern Apparat von diesen Maschinen erfordert haben. Die Sorge, sie eine auf die andre folgen zu lassen, würde sich vervielfältigt haben, und es würden ungeheure, durch den unvermeidlichen Zeitverlust entstandene Irrthümer vorgefallen sein.

Die Alten haben sich wahrscheinlich der alten Methode des natürlichen Falls des Wassers bedient und für genaue Operationen, wie z. B. die Eintheilung des Thierkreises, nach einer jeden Zeitabtheilung, das ausgelaufne Wasser wieder ins Gefäß hineingegossen damit es immer von derselben Höhe und mit derselben Geschwindigkeit fiele, und so immer gleiche Zeiträume mäße b).

Die Erfahrung hat sie vielleicht damals darauf geführt, einen Kegel, oder eine umgekehrte Pyramide zu verfertigen, wo das Wasser zwar in ungleichen Theilen auslief, aber doch durch gleiche auf einer an dem Instrumente angebrachten Skale bezeichneteG rade, herabsteigen konnte c). Wir glauben, daß man dieß Instrument

a) Aelt. Astr. Ebendas.
b) Ebendas. Erl. 11. Abschn. §. 14.
c) In einem kegelförmigen Gefäße sinkt das Wasser nicht in gleichen Zeiten um gleiche Höhen, sondern es wird dazu ein Körper erfordert, der durch die Umdrehung einer krummen Linie entsteht deren, Gleichung $y4 = ax$ ist. Sie gehört

hat erfinden müssen, wenn es gleich von keinem Schriftsteller beschrieben ist, weil es unsrer Meinung nach vor der ersten Art von Wasseruhren, die wir jetzt beschrieben haben, vorhergehen mußte.

§. 11.

Es läßt sich jedoch auch denken, daß die Alten irgend ein Mittel hatten, die Geschwindigkeit des Wassers und die ausgelaufenen Quantitäten immer gleich zu machen. Wir werden sehen, daß mehrere Wasseruhren auf diese Gleichheit gegründet sind. Sobald sie bemerkten, daß die Geschwindigkeit des Wassers von der Höhe seines Falls abhing, suchten sie wahrscheinlich Mittel, das Behältniß immer voll und das Wasser in gleicher Höhe zu erhalten. Vielleicht war folgendes Mittel einfach genug, um dazu gebraucht worden zu seyn. Man stelle sich zwei Behälter vor: aus dem ersten fließt das Wasser in das zweite bis zu der Höhe, in welcher man das Wasser unterhalten will. Giebt der erste Behälter eine größre Menge Wasser her, als der andre verbrauchen kann, so fließt der Ueberfluß über. Man hat nur nöthig den Umfang und den Innhalt beider Behälter so einzurichten, daß der eine immer wenigstens so viel giebt als der andre verbraucht.

Nachdem sie diese Schwierigkeit überwunden hatten, stießen sie auf eine andre nicht minder große, als die erste. Diese Schwierigkeit entsprang aus der Ungleichheit der Stunden. Zu Alexandrien hatte z. B. der längste Tag im Jahr 14 Stunden und ein zwölftheil, oder die Stunde 1 St. 10′; der kürzeste Wintertag war 10 Stunden lang oder die Stunde 50′, nach unsrer Art zu rechnen. Wenn die Tagsstunden 1 St. 10′ lang waren, so hielt die Stunde der Nacht 50′ und umgekehrt. Die Stunden der Nacht und des Tages wechselten von 1 St. 10′ bis 50′ in den mittlern Zeiten ab. Die Zeit der Nachtgleiche war die einzige, wo die Tage

zu dem Geschlechte der Parabeln (Man sehe Kästn. Hydrodyn. Seite 139 u. 140). Uebersetzer

den Nächten, und eben so die Stunden der Nacht den Stunden des Tages gleich waren. Wenn auch die Alten das Maß von einem Zeitraume geben wollten, so bedienten sie sich, um die Verwirrung der Jahrszeiten zu vermeiden, welche die Länge der Stunden bestimmten, der Aequinoktial-Stunden, die damals den vier und zwanzigsten Theil des künstlichen Tages ausmachten a).

§. 12.

Die erste Art von Klepsydern, oder die wir wenigstens mit Recht als die ersten ansehen können, weil sie die einfachste ist, bestand aus zwei umgekehrten Kegeln, aus einem hohlen, und an seiner Spitze mit einem Loche versehnen, und aus einem soliden Kegel. Die Alten hatten bemerkt, daß ihre Uhren, wenn sie die Ungleichheit der Stunden anzeigen sollten, das Wasser ungleich, in größerer oder geringerer Quantität, müßten auslaufen lassen. Diese beiden Kegel waren so ähnlich abgerundet, daß sie ganz genau in einander paßten. Der hohle Kegel war so abgemessen, daß er, wenn er voll Wasser war, sich während der Dauer des kürzesten Wintertages ausleerte b). Seine Länge war in zwölf Theile getheilt und das Fallen des Wassers bezeichnete die Stunden; oder vielleicht zeigte auch das in ein Gefäß gefallne und aufgenommne Wasser die gleichen Tagsabtheilungen durch seine verschiedenen Höhen an. Wurden die Tage und mit ihnen die Stunden länger, so setzte man den

a) Achilles Tatius. Isag. c. 18.

b) Da durch das Eintauchen des soliden Kegels in den hohlen das darin befindliche Wasser höher steigt, so übt es auch jetzt einen stärkern Druck aus, und läuft mit größrer Geschwindigkeit aus als vorher. Die Zeit des Ausfliessens ist also kürzer oder länger, je nachdem der feste Kegel tiefer oder weniger tief eingetaucht wird, der hohle Kegel mußte also so viel Wasser enthalten, daß er sich während der Dauer des längsten Sommertages und nicht wie der Verf. sagt, des kürzesten Wintertags ausleerte. Uebrigens darf man auch hier aus dem oben angeführten Grunde auf kein gleichförmiges Ausfliessen rechnen. Uebersetzer

soliden Kegel hinein, und so wie derselbe weniger oder mehr in den hohlen fortrückte, floß das Wasser mit mehr oder weniger Leichtigkeit aus. Es gehörte mehr Zeit dazu; damit dieselbe Quantität Wasser ausfloß, und die Theile des Tages oder die Stunden wurden länger. Der feste Kegel wurde von einer graduirten Regel getragen, welche anzeigte, wie viel er nach der Länge der Tage eingetaucht oder zurück gezogen werden müßte. Dieß ist eine einfache und sogar rohe Einrichtung. Eine solche Maschine würde schwer auszuführen seyn, wenn man nur die mindeste Genauigkeit verlangte. Besonders erforderte die graduirte Skale eine Genauigkeit, deren die Alten Anfangs nicht fähig waren; aber man vervollkommnete sie nach und nach, und so unvollkommen sie auch war, so dürfen wir doch nicht zweifeln, daß diese Uhr die Ungleichheit der Stunden auf eine befriedigende Art zeigte. Wir müssen glauben, daß sie keinen so beträchtlichen Fehler hatte, der ihren Gebrauch verhindert haben würde. Die Mühe, welche sich Vitruv giebt, sie zu beschreiben, beweiset, daß man sich lange Zeit derselben bedient hatte, und daß selbst zu seiner Zeit Leute, die nicht so bemittelt waren, eine größre Genauigkeit zu bezahlen, Gebrauch davon machten. Man denke sich, wie viel Versuche, Bemühungen und wiederholte Erfahrungen es wenigstens in der Zeit von einem Jahre hat kosten müssen, die Gradation dieser Maschine, die allen übrigen zum Muster dienen konnte, zu bestimmen und einzurichten. Auf die Art ersetzt die Geduld die Stelle des Genies so lange, bis die Erfindung zu Hülfe kömmt.

§. 13.

Die zweite Art von Klepsydern war sinnreicher und angenehmer eingerichtet. Das Hauptstück bestand aus einer Säule, auf welcher man in schiefer Richtung die Linien der Stunden ungefähr auf folgende Art bezeichnete. Man zog auf die Säule zwei diametrisch entgegengesetzte Vertikallinien; wovon die eine in dem Verhältnisse des längsten Tages zur kürzesten Nacht, und die

andere in dem entgegengesetzten Verhältnisse des kürzesten Tages zur längsten Nacht, eingetheilt war. Jede von diesen vier Abtheilungen theilte man wieder in zwölf Theile, welche die Stunden des Tages und der Nacht vorstellten, und indem man diese korrespondirenden, Abtheilungen durch schiefe Transversal-Linien, die auf der Oberfläche der Säule beschrieben wurden, mit einander vereinigte: so hatte man die successive Verminderung oder Vermehrung der Stunden in den verschiednen Jahrszeiten. Die Säule war beweglich, und drehte sich in Zeit von einem Jahre um sich selbst herum, so daß sie nach dem Verhältniß der in zwölf Theile oder Stunden getheilten Tage nach und nach kleinere oder größre Räume zeigte, welche eine kleine Figur zur Seite mit einem Zeiger bemerkte. Die kleine Figur mußte natürlich selbst in die Höhe bewegt werden können, damit sein Zeiger alle Stunden nach einander zeigte; und diese Bewegung wurde jeden Tag erneuert. Diese beiden Bewegungen der Säule und der Figur, wurden durch den Fall des Wassers hervorgebracht, welcher gleich sein mußte. Es wurde nothwendig ein Räderwerk zu dieser Maschine erfordert. Perrault hat den Mechanismus, wodurch diese Bewegungen hervorgebracht wurden, zu errathen gesucht; wir können nicht entscheiden, ob das, was er beschreibt wirklich der Mechanismus der Alten ist. Er sei aber übrigens beschaffen gewesen, wie er wolle, so zeigt er doch, daß die Mechanik, wenigstens die praktische Mechanik, bei den Alten schon Fortschritte gemacht, und daß die längst bekannte Kunst der Wasseruhren beinahe ihre Vollkommenheit erreicht hatte. Wären die Theile, welche diese Maschine in Bewegung setzten, nicht mit Einsicht verbunden und mit Geschicklichkeit ausgeführt worden, so würden daraus in kurzer Zeit ungeheure Unregelmäßigkeiten entsprungen seyn.

§. 14.

Vitruv bemerkt, daß diese Bewegungen vermittelst gezähnter Räder wären ausgeführt worden; er fügt

hinzu, daß diese Räder Steine werfen. Perrault vermuthet mit Recht, daß diese Steine in ein metallnes Becken gefallen und bestimmt gewesen wären, die Stunden anzuzeigen und zum Schlagwerke zu dienen. Vitruv a), der an einem andern Orte eine Maschine erklärt, vermittelst der man den Weg, den man in einem Wagen zurücklegt, misset, sagt ausdrücklich, daß sie Kieselsteine enthielte, von denen jede Meile einer herausfiele. Man kömmt natürlich auf die Vermuthung, daß die Alten sich auf gleiche Weise dieser Kiesel bedienten, die Stunden schlagen zu lassen. Unter den Geschenken welche der Khalife Harun Al Raschid durch seine Gesandten an Karl den Großen schickte, war eine Uhr, welche die Stunden durch Kugeln anzeigte, die herausprangen, und in ein metallnes Gefäß fielen. Man sagt, daß dieser Kugeln zwölf gewesen wären b). Daraus schliessen wir, daß dieß Schlagwerk nur durch einen Schlag die Stunde anzeigte. Es ist nicht wahrscheinlich daß der Kunstfleiß der Alten es so weit gebracht habe, durch die Zahl der Schläge, die Zahl der verfloßnen Stunden zu bezeichnen. So schreiten die Wünsche des Menschen, und mit ihnen die Künste fort. Man wollte die Zeit messen, man erfand die Uhren und man schätzte sich glücklich die gleichen Zeiträume des Lebens und Daseyns bestimmen zu können. Dieß war noch nicht genug, man wollte auch des Nachts die Stundenfolge hören; man wollte sich den Tag über der Mühe entledigen, nach der Uhr zu sehen, und der beschäfftigte, oder zerstreute Mensch wollte, daß der Schall ihm die Zeit ankündigte. Allein die Zeit verfließt, nicht weniger ohne sein Wissen, wenn er nachdenkt oder wenn er spielt, und wenn innere Unruhe ihn quält, wenn die Hoffnung sich nach den Tröstungen der Zeit sehnt, so ist das Schlagwerk eben so langsam, als der Zeicher, welcher unbeweglich zu seyn scheint.

a) Architect Li' , capite XIV.

b) Annales Regi Franc. Pipini, Caroli Mag. ad an. 807.

§. 15.

Die vorhergehende Uhr muß also zu Alexandrien erfunden seyn, wo die Mathematik kultivirt wurde. Diese neue Wissenschaft wurde den Künsten zu Hülfe gerufen. Ktesibius, den man als den Erfinder der Wasseruhren ansieht, und der bloß die Maschinen dieser Art, die ungleich älter als er waren, vervollkommnet hat, konnte von dieser der Erfinder sein. Man verdankt ihm verschiedne Erfindungen, als der Pumpen und der Hydraulischen Orgeln, oder der Maschinen, die, durch Wasser bewegt, Töne hervorbringen. Diese Erfindungen mußten viel Aehnlichkeit mit der so eben beschriebnen Uhr haben. Wir haben sie als die Zweite von den Wasseruhren betrachtet. Was nämlich in den beiden folgenden Arten astronomisches vorkömmt, konnte nur hinzugefügt werden, als die Maschinen alle Vollkommenheit, die sie besitzen, erlangt hatten. Die Astronomie erscheint darin als eine fremde Vollkommenheit. In unsern Tagen hat man erst dann darauf gedacht Uhren zu machen, welche den wahren Gang der Sonne, die Mondsphasen, die Tage des Monats und der Woche bezeichnen, als die Grundsätze, welche die Gleichförmigkeit der Bewegung hervorbringen, hinlänglich vervollkommnet waren.

§. 16.

Die dritte Art der Wasseruhren ist die erste von denen, bei welchen die Alten einige astronomische Kenntnisse angebracht haben. Ungeachtet hier der Fall des Wassers immer gleich seyn mußte, so rührt doch die Ungleichheit der Stunden von ungleichen Quantitäten des Wassers her. Unter dem Zifferblatte ist ein andres Zifferblatt angebracht, um welches herum die Zeichen des Thierkreises und die Grade der Ekliptike gezeichnet sind. Der innere Theil des Zifferblatts läßt sich auf dem festen Thierkreise herum drehen. Er bildet eine Trommel, in deren krumme Fläche eine ungleiche Fuge hineingeschnitten ist. In dieser Fuge, welche sich durch die kreisförmige und gleiche Bewegung der Trommel

zeigt, ist ein Loch, aus welchem das Wasser herausfließt, indem es bald größere bald kleinere Quantitäten heraus läßt; und dieß auf die Art angewandte Wasser theilte dem Stundenzeiger seine Bewegung mit. An der Trommel befand sich ein Zeiger, den man, wie begreiflich nur auf den Ort der Sonne in der Ekliptik zu stellen brauchte. Die ungleiche Fuge regulirte die Quantität Wasser nach der Länge des Tages. Diese Mittel waren sehr sinnreich; allein es ist schwer, eine solche Fuge gut zu machen, und die Ausführung setzt viele Sorgfalt voraus. Wir können nicht unterlassen, hier die Bemerkung zu wiederholen, daß man in keiner neuen Kunst so viel Einsicht findet. Was die dem Stundenzeiger mitgetheilte Bewegung betrift, so verfuhr man damit auf folgende Art. Das Wasser fiel in ein Behältniß und erhob dadurch ein Stück Kork, welches an einer leichten um die Axe des Zeigers gewickelten Kette hing: An dem andern Ende der Kette war ein Gewicht aufgehängt, welches dem Korkstücke das Gleichgewicht hielt. Wurde also das Korkstück von dem Wasser in die Höhe gehoben, so stieg das Gewicht herab, und drehte dadurch sowohl die Axe, als den Stundenzeiger.

Die vierte Art, die wie ich glaube, zuletzt erfunden wurde, weil sie mehrere Kenntnisse voraussetzt, wurde Anaphorica genannt. Man zeichnete auf das Zifferblatt die Projektion der sphärischen Kreise, und die verschiednen Parallelkreise der Sonne wurden darauf beschrieben. Der tägliche und nächtliche Theil dieser Parallelkreise wurden jeder durch die zwölf Stundenkreise in zwölf Theile getheilt. Ein Nagel oben stellte die Sonne vor, die man jeden Tag in den Grad der Ekliptik, wo sie sich wirklich befand, hineinschieben konnte. Dieser Nagel, der durch den Fall des Wassers in Bewegung gesetzt wurde, beschrieb den Parallelkreis der Sonne und zeigte die Stunden. Man sieht, daß diese Uhr einem aufgeklärtern Jahrhundert gehört, als die ersten. Sie erfordert Tafeln von der Bewegung der Sonne: sie setzt die Projektionsmethode als bekannt

voraus. Sie gehört also in eine spätere Zeit als diese Methode, und als Hipparch, welcher zuerst Tafeln von der Bewegung der Sonne gab. Ohne Zweifel hat entweder dieser Astronom selbst, oder die Künstler seiner Zeit haben sich bemüht, diese neuen Kenntnisse auf die Vervollkommnung der Uhren anzuwenden.

§. 17.

Die Wasseruhren sind in ganz Asien in Gebrauch gewesen a), in China, in Indien, ohne Zweifel in Chaldäa, in Aegypten, in Griechenland, wo Plato sie einführte; Cäsar fand sie sogar in England, als er seine Waffen dahin trug. Dieß neue Instrument gab ihm Gelegenheit, zu beobachten, daß die Nächte dieser Himmelsgegend kürzer wären als in Italien. Die Sonnenuhren sind nicht von einem so allgemeinen Gebrauche gewesen. Nur bei den Chaldäern und bei den Juden, die sie aus Babylon erhielten, findet man Spuren von dieser Erfindung b). Unstreitig kam sie von da nach Griechenland, Aegypten und Rom. Vitruv sagt uns c), daß die Alten mehrere Arten von Sonnenuhren hatten; nämlich den Hemicyklus, die Skaphe oder Hemisphäre, den Diskus, die Aranea, die Prostahistorumena, die Prospanklima, den Pelerinon, den Konus, den Köcher, den Gonarch, die Angonate und die Antiborea. Eine so große Anzahl verschiedner Arten von Sonnenuhren ist ein Beweis von einer kultivirten und tief durchdachten Kunst. Wir können also daraus schliessen, daß die Gnomonik den Alten nicht allein nicht unbekannt gewesen sei, sondern daß sie uns vielleicht darin nichts nachgaben. Alle diese Kenntnisse, von denen in Vitruvs Werke erzählt wird, gehören nicht

a) In einem Triumphe des Pompejus trug man unter der Beute aus dem Orient eine Uhr in einem mit Porten besetzten Gehäuse. Plinius, Lib, XXXVII cap. 1. Mem. de l'Acad. des Inscrip. Tom. XX. p. 448.

b) Aeltere Astr. B. V. §. 10.

b) Archit. L. IX. cap. 9.

den Römern, deren Genie auf Künste oder Wissenschaften nicht gerichtet war. Sie kannten kaum dreihundert Jahre vor Chr. Geb. die Sonnenuhren. Sie haben die mathematischen Wissenschaften niemals so bearbeitet, daß man glauben könnte, diese Fortschritte und diese Vollkommenheit der Gnomonik seien ihr Werk. Ueberdieß spricht Vitruv davon zu oberflächlich, als daß man nicht glauben sollte, er rede von fremden Kenntnissen, mit denen er selbst nicht vertraut war. Wir setzen sie hierher, weil sie nicht das Werk der Römer sind, und diese sie aus Aegypten holen mußten, wo sie in der alexandrinischen Schule, wenn gleich nicht erfunden, doch wenigstens vervollkommnet sind.

Der Hemicyklus, welchen, wie wir schon gesagt haben a), Berosus erfunden hatte, war hemisphärisch und in ein Quadrat ausgeholt, so daß der größte Kreis dieser Halbkugel senkrecht auf der Ebne des Aequators stand. Wir wollen nicht weiter davon reden; denn der Text von Vitruv ist ziemlich dunkel und Perrault noch mehr. Diese Sonnenuhr scheint uns die Original-Sonnenuhr, die zuerst erfundene, seyn zu müssen; denn da die Sonne an der Ründung des Himmels in einem Kreise sich bewegt, so wollten die Alten, daß die Höhlung dieses Instruments dasselbe dem Gewölbe des Himmels ähnlich machte, und der, der Sonne gegen überstehende Schatten eben so, wie sie, auf einer Sphäre fortrückte. Man findet darin eine gewisse Nachahmung, welche in jeder Art der erste Schritt des menschlichen Verstandes ist.

§. 18.

Die Aranea ist eine Erfindung des Eudoxus. Wir haben gesagt, daß diese Sonnenuhr auf einer Ebne beschrieben war b), und daß die Menge von Linien, welche darauf gezogen waren, und einem Spinnengewebe glichen, zu diesem Namen Veranlassung ge-

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2ter B. 4tes B. §. 34.
b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 9. Abschn. §. 5.

geben habe. Eudoxus bemerkte ohne Zweifel, daß die Höhlung des Instruments zu seinem Zwecke ganz unnütz war: der Schatten des Stifts konnte eben so gut auf einer mit dem Aequator parallelen Ebne a) fortrücken. Wie dem auch seyn mag, so scheint diese auf einer Ebne beschriebne Sonnenuhr der zweite Schritt gewesen zu seyn, den man in der Gnomonik that.

Wir wissen nicht, worin die Scaphe oder die Hemisphäre des Aristarchs von dem Hemicyklus des Berosus unterschieden war. Der Diskus war eine horizontale Sonnenuhr, auch eine Erfindung von Aristarch. Das Wort Diskus zeigt an, daß sie nicht ausgehölt, sondern auf einer Ebne gezeichnet war. Man sagt uns nicht, was sie neues und besonderes hatte; aber weil sie horizontal war, so entdeckte Aristarch ohne Zweifel, daß es nicht nöthig sei, die Sonnenuhr wie den Aequator geneigt zu machen, und daß die auf eine horizontale Ebne projicirten Abtheilungen ebenfalls die Stunden andeuten konnten.

Die Prostahistorumena gehört dem Skopas von Syrakus. Der Name dieser Sonnenuhr bedeutet für alle Oerter, deren in der Geschichte erwähnt wird. Wahrscheinlich wurde sie für das Klima von Griechenland eingerichtet, und man wußte Anfangs nicht genug davon, um ihre Unregelmäßigkeit wahrzunehmen, wenigstens setzte man nicht voraus, daß ihre Neigung für verschiedne Breiten variirte. Aber alsdann war sie nicht von der Prospanklima verschieden, welches eine von Parmenio erfundene Universal-Sonnenuhr war. Man fing damit an, die Sonnenuhren geneigt zu machen, und auf einer mit der Ebne des Aequators parallelen Ebne zu zeichnen; man sah darauf ein, daß sie auf einer horizontalen Ebne projicirt werden konnten. Alles dieß war gut, so bald man an demselben

a) Im Originale steht perpendiculaire à l'équateur vermuthlich ein Schreibfehler des Verf. wofür er parallele hat setzen wollen. Uebersetzer

Orte blieb; wollte man aber die Sonnenuhr an einen andern Ort bringen: so bemerkte man, daß sie die Stunde nicht mehr genau zeigte; oder wahrscheinlicher, als man bemerkte, daß diese Projektion auf einer horizontalen Ebne von dem Winkel abhing, den der Horizont mit dem Aequator machte, so urtheilte man, daß diese Projektion für jeden Ort verschieden seyn müßte, und daß dieselbe Sonnenuhr nicht mehr die Stunde anzeigte, wenn sie versetzt wurde. Man durfte nur für jede Stadt eine besondere Projektion machen; allein der menschliche Kunstfleiß, durch die Hindernisse ermuntert, wollte es noch besser machen und eine allgemeine Uhr verfertigen. In dieser Absicht bemerkte Parmenio, daß die alte gegen den Horizont geneigte und mit dem Aequator parallelen Sonnenuhr geschickt sei zu werden, weil man sie nur beweglich machen, oder so einrichten durfte, daß sie verschiedne Neigungen annehmen und erhoben oder erniedrigt werden konnte, je nachdem an den Oertern, wohin sie gebracht wurde, der Aequator weniger oder mehr über dem Horizont erhaben war.

§. 19.

Als einmal die Sonnenuhren diese Vollkommenheit erreicht hatten, so dachte man darauf, sie interessanter oder nützlicher zu machen, und noch verschiedne andre Anzeigungen hinzuzufügen. Wir schlissen dieß aus dem Pelekinon, oder des als Hacke gebildeten Sonnenzeigers, deren Erfinder Theodosius und Andreas Patrocles sind. Perrault vermuthet mit vieler Wahrscheinlichkeit, daß diese Sonnenuhr ihren Namen von den Transversallinien hatte, welche die Zeichen und Monate bemerken, gegen die Mitte zusammenlaufen und gegen die Seiten zu sich erweitern. Dieß giebt ihnen die Gestalt einer doppelten Hacke, die sehr viel Aehnlichkeit mit dem Eisen der alten Hellebarden hat. Er vermuthet auch, daß die Sonnenuhren, der Kegel und der Köcher, die dem Dionysiodor und Apollonius beigelegt werden, vertikale Sonnenuhren sind, die

nach Osten und Westen ihre Richtung haben, und die wegen ihrer Länge, und schiefen Lage einen Kegel oder einen Köcher vorstellen können.

Was den Gonarch und Angonate betrift, so sieht man aus ihren Namen, daß von Winkeln die Rede ist und daß diese Sonnenuhren, ohne Zweifel verschiedentlich in Absicht des Horizonts oder Meridians geneigt waren. Baldus glaubt, daß die Antiborea eine gegen Norden gerichtete Aequinoktial-Sonnenuhr war. Sie ist für den Frühling und Sommer. Die andre, welche für den Herbst und den Winter ist, muß nach Mittag gerichtet seyn. Dieser ersten Hälfte hat man ohne Zweifel den Namen Antiborea gegeben. Vitruv erwähnt auch noch tragbarer Sonnenuhren die er Pensilia nennt, weil man sie aufhängen muß, um sich ihrer zu bedienen. Sie mußten folglich viel Aehnlichkeit mit unserm astronomischen Ringe haben.

§. 20.

Dieß waren nebst dem Gnomon, die Instrumente deren sich die alexandrinischen Astronomen bis auf Hipparch und Ptolemäus, welche neue erfanden, bedienten. Man bemerkt leicht, was diese Astronomen in der Kunst der Wasser- und Sonnen-Uhren ihren Vorgängern verdankten; man sieht die Vollkommenheit, welche die Kunst von ihrem Genie empfing. Aus Vitruvs Beschreibung dieser Maschinen erhellet, daß sie in Rom im Gebrauch waren. Allein diese berühmte Stadt beherrschte die ganze Erde, bereicherte sich mit ihrer Beute und verschafte sich Produkte der Künste ohne eine davon zu verbessern. Aegypten ernährte Rom und vervollkommnete für dasselbe die Künste. Zu Rom, wo der Wohlstand nur aus Unruhen hervorgekommen war, hatten die Gemüther nur für Ehrgeiz, Krieg und Tyrannei Spannkraft und Bewegung. In Aegypten entwickelten die Griechen unter der Macht und der Regierung eines Einzigen ruhig ihr Genie, um die Ruhe des Friedens zu beschäftigen und zu verschönern. Die

Astronomie entstand zu gleicher Zeit wieder mit der Geometrie. Durch das Licht dieser beiden Wissenschaften, machte die Kunst der Wasseruhren und der Sonnenuhren ähnliche Fortschritte. Man bemerkt dieß Ganze und diese Korrespondenz nicht bei den alten asiatischen Nationen. Der Boden vertrocknet daselbst die fremden Keime; und wenn sich auch einige zeigen, so sterben sie als einsame Individuen ohne Nachkommenschaft. Bei erfinderischen Völkern belebt sich alles auf einmal, und die Wissenschaften gehen gleichen Schritt; dieß sind Früchte derselben Erde, die durch dieselbe Sonne zur Reife gebracht werden.

Astronomische und historische Erläuterungen des ersten und zweiten Abschnitts von der alexandrinischen Schule und den Astronomen vor Hipparch.

§. 1.

Die alexandrinischen Griechen haben die chaldäischen Beobachtungen zwar benutzt, aber die Astronomie aufs neue wieder angefangen. Unstreitig hatten sie diese Beobachtungen gesammelt, denn Konon hatte, wie man erzählt, alle Finsternisse, die in Aegypten, wo man nicht beobachtete, aufbewahrt waren, vereinigt. Wir haben gezeigt, daß diese Beobachtungen keine andere seyn können, als die chaldäischen a). Weder Hipparch noch Ptolemäus führen eine Beobachtung an, die in Aegypten angestellt worden wäre. Sie citiren beständig die chaldäischen. Sie bestimmen die Revolutionen und die mittlern Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten mit einer Genauigkeit, welche voraussetzt, daß sie eine lange Reihe von Beobachtungen vorfanden, und diese Beobachtungen konnten keine andere als babylonische sein. Sie fingen alles wieder an; denn sie beobachteten von neuen die Schiefe der Ekliptik, die Lagen der Sterne, die Entfernungen, die Umläufe der Planeten ꝛc.

§. 2.

Die Beobachtungen des Aristyllus und Timochares waren ohne Zweifel nicht sehr genau, denn damals war die wahre Astronomie noch in ihrer Kindheit. Hipparch macht jedoch 150 Jahre nachher Gebrauch davon, und durch sie erkannte er die Bewegung der Fixsterne b). Man lieset in dem Almagest, Timochares habe zu Alexandrien gefunden, daß der Stern, die Kornähren der Jungfrau genannt, 8° vor der Nachtgleiche vorrückte; dieß war das Jahr 454 Nabonassars oder 294 vor Christi Geburt c). In demselben Jahre sah er den nördlichen Rand des Mondes den Stern β berühren, welcher der nördlichste an der Stirn des Scorpions ist d). Das Jahr darauf beobachtete er die Bedeckung der Kornähre durch

a) Aelt. Stern. a. B. 5 Abschn. §. 18.
b) Ptolem. Almag. Lib. VII. c. 1. c) Ibid. c. 2
d) Ibid. c. 3.

den Mond; er beobachte ferner im Jahre 466 Nabonassars, daß der Mond denselben Stern berührte. Im dreizehnten Jahre der Regierung des Philadelphus stellte er eine seltne und merkwürdige Beobachtung an: Venus verfinsterte den ersten von den vier Sternen, am linken Flügel der Jungfrau a). Die beiden Astronomen bestimmten ferner die Abweichung einiger der schönsten Sterne des Himmels. Hier haben wir also Beobachtungen einer neuen Art; wir wissen nicht, daß die alten dergleichen Beobachtungen angestellt haben. Zum erstenmale ist hier in der Geschichte der Astronomie die Rede von Abweichungen. Aristoteles hatte einige Sternbedeckungen durch die Planeten bemerkt b): aber es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Beobachtungen vom Zufalle herrührten. Hingegen hier sieht man, daß sie absichtlich angestellt und gesucht worden sind.

§. 3.

Wenngleich Ptolemäus nur bei Gelegenheit des Eratosthenes von Armillen spricht, so ist doch nicht zu zweifeln, daß Aristyllus und Timochares eingetheilte kreisförmige Instrumente hatten. Wir haben gezeigt, daß diese Instrumente selbst der uranfänglichen Astronomie nicht fehlen konnten c). Ohne ihre Hülfe würde sie die uns zurückgelassenen Bestimmungen nicht gegründet haben. Wir finden noch die Nothwendigkeit dieser Instrumente in spätern Zeiten und in glaubwürdigen Thatsachen wieder. Nach Eudoxus hatte, wie wir schon bemerkt haben d), die Sonne eine abirrende Bewegung, vermöge welcher sie sich von der Ekliptik zur Seite entfernte. Ob diese Aberration eine wirkliche Erscheinung oder ein Beobachtungsfehler ist, thut hier nichts zur Sache. Man würde nicht bemerkt haben, daß die Sonne von ihrem Wege abweiche, daß dieser Weg sich über den Horizont erhebt, oder sich senkt, wenn die unsichtbare Spur dieses Gestirns nicht an den Himmel gezeichnet, wenn diese von der Sonne beschriebne Kreisfläche nicht durch ein Zirkelförmiges Instrument in Beziehung auf den Horizont bestimmt worden wäre. Nie unter dieser Voraussetzung kann die Idee von dieser Aberration, entweder von einer wirklich beobachteten Erscheinung oder vielleicht daher, daß das Instrument sich durch sein Gewicht gesenkt hat, entstanden sein. Mann kann ferner sagen, daß den Indiern und einigen alten Griechen zufolge die Schiefe der Ekliptik ehemals

a) Ibid. Lib. X. c. 4.
b) Aelt Astron. 9tes B. 8. Abschn. §. 10.
c) Ebendas 2 B. 2. Abschn § 14 u 19.
d) Ebendas. 9. B. 9. Abschn. § 7 u 9.

hat 25° betragen können a). Zur Zeit des Eudoxus gab man sie nicht größer als 24° an. Der Unterschied war groß genug um bemerkt zu werden, aber es bedurfte eines Instruments. Man könnte gegen die Existenz der Instrumente des Aristyllus und Timochares einwerfen, daß diese Astronomen den Ort der Planeten vermittelst der Alignements-Methode bestimmten, und die kleinen Entfernungen nach Mondshalbmessern schätzten: allein Timochares beantwortet diesen Einwurf selbst, und zwar auf eine Art, die alle Zweifel hebt, durch die Beobachtung der Abweichung der Sterne. Er hatte die Abweichung des Regulus zu 21° $\frac{1}{3}$, des Sterns, an dem Kopfe der Zwillinge, zu 33° beobachtet b). Diese Abweichungen sind zu groß um nach Mondsdurchmesser geschätzt zu werden, und es war dazu unstreitig ein Kreisinstrument nöthig. Alles dieß läßt sich mit einander vereinigen, wenn man dem Timochares, wie man durchaus nicht umhin kann, den Gebrauch der Armille für die großen Bögen einräumt, dabei aber annimmt, daß dieß Instrument zur Bestimmung der kleinen Entfernungen, nicht sehr bequem und genau war, und daß er sie daher lieber mit den bloßen Augen nach Mondsdurchmessern geschätzt hat. Es ist ferner offenbar, daß Aristarch ein Instrument zum Winkelmesser haben mußte, ohne welches er die Elongation des Mondes im ersten und letzten Viertel nicht hatte bestimmen können. Eben so war ihm ein Instrument zur Messung des Sonnen- und Mondsdurchmesser ganz unentbehrlich; Archimedes sagt es ausdrücklich c). Man erzählt, daß Eratosthenes vermittelst der Dioptra, welches eine Art von Quadrant war, die Höhe eines Berges gemessen habe. Er hatte seine Höhe zu 10 Stadien d) gefunden, welche nach dem Werthe der Stadie, die bei der Erdmessung gebraucht wurde, eine Höhe von 855 Toisen ausmachen. Man kann aus dem, was wir so eben gesagt haben, schliessen, daß nicht nur Eratosthenes und Aristarch, sondern selbst Aristyllus und Timochares Armillen und Kreisinstrumente besaßen.

§. 4.

Timochares und Aristyllus Schriften existirten noch vor nicht gar zu langer Zeit bei den Arabern und vielleicht könnte man sie in Asien wieder finden. Wenigstens sind sie in dem von H. Melot im Jahre 1749 mitgetheilten Verzeichnisse der orientalischen Bücher, die er für die königliche Bi-

a) Ebendas. Erl. 3tes. B 3ter Abschn §. 12.
b) Almag. Lib. VII. c. 2. c) Oben §. 17.
d) Theons Kommentar übers Almagest. 1. B. p. 41.

bliothek in der Levante suchen sollte, mit angeführt. Man findet in diesem Verzeichnisse, No. 331. die von Taoun (ohne Zweifel Aristyllus) auf der alexandrinischen Sternwarte, im Jahre 921 vor der Hedschra oder im Jahre 299 vor Chr. Geb. angestellten Beobachtungen; und No. 234. die Beobachtungen des Taoumaris (Timochares), ebenfalls zu Alexandrien im 925sten Jahre vor der Hedschra oder 303 Jahre vor C. G. angestellt a)

§. 5.

Aratus der Verfasser der Phänomena ist nicht der erste, der in dieser Art geschrieben hat, man führt den Eudoxus, Lasus Magnes, Hegesianax, Hermippus, Aristophanes von Byzanz an; er hatte sie alle übertroffen; daher überlebte auch sein Werk die übrigen. Ptolemäus sagt vom Hegesianax und Hermippus. Omnia Hegesianax et Hermippus aetherea astra, et plures haec phenomena libris commiserunt, sed a scopo aberrarunt. Verum subtilis scriptoris principatum Aratus obtinet b).

§. 6.

Aratus hat in diesem Gedichte die alten in Griechenland und in Aegypten bekannten Namen beibehalten. Dieser Dichter war kein Beobachter; er ist den beiden Werken des Eudoxus gefolgt, die er in dem seinigen zum Grunde gelegt hat. H. Weidler c) irrt, wenn er in der Meinung sich auf das Zeugniß des Hipparchs gegründet zu haben, sagt, Aratus habe mehrere aus seinen Beobachtungen hergeleitete Umstände mit eingestreut. Er läßt den Hipparch grade das Gegentheil von dem sagen, was dieser Astronom sehr deutlich gesagt hat. H. Weidler gründet sich darauf, daß Hipparch in seinem Kommentar über den Aratus, ihn auf dem Titel des Werks vor Eudoxus nennt. Allein offenbar hat Hipparch, da er die vermeinten Fehler des Gedichts von Aratus rügte, den Namen dieses Dichters auf den Titel seines Kommentars gesetzt, weil sein Gedicht allgemeiner bekannt war, als die Werke des Eudoxus. Eudoxus Namen hat er bloß hinzugefügt um das Werk seinem wahren Verfasser zu geben, und zugleich den Astronomen, der der Bürge des Dichters war, in den Streit zu verwickeln. Wahrscheinlich hat H. Weidler nicht auf die folgenden Seiten des Hipparchs gemerkt, welche ganz entscheidend sind und beweisen,

a) Mss. de M. de Lisle, N. 13. 9. B.
b) In vita Arati, Uranologium, p. 270.
c) Historia Astronomiae, p. 124.

daß Aratus bloß den Eudoxus abgeschrieben hat. Sed non est fortasse, quod Aratum accusemus, si quid ei erroris oblatum sit; quippe qui Eudoxi commentarium secutus, *non obseruatione freus*, phaenomena conscripsit a) und etwas weiter: Aratum igitur Eudoxi de phaenomenis commentarium esse secutum, cum ex pluribus constare potest, si quis cum illius opere poetico per capita singula, verba Eudoxi conferre voluerit: tum hoc loco commemorare breuiter haud inutile videtur: quod ea res a nonnullis vocetur in dubium, etc. und nun führt er eine Menge Beispiele an. Cicero, der ihn als einen Unwissenden betrachtete, sagt ganz grade zu: constare inter doctos, hominem ignarum astrologiae, ornatissimis atque optimis versibus Aratum de coelo stellisque dixisse b). Cicero macht, indem er dem Dichter Gerechtigkeit wiederfahren läßt, dem Astronomen den Prozeß. Wenn Aratus überführt ist, daß er bloß den Eudoxus ausgeschrieben hat, so hatte, wie wir gesehen haben c), dieser Astronom seine Vorgänger selbst kopirt, oder eigentlicher zu reden, er hatte Griechenlands alte im Oriente vierzehn Jahrhundert vor Chr. Geb. angestellte Beschreibungen mitgetheilt. Offenbar bestand die Astronomie in Europa bis auf die Epoche, deren Geschichte wir schreiben, aus nichts als erhaltenen und den Mysterien des Orients entrissenen Bruchstücken des höchsten Alterthums.

§. 7.

Wir haben einen Kommentar von Hipparch in drei Büchern über die Phänomene des Aratus und Eudoxus, wovon wir an einem andern Orte reden werden; eine Einleitung zu diesen Phänomenen von Achilles Tatius, und eine andere unter dem Titel astronomische Elemente von Geminus. Wir gestehen, daß wir nicht begreifen, warum man sie als Kommentar oder als Einleitung zu den Phänomenen des Aratus hat betrachten können: weder der Titel noch das Werk selbst sagen etwas davon.

Endlich besitzen wir einen Kommentar, der fälschlich dem Eratosthenes beigelegt wird, und wovon der Verfasser unbekannt ist. Der P. Petau hat diese verschiednen Kommentare in seinem Uranologium vereinigt. Dieß Gedicht hat viele andre Kommentatoren gehabt, wovon wir nur noch die Namen erhalten haben.

§. 8.

Wir haben gesagt, daß nach Aristarch die Entfernung der Sonne von der Erde ungefähr 19 mal größer war als die

a) Uranolog. p. 172. b) De oratore, I. 16.
c) Aelt. Astr. 1. Band 9. Abschn. §. 9.

Entfernung des Mondes; so erzählt Plinius a). Genau genommen behauptete Aristarch, daß die Entfernung der Sonne nicht mehr als 20 und weniger als 18 mal größer sei als die Entfernung des Mondes von der Erde. Er war durch die Messung des Elongations-Winkels auf diese Resultate gekommen; diese Resultate setzen voraus, daß er diesen Winkel zwei mal gemessen, und ihn zwischen 86° 49′ und 87° 8′ gefunden hatte; denn diese beiden Messungen geben die beiden Verhältnisse 18 und 20. Es war also in diesen Beobachtungen eine Ungewißheit von 19′; der Fehler jeder Bestimmung betrug folglich 9′ bis 10′. Aber man bemerke, daß man noch bei den Gestirnen zugleich visiren mußte, welches die Operation und den Fehler verdoppelt; diese Betrachtung giebt uns also etwas weniger als 5′ für die Ungewißheit der alten Beobachtungen.

§. 9.

Man sagt uns nicht, ob Aristarch die absoluten Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde geschätzt hat. Man findet in dem, was uns von ihm übrig ist, in dieser Hinsicht nichts positives. Aber Plutarch citirt, gleich nachher nachdem er das Verhältniß der Entfernungen der Sonne und des Mondes von Aristarch angeführt hat b), eine Bestimmung von der Entfernung des Mondes von 56 Erdhalbmessern, welches wohl die von Aristarch seyn könnte. Wir werden sehen, daß sie nicht von Hipparch seyn kann, der sie weit größer annahm; auch ist sie nicht vom Posidonius, der sie zu $52\frac{1}{2}$ Erdhalbmesser angab. Sie kömmt der Wahrheit zu nahe, als daß man sie nicht einem so sinnreichen Astronomen, als Aristarch war, beilegen sollte. Nach diesen Bestimmungen hatten die Alten die Länge des Kegelschattens auf 60 Erdhalbmesser geschätzt c).

Aristarch nahm an, daß das Verhältniß des Sonnendurchmessers zum Erddurchmesser größer als 19 zu 3 und kleiner als 43 zu 6 sei, und das Verhältniß des Mondsdurchmessers zum Erddurchmesser kleiner als 43 zu 108, und größer als 19 zu 60 d). Das Verhältniß des Mondsdurchmessers zum Erddurchmesser ist ziemlich genau, das Verhältniß des Sonnendurchmessers aber ist zu klein. Dieser Durchmesser ist ungefähr 107 mal größer als der Durchmesser der Erde; aber diese Bestimmung hängt von der Entfernung der Sonne

a) Plin. Lib. II. c. 21
b) De facie in orbe lunae §. 7.
c) Macrob. Somn. Scip. Lib. I. c. 20.
d) De magnitudine solis et lunae.

ab, in welcher sich Aristarch ungeachtet er sich ihr mehr näherte, als bis dahin geschehen war, jedoch sehr irrte. Dieß Verhältniß ist so schwer zu bestimmen, daß wir kaum in unsern Tagen sicher sind, es genau zu kennen. Die Beobachtung des Sonnenstillstandes, welche Aristarch im fünfzigsten Jahre der kalippischen Periode, oder im Jahre 281 vor Chr. Geb. anstellte a), giebt uns die Epoche der Arbeiten des Aristarchs.

§. 10.

Censorinus b) erzählt daß Aristarch das große Jahr zu 2484 Jahre angab, ohne uns zu sagen, welche Umläufe in diesem großen Jahre enthalten sind. Derselbe Verfasser erwähnt auch einer mit der Jahreslänge von Aristarch vorgenommnen Korrektion. Calippus autem CCCLXV (adde et quadrantem) et Aristarchus Samius tantundem et praeterea diei partem 1623 oder 1533 c). Was bedeutet diese Korrektion von 53″ 12‴, oder von 56″ 24‴, die zu der Jahreslänge von 365 T. 6 St. hinzugefügt werden? Man weiß davon nichts, und es ist nicht wahrscheinlich, daß Aristarchs Idee hier richtig vorgetragen ist. Nimmt man aber einen Fehler an, und lieset statt des Singulars partem den Plural partes, und nimmt die Eintheilung des Tages in 60 Stunden, der Stunde in 60′, der Minute in 60″ an, so wie sie in Aegypten gebräuchlich war, so geben die 1623 und 1533 Theile des Tages 10′ 49″ und 10′ 13″ nach unsrer Art zu rechnen. Aristarch würde also diese beiden Größen zu dem tropischen Jahre hinzugefügt haben, welches ein Sternenjahr von 365 T. 6 St. 10′ 49″, oder 365 T. 6 St. 10′ 13″ wird mit einer Ungewißheit von 36″. Diese Bestimmung des Sternenjahrs ist beinahe der gleich, die wir den Chaldäern beigelegt haben, von 365 T. 6 St. 11′. Wir geben alles dieß für nichts weiter als eine Konjektur aus, allein wir gestehen, daß sie uns sehr wahrscheinlich ist.

Auf diese Konjektur gestützt, können wir vielleicht eine andre bilden, die uns in Absicht der Periode von 2484 Jahren belehren wird. Wir können annehmen, daß Aristarch die Bewegungen der Sonne und des Mondes eben so gut kannte, wie die Chaldäer sie gekannt haben. Wir haben Beweise, daß ihre Beobachtungen nach Aegypten gebracht worden sind, und wir können daher auch mit Grunde glauben, daß die Resultate ebenfalls dahin gekommen sind. Wir haben gesagt, daß die Umlaufszeit des Mondes in Absicht der Sonne bei den Chaldäern zu 29 T. 12 St. 44′ 7″½ festgesetzt sei e).

a) Ptol. Almag. Lib. III. c. 2. b) De die natali c. 18.
c) ibid. c. 19. d) Aelt. Astr. 1ster B. 5 B. §. 15.
e) Ebendas. 2ter B. 4tes Buch §. 30.

Hier haben wir also die Mondsrevolution, wovon wir voraus setzen können, daß sie dem Aristarch bekannt war. Alsdann machen 30724 Mondenmonate 907299 T. 10 St. 56′ 30″, welche durch 2484 Jahre dividirt 365 T. 6 St. 10′ 42″½ für die Länge dieses Jahrs geben. Es war also ein Sternenjahr, welches ungefähr eins von den beiden aus der vorhergehenden Konjektur abgeleiteten Jahren ist. Das andere könnte auf eben die Art daraus hergeleitet werden, wenn man die Revolution des Mondes um 3″ kürzer annähme, und das große Jahr von 2484 Jahren ist eine Periode, welche die Sonne und den Mond in Konjuktion mit demselben Sterne zurückführt. Diese beiden Konjekturen scheinen eine die andere sehr wahrscheinlich zu machen.

§. 11.

Man kann fragen, woher diese Ungewißheit und dieser Unterschied von 36″ zwischen diesen beiden Jahren, dem einen von 365 T. 6 St. 10′ 42″ dem andern von 365 T. 6 St. 10′ 06″? Diese Frage führt uns auf eine dritte Konjektur. Diese beiden auf gleiche Weise aus der Periode von 2484 hergeleiteten Jahreslängen, können zwei verschiednen Mondesrevolutionen zugeschrieben werden; die erste setzt diese Revolution von 29 T. 12 St. 44′ 7″½ und die zweite von 29 T. 12 St. 44′ 4″½; woraus wir beweisen, daß die Chaldäer wirklich diese beiden Mondsrevolutionen hatten, eine ältere, die sie der uralten Astronomie verdankten und eine neuere, die sich auf ihre fortgesetzten Beobachtungen gründete. Man kann glauben, daß die genaueste, die von 29 T. 12 St. 44′ 4″½ die älteste war 1) weil man nicht bemerkt, daß diese Revolution in den Perioden, welche die Chaldäer uns zurück gelassen haben, gebraucht worden ist a). 2) weil sie sich mehr der Mondsrevolution nähert, welche H. Cassini bei der Untersuchung der Periode von 600 Jahren vorausgesetzt hat. H. Cassini hat sie so angenommen, wie sie jetzt bestimmt wird, zu 29 T. 12 St. 44′ 3″, und er leitet daraus die Jahrslänge von 365 T. 5 St. 51′ 36″ her. Hätte H. Cassini sie um eine Sekunde größer angenommen, so würde er ein Jahr erhalten haben, das nur um 18″ größer war; 3) wenn wir die Beschleunigung der Bewegung des Mondes annehmen, so finden wir das Mittel diese Konjekturen zu bestätigen, und sie auf eine glückliche und merkwürdige Art aneinander zu ketten. Nimmt man an, daß diese alte Revolution von 29 T. 12 St. 44′ 4″½ mit der Periode 600 Jahren zu gleicher Zeit festgesetzt sei, zu der Zeit als die Eintheilung des Thierkreises ausgeführt wurde, und die wir durch Konjekturen um das Jahr

a) Ebendas.

4600 vor Chr. Geb. angenommen haben a), so folgt, daß seit dieser Epoche bis aufs Jahr 1750 nach Chr. Geb. 6350 Jahre verflossen sind, während welcher Zeit die Mondsrevolution sich um eine und eine halbe Sekunde vermindert habe. Aber dieser Zeitraum enthält 78550 dieser Revolutionen: jede Revolution ist also um 0″, 0000191 kürzer gewesen; als die vorhergehende. Dieß ist die monatliche Beschleunigung der Bewegung des Mondes. Will man die Summe dieser Beschleunigungen in einem Jahrhunderte haben, so bediene man sich des Vierecks ABCa (Fig. 11.), in welchem die Zahl der Revolutionen durch AB und ihre korrespondirenden Wachsthümer durch die Linien Aa, BC vorgestellt sind. Die Summe aller Beschleunigungen wird also der Flächeninhalt des Vierecks ABCa seyn, welcher ohne merklichen Fehler mit dem Dreiecke ABC dessen Flächeninhalt gleich ist AB multiplizirt mit $\frac{1}{2}$ BC, verwechselt werden kann. Ist aber Aa die Vermehrung der Revolution in der Zeit einer gewissen Epoche, so wird BC, welches die Vermehrung der Revolution am Ende einer Zahl von Revolutionen ist, die durch AB ausgedrückt sind, gleich seyn Aa multiplizirt durch die Zahl dieser Revolutionen oder durch AB. Der Flächeninhalt des Dreiecks, die Summe aller Beschleunigungen während der Zeit AB ist also gleich $\frac{1}{2}$ Aa multiplizirt mit dem Quadrate von AB. Um die Totalgröße dieser Beschleunigung z. B. in einem Jahrhunderte zu haben muß man, da dieser Zeitraum 1237 Revolutionen enthält die Hälfte von 0″, 0000191, oder 0″, 00000955 durch das Quadrat von 1237 multipliziren, so erhält man 14″ 40‴ Zeit für die Beschleunigung des Mondes in einem Jahrhunderte. Allein in diesem kleinen Zwischenraume durchläuft der Mond 8″ seiner Bahn: dieß ist nach unsern Voraussetzungen, die Sekulargleichung der mittlern Mondsbewegung. Der verstorbene berühmte göttingische Astronom Tobias Mayer hat diese Gleichung nicht zu bestimmen gesucht. Er war in Absicht ihrer Größe mit sich nicht einig. In seinen ersten Tabellen nimmt er sie zu 7″ an und in seinen letztern hat er sie bis auf 9″ vermehrt b). Man würde sich also nicht sehr von der Wahrheit entfernen, wenn man zwischen diesen beiden Bestimmungen ein Mittel nähme und die Gleichung zu 8″ festsetzte. Dieß ist genau das Resultat, das wir so eben aus unsern Voraussetzungen hergeleitet haben; woraus sich die Bestätigung und die Wahrheit dieser Voraussetzungen selbst ergiebt. Man kann es also für sehr wahrscheinlich halten: 1) daß die alte Periode von 600 Jahren auf ein Sonnenjahr von 365 T. 5 St. 51′ 54″

a) Ebendas. 1 Band 3 B. §. 10.
b) M. de la Lande, Astr. Tom. II. art. 1484.

und auf eine Mondsrevolution von 29 T. 12 St. 44′ 44″ $\frac{1}{2}$ gegründet war; 2) daß diese Bestimmungen für die Zeit, in welcher sie gemacht wurden, sehr genau waren; 3) Daß seit dieser Epoche die Sonnenrevolution um 3′ 9″ und die Revolution des Mondes um 1″ $\frac{1}{2}$ abgenommen hat? 4) daß das Fortschreiten der Beschleunigung der Sonne, und des Mondes, und die Konjekturen über die Zeit der Eintheilung des Thierkreises auf gleiche Weise zusammenstimmen, diese wichtigen Bestimmungen in derselben Zeit und in einer, ungefähr 46 Jahrhunderte, früheren Epoche als unsere Zeitrechnung zu setzen. Dieß Zusammentreffen dreier verschiednen Wahrscheinlichkeiten ist ein ziemlich starker Beweiß, daß die Astronomie wirklich in dieser Epoche kultivirt worden ist; 5) daß den Chaldäern, welche die Kenntniß von der Periode von 600 Jahren gehabt haben, auf gleiche Weise die Mondsrevolution von 29 T. 12 St. 44′ 4 $\frac{1}{2}$″, kann bekannt gewesen seyn. Sie verließen sich nicht darauf, weil sie alt war, und sie haben auf ihre Beobachtungen eine andere weniger genaue und um 3″ länger gegründet.

§. 12.

Wir lesen in der Abhandlung von Aristarch de magnitudinibus et distantiis solis et lunae b), daß der Durchmesser des Mondes zwei Grad, oder wie man sich ohne Zweifel zu seiner Zeit ausdrückte, den funfzehnten Theil eines Zeichens betrug. Aber wahrscheinlich war dieß eine vorläufige Schätzung und nachdem er genauere Beobachtungen angestellt hatte, berichtigte er in einem andern Werke seine Meinung in dieser Hinsicht: denn dem Archimedes zufolge behauptete Aristarch, daß der Sonnendurchmesser ungefähr den 720sten Theil des Thierkreises oder einen halben Grad betrüge; wahrscheinlich hat er also seine Meinung geändert. Aristarch konnte keine totale Sonnenfinsternisse gesehen haben, welche beweisen, daß der scheinbare Durchmesser des Mondes eben so groß ist als der Sonne, aber auch eine partielle Finsterniß war für einen so einsichtsvollen Beobachter als Aristarch hinreichend zu erkennen, daß die Krümmung beider Gestirne dieselbe ist. Ueberdieß sagt er selbst, daß ihre Durchmesser oder ihre reellen

a) Man bemerkt noch die Beschleunigung der Mondsbewegung in der synodischen Umlaufszeit, so wie sie aus Hipparchs Perioden entspringt, sie betrug 29 T. 12 St. 44′ 3″ $\frac{1}{4}$ war also um eine Viertel-Sekunde länger als wir sie heut zu Tage bestimmen. Weil Hipparch sie aus den Perioden geschlossen hatte, die eine große Menge von Revolutionen enthalten, so kann man glauben, daß sie eine gewisse Genauigkeit hatte.

b) Wallisii Opera, Tom. III. p. 159.

Größen sich wie ihre Entfernungen verhalten, welches voraus setzt, daß die scheinbaren Durchmesser gleich sind: und weil er den Durchmesser der Sonne zu 30′ bestimmte, so hat er den Durchmesser des Mondes nicht größer machen können.

§. 13.

Aristarch, sagt Archimedes a), nahm als Hypothese an, daß die Firsterne und die Sonne selbst unbeweglich seien, daß die Erde sich in einer Bahn um die im Mittelpunkte befindliche Sonne bewege, daß die Sphäre dieser Sterne so ausgedehnt, ihre Entfernung von der Erde so groß sei, daß der Kreiß, den die Erde beschreibt, sich zu dieser Entfernung verhalte, wie der Mitelpunkt einer Kugel zu ihrer Oberfläche. Dieß ist unmöglich, fügt Archimedes hinzu, denn da der Mittelpunkt keine Ausdehnung hat, so kann er auch in keinem Verhältnisse zur Oberfläche stehn. So erklärt Archimedes die Gedanken Aristarchs. Die Alten belegten mit dem Namen Welt alles, was sich von dem Mittelpunkte der Erde bis zur Sonne erstreckt, die zu diesem Radius gehörige Kugel war die Welt und hier will Aristarch, dem Archimedes zufolge sagen, daß die Erde zu der Welt oder der Sonnensphäre dasselbe Verhältniß habe, wie diese zu der Sphäre der Fixsterne. Archimedes schwächte Aristarchs Gedanken durch diese Erklärung. Er vergleicht die Verhältnisse vier endlicher Größen, allein er raubt ihnen die Idee des Unendlichen, die Aristarch hatte hineinlegen wollen. Er ist überzeugt, daß zwischen dem Mittelpunkte, welcher nur ein mathematischer Punkt ist und der Oberfläche einer Kugel, die eine endliche Ausdehnung hat, kein Verhältniß statt findet; allein Aristarch wollte grade sagen, daß der Kreiß, den die Erde um die Sonne beschreibt und die Entfernung der Firsterne in keinem Verhältnisse ständen. Wir dürfen nicht verhelen, daß Aristarch an einem andern Orte b) sagt, daß die Erde in Vergleich mit der Sphäre des Mondes wie ein Punkt zu betrachten sei, was sich so ziemlich Archimeds Erklärung nähert. Auch wollen wir bemerken, daß Geminus ausdrücklich sagt, daß die Erde in Rücksicht der Sphäre der Fixsterne ein Punkt sei c); Geminus sagt weit weniger als Aristarch. Indeß ist es doch wahrscheinlich, daß diese geschwächte und so zu sagen gemilderte Meinung, von Aristarch auf den Geminus der 200 Jahre nach ihm lebte, gekommen ist. Allein wir glauben, daß im Anfange Aristarchs

a) In Arenario, Wallis T. III. p. 574.
b) De magnitudinibus Wallis, III, p. 569.
c) C. XIV. p. 57.

Meinung eben so kühn war, als die Meinung des Copernicus und der Neuern.

§. 14.

Das einzige Werk, was uns noch von Aristarch übrig ist, ist das de magnitudinibus et distantiis solis et lunae, es ist noch ins Lateinische übersetzt und mit den Erklärungen des Pappus und dem Kommentar von Friedrich Commandinus im Jahre 1572 gedruckt worden. Man findet es auch in dem dritten Bande von Wallis Werken; in der Bibliothek des P. Labbe wird ein Manuskript einer Abhandlung von Aristarch, unter dem Titel, Aristarchi praedictiones mathematicae de planetis a) angezeigt. Allein man kann kaum von der Existenz eines in einer Privatbibliothek vergrabenen Manuskripts gewiß sein; vielleicht ist es nur das Werk de magnitudinibus unter einem andern oder schlecht übersetzten Titel. Der P. Mersenne hat in dem dritten Bande seiner physisch mathematischen Beobachtungen ein Werk de systemate mundi mit eingerückt, welches man unrichtig dem Aristarch beigelegt hat; es ist von Roberval b).

Aristarch erfand, dem Vitruv zufolge c) eine Uhr Scapha genannt, welches ohne Zweifel eine Sonnenuhr war. Sie bestand aus einem Kugelabschnitte mit einem Stifte, der die Stunden anzeigte. Martianus Capella beschreibt eine solche Uhr d), die dem Aristarch oder wenigstens den alexandrinischen Astronomen, die auf ihm gefolgt sind, gehören konnte; denn er fügt hinzu, daß die Länge des Schattens am Tage der Nachtgleiche, vier und zwanzig mal genommen dem doppelten Umfange des Kreises gleich wäre. Man kann daraus schließen, daß dieser Sonnenzeiger für eine Breite von $31^\circ \frac{1}{2}$ eingerichtet war; und dieß ist ziemlich genau die Breite von Alexandrien e). Vitruv legt ihm noch eine andre Sonnenuhr bei, den Diskus, welches eine Horizontaluhr gewesen zu seyn scheint f).

§. 15.

Eratosthenes hatte, wie wir bemerkt haben, die Entfernung der Wendekreise größer als $47^\circ \frac{2}{3}$ und kleiner als $47^\circ \frac{3}{4}$ gefunden. Er sagte ferner, daß diese Entfernung sich zum ganzen Kreise verhielte wie 11 zu 83 g); ein Ver-

a) P. 116. et 119.
b) Notes de Menage sur Diogene Laerce Lib. VIII. 85
c) Architect. Lib. IX. c. 9.
d) In nuptiis philol. Lib. VI. p. 194.
e) Sie ist 31° 11′ f) 1ster B. 2 Buch §. 18.
g) Ptolom. Almag. Lib. I. c. 11.

hältniß, welches zwischen den beiden vorhergehenden Bestimmungen das Mittel ist. Im Vorbeigehen wollen wir hier bemerken, daß man damals die Bruchrechnung ziemlich gut verstehen muste, weil man bemerkte, daß $\frac{11}{83}$ von dem Umfange des Kreises das Mittel zwischen $47^\circ \frac{2}{3}$ und $47^\circ \frac{3}{4}$ war, wenigstens auf $\frac{1}{19000}$. Auch wollen wir hier Ricciolis Irrthum anführen, der daraus geschlossen hat, daß die Alten den Kreis in 83 Theile getheilt hätten a); denn wie hätte man eine so wunderliche Eintheilung, die auf keinen Grund gebauet war, annehmen können? Schon Müller hat diese Bemerkung gemacht b).

Es kömmt jetzt darauf an die Genauigkeit dieser Beobachtung zu untersuchen; und dazu haben wir weiter nichts nöthig als die Güte des Instruments zu schätzen. Ptolemäus sagt nichts bestimmtes über die Größe der Instrumente sondern bemerkt bloß, daß sie mittelmäßig sein müsse c); Proclus aber, der sich ungefähr derselben Ausdrücke wie Ptolemäus bedient, fügt hinzu, daß der Durchmesser dieses Instruments nicht kleiner als eine halbe Elle seyn müsse d). Wir sind dadurch um nichts weiter gekommen, denn wir kennen den Werth der Elle bei den Alten nur wenig. Man findet bei den Persern zwei verschiedene Ellen, die königliche Gueze von 2 Fuß 10 Zoll 11 Linien e) und die monkelser oder abgekürzte Gueze, welche $\frac{2}{3}$ von der königlichen betrug f). Diese beiden Ellen würden dem Instrumente eine zu kleine Dimension geben. Shah Cholgius scheint die Elle mit dem Kubitus zu verwechseln g); allein wenn wir auch den größten und bekannten Kubitus nähmen, den Kubitus von $20\frac{1}{2}$ Zoll, so würde das Instrument doch nur 5 Zoll im Halbmesser haben, was indeß ganz und gar nicht wahrscheinlich ist. Die Alten mußten durchaus größre Instrumente besitzen. Welchen Grund hätten sie gehabt, sie so klein zu machen? Man sieht leicht ein, daß ihre Genauigkeit sich nach ihrer Größe richtet, und man muß dieser Größe keine andre Gränze setzen, als die, welche aus der Schwierigkeit die Instrumente zu verfertigen oder sie zu bewegen entspringen. Servius behauptet, daß die Elle, die Länge von zwei ausgestreckten Armen war; Flamstead schätzt sie daher auf 6

a) Riccioli, Almag nov. T. 1. p. 8.
b) Müllers Noten in Astron. instaur. Copernici p. 67.
c) Ptolem. Almag. Lib. V. c. 1.
d) Hypotyposis c. 2 p. 383.
e) Chardin sagt, daß die persische Gueze 34 Zoll hält, T. V, p. 219; weiter p. 345 sagt er 35 königliche Zoll.
f) Encyclopédie, art. aune.
g) Astronomica quaedam, etc. Greaues 1652, p. 95.

Fuß a). Das Instrument hatte also 3 Fuß im Durchmesser, und entsprach unsern Quadranten von 18 Zoll Halbmesser. Nun korrespondirt auf einem solchen Quadranten ein Grad mit einem Raume von drei und drei Viertel Linien und der Raum von 5′ ungefähr $\frac{1}{3}$ einer Linie, welcher noch bemerkt werden kann. Bei diesem Grade der Genauigkeit bleibt Flamstead stehn. H. de la Lande, der den Alten nicht ganz so günstig ist, aber ohne Zweifel um nicht Gefahr zu laufen von der Wahrheit abzuweichen, schränkt diese Genauigkeit auf 10′ ein. Wollte man also selbst bei dieser Voraussetzung einen Fehler von 10′ Ueberschuß und einen ähnlichen entgegengesetzten Fehler bei den beiden Operationen, aus welchen man die Entfernung der Wendekreise schließt, annehmen, so müßte man diese Entfernung um 20′ vermindern und sie auf 47° 22′$\frac{1}{2}$ reduciren. Die Beobachtung gäbe also die Schiefe der Ekliptik für das Jahrhundert des Eratosthenes wenigstens auf 23° 41′ 15″, und dieß wäre hinreichend die Verminderung dieser Schiefe zu beweisen.

§. 16.

Wir glauben indeß nicht daß der Fehler der Beobachtung 10′ betragen kann, denn 1) scheint die Beobachtung des Eratosthenes die Gränzen des Fehlers zu geben, wenn sie eine Ungewißheit von 5′ anzeigt. 2) scheint die von Aristarch angestellte Beobachtung der Elongation des Mondes im ersten und letzten Viertel eine ähnliche Ungewißheit vorauszusetzen b). 3) befindet sich die Beobachtung des Sonnendurchmessers von Archimedes ungefähr innerhalb derselben Gränzen c). Endlich 4) bemerkt man, wenn man die von Aristyllus und Timochares d) angestllten Beobachtungen der Abweichung der Sterne betrachtet, daß diese Abweichungen in Graden und Theilen des Grades von 12, 15, 20, 24, 30, 45, 48 und 50′ ausgedrückt sind. Wäre das Instrument in Drittel, Viertel oder Grade eingetheilt gewesen, so würde man uns die Brüche so erhalten haben, als das Instrument sie gab, statt daß diese Zahlen, die ausser der Einheit keinen gemeinschaftlichen Theiler haben uns glauben lassen, daß das Instrument in Minuten, oder wenigstens von 2 Minuten zu 2 Minuten eingetheilt war. Proklus, der seine Armillen wenigstens eine halbe Elle im Durchmesser giebt, sagt daß sie in 360° und jeder Grad in 60′ eingetheilt waren e). Dieß setzt wenigstens einen Halbmesser von sieben bis acht Fuß voraus.

a) Histor. coelest. in prolegomenis, p. 19.
b) Oben dieses Abschn. Erläut. §. 8. c) Oben §. 16.
d) Ptolem. Almag. Lib. VII, c. 3.
e) Hypotyposis, c. 2, p. 383.

Eine andere Betrachtung bestärkt uns in der Meinung, daß die alten Instrumente so groß, und vielleicht noch größer waren. Die beiden Instrumente, das eine von Hipparch erfunden, die Dioptra a), das andre von Ptolemäus das Triquetrum b), hatten vier Kubitus oder nach unsrer Schätzung des alexandrinischen Kubitus c) etwa sieben Fuß Halbmesser. Diese Instrumente waren nicht fest, sondern so eingerichtet, daß sie von einem Orte zum andern bewegt werden konnten. Ueberdieß waren sie auch von Privatleuten besorgt worden und diejenigen, welche sich in dem Museum befanden, die Armillen waren auf Kosten des Fürsten verfertigt worden, sie konnten ohne alle Unbequemlichkeiten von einem großen Gewichte seyn, denn da sie nach der Neigung der Sphäre befestigt waren, so hatten sie, wie diese, keine andere Bewegung als um ihre Pole; diese Instrumente konnten also und mußten sieben bis acht Fuß und mehr im Halbmesser haben.

Man hat noch einige Spuren von der Größe dieser Instrumente. Augustinus Riccius sagt, indem er die Gründe anführt, die Hipparch in Absicht der Bewegung der Sterne in der Länge ungewiß machten, daß Timochares Beobachtungen mit Instrumenten angestellt wären, die ihrer Größe wegen sehr bequem gewesen wären; instrumentum ob nimiam molis vastitatem, ineptum fuit d). In der lateinischen Ausgabe des Almagests von 1541 lieset man, quod simpliciter nimium obseruationes captae fuerint. Hat Riccius den Text von Ptolemäus nicht recht verstanden, oder diese Worte aus einer griechischen oder arabischen Ausgabe genommen, die richtiger war als die unsrigen? Wir können dieß nicht entscheiden, indeß scheint Riccius überzeugt zu seyn, daß diese Instrumente eine ansehnliche Größe hatten, weil er glaubt, daß die Kreise der Armillen sich biegen und die kreisförmige Gestalt verlieren konnnten. Dieß würde bei Instrumenten von einer mittelmäßigen Größe nicht zu befürchten seyn. Man kann noch hinzufügen, daß Eratosthenes bei der Messung der Erde sich nicht des Brunnens zu Siene würde bedient haben, wenn diese Instrumente nicht schwer fortzubringen gewesen wären. Er würde sie sonst haben transportiren lassen, um ausserhalb Alexandrien an einem zweiten Standpunkte zu beobachten.

Es scheint uns daher ausgemacht zu seyn, daß die Instrumente von Alexandrien von einer beträchtlichen Größe gewesen seyn müssen, daß sie von Minute zu Minute eingetheilt waren;

a) Unten 3 Abschn. § 21. b) 5. Abschn. §. 6.
c) 4 Abschn. §. 3.
d) Riccius, de motu octauae sphaerae, p. 35.

daß aber ungeachtet dieser Unterabtheilungen, die drei angeführten Beobachtungen von Aristarch, Eratosthenes und Archimedes uns zu glauben bewegen, daß die Genauigkeit der alten Beobachtungen, wegen einer unendlichen Menge von Ursachen, die hier unnütz anzuführen wären, nicht 5′ übertroffen hat. Die Schätzung von Flamstead ist also sehr genau. Es war richtig, über die Genauigkeit der Instrumente der Alten bestimmte Begriffe zu geben.

Gewisse Beobachtungen scheinen eine größre Genauigkeit zu verrathen. Bekanntlich sind die mit dem Gnomon beobachteten Sonnenhöhen, und sogar die daraus hergeleitete Höhe des Aequators um den Sonnenhalbmesser zu groß, und folglich die Polhöhe, welche das Komplement davon ist, um diese Größe zu klein. Nun war nach der Beobachtung von Hipparch die Polhöhe zu Alexandrien 30° 58′ a); addirt man den Halbmesser der Sonne von 15′ hinzu, so erhält man 31° 13′. Nach den neuern Beobachtungen findet man sie zu 31° 11′ b); der Fehler beträgt also 2′. Wir glauben jedoch, daß nur die Gnomonen diese Genauigkeit gaben, denn die Armillen waren nicht so genau.

§. 17.

Wir haben den von Eratosthenes gemessnen Grad zu 59442 Toisen bestimmt. Eratosthenes hatte gefunden, daß die Entfernung am Himmel zwischen dem Scheitel von Siene und Alexandrien, den funfzigsten Theil oder 7° 12′ vom Umkreise und die Entfernung auf der Erde 5000 Stadien betrug. Daraus folgt, daß der Grad $694\frac{4}{9}$ Stadien hielt. Wir müssen die Genauigkeit dieser Beobachtung schätzen, und wir brauchen dazu bloß den Werth der von Eratosthenes angewandten Stadie zu wissen. Die beiden am meisten bekannten und angenommenen Stadien sind die griechische Stadie von $94\frac{833}{1000}$ Toisen und die ägyptische oder alexandrinische Stadie von $114\frac{4}{30}$ Toisen c). Nimmt man die kleinste von diesen Stadien, nämlich die griechische, so ergiebt sich daraus ein Grad von 65796 Toisen, beinahe um 9000 Toisen zu groß; und da Eratosthenes nicht bloß einen Grad bestimmt hat, sondern seine Messung $7° \frac{1}{5}$ umfaßt, so müßte er einen Fehler von 64 bis 65000 Toisen begangen haben. Rechnet man also auf die Messung auf der Erde einen Fehler von 7 bis 8000 Toisen, so bliebe noch ein Fehler von einem Grade für die Messung des Himmelsbogens. Man kann dieß

a) Unten 3 Abschn. §. 7.
b) Mem. l'Acad. des Sc. T. II. p. 142.
c) M. Freret, Academie des Inscriptions, Tom. XXIV. M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 95.

nicht voraussetzen, weil wir gezeigt haben, daß die Genauigkeit der Instrumente ungefähr 5′ betrug. Des Eratosthenes Stadie ist eine von Strabo bei der Bestimmung der Größe von Gallien angeführte Stadie. H. Cassini schätzt sie auf 85 Toisen a); wir finden diese Stadie in Persien wieder b). Wir glauben, daß ihr genauer Werth 85 Toisen 3 Fuß 7 Zoll 2 Linien beträgt c). Diese Stadie ist ohne Zweifel nicht aus Persien nach Gallien gebracht ohne zuvor durch Aegypten gekommen zu seyn. Die königlichen von Alexander ausgeschickten Feldmesser waren vielleicht Perser; sie bedienten sich der Maße ihres Landes. Ueberdieß macht auch Herodot, wenn er die geographischen Dimensionen einiger Theile von Aegypten angiebt, von dieser Stadie Gebrauch. Dieß beweiset offenbar, daß sie selbst vor Eratosthenes und Alexanders Zeit nicht unbekannt war. Da man die Existenz dieser Stadie nicht bestreiten kann, weil sie in Aegypten bekannt gewesen ist, so wäre es ungereimt und unbillig anzunehmen, daß es nicht die von Eratosthenes seyn sollte. Aus dieser Stadie ergiebt sich der Grad zu 59442 Toisen.

Man hat gezweifelt, ob die Entfernung von Syene bis Alexandrien wirklich 5000 Stadien betrüge, allein sie ist so von mehrern Schriftstellern angegeben worden; von Martianus Capella d), von Strabo, welcher sagt, daß die Entfernung längs den Nil hinunter, 5300 Stadien betrüge e), Plinius versichert, dieß sei eine Entfernung von 570 Meileu f). Sind dieß römische Meilen, wie man eben nicht bezweifeln darf, so hielten sie 756 Toisen oder 754 Toisen g). Die 570 Meilen sind also so viel als 431120 oder 429980 Toisen. 5000 Stadien, so wie wir sie eben geschätzt haben, machen 427998 Toisen; der Unterschied beträgt also nur 3122 oder selbst 1982 Toisen und beweiset 1) daß die Erdmessung nicht schlecht war; 2) daß die dazu gebrauchten Stadien wirklich so waren, wie wir sie angenommen haben.

§. 18.

Man kann von dieser Bestimmung keine große Genauigkeit erwarten. Das Verdienst derselben besteht in ihrer Erfindung und Ausführung, und der Ruhm des Eratosthenes gründet sich darauf, daß die Neuern seine Methode angenommen haben, und nur durch die Fortschritte der Künste, die ihnen neue Mittel der Genauigkeit gaben, dem Ziele näher gekommen

a) M le Roy Ibid. b) Mem. Acad. Sc. 1702, p. 19.
c) nten Erläut. des 4 Abschn. §. 6.
d) 6tes Buch p. 194. e) Strabo, Geog. Lib. 17.
f) Lib. II, c. 72. g) Sie betrug acht griechische Stadien.

sind. Indeß irrte doch Eratosthenes, indem er annahm daß Syene und Alexandrien unter einem Meridiane lägen. Die Entfernung ihrer Meridiane, dem Ptolemäus zufolge betrug ein und ein halb Grad. H. d'Anville hat mit seinem ihm eignen Scharfsinne bestimmt, daß Syene von der alexandrinischen Mittagslinie 1° 40′ westlich läge a). Korrigirt man daher das Resultat des Eratosthenes, so findet man daß die Entfernung der beiden Städte auf dem Erdmeridiane gemessen nur 4889 Stadien betrug, und daraus ergiebt sich der Umfang der Erde von 244450 und der Grad von 679½ Stadien ist 58122 Toisen. Man behauptet daß Eratosthenes noch einen andern Fehler begangen habe. Er hat sich nämlich, wie man glaubt, eines Gnomons bedient, und nicht darauf geachtet, daß er, da der Schatten zu Syene null war, der Mittelpunkt der Sonne grade im Scheitelpunkte dieser Stadt sich befand, daß er hingegen zu Alexandrien als er daselbst die Länge des Schattens maß, und ohne Zweifel das Ende des starken Schattens nahm, die Entfernung der Sonne vom Scheitel und die Entfernung der beiden Städte um die Größe des Sonnen-Halbmessers, also ungefähr um 15 bis 16 Minuten zu klein annahm. Wir können jedoch kaum glauben, daß Eratosthenes, der Armillen besaß, die Beobachtung nicht mit einem von diesem Instrumente sollte angestellt haben. Nach unsern neuern Beobachtungen liegt Alexandrien unter einer Breite von 31° 11′, und wenn Syene wirklich unterm Wendekreise lag, der auf 23° 51′ bestimmt wird, so betrug die Entfernung dieser beiden Städte in Absicht der Breite 7° 20′. Eratosthenes hätte sich also nur ungefähr um 8′ geirrt; und dieß übertrifft die Gränzen, die wir den Fehlern der alten Beobachtungen haben beilegen zu können geglaubt nur um 3′. Ueberdieß kann man sehr gut der Entfernung des Mittelpunkts der Sonne von dem Scheitel zu Syene einige Minuten geben. Es war am Mittage des Sonnenstillstands in dieser Stadt kein Schatten, allein dieß Phänomen kann statt finden, wenn auch der Mittelpunkt der Sonne einige Minuten vom Scheitel entfernt ist. Endlich beträgt der ganze Fehler des von Eratosthenes gemessenen Grades nur 2400 Toisen, und wenn man seine Rechnung verbessert und die 5000 Stadien der Entfernung Syenes von Alexandrien auf 4889 reduzirt, die sie auf dem Meridiane beträgt, ferner die Entfernung am Himmel zu 7° 20′ bestimmt, so erhält man 666 Stadien auf den Grad, welche wegen der 83 Toisen 3 Fuß 7 Zoll 2 Linien für jede Stadie, 57009 Toisen betragen. Dieß ist auf einen

a) Mem. Acad. Inscript. T. XXIX. p. 250.

Unterschied von 60 Toisen nach, die Größe des Grades, wie wir ihn in Frankreich gefunden haben.

§. 19.

H. d'Anville glaubt, daß die Beobachtung von Eratosthenes im Winter-Sonnenstillstande geprüft worden sei, und daß sich aus der Vergleichung der Schatten ergäbe, daß Syene um den funfzigsten Theil des Umfanges des Meridians von Alexandrien entfernt sei a). Wäre jedoch, woran wir nicht zweifeln, die Beobachtung mit Armillen angestellt, so bedürfte sie keiner Prüfung.

Wir müssen bemerken b), daß nach Eratosthenes Syene unter einer Breite von 24° lag; weil nun dieser Ort 7° 12′ von Alexandrien entfernt war, so schließt man daraus, daß die Breite der letztern Stadt 31° 12′ ist, eine Breite, die völlig mit der, die sich aus den neuern Messungen ergiebt, übereinstimmt. Eratosthenes bestimmt aber auch, wie wir bemerkt haben, die Schiefe der Ekliptik zu 23° 51′. Syene schien jedoch, ob es gleich eine Breite von 24° hatte, unterm Wendekreise zu liegen, und hatte im Sonnenstillstande keinen Schatten, wenn der Rand der Sonne über den Wendekreis des Krebses hinausragte. Diese Erscheinung hat also länger als 3 bis 4000 Jahre statt finden können. Zur Zeit des Eratosthenes ragte dieser Rand noch 6 bis 7′ hervor. Aus diesen Betrachtungen folgt, daß die beiden von Eratosthenes angestellten Beobachtungen der Breite von Syene zu 24° und des Sonnen-Abstandes vom Scheitel von Alexandrien in den Winter-Solstitien zu 7° 12′, durch die Breite von Alexandrien welche Hipparchs Beobachtung zufolge 30° 58′ betrug und die, wie wir oben c) bemerkt haben, korrigirt und auf 31° 11′ bestimmt werden muß, bestätigt werden. Die Genauigkeit dieser drei alten Beobachtungen ist durch die Beobachtung des Chazelles bewiesen, der die Breite von Alexandrien zu 31° 11′ angiebt. Es ist also in den beiden Bestimmungen des Eratosthenes von der Messung der Erde und der Schiefe der Ekliptik eine merkwürdige Uebereinstimmung und die Resultate unterstützen wechselseitig einander.

§. 20.

Riccioli hat Unrecht, wenn er behauptet daß der Fehler, den Eratosthenes bei der Messung des Himmelsbogens zwischen Syene und Alexandrien soll begangen haben, auf die Bestimmung der Schiefe der Ekliptik Einfluß gehabt habe; dieser

a) Mem. Acad. Insc. T. XXVI. p. 94.
b) Strabo, Geog. Lib. II. Mem. Acad. Inscr. T. XXV. p. 101.
c) Oben §. 16.

Fehler würde von der Größe des Sonnenhalbmessers seyn a). Riccioli nimmt an, daß Eratosthenes die Breite von Alexandrien 31° 4′ beobachtet hatte; zieht man von dieser 7° 12′ für die Entfernung Alexandriens von Syene ab, so erhält man 23° 52′ für die Breite dieser letztern Stadt. Da sie nun genau unter dem Wendekreise lag, so hatte Eratosthenes daraus geschlossen, daß die Entfernung dieses Kreises vom Aequator oder die Schiefe der Ekliptik dieselbe Größe sei. Allein Riccioli macht hier eine Menge gezwungener Voraussetzungen. 1) Sagt er, daß Eratosthenes sich einer Scaphe oder einer Sonnenuhr mit einem Gnomon bedient habe, der, da er nur sehr klein seyn konnte, keiner Genauigkeit fähig war. Kleomedes sagt zwar b) gnomones horologium, welches ohne Zweifel die Sonnenuhr mit Gnomonen bedeutet; aber ist es nicht möglich, daß Kleomedes, der 200 Jahre nach Eratosthenes lebte, sich in diesem Umstande irrte? Es leidet gar keinen Zweifel, daß sich Eratosthenes der Armillen bediente. 2) Ist es sehr sonderbar, daß Riccioli die Entfernung von 7° 12′ als mit einem Gnomon beobachtet ansieht, worauf der Fehler des Sonnenhalbmessers Einfluß gehabt hat, und daß er zu gleicher Zeit die Breite von 30° 58′ als von diesem Fehler ausgenommen betrachtet. Das heißt doch wohl die Dinge seinem Zwecke gemäß einrichten und die Beobachtungen nach den Resultaten, die man erlangen will, wählen. Wir haben grade das Gegentheil geglaubt, daß die Breite von 30° 58′ durch einen Gnomon wäre bestimmt worden, weil sie von der von H. von Chazelle beobachteten um 13 abweicht, und dieser Unterschied, der beinahe dem Sonnenhalbmesser gleich ist, scheint selbst die Ursache des Fehlers anzuzeigen. 3) Ist es nicht natürlich, daß Eratosthenes mit der Unternehmung die Erde zu messen angefangen hat. Die Schiefe der Ekliptik ist das erste Element was er hat berichtigen müssen. Vor ihm betrug sie 24°. 4) Da er die Breite von Alexandrien zu beobachten verstand, da er die Entfernung der Sonne vom Zenith im Sommerstillstandspunkte zu bestimmen geschickt war, so konnte er es auch leicht in dem Winterpunkte thun, um die Entfernung der Wendekreise zu bestimmen. Die beiden Beobachtungen wären alsdenn um den Sonnen-Halbmesser unrichtig, und folglich ihr Unterschied von diesem Fehler frei gewesen, und das Resultat würde genau seyn. 5) Hätte uns Eratosthenes nach Ricciolis Voraussetzung die Größe der Schiefe der Ekliptik und nicht die Entfernung der Wendekreise gegeben, so würde er gesagt

a) Riccioli, Almag. L. III, c. 27, p. 163.
b) De mundo, Lib. I, c. 10.

haben: sie beträgt 23° und so viel Theile, statt daß er uns sagt, sie ist größer als 47° $\frac{2}{3}$ und kleiner als 47° $\frac{3}{4}$ ein Beweis, daß er die letztere Größe bestimmt hatte. 6) Hipparch und Ptolemäus haben die Schiefe der Ekliptik genau so wie Eratosthenes gefunden, diese hatten Armillen, und man darf daran nicht zweifeln, weil sie im Almagest beschrieben sind. Ist die Beobachtung von Hipparch und Ptolemäus nicht um den halben Sonnendurchmesser unrichtig, so ist auch die von Eratosthenes von diesem Fehler frei. Man kann also der einen sowohl als der andern, nur den Fehler des Instruments zum Vorwurfe machen, den wir in den vorhergehenden Paragraphen geschätzt haben. Wir haben diese Untersuchung für nothwendig gehalten, weil es eine schuldige Pflicht des Geschichtschreibers der Astronomie ist, die Kenntnisse jedes Jahrhunderts so genau als er kann zu bestimmen und zu gleicher Zeit den Grad des Zutrauens anzudeuten, den man ihnen bewilligen darf.

§. 21.

Wir haben gesagt, daß Konon das Haupthaar der Berenice an dem Himmel gesetzt habe. Dieses Sternbild ist auch wirklich jünger als Aratus, der nicht davon redet. Kallimachus hatte über diesen Gegenstand ein Gedicht gemacht, das Catull in lateinische Verse übersetzt hat. Diese beiden Dichter sagen, daß Konon zuerst das Haupthaar der Berenice beobachtete a).

Omnia qui magni despexit lumina mundi,
Qui stellarum ortus comperit atque obitus.
Flammeus vt rapidi solis nitor obscuretur,
Et cedant certis sidera temporibus,
Idem me ille Conon coelesti lumine vidit,
Et Bereniceo vertice Caesariem b).

Dositheus von Kolone in Attika lebte um das Jahr 200 vor Christi Geburt. Er gehörte mit unter die Zahl der Astronomen, welche sich mit der Beobachtung des Aufgangs und Untergangs der Sterne beschäftigten; dieß ist alles was wir von ihm zu sagen haben. Er wird von Geminus, Ptolemäus und Plinius angeführt c).

§. 22.

Wir haben dem Apollonius Pergäus die Erfindung der Epicykeln beigelegt, Theon glaubt jedoch, daß Plato

a) Achilles Tatius, c. 14. b) Catullus, Epigr. 67.
c) Geminus, c. 16. Ptolemaeus de Apparentiis Plinius Lib. XVIII, c. 31.

sie gekannt habe. Dieser Philosoph spricht am Ende der Bücher seiner Republik von kleinen nach andern Kreisen eingerichteten Kreisen, was ziemlich dem Epicykeln gleicht. a) Theon fügt sogar hinzu, daß Plato nicht glaubte, daß die Planeten von Sphären, sondern bloß von Kreisen getragen würden. Wenn der erste Gedanke der Epicykeln nicht dem Apollonius gehört, so ist er es doch, der die Verhältnisse bestimmte, und die Eigenschaften derselben bewieß; die Demonstration ist die zweite und vielleicht die wahre Erfindung.

Aus der Vorstellung, die wir von den Epicykeln gegeben haben, sieht man, daß wenn der Planet den untern Theil dieses kleinen Kreises beschreibt und dieser Planet und der Mittelpunkt des Epicykels nach einerlei Richtung sich bewegen, die Geschwindigkeit bloß vermehrt wird, in dem obern Theile aber scheint die Geschwindigkeit abzunehmen, weil der Planet und der Mittelpunkt des Epicykels sich in entgegengesetzter Richtung bewegen. Man begreift, daß es um alle Erscheinungen des Stillstehens und Rückwärtsgehens der fünf Planeten zu erklären, nur darauf ankömmt, zwischen dem Durchmesser des Epicykels und des fortleitenden Kreises, eben so auch zwischen der Geschwindigkeit des Planeten im Epicykel und des Mittelpunkts dieses Epicykels auf dem fortleitenden Kreise, ein gewisses Verhältniß anzunehmen. Apollonius bewies, daß sich kein Rückwärtsgehen zeigen würde, wenn der Halbmesser des Epicykels in Verhältniß mit dem Halbmesser des fortleitenden Kreises nicht größer wäre als die Geschwindigkeit des Mittelpunkts des Epicykels in Vergleich mit der Geschwindigkeit des Planeten. Zum Beispiel; in der Bahn des Jupiters nicht nach dieser alten Theorie der Halbmesser des Epicykels $\frac{1}{5}$ des Halbmessers des fortleitenden Kreises, hingegen die Geschwindigkeit des Mittelpunkts des Epicykels nur $\frac{1}{12}$ von der Geschwindigkeit des Planeten. Daraus folgt, daß in der Erdferne A des Epicykels, (Fig. 17) wo die Bewegung des Planeten A gegen D der Bewegung des Mittelpunkts C dieses Epicykels entgegengesetzt ist, die in irgend einer Zeit beschriebenen Winkel ACD von der Erde aus gesehen, fast doppelt so groß sind, als die von dem Mittelpunkte in derselben Zeit beschriebenen Winkel CTE, und der Planet rückgängig zu seyn scheinen wird. Gegen die Erdnähe werden diese Winkel fast dreimal so groß seyn, als die Winkel CTE, da aber die Bewegung des Planeten a und des Mittelpunkts C nach einer Richtung geschehen, so wird sie immer rechtläufig seyn. Weil bei F und G in den mittlern Lagen die Winkel aCd schief gesehen, den Winkeln CTE gleich er-

a) Bouillaud, Astr. phil. in proleg. p. 20

scheinen können, so wird der Planet stationär d. h. ohne Bewegung seyn. Dieß ist der Fundamentallehrsatz der ganzen Theorie von den Epicykeln.

Beträgt der Bogen AD zwölf Grade und der Bogen CE einen Grad, so wird der Bogen AD von der Erde T aus und in einer sechsmal größern Entfernung gesehen als der Halbmesser des Epicykels, unter einem Winkel CTD von zwei Graden oder einem doppelt so großen Winkel als CTE erscheinen. Bei a wird derselbe Bogen von zwölf Graden in einer viermal größern Entfernung gesehen werden, als der Halbmesser des Epicykels beträgt und unter einem Winkel von drei Graden erscheinen; der Planet wird also nach derselben Richtung sich bewegen, wie der Mittelpunkt des Epicykels und mit einer Geschwindigkeit von zwei Graden vor demselben vorausrücken.

Wir glauben, daß die Erfindung der Epicykeln oder wenigstens die Methode ihre Verhältnisse zu bestimmen dem Apollonius gehört; denn wir finden in der alexandrinischen Schule keinen Astronomen, dem man sie beilegen könnte; sie ist älter als Hipparch und Ptolemäus Wir kennen Aristarch und Eratosthenes Arbeiten hinlänglich, um zu glauben, daß wenn diese Erfindung ihnen gehörte, ihrer in ihren Werken oder im Strabo, Plinius und Plutarch die sie so oft anführen, würde erwähnt worden seyn. Wir wissen also niemanden, dem sie könnte zugeschrieben werden als Apollonius und der so eben angeführte Lehrsatz ist ein Grund es anzunehmen.

§. 23.

Wir haben gesagt, daß die Erfindung der Klepsydern ins höchste Alterthum gehörte, und gezeigt, daß man sich derselben früher, als des eingetheilten Kreises, der selbst sehr alt ist, bedient habe und daß sie seit dem Anfange der Monarchie in China scheinen bekannt gewesen zu seyn. Die Fabel des Cynoscephalus beweiset, daß man sie in Aegypten ebenfalls schon in den fabelhaften Zeiten gekannt hat. Die Indier, welche keine neue Gebräuche haben, besitzen einen kleinen an dem Boden durchbohrten Stab, welcher eine Art von Klepsyder ist. Verlangt man Beweise anderer Art, so ist es ausgemacht, daß Plato den Gebrauch derselben in Griechenland und Scipio Nasica in Rom einführte a). Cäsar fand bei seinem Aufenthalte in England den Gebrauch der Klepsydern daselbst fast allgemein verbreitet, und er beobachtete vermittelst dieser Instrumente, daß die Nächte unter diesem Klima kürzer waren

a) Geschichte der Sternk. des Alterth. 1 B. S. 283.

als in dem italiänischen a). Ctesebius kann also offenbar nicht der Erfinder dieser Uhren sein, und wenn man ihm davon die Ehre beilegt, so geschieht dieß ohne Zweifel, weil er sie vervollkommnet hat, indem er die Erfindungen der alexandrinischen Mathematiker darauf anwandte.

§. 24.

Die sinnreichen Maschinen, welche wir beschrieben haben, waren gewiß nicht gemein b). Vermuthlich gab es einfachere, welche die Zeit nur roh maßen, und zum besondern und häuslichen Gebrauche dienten. H. Falconnet c) scheint zu glauben, daß diese Uhren zu Athen so gemein waren, daß Privatleute sie bei sich trugen. Er gründet sich auf eine Stelle des Athenäus: er besieht das, was er trägt so oft, daß man glauben sollte, er trüge eine Uhr. Allein wir wundern uns nicht, daß ein so geschickter Kritiker sich darin irrte. Diese Stelle bedeutet das nicht, sondern scheint einen ganz entgegengesetzten Sinn zu haben. Es konnte nur Klepsydern zu Athen geben; und wie hätte man Wasseruhren bei sich führen können?

Batton, ein alter Komiker, der dreißig oder vierzig Jahre nach Aristoteles lebte, spricht von einer Uhr, die wie eine Flasche getragen wurde d); allein offenbar konnten diese Klepsydern nicht dienen die Stunde anzuzeigen; sie dienten ohne Zweifel, wie unsre Sanduhren, kleine Zeiträume zu messen. Eine Klepsyder, die größre Zeiträume zum Beispiel die Länge eines Tages messen sollte, mußte auf einer Horizontalfläche in Ruhe seyn.

§. 25.

Dieß ist alles, was das Alterthum uns an Kenntnissen über die Klepsydern geben konnte. Man sieht, das sie einen gewissen Grad von Vollkommenheit erreicht hatten. Man hat geglaubt, Ptolemäus hätte sie verworfen; allein man muß bemerken, daß dieß bei einer besondern Gelegenheit geschah. Es kam darauf an den Sonnendurchmesser zu messen; und er sagt, daß die alte Methode der Aegypter vermittelst die Klepsydern nichts tauge e). Man darf daraus nicht schliessen, daß die Astronomen sich derselben niemals bedient hätten. Das Alterthum giebt uns freilich über diesen Punkt keine Aufklärung; Ptolemäus spricht davon in seinem Almagest nur an der so eben

a) Caesaris Comment. de Bell. Gall. L. V. Cap. 13. Encyclopedie, art horloge.
b) Oben 2 Abschn. §. 12 u. folg.
c) Mémoires de l'Acad. Inscr. T. XX. p. 447.
d) Ibid. Tom. IV, p. 154 e) Almag. Lib. V, c. 14.

angeführten Stelle. Aber wenn er nicht will, daß man sich derselben bediene um die Zeit zu bestimmen, die der Sonnendurchmesser gebraucht, sich über den Horizont zu erheben, so rührt dieß daher, weil die Methode an und für sich mangelhaft ist a). Vielleicht hatten diese Uhren keine Abtheilungen, die klein genug waren, so kleine Zeiträume zu messen. Man kann jedoch aus der Methode von Hipparch den Unterschied der Meridiane durch die Mondsfinsternisse zu bestimmen, schliessen, daß die Alten sich in der Astronomie der Klepsydern bedienten. Die Sonnenuhren können für diese Finsternisse nicht gebraucht werden, weil sie nur des Nachts eintreten. Wie würden sie den Unterschied der Mittagslinien von 3 Stunden zwischen Arbela und Karthago b), und von 50 Minuten zwischen Babylon und Alexandrien bestimmt haben, wenn die Astronomen dieser beiden Städte keinen Gebrauch von den Klepsydern gemacht hätten. Wir glauben indeß, daß dieser Gebrauch sich allein hierauf beschränkte. Sie zeigten die Stunde der Beobachtungen an; allein noch war die Zeit nicht gekommen, wo die gleichförmige Bewegung einer Uhr genau die tägliche Bewegung vorstellen und die kleinern Theile des Aequators durch ihre Abtheilungen messen sollte. Die alexandrinischen Astronomen hatten jedoch eine andre Art die Stunde zu bestimmen, nämlich durch den Punkt der Ekliptik oder des Aequators, der sich in dem Augenblicke der Beobachtung im Meridian befindet. Ptolemäus erzählt, daß er den Ort des Saturns beobachtete als die Sonne in 28° 41′ und der letzte Grad des Widders sich im Meridiane befand c). Dieser Umstand des Punktes der Ekliptik, der sich im Meridian befindet, wird nur bemerkt, um die Zeit durch die Entfernung der Sonne von diesem Kreise zu bestimmen, wo sie Mittag gezeigt hat. Man erkennt darin die Methode wieder, deren sich Peurbach, Regiomontan und die ersten neuern Astronomen zur Zeitbestimmung bedient haben; eine Methode, die von Tycho vervollkommnet worden ist d).

§. 26.

Joachim Heller gab im Jahre 1549 zu Nürnberg die Schrift von einem Juden über die Dauer der Reiche und über die Jahre und die Monate verschiedner Völker heraus, worin man eine sehr merkwürdige Abtheilung der Stunde in 1080 Theile findet e). Wir finden an einem andern Orte, daß

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. S. 211.
b) Ptolem. Geog. Lib. I, c. 4. c) Almag. Lib. XI, c. 6.
d) Neuere Astr. 2 Band 5 Abschn. §. 15.
e) Man sehe diese Schrift, c. 1.

man diese Eintheilung auch den Persern und alten Arabern zuschreibt. Man behauptet ferner a), daß die Alten zur Bequemlichkeit der Rechnung, die zwölf Theile des Tages mit irgend einer Zahl, mit 30, 60, 90 multiplicirten; der Tag hatte folglich, 360, 720 oder 1080 Theile. Man könnte glauben, daß der Gebrauch die Stunden in 1080 Theile einzutheilen, sich auf dieß Verfahren gründe; allein alle Rechnungen, und Zahlen dieses Juden sind dieser Eintheilung zufolge gegeben; und wenn auch die Völker, die man anführt, sich auf gleiche Weise derselben bedienten, kann wohl ein beständiger Gebrauch auf eine so willkührliche Multiplikation, wie die, wovon wir so eben geredet haben, gegründet seyn? Dieser Jude ist aus dem zwölften oder dreizehnten Jahrhunderte, und wir hatten geglaubt, daß die Araber dieser Zeit, da sie, wie wir, das Pendel hatten, eine auf die Schwingungen des Pendels gegründete Abtheilung der Stunde gehabt haben konnten. Da aber jeder dieser 1080 Theile der Stunde $3''\frac{1}{2}$ beträgt, so war ein Pendel von 33 oder 34 Fuß dazu nöthig. Wir gestehen, daß es nicht natürlich ist ein solches Pendel anzunehmen; und da wir auf keine Weise diese Sonderbarkeit zu erklären im Stande sind, so begnügen wir uns sie angezeigt zu haben.

Wie es sich aber auch mit allen diesen Abtheilungen verhalten mag, wovon man nicht immer den Ursprung und das Datum angeben kann, so ist doch so viel gewiß, daß man sich in der alexandrinischen Schule zum bürgerlichen Leben der vier und zwanzig ungleichen Stunden und zur astronomischen Rechnung der Abtheilung des Tages in 60 Minuten, jede in 60 Sekunden ꝛc. bediente c).

a) Scaliger, de emend. temp. Lib. I. Riccioli, Almag. T. I, p. 8.
b) Scaligers not. über Manilius p. 221.
c) Man sehe das Almagest.

Dritter Abschnitt.

Von Hipparch und seinen Nachfolgern bis auf Ptolemäus.

§. 1.

Bis jetzt bietet uns die Geschichte der Astronomie nichts als isolirte Thatsachen, nichts als oft unvollkommene, größtentheils ohne Absicht und Methode angestellte Beobachtungen dar. Noch haben wir nicht das Gemälde einer Wissenschaft darstellen können, die mit mehr oder minder schnellen Schritten fortrückt, und in der die Menschen, so wie sie auf einander folgen, den Faden derselben Arbeiten wieder anknüpfen. Die Chaldäer hatten die Finsternisse, die verschiednen Umlaufszeiten der Sonne, des Mondes und vielleicht der Planeten mit anhaltendem Eifer beobachtet. Die europäischen Griechen, welche jene nur unvollkommen nachahmten, nahmen aus dieser Astronomie das, was ihnen zum Ackerbau nützlich war, und beschäftigten sich bloß mit dem Aufgange und Untergange der Sterne. Die alexandrinischen Griechen, Aristyllus und Timochares scheinen die Sterne in Beziehung auf die Kreise der Sphäre betrachtet, und angefangen zu haben, durch gute Beobachtungen ihre Lage am Himmel zu bestimmen; Aristarch und Eratosthenes erfanden genaue Methoden, und ketteten einige Wahrheiten aneinander. Allein die Wissenschaft, wovon sie einigermaßen eine Vorstellung gaben, war weder bekannt, noch entwickelt. Es gehörte dazu ein Mann, der Kopf und Tiefblick genug hatte, sie unter einer allgemeinen und metaphysischen Idee zu fassen, sich einen Plan zu bilden, nach denselben die schon entdeckten und bewiesenen Wahrheiten zu ordnen, die leeren Zwischenräume anzuzeigen, und dadurch Mittel anzugeben, diese Wahrheiten mit einander zu verbinden. Dieser Mann erschien endlich in der alexandrinischen Schule, und dieß war Hipparch.

§. 2.

Vor Hipparch war die Astronomie von niemanden ganz umfaßt worden. Er überblickte den ganzen Umfang des Feldes, das er zu bearbeiten hatte, ohne zurückzuschrecken; er fing das Werk an, und zeichnete seinen Nachfolgern den Weg vor. Er würde der Stifter der wahren Astronomie seyn, wenn diese Wissenschaft nicht, gleich einem Flusse, der, weil er sich in der Erde verliert, um an einem entfernten Orte wieder hervorzubrechen, verschiedene Quellen zu haben scheint, verloren gegangen und wieder gefunden wäre. Allein dieß schadet Hipparchs Ruhme auf keine Weise; wenigstens ist er der Wiederhersteller der Astronomie, und für uns sogar der Erfinder derselben. Und wenn auch in Beziehung auf das Menschengeschlecht, als ein immer bestehendes Individuum betrachtet, die Wahrheiten, die er lehrte, nicht neu, sondern nur eine lange Reihe von Jahrhunderten in der Vergessenheit vergraben waren; so waren sie doch für die Menscheit verloren. Er entwickelte sie aus seinem Genie, um sie aufs neue ins Dasein zu rufen.

§. 3.

Der Geist der Kombination und des Vergleichens ist der Beförderer der Entdeckungen. Dieser war vorzüglich den Griechen zu Theil geworden; auch Hipparch wurde mit ihm begabt, als er unter den günstigen Himmel Griechenlands geboren wurde. Allein es müssen Thatsachen daseyn, worauf sich die Konjekturen gründen und Mittel, diese Konjekturen, welche Erfindungen werden sollen, durch gute Beobachtungen zu bestätigen. Die Ptolemäer hatten diese Erfordernisse in Alexandrien vereinigt. Thatsachen waren die chaldäischen Beobachtungen, und diejenigen, welche die erstern griechischen Astronomen hinterlassen hatten: Mittel die großen Instrumente, welche diese Fürsten hatten verfertigen lassen. Die schnellen Fortschritte der Astronomie in den drei Jahrhunderten, worin Hipparch und Ptolemäus erschienen, haben wir diesen Instrumen-

ten zu verdanken. Man läßt diesen kostbaren Erfindungen nicht Gerechtigkeit genug widerfahren; man schätzt ihre Erfinder nicht, wie sie es verdienen, und doch sind sie es, welche Revolutionen in den Wissenschaften hervorbringen, und ihr Fortschreiten befördern. Wenn die Wissenschaften oft einen langsamen Gang gehen, wenn sie still zu stehen scheinen, so erwarten sie neue Mittel, ihren Lauf zu beschleunigen, oder wieder anzufangen. Der Mensch hat das Ziel seiner Macht erreicht, seine Organe lehren ihn nichts mehr, sein Kunstfleiß muß ihn Instrumente erfinden und neue Organe schaffen. Alsdann entdeckt sich ein ungeheures Reich: der Mensch erlangt zugleich die Kenntniß dieses Reichs und die Macht, es zu erobern. Man verfahre um die Welt aufzuklären, wie so viele barbarische Menschen, um sie zu verwüsten, gethan haben. Denkt man auf Krieg, so schaffe man die Mittel dazu, Geld und Soldaten an; stehen die Wissenschaften still, und will man ihre Gränzen erweitern, so untersuche man die Instrumente, vervollkomme, erfinde, und man wird dem Genie Flügel geben.

§. 4.

Hipparch wurde zu Nicea in Bithynien geboren, und lebte zwischen 160 und 125 Jahre vor unsrer Zeitrechnung a). Er fing seine Arbeiten in seinem Vaterlande an, darauf ging er nach Rhodus und endlich nach Alexandrien. Seine ersten Beobachtungen bezogen sich, nach der allgemeinen Gewohnheit in Griechenland b), auf den Aufgang und Untergang der Sterne. Unstreitig hat er zu Rhodus seinen Kommentar über den Aratus geschrieben. Er hatte das Werk dieses Dichters sowohl, als auch die Bücher des Eudoxus vor Augen. Er verglich beide mit einander, bezog diese verschiedenen Beschreibungen auf den Himmel, und glaubte darin

a) Man sehe seine Beobachtungen im Almagest des Ptolemäus im 3ten B. 1sten Kap. und 5 B. 3 K.
b) Erläut. 2 B. 1

beträchtliche Fehler zu entdecken. Der Himmel hatte sich nämlich, durch die Bewegung der Sterne in der Länge, welche Hipparch damals nicht kannte, merklich geändert. Er hielt es für wichtig die Fehler des Aratus, wegen des großen Ansehens dieses Gedichts, zu bemerken. Er zeigte, daß der Dichter, der dem Astronomen Schritt vor Schritt folgte, dieselben Fehler gemacht hatte. Diese Fehler waren um so merklicher, da die in diesem Werke beschriebene Sphäre, wie wir schon erwähnt haben, selbst nicht einmal mehr zur Zeit des Euboxus existirte a); und auch auf ein weit früheres Jahrhundert muß bezogen werden. Allein er kannte nicht eher die wahre Astronomie, bemerkte nicht eher die Laufbahn, die sich ihm eröffnete, als bis er nach Alexandrien auf ein prächtiges Observatorium versetzt wurde, und seinem Genie angemessene Mittel in die Hände bekam.

§. 5.

Hipparch unterwarf, wie Descartes, alle angenommne Ideen einer Prüfung. Nur Beobachtungen ließ er gelten, und verwarf alle alte Bestimmungen als in Zeiten hervorgebracht, wo die Mittel unzulänglich, und der Verstand zu wenig aufgeklärt war. Machen die Kenntnisse ein verworrnes Gemisch von Irrthümern und Wahrheiten aus, und sind sie durch eine mehrere Jahrhunderte hindurch herrschende Unwissenheit aufs engste in einander verwebt; so ist ihre Trennung schwer. Das Alterthum beweiset nichts Die Achtung und der Beifall mehrerer Zeitalter sind bloße Vorurtheile. Ein Weiser muß zweifeln, und will er eine Meinung annehmen, so führt ihn der Zweifel zur Untersuchung. Deskartes und Hipparch scheinen in einer ähnlichen Lage gewesen zu seyn. Aristoteles herrschte in den Schulen; Europa nahm seine Philosophie an, ohne sie weder beurtheilen noch verste-

a) Geschichte der Sternk. des Alterth. 1 B. 9 Abschn. §. 9. u. 2 B. 9 Abschn. §. 37.

hen zu können. Descartes hörte nicht auf die Scholastiker, die nur die Vernunft des Aristoteles hatten und wog die Meinungen ihres Meisters auf der Wage der allgemeinen Vernunft ab. Hipparch fand in Alexandrien die chaldäischen Meinungen und Bestimmungen, und sein Scharfsinn entdeckte keine zureichende Beweise dafür. Wäre die berühmte Periode von sechshundert Jahren, die Meinung von der Rückkehr der Kometen, von der unendlichen Entfernung der Sterne, und die Messung des Umfangs der Erde, wie heut zu Tage, auf Beobachtungen gegründet gewesen; so würde er die Resultate nach ihren Beweisen beurtheilt haben; er würde sie nach ihrem Werth geschätzt, er würde nicht gezweifelt und es nicht unternommen haben, alles aufs neue zu gründen und wieder anzufangen. Diese großen Resultate wurden ihm nur als sehr alte, aber schwankende, ungewisse und unbewiesene Meinungen dargeboten. Er sahe, daß die berühmten Chaldäer nur rohe Beobachtungen angestellt hatten, die denen, von Aristyllus, Timochares, Aristarch und Eratosthenes und vorzüglich denen, die er auf dem Observatorium, das er in Besitz hatte, anzustellen sich vornahm, weit nachstanden. Das Mißtrauen dieses großen Astronomen beweiset, daß er von den babylonischen Völkern dieselbe Meinung hatte, welche wir in diesem Werke aufgestellt haben. Er hat sie als unwissende Schüler angesehen, die ihre Lektion nicht verstanden, und er behandelt sie, wie Descartes nachher die Scholastiker behandelte.

§. 6.

Hipparch der sich nur auf sich und seine künftigen Arbeiten verließ, untersuchte die Methoden, die damals in der Astronomie im Gebrauch waren. Er sah, daß die Beobachtungen des Aufgangs und Untergangs der Sterne nur eine unvollkommne und wenig genaue Kenntniß von der Bewegung der Sonne in der Ekliptik verschaffen. Er überließ sie denen, die sich mit der natürlichen

Astrologie beschäftigten. Man hatte aus den Finsternissen noch nicht diejenigen Vortheile gezogen, die man daraus ziehen konnte, weil die Umstände davon noch nicht untersucht waren. Der Ort der Sterne war in den Sternbildern, worein der Himmel eingetheilt war, nicht mit hinlänglicher Genauigkeit angegeben; und die Beschreibungen des Eudoxus schienen sich sehr von der Wahrheit zu entfernen. Die Beobachtung des Sichtbarwerdens der Planeten, oder der Zeit, wo sie des Morgens aus den Sonnenstrahlen hervorsteigen, die mit den Beobachtungen des Aufgangs der Sterne Aehnlichkeit haben, waren eben so der Ungewißheit von einem oder mehrern Tagen unterworfen. Die Stillstands- und Rückgangspunckte waren nicht minder schwer zu bestimmen. Er sah ein, daß man andre Methoden wählen müsse, um genaue und sichere Bestimmungen zu geben, die den kommenden Jahrhunderten zur Epoche dienen könnten. Er richtete seine Aufmerksamkeit auf die Himmelskugel, er sah darauf die beiden Pole, die er damals als unbeweglich betrachtete, die Kreise des Aequators und der Ekliptik, welche beide als eine Reihe von festen Punkten angesehen werden können. Er entwarf das Projekt, die Lage aller Sterne auf diese beweglichen Kreise und auf ihre Pole zu beziehen. Dadurch konnte er, indem er einmal die Lage der Fixsterne beobachtete, sich von allem, was beständiges und bleibendes am Himmel war, überzeugen, und durch wiederholte Beobachtungen der Irrsterne oder Planeten mit der Zeit die Gesetze und Erscheinungen ihrer Bewegungen kennen lernen. Man findet auch in dem Alterthum einige Beispiele von Beobachtungen dieser Art. Eudoxus hat in der Beschreibung des Himmels die Sterne in Beziehung auf die Koluren und den Aequator betrachtet: allein dieser allgemeine Gesichtspunkt, diese absichtlich beständig befolgte Methode gehört dem Hipparch. Er gab nicht sogleich den alten Gebrauch, die Sterne auf den Aequator zu beziehen, auf: aber die Planeten, welche in dem schmalen Streifen des

Thierkreises fortgehen und beinahe der Ekliptik folgen, glaubte er, auf diesen Kreis beziehen zu müssen.

§. 7.

Er fing damit an, die von Eratosthenes beobachtete Schiefe der Ekliptik zu prüfen. Er fand diese Bestimmung richtig und behielt sie bei. Auch wurde sie nachher von Ptolemäus bestätigt a). Dieß Resultat ist also auf drei Beobachtungen gegründet, und durch drei berühmte Astronomen bewährt gefunden worden. Er bestimmte die Breite von Alexandrien oder ihre Entfernung vom Aequator zu 30° 58 b). Diese Beobachtung wurde ohne Zweifel vermittelst eines Gnomons angestellt, und sie kann die nöthigen Korrektionen damit vorgenommen, für genau gelten c). Aber die erste interessante Untersuchung, womit er sich beschäftigen mußte, ist die Länge des Jahrs. Dieß ist das Fundamentalmaß der Zeit und die Basis der Chronologie. Hipparch glaubte die direkteste Methode, die Umlaufszeit der Sonne zu entdecken, sei die, daß man die Zwischenzeit ihrer Rückkehr zu derselben Sonnenstands- und Aequinoktialpunkten beobachte; Punkte, welche in dem Sonnenwege selbst liegen, und denselben abtheilen. Wahrscheinlich führte ihn die von Euktemon, Aristarch und Archimedes beobachteten Sonnenstandspunkte, auf diese Methode. Er sah zugleich ein, daß, wenn er sich bei dieser Untersuchung zweier, um eine große Anzahl dieser Umläufe entfernter, Beobachtungen bediente, der Fehler auf eine jede dieser Umläufe vertheilt und die Bestimmung um so genauer sein würde, je größer die Anzahl derselben wäre. Er ist also der Erfinder der vortrefflichen Methode, die man noch jetzt befolgt, und welche die Neuern auf die Untersuchung aller mittlern Umlaufszeiten angewandt haben.

Hipparch verglich die Sonnenstandspunkte, die er selbst beobachtete, mit denen, die schon vor ihm

a) Ptolemei Almag. Libro primo, cap. 11.
b) Ibid. Lib. V, c. 12. et 13. c) Erläut. 1 B. §. 16.

beobachtet waren. Aber es ist merkwürdig, daß der von Euktemon beobachtete die älteste von denen ist, deren er sich bei dieser Untersuchung bediente. Hipparch und Ptolemäus würden zu babylonischen Beobachtungen ihre Zuflucht genommen haben, wenn die weit ältern Chaldäer dergleichen angestellt hätten. Unstreitig fand Hipparch keine. Die Indianer kannten indeß die Umlaufszeit der Sonne sehr gut. Die Chaldäer behielten ein Sternjahr bei. Diese Jahre, welche bei den verschiednen asiatischen Völkern eingeführt waren, hatten eine Genauigkeit, die nur auf gute Beobachtungen gegründet seyn kann. Unstreitig waren diese Beobachtungen zu Hipparchs Zeiten verschwunden; und weil man ihren Verlust nicht beklagt, so müssen sie vergessen worden seyn. Aber wenn auch die Vergessenheit mit ihrem Schleier die längst vergangnen Dinge bedeckt, so gründet sich doch ihre Herrschaft nur langsam; sie verhüllt, wie die Zeit zerstört, unmerklich. Man urtheile, wie viele Jahrhunderte zu diesen beiden großen Uebergängen aus dem Daseyn in die Zerstöhrung, und aus der Zerstöhrung in die Vergessenheit gehörten. Die Resultate sind geblieben, aber ohne das Andenken an die Zeit, an die Beobachtung und an die Menschen. Unstreitig muß also eine große Lücke da gewesen seyn, damit die Zeit die Beschreibung und die Beweise davon verschlungen hat; und so wie der Schatten nichts ist, als die Abwesenheit des Lichts, so wie der Schatten nur durch vorhergehendes und nachfolgendes Licht merklich wird, eben so hat vor dieser Lücke, auf welche eine Erneuerung der Astronomie folgte, eine zerstörte Astronomie vorhergehen müssen. Wir treffen also einzeln und nach und nach alle Wahrscheinlichkeiten an, die uns auf die Meinung von einem alten, jetzt unbekannten Volke, das aber ehemals im Besitz einer vervollkommneten Wissenschaft war, führen.

§. 8.

Hipparch wählte die Beobachtung des Sonnenstillstands, die Aristarch im 50sten Jahre der kalip-

pischen Periode angestellt hatte, er verglich sie mit seiner eignen im 43sten Jahre der dritten dieser Perioden, und fand, daß nach einer Zwischenzeit von 145 Jahren der Sonnenstillstand einen halben Tag früher eingetreten war, als hätte geschehen sollen, wenn das Jahr genau $365\frac{1}{4}$ Tage lang gewesen wäre, wie die Griechen von ihm geglaubt hatten. Daraus schloß er, daß die wahre Jahrslänge ungefähr den 300sten Theil eines Tages kürzer sei; und ihm zu Folge hielt also das Jahr 365 T. 5 St. 55′ 12″. Das chaldäische Sternenjahr, so wie wir es aus der Periode von 600 Jahren hergeleitet haben, ist weit genauer, als dieß. Hipparch schob also diesen ältern Bestimmungen weniger genaue unter; weil ihm diese ältern ohne Beweiß und ohne irgend ein Mittel ihre Genauigkeit zu bestätigen, waren vorgelegt worden. Hipparch bürgte für die seinigen, und wollte nur das annehmen, was er prüfen konnte. Die erste Pflicht eines Astronomen, ist, die Genauigkeit seiner Resultate zu schätzen, und den Grad von Zutrauen zu bestimmen, denen man ihnen bewilligen kann.

§. 9.

Wir glauben indeß nicht, daß Hipparch von dieser Länge des Jahrs überzeugt war. Nahm er sie an: so that er es aus Irrthum, weil er darin einige Uebereinstimmung mit dem chaldäischen Sternenjahre zu finden glaubte a). Er mußte in das Resultat ein Mistrauen setzen, weil die Beobachtungen selbst ihn nicht befriedigten. Er bemerkte, daß die Beobachtung der Sonnenstandspunkte keiner Genauigkeit fähig war. Die Sonne behält in den Solstitien mehrere Tage hindurch für unsre Instrumente dieselbe Höhe. Man brachte also mehrere Tage hin, ohne die Ekliptik der Armillen zu erhöhen, und die Ungewißheit des Augenblicks des Sonnenstands erstreckte sich folglich über diese ganze Zeit. Die Bewegung der Sonne in der Ekliptik geschieht alsdann beinahe parallel mit dem Aequator.

a) Erläut. §. 3.

Hipparch zog daher die Beobachtung der Nachtgleichen vor, in welchen die Sonne sich schief durch den Aequator bewegt, und ihn schnell genug durchläuft, um die Veränderung ihrer Höhe von einem Tage zum andern merklich zu machen. Man konnte also mit mehrerer Genauigkeit den Augenblick angeben, wo dieß Gestirn sich in dem Kreise der Armillen befand, die den Aequator vorstellen. Hipparch arbeitete für die Nachwelt; denn er konnte nicht hoffen, aus dieser neuen Art von Beobachtungen selbst Resultate zu ziehen. Es mußten mehrere Jahrhunderte verfließen, um die Länge des Jahrs aus hinlänglich von einander entfernten Beobachtungen herleiten zu können.

§. 10.

Hipparch bemerkte leicht, durch fortgesetzte Beobachtungen der Sonnenstands- und Nachtgleiche-Punkte, daß diese Punkte das Jahr nicht in vier gleiche Theile theilten. Die Zwischenzeit zwischen der Frühlings- und Herbstnachtgleiche beträgt 186 Tage, also ungefähr sieben Tage mehr, als die Zeit zwischen der Herbst- und Frühlinsnachtgleiche, oder mit andern Worten, die Sonne bleibt ungefähr sieben Tage länger in dem nördlichen Theile der Ekliptik, als in dem südlichen. Die Bewegung der Sonne war also nicht immer gleich. Allein, weil die Alten das Princip der Gleichförmigkeit in einem Kreise hatten, so stellte sich Hipparch ohne Zweifel diese Ungleichheit der Sonne, eben so, wie Apollonius das Stillstehen und Rückwärtsgehen der Planeten, durch einen Epicykel vor. Man begreift nämlich, daß wenn sich der Mittelpunkt dieses Epicykels in einem andern Kreise gleichförmig um die Erde bewegt, unterdeß die Sonne gleichförmig die Peripherie des Epicykels durchläuft, dieß Gestirn bald mehr, bald weniger, fortgerückt zu seyn scheinen wird, als der Mittelpunkt des Epicykels a). Dieß Mehr oder Weniger zu der Gleichförmigkeit hinzugefügt,

a) Erläut §. 6.

mußte die scheinbare Bewegung der Sonne, von der Erde aus gesehen, nothwendig ungleich machen.

§. 11.

Hipparchs Genie war fruchtbar genug, eine zweite Hypothese zu erfinden, die auf gleiche Weise den Erscheinungen der Ungleichheit der Sonne entsprach. Vielleicht hatte er auch Scharfblick genug, zu bemerken, daß die Hypothese eines excentrischen Kreises natürlicher sei. Das Princip der Gleichförmigkeit wird dabei in seiner ganzen Reinheit erhalten, und die Ungleichheit kömmt bloß daher, weil die Erde nicht im Mittelpunkte liegt. Es verändern sich folglich ihre Entfernungen vor der Sonne. Ist die Sonne weiter entfernt, so scheint sie sich langsamer zu bewegen; ist sie näher, so scheint ihre Bewegung geschwinder zu seyn a). Die Entfernung der Erde vom Mittelpunkte des von der Sonne beschriebnen Kreises wird die Excentricität genannt.

Die Erfindung dieser Excentricität ist eine sehr glückliche Erfindung und verdient unser ganzes Lob. Sie gereicht dem Hipparch um so mehr zur Ehre, da sie die Basis unserer neuern Theorien geworden ist, und man in unsern Tagen bewiesen hat, daß sie wirklich in der Natur statt findet.

§. 12.

Diese Ungleichheit der Bewegung der Sonne ist bald größer, bald kleiner, bald muß sie hinzu addirt, bald abgezogen werden. Es war der Geometrie und der Arithmetik leicht, ihre Größe in Beziehung auf verschiedne Punkte des Sonnenweges zu bestimmen, und Hipparch befand sich im Stande Tabellen von der Bewegung der Sonne zu berechnen. Diese Tabellen bestehen aus zwei Theilen; der erste enthält eine gleiche, einförmige und der Zeit proportionirte Bewegung. Die Sonne durchläuft die 360 Grade der Ekliptik in $365\frac{1}{4}$ Tage. Dieß beträgt etwas weniger, als jeden Tag einen Grad. Man

a) Ebendas.

erhält also, wenn man diese Größe nach der Zahl der Tage wiederholt, die Räume, welche die Sonne in einem oder mehrern Monaten, in mehrern Jahren oder überhaupt in jeder bestimmten Zeit gleichförmig durchläuft. Diese Räume zu einem Stande der Sonne, der durch Beobachtung in einer gewissen Zeit, in einem vergangenen Augenblicke, den man die Epoche nennt, bekannt ist, hinzuaddirt, geben den mittlern Ort, oder die mittlere Länge der Sonne. Der zweite Theil der Tabellen zeigt die Ungleichheiten, die sich mit dem Jahre endigen und wieder erneuern. Sie sind in dieser Tabelle nach der Ordnung der Punkte der Sonnenbahn zu der sie gehören, geordnet. Man darf nur diese Ungleichheiten zu der in der ersten Tabelle gefundnen mittlern Bewegung hinzu addiren, so erhält man den wahren Ort der Sonne in der Ekliptik. Man muß auf diese so eben gegebne Erklärung um so mehr Aufmerksamkeit wenden, weil diese Form allgemein ist. Die Tabellen aller Planeten und die neuern Tabellen, deren wir uns jetzt bedienen, sind nach diesem Muster eingerichtet. Die Sonnentafeln sind die ersten gewesen, weil die Sonne, derjenige Weltkörper ist, worauf man alle übrigen bezieht. Ihre Bewegung ist der Maßstab aller Bewegung. Man sieht den Grund davon leicht ein. Die durchlaufnen Räume sind, wie wir schon bemerkt haben, nur durch die Zeit bekannt. Die Sonne ist die Richtschnur der Zeit; vor allen muß man also ihre Bewegung kennen, damit man sie zum Maßstabe und Muster aller übrigen gebrauchen kann.

§. 13.

Hipparch sah ein, daß die unvermeidlichen Fehler in der Bestimmung der Dauer des Jahrs mit der Zahl der Revolutionen und mit der Zeit wachsen mußten. Auch scheint er die Genauigkeit seiner Tabellen auf 600 Jahre eingeschränkt zu haben a). Indeß bleibt es doch immer eine bewundernswürdige Unternehmung, und der

a) Erläut. §. 2.

Erfolg so lange vorhergesagter Erscheinungen ist in der That etwas ausserordentliches. Der erste, der dem Volke sagte, das Gestirn, das ihr heute in diesem Punkte des Himmels seht, wird morgen in jenem Punkte seyn, mußte nothwendig für wahnsinnig gehalten werden: aber er galt für mehr als einen Weisen, als das Gestirn wirklich den ihm von dem Astronomen angewiesenen Platz einnahm. Der Mensch scheint alsdann von einem Strahle höherer Einsicht erleuchtet zu seyn. Gott hat die Erscheinungen aller Zeiten vor sich; er sieht die Gestirne, wo sie gewesen sind, wo sie sind, und wo sie seyn werden. Eben so, nur mit der Unvollkommenheit, die der menschlichen Natur eigen ist, stellt sich die Ordnung der Dinge nach dem Willen des Astronomen wieder her. Er kömmt nach Gefallen gleichsam dem Lauf der Zeit zuvor um die Ordnung künftiger Erscheinungen vorher zu sagen. Dieß zum Erstaunen glückliche Eintreffen astronomischer Begebenheiten ist die Quelle der astrologischen Verirrungen. Es scheint eben so leicht zu seyn, die Begebenheiten der Erde als des Himmels vorherzusagen. Der Charlataniß-mus eine Art von Heuchelei sucht immer nur mit Kenntnissen und mit Verdiensten, die er nicht besitzt, zu glänzen. Zu allen Zeiten haben Schurken das Verdienst der Weisen zu ihren Vortheil benutzt, die sich nur vervollkommnen um die Menschen aufzuklären, dahingegen jene bloß nachahmen um sie zu betrügen.

§. 14.

Die Ungleichheit des Laufs der Sonne führte Hipparch auf eine wichtige Entdeckung, auf die Ungleichheit der Tage a); denn die eine entspringt aus der andern. Ein künstlicher Tag von vier und zwanzig Stunden ist der Zeitraum zwischen einem Mittage oder dem Durchgange der Sonne durch den Meridian, bis zum folgenden Mittage. Aber in dieser Zeit ist die Sonne durch ihre eigne Bewegung um einen Grad gegen

a) Erläut. B. II. §. 7.

Morgen gerückt, so daß während der Dauer eines Tages die 360 Grade der Ekliptik und überdieß noch der Grad, um welchen die Sonne vorgerückt ist, durch den Meridian gehen. Es würde in dieser Hinsicht keine Ungleichheit Statt finden, wenn die Bewegung der Sonne immer dieselbe wäre; aber sie wechselt von 57′ bis 61′ ab, und diese vier Minuten Unterschied machen die Tage ungleich. Dieß ist noch nicht alles: die Tageszeit wird nach der täglichen Revolution um die Pole des Aequators gerechnet. Nun bewegt sich die Sonne in der Ekliptik: aus der Neigung dieser beiden Kreise gegen einander folgt also, daß zu gleichen Theilen auf der Ekliptik ungleiche Theile des Aequators gehören. Rückte die Sonne alle Tage gleichförmig um einen Grad vor, so würde dieser Grad bald größere, bald kleinere Theile auf dem Aequator korrespondiren. Daraus entspringt eine neue Verschiedenheit in der Länge der Tage. Durch die Häufungen dieser Ungleichheiten entsteht das, was wir die Zeitgleichung nennen, nämlich der Unterschied der wahren und mittlern Zeit, oder der durch die Sonne bezeichneten Zeit, und der Zeit welche eine gute Uhr zeigt, deren Gang beständig gleichförmig ist.

§. 15.

Hipparch irrte sehr in Absicht der Größe dieser Ungleichheit der Tage, die er ungefähr dreimal größer angab, als sie wirklich ist. Allein, dessen ungeachtet machte man bei diesem Anfange der Astronomie wenig Gebrauch davon, weil sie noch immer kleiner war als der Fehler der meisten Beobachtungen. Indeß gereicht es dem Hipparch doch immer sehr zur Ehre, daß er damals eins von den Elementen, worauf sich die neuere Genauigkeit gründet, gekannt hat. Dieser Unterschied der Tage würde weit beträchtlicher seyn, wenn man wie es einige alte Völker machten, den Tag von einem Aufgang oder Untergang der Sonne bis zum andern rechnete. Sie würde sogar unter verschiednen Klimaten verschieden seyn. Ohne Zweifel wurde Hipparch durch diesen

Umstand bestimmt, den Tag von einem Mittag bis zum andern zu rechnen. Er hatte dabei zwar Vortheile; einmal war der Unterschied in den Observationen kleiner und weniger merklich, und zweitens war dieser Unterschied in allen Ländern der Erde derselbe. Dieß ist der Ursprung unsres astronomischen Tages. Im bürgerlichen Leben zählt man, um die Spuren der alten Eintheilung in zwölf Theile beizubehalten, von einem Tage bis zum andern zwei mal zwölf Stunden, die Astronomen hingegen zählen vier und zwanzig Stunden in einem fort, wovon die erste um Mittag anfängt und die letzte sich den folgenden Mittag endigt. Eben so nahmen ehemals die Umbrier den Zwischenraum von einem Mittage zum andern für die Dauer des Tages an. Sie waren keine Astronomen und konnten also nicht durch dieselben Gründe, wie Hipparch, bestimmt werden. Es wäre der Mühe werth zu untersuchen worauf sich bei ihnen dieser Gebrauch gründete. Die Natur lehrt, daß der Tag des Morgens anfängt, und um die Umlaufszeit vollständig zu machen, fügt man entweder die folgende oder die vorhergehende Nacht hinzu. Die Mitte des Tages ist nur durch Beobachtung bekannt; sie ist kein sinnliches Zeichen, wie die Morgen- oder Abenddämmerung. Diese Wahl scheint ein weises und kultivirtes Volk zu verrathen. Wir sind beinahe geneigt, zu glauben, ohne es jedoch behaupten zu wollen, daß diese Einrichtung die Ueberlieferung eines alten astronomischen Gebrauchs ist. Man könnte wahrscheinliche Gründe dafür anführen. Die Auswanderungen haben alle Kenntnisse zerstreut; Ueberlieferungen sind verlohren gegangen, indeß andre sich erhalten haben. Es ist eben so merkwürdig in Indien eine Kenntniß von der Umdrehung der Fixsterne zu erblicken, welches eine Periode voraussetzt, deren Gebrauch von der Tartarei begränzt wird a); in China eine Eintheilung des Thierkreises anzutreffen, wovon die Tradition und die Methode nur zu Babylon erhalten

a) Geschichte der Astronomie des Alterthums 3ter Abschnitt §. 12.

worden sind; in Aegypten und in Syrien astronomische und physikalische Fabeln zu finden, die dem nördlichen Theile der Erde gehören a); als in Umbrien, vor der Erneuerung der Astronomie zu Alexandrien, auf einen Gebrauch zu stoßen, welcher astronomische Arbeiten und Kenntnisse voraussetzt. Wir haben auf einen sehr natürlichen und fruchtbaren Ursprung hingewiesen, wodurch sich alles erklären läßt. Ein großer Fluß trat, indem er von den Gebürgen hinunterstürzte, aus seinem Ufer, und die Ueberreste ihrer Produkte wurden auf den schon ehemals überschwemmten Gefülden zerstreut.

§. 16.

Hipparch ging bald darauf an die Untersuchung der Mondsbewegung. Er fand bei den Chaldäern schon eingeführte Perioden, welche die Umlaufszeiten dieses Planeten, sowohl in Rücksicht auf die Sterne als auch in Beziehung auf den Mondesknoten und seine Erdferne enthielten. Wir müssen jedoch bemerken, daß die Chaldäer, weder die Bewegung der Knoten, noch der Erdferne, gekannt haben. Sie betrachteten alle diese Veränderungen nicht anders als Ungleichheiten, deren Umlaufszeiten sie bemerkten, ohne sich um die Ursachen davon zu bekümmern. Ein merkwürdiger Umstand ist, daß Hipparch eben so wenig, als die Chaldäer sich mit der Vereinigung der Bewegungen der Sonne und des Mondes beschäftigt haben. Die Perioden von 600 und 3600 Jahren, die dieß zum Zwecke hatten, wurden zu Babylon verkannt und vergessen. Dieß ist ein Beweiß, daß die Astronomie ihr System und ihre Zwecke verändert hatte; und daß die Wissenschaft, durch welche diese so genauen Perioden festgesetzt waren, nicht mehr existirte. Hätte Hipparch die Umlaufszeiten der Sonne und des Mondes mit einander vereinigen wollen, so würde er bemerkt haben, daß sein Jahr zu lang war. Wir haben Ursache zu glauben, daß die Aegypter noch zu seiner Zeit dieselbe Ehrfurcht für ihr bewegliches

a) Ebendas. p. 97. u. folg.

und geheiligtes Jahr hatten. Sie richteten noch immer ihre Feldarbeiten nach der Erscheinung der Sterne ein, wie wir dieß aus den beiden von Ptolemäus uns mitgetheilten Kalendern sehen a). Man glaubt, daß die ägyptischen Priester darauf bestanden wären, den Gebrauch dieses unbestimmten Jahres zu erhalten, wodurch sie wegen der Einrichtung des Kalenders unentbehrlich wurden. Ihre Astronomie schränkte sich darauf ein, und aus Eifersucht gegen die alexandrinischen Philosophen erlaubten sie denselben nicht, die neue Astronomie bis auf die ihnen anvertrauten geheiligten Gegenstände auszudehnen. Unterdeß also die Astronomen nach den Jahren der kalippischen Periode, d. i. nach Revolutionen von 365¼ Tagen rechneten, behielt das Volk zu Alexandrien das unbestimmte Jahr bis auf die Regierung Augusts, wo die Reform des Julius Cäsar daselbst angenommen wurde b).

§. 17.

Hipparch, der den Mond vermittelst der Ringkugel beobachtete, bemerkte, daß er sich bald 5° über die Ekliptik erhob, und bald um eben so viel Grade unter dieselbe hinunter stieg. Er folgerte daraus, daß der Weg, den der Mond zurücklegt 5° gegen die Ekliptik geneigt sei. Dieß nennt man die größte Mondsbreite c). Dieser Weg schneidet die Ekliptik in Punkten, welche man die Knoten nennt. Hipparch bestätigte, was Eudoxus behauptet hatte, nämlich daß die Knoten beweglich sind, und nach und nach verschiedenen Punkten der Ekliptik entsprechen d). Er zog daraus das Resultat, daß die größten Breiten auch in verschiednen Punkten seyn müßten. Dieß nennten die Alten den Umlauf der Breite; eben das was wir in unsern Zeiten Umlauf der Knoten nennen.

a) Petau in Uranologio.
b) Ebendas. Dissert. p. 199.
c) Almag. Lib V. c. 8.
d) Gesch. der Sterkn. des Alterth. 9. Abschn. §. 9.

§. 18.

Indeß verfolgte Hipparch die Bewegungen des Mondes. Er beobachtete seine Entfernung von der Sonne unter verschiednen Umständen a). Auf gleiche Weise beobachtete er ohne Zweifel die Entfernung von den Sternen, wobei ihm eine sonderbare Ungleichheit dieser Planeten sehr auffiel. Diese Entfernungen wechselten in der Zeit von einem Tage oder einer Nacht ab; sie waren anders im Zenith, anders am Horizont; und man bemerkte sogar eine Verschiedenheit, wenn man die Bewegung des Mondes in der Zwischenzeit in Betrachtung zog. Diese Erscheinungen waren alle Tage dieselben. Hipparch wußte überdieß, daß dieselbe Sonnenfinsterniß in verschiednen Erdstrichen nicht gleich groß erscheine. Eine Sonnenfinsterniß, die in einem Lande sichtbar war, war es nicht in einem andern. Die Schwierigkeiten weckten sein Genie auf; er räsonnirte ohne Zweifel über diese Erscheinungen auf folgende Art. Weil die Veränderungen der Entfernungen des Mondes, die am Horizonte am merklichsten sind, sich von diesem Kreise an bis zum Zenith erstrecken, so hängen sie von der Höhe des Mondes über dem Horizonte ab. Ein Gestirn kann nicht in verschiednen Ländern in demselben Augenblicke, in derselben Höhe gesehen werden; aber wenn der Mond die Sonne verfinstert, und also zwischen die Sonne und die Erde tritt, so müssen diese beiden Gestirne, weil sie einem und demselben Punkte am Himmel entsprechen an jedem Orte einerlei Höhe haben. Findet dieß nicht statt: so muß die Höhe des einen Gestirn durch irgend eine Ursache verändert werden. Diese Ursache ist die Größe unsrer Erde. Ein Gestirn entspricht verschiednen Punkten des Himmels, wenn es von Beobachtern in verschiednen Punkten der Erde gesehen wird. Der Grund dieser Wirkung ist leicht einzusehen. Betrachten zwei Personen einen Baum, der mitten in einer Ebne steht, so durchkreuzen sich die Gesichtsstrahlen, die nach diesem Baume

a) Almag. Lib. V. cap. 1. et 2.

gerichtet sind, und werden sie bis an den Horizont verlängert, so bewirken sie, daß diese beiden Personen den Baum auf verschiedne Punkte desselben beziehen. Der Winkel, den die Gesichtsstrahlen der beiden Beobachter bilden, die Entfernung der Punkte des Himmels, auf welche sie dasselbe Gestirn beziehen ist das, was man die Parallaxe nennt a). Hipparch sah bald ein, daß er, weil diese Erscheinung von der Größe der Erde herrührte, diese Größe als null ansehen, nur den Mittelpunkt der Erde betrachten, und alle Erscheinungen auf diejenigen reduziren müßte, die für einem Beobachter in diesem Mittelpunkte statt finden würde. Auf diese Reduktion gründet sich die Parallaxenrechnung. Diese große und vortreffliche Entdeckung, war schon ein Schritt zur Vervollkommnung der Astronomie; sie allein würde hinreichend seyn, Hipparch unsterblich zu machen. Ohne diese Entdeckung hätte Hipparch für die Mondstheorie nichts gethan, weil die schon an und für sich ungleiche Bewegung des Mondes es noch mehr durch die Wirkung der Parallaxe wird, die nicht nur an verschiednen Orten zu gleicher Zeit, sogar an einem und demselben Orte bei verschiednen Höhen über dem Horizont verschieden ist.

a) Es sei (Fig. 7.) der Mond in L, der aus dem Mittelpunkte der Erde gesehen in b erscheint; so zeigt die Figur, daß zwei Beobachter, der eine in A, der andre in D, ihn in a und in d sehen würden. Der Mond ist eben so wenig in b, als in a, oder in d; er ist wirklich in dem Punkte L seiner Bahn; und wir, die wir ihn von der Oberfläche der Erde sehen, beziehen ihn auf den gestirnten Himmel über uns. Die Wirkung der Parallaxe besteht darin, daß das Gestirn niedriger steht; und an einem und demselben Orte ist sie, alles übrige als gleich angenommen, am größten, wenn das Gestirn am Horizonte steht. Sie nimmt ab, so wie es sich erhebt und wird im Zenith null. Dieß erhellt aus der Figur, wo man sieht, daß der Parallaxen-Winkel BHC im Horizonte größer, in der Höhe LH kleiner und im Zenith Z null ist. Man nennt den Winkel BHC die Horizontalparallaxe.

§. 19.

Ungeachtet Hipparch die Ursachen der Parallaxen kannte, so scheint er doch ihre Größe nicht haben bestimmen zu können. Er wußte bloß ihre Wirkung zu vermeiden. Er lehrte, daß allein die Beobachtungen der Mondsfinsternisse den wahren Ort des Mondes, am Himmel geben könnten a). Der Schatten, den der undurchsichtige Erdkörper wirft, fällt immer auf die entgegengesetzte Seite der Sonne. Die Mittelpunkte dieses Kegels, der Erde und der Sonne liegen also immer in einer und derselben graden Linie. Geht daher der Mond durch den Mittelpunkt des Schattens: so ist er völlig der Sonne entgegengesetzt. Er ist um den halben Himmel oder um die halbe Peripherie des Kreises von ihr entfernt. Berechnet man daher für den Augenblick der Mitte der Finsterniß nach den Tabellen den Ort der Sonne, so hat man, wenn man 180° hinzuaddirt, den wahren beobachteten Ort des Mondes.

Hipparch wußte aus der Umlaufszeit des Mondes, daß er täglich etwas mehr als 13° seiner Bahn durchläuft; er war also im Stande Tabellen von seiner Bewegung zu verfertigen, so wie er es für die Sonne gethan hatte. Wenn er aber die aus diesen Tabellen hergeleiteten Lagen des Mondes mit denen durch die Finsternisse beobachteten verglich, so bemerkte er die Ungleichheit, wovon die Chaldäer die Periode gekannt hatten. Er sah, daß sie bis auf 5° gieng, und daß sie wegen ihrer Aehnlichkeit mit der, die er in der Sonne entdeckt hatte, durch dieselben Mittel nämlich durch einen Epicykel oder einen excentrischen Kreis vorgestellt werden könnte b). Hipparch bemerkte eine große Wahrheit, daß nämlich die Bewegung der Himmelskörper sich auf ähnliche Ursachen und Gesetzen gründete. Die Bewegung des Mondes hatte mit der Sonne Aehnlichkeit. Man konnte zwischen den Epicykeln und excen-

a) Almag, Lib. VI c. 1.
b) Erläut. B. IV. §. 5.

trischen Kreisen nicht entscheiden; aber so viel war einleuchtend, daß diejenige von beiden Hypothesen, welche der Wahrheit am nächsten kam, sowohl die Bewegung der Sonne als die des Mondes erklärte.

§. 20.

Die Entdeckung der Parallaxe führte Hipparch auf eine zweite Entdeckung, nämlich auf die eben so wichtige Methode, die Entfernung der Planeten von der Erde zu messen. Irrte er auch in den Resultaten, so macht ihm dennoch diese vortreffliche Methode nicht weniger Ehre. Er sah, daß, da die Parallaxe durch die Gesichtsstrahlen der beiden Beobachter, die in demselben Augenblicke denselben Himmelskörper beobachteten, gebildet wurde, der parallaktische Winkel um so kleiner seyn mußte, je entfernter der Körper war. Ein Gestirn, das der Erde zweimal so nahe ist, als ein anderes, muß daher eine doppelt so große Parallaxe haben a). Hier hatte er also ein Mittel die Verhältnisse der Entfernung der Himmelskörper von der Erde zu bestimmen. Er sah ferner ein, daß man diese Verhältnisse durch bekannte Maßstäbe wie z. B. die Größe der Erde bestimmen konnte. Hat man nämlich den Parallaxenwinkel eines Sterns beobachtet, so lehrt eine einfache Geometrie, die Trigonometrie, das Verhältniß des Halbmessers unsrer Erde zu der Entfernung dieses Gestirns finden b). Man konnte also diese Entfernung

a) Genau genommen ist dieß nicht richtig, sondern es ist nur beinahe wahr und zwar um so mehr, je kleiner die Parallaxen sind, und die Parallaxen können so klein seyn, daß der Fehler der aus der Anwendung dieses Satzes entspringt, für unsre Instrumente verschwindet. Uebersetzer.

b) Der Gesichtsstrahl nämlich, der von dem auf der Oberfläche der Erde befindlichen Beobachter bis zu dem beobachteten Gestirn geht, der Halbmesser unsrer Erde und die aus dem Mittelpunkte der Erde bis zu dem Gestirn gezogne Linie, sind drei grade Linien, welche ein Dreieck bilden. Der Winkel an der Oberfläche der Erde ist ein rechter Winkel, der Winkel an dem Gestirne ist die durch die Bebobachtung gegebne Parallaxe. Nimmt man den Erdhalbmesser als be-

durch ähnliche Stadien angeben, wie die waren, deren sich Eratosthenes bediente, d. h. durch Maße, die schon in den Händen des Menschen waren, und die er mit dem vertrautesten und genauesten seiner Sinne schätzte. Dieß ist die allgemeine Methode, die wir dem Hipparch zu verdanken haben; sie wurde von ihm auf den Mond angewandt. Weil die Parallaxe dieses Planeten von allen die größte ist, so wurde sie auch am ersten bemerkt. Die übrigen konnten nicht mit den Instrumenten der damaligen Zeit gemessen werden. Die Unternehmung die Entfernung der Himmelskörper zu messen, die sich weit über uns fort bewegen, ist vielleicht die ausserordentlichste, die jemals der menschliche Verstand unternommen hat! Sie erregt die Bewunderung derer die in den Geheimnissen der Astronomie nicht eingeweiht sind, und ihr Erstaunen würde noch größer seyn, wenn sie wüßten, wie klein unsre Erde in Vergleich mit dieser Entfernung ist. Mit Recht bewundert der Weise, daß der Mensch der gegen die kleine Kugel, die er bewohnt, selbst so klein ist, mit Hülfe neuer Organe seine eignen auf Gegenstände anzuwenden gewußt hat, welche die Natur so weit von ihm entfernt hatte. Jetzt aber, da die Methode einmal erfunden und bekannt ist, scheint nichts einfacher zu seyn.

§. 21.

Hipparch war eben so ungewiß in Absicht der Entfernungen des Mondes als der Größe seiner Parallaxen. Er bemerkte, daß die Entfernung des Mondes von der Erde veränderlich war, und leiteite daraus selbst eine Veränderung in seinem Durchmesser her, der um so größer erscheint, je näher der

kannt an, so kann man durch Rechnung die aus dem Mittelpunkte der Erde bis zu dem Stern gezogne Linie, oder seine Entfernung bestimmen. Man wird wissen können, wie viel mal unser Erdhalbmesser in dieser Entfernung enthalten ist. Dieser Erdhalbmesser ist das gemeinschaftliche Maß für alle Entfernungen der Himmelskörper; und dieser Halbmesser war schon durch die Operation des Eratosthenes bestimmt worden.

Mond der Erde ist. Er erfand ein Instrument den Durchmesser zu messen, welches er auch verfertigen ließ. Dieß Instrument bestand aus einem Winkel, der von zwei hölzernen vier Kubitus oder ungefähr sieben Fuß langen und auf einem Mittelpunkte beweglichen Linealen gebildet wurde. An diesem Mittelpunkte war eine Diopter angebracht, und zwei andere an den äußersten Enden der Lineale a). Die Idee zu diesem Instrumente ist von dem Instrumente, dessen sich Archimedes bediente, hergenommen. Die beiden Regeln sind die Gesichtsstrahlen, und der Zwischenraum der beiden vordern Dioptern vertritt die Stelle des hölzernen Zylinders. Dieß Instrument wurde durch die Erfindung der Dioptern, welche dem Hipparch zu gehören scheint, vervollkommnet. Hipparch fand den Sonnendurchmesser durch Beobachtung, wie Aristarch gethan hatte, 30′ den Durchmesser des Mondes in seiner größten Entfernung von der Erde entfernt ist 30′, und in seiner größten Nähe am nächsten ist 35′; und endlich in der Mitte zwischen der größten und kleinsten Entfernung b) zu $33\frac{1}{3}$′.

Was die Entfernung betrifft, so nahm er bald die größte zu 83 und die kleinste zu 71 Erdhalbmesser an; bald die größte zu $72\frac{1}{2}$ und die kleinste zu 62. Er war ungewiß, weil die Beobachtungen, da sie nicht genau genug waren, ihm verschiedne Resultate gaben. Eben so ungewiß war er in Absicht der Entfernung der Sonne von der Erde, die er zu 1379 oder 1472 Erdhalbmesser angab c). Man muß sich darüber nicht wundern. Die Sonnenparallaxe ist klein, sehr schwer zu bestimmen, vorzüglich alsdenn, wenn der Fehler der Beobachtungen beträchtlich größer ist, als die Größe dieser Parallaxe. Hipparch zweifelte sogar, ob die Sonne eine Parallaxe habe, und doch soll er, was

a) Almag. Lib. V, c. 12.
b) Almag. Lib IV, c 9. Theon et Riccioli, Almag. T. I, p. 222.
c) Theon, Comment. Almag. Riccioli, Almag. T. I, p. 110 et 222. Unten §. 34.

äußerst inkonsequent gehandelt seyn würde und gar nicht glaublich ist, die Mondsparallaxe durch die Sonnenparallaxe gesucht haben. Weil nämlich Aristarch das Verhältniß der Entfernungen dieser beiden Gestirne bestimmt hatte, so konnte er, wenn eine von den Parallaxen bekannt gewesen wäre, daraus die andere finden. Allein ungeachtet des Zeugnisses des Ptolemäus a) ist es uns doch unwahrscheinlich, daß Hipparch, der Wiederhersteller der Astronomie, einer solchen Inkonsequenz fähig gewesen sei.

Diese Entfernungen der Sonne sind vierzehn oder funfzehn mal kleiner als die, welche Eratosthenes angiebt, und entfernen sich um so mehr von der Wahrheit. Ein Beweiß, daß Eratosthenes diese Entfernung der Sonne nur nach einer alten Tradition angegeben hatte. Die Ueberreste der uranfänglichen Astronomie glichen damals mehr Volksirrthümern als auf Observationen gegründeten Resultaten. Hipparch glaubte diese Resultate nicht annehmen zu dürfen, und bezog sich nur darauf, insofern er sie selbst bestimmt oder wenigstens untersucht hatte.

§. 22.

So geschickt indeß dieser Astronom war, so blieb er doch bei der Theorie der Sonne und des Mondes stehen, und wagte es nicht weiter zu gehen und sich mit der Theorie der fünf Planeten zu beschäftigen. Sie schien ihm zu schwer zu seyn, theils, weil man noch nicht gar lange angefangen hatte sie zu beobachten b); theils auch, weil,

a) Almag. Lib. V, c. 11.

b) Almag. Lib. IX. cap. 10. Wenn Ptolemäus sagt, man habe noch nicht lange angefangen die Planeten zu beobachten, so ist dieß bloß von ihrem Orte in Beziehung auf die Ekliptik zu verstehen; denn Ptolemäus sagt ausdrücklich, daß die Alten, und diese Alten sind die Orientaler und Chaldäer, das Stillstehen und Sichtbar werden der Planeten beobachteten. Allein diese vielleicht mit weniger Sorgfalt in ihren Registern beschriebene Beobachtungen, sind überdieß schwer anzustellen und an und für sich selbst

wegen ihrer Bewegung, die weit langsamer ist als die des Mondes ist, in vielen Jahren nur eine geringe Anzahl von Revolutionen erfolgte, der Fehler der Beobachtung also weniger getheilt und die Umlaufszeit um so weniger genau bekannt seyn konnte.

Es zeigte sich noch eine andere Schwierigkeit bei der Untersuchung der Bewegung der Planeten; dieß waren nämlich die beiden Ungleichheiten, welche die Alten darin zu bemerken glaubten. Die eine Ungleichheit wird durch ihre Stillstände und Rückgänge hervorgebracht, und ist nur scheinbar. Die andre betrifft ihre Bewegung im Thierkreise, welche bald langsamer bald schneller zu seyn schien. Diese Ungleichheit ist den Planeten eigen. Zufolge dieser beiden Ungleichheiten nahmen die Alten für jeden Planeten zwei Umläufe an, die eine in Beziehung auf die Sonne, die andere in Rücksicht auf den Thierkreis. Hipparch, den Ptolemäus, den Freund der Wahrheit nennt, verzweifelt als er sich von Beobachtungen, die zugleich alt und genau waren, entblößt sah, diese sonderbare Erscheinungen auf die einförmige Kreisbewegung reduziren zu können, wie er es für die Sonne und den Mond gethan hatte. Er begnügte sich damit die alten Beobachtungen zu sammeln, zur Belehrung der Nachwelt selbst beßre anzustellen und zu zeigen, daß die Erscheinungen nicht mit den mathematischen Voraussetzungen seiner Zeit übereinstimmten. Wir kennen diese Voraussetzung nicht. Er glaubte, daß es keine Hypothesen gäbe, wodurch die doppelte Ungleichheit begreiflich gemacht werden könnte. Es scheint, daß Hipparch, der die Ungleich-

ungewiß. Der wahre Zeitpunkt der Stillstände läßt sich wegen der vorhergehenden und folgenden langsamen Bewegung fast unmöglich genau bestimmen, das Sichtbarwerden der Planeten des Morgens, wenn sie aus den Sonnenstrahlen hervorgehen ist der Ungewißheit von einem oder mehrern Tagen unterworfen, entweder wegen der übeln Witterung, oder selbst wegen der Dünste am Horizonte, oder auch endlich wegen eines weniger guten Gesichts oder wegen des Mangels an anhaltender unermüdeter Aufmerksamkeit.

heit der Sonne durch einen Epicykel oder durch einen excentrischen Kreis erklärte, ganz leicht hätte darauf kommen müssen, durch Vereinigung eines Epicykels und eines excentrischen Kreises die beiden Ungleichheiten vorzustellen; allein diese Verbindung war dem Ptolemäus aufbehalten. Nichts erblickt man in der Geschichte der Wissenschaften gewöhnlicher, als daß einfache Gedanken, die weiter nichts als Folgen sind, den größten Männern entgehen. Wäre die Aussicht des menschlichen Geistes nicht begränzt, so würde der Mann von Genie, der die Idee zu einer Wissenschaft faßt, so gleich ihren ganzen Umfang übersehen. Die begränzten Kräfte haben die Anstrengungen und Arbeiten auf die ganze Dauer der Zeit zertheilt.

§. 23.

Mit Recht ist Hipparch durch die herrliche Unternehmung, die Sterne zu zählen und ihre beobachteten Lagen der Nachwelt zu hinterlassen, unsterblich geworden. Ein neuer Stern, den man am Himmel bemerkte, gab dazu Veranlassung. Hipparch sah ganz das Ausserordentliche dieser Erscheinung ein. Die Sterne sind am Himmel das unveränderlichste, sowohl in Absicht ihrer Lage als ihrer Größe und ihres Glanzes. Aehnliche Sterne konnten also auf einmal erleuchtet oder geschaffen werden. Haben sie entstehen können, so können sie auch wieder vernichtet werden. Eine einzige Thatsache zerstört auf immer die Göttlichkeit der Sterne, und setzt sich in die Klasse aller Wesen, indem sie sie dem allgemeinen Gesetze der Natur unterwirft, dem Gesetze geboren zu werden, sich zu verändern und zu sterben. Hipparch urtheilte, daß dieß Phänomen, das sich schon mehrere male gezeigt hatte, wieder kommen könnte; und dieser Mann wagte, sagt Plinius, eine selbst einem Gotte kühne Unternehmung, ausus rem etiam Deo improbam; nämlich die Sterne zu zählen, ihre Entfernungen zu bestimmen, und vermittelst besonders dazu erfundner Instrumente, sie durch ihre Lagen und Größe

anzuzeigen, damit man wissen könnte, ob sie entstünden oder vergingen, ob sie in Ruhe oder in Bewegung wären und endlich ob ihr Glanz einer Vermehrung oder Verminderung fähig sei. Hipparch hinterließ den so von ihm beschriebnen Himmel der Nachwelt gleichsam zur Erbschaft.

§. 24.

Etwas muß man indeß doch von dem übertriebnen Lobe des Plinius wegnehmen, oder weil er nicht genug in dieser Wissenschaft unterrichtet war, wenigstens dieß Lob auf das, was es Wahres enthält, zurückführen. Hipparch ist nicht der erste, der die Sterne gezählt hat; man glaubt mit Recht, daß die alten Orientaler eine Zählung derselben unternommen haben. Plinius unterstützt selbst diese Meinung, indem er an einem andern Orte sagt, daß die Alten 1600 Sterne in den Konstellationen des Himmels zählten. Hipparch hat weit weniger gezählt; aber die Sache wird dadurch entschieden, daß Eratosthenes, wie wir schon gesagt haben, uns eine Beschreibung des Himmels hinterlassen hat, in welcher die Sterne jeder Konstellation gezählt sind. Er findet deren in allen etwas mehr als 700. Hipparch ist sogar auch nicht der erste, der die Lagen der Sterne beobachtet, und ihre Entfernung vom Aequator und den Koluren in Graden gemessen hat. Dieß hatten schon vor ihm Aristyllus und Timochares unternommen. Sein Verdienst besteht darin, daß er die Anzahl der Sterne, die mit bloßem Auge können gesehen werden, genauer bestimmte. Er zählt deren 300 mehr als Eratosthenes. Er hat die Lage aller Sterne beobachtet, da hingegen seine Vorgänger dieß nur von einigen gethan hatten. Diese Unternehmung des Hipparchs verdient, obgleich sie nicht ohne Beispiel war, der Größe ihres Gegenstandes der ungeheuren Arbeit und der glücklichen Ausführung wegen, bewundert zu werden. Er sah die Nothwendigkeit dieses Werks ein, und hatte den Muth es anzufangen und zu vollenden. Die Astronomen werden ihm deswegen ge-

wiß ein größeres Verdienst zu gestehen, als wenn er der erste gewesen wäre, der die Sterne gezählt hätte. Man muß die Männer zu loben wissen, die gelobt zu werden verdienen, und oft preiset die Unwissenheit an ihnen das, was sie selten am wenigsten schätzen.

Hipparchs Plan oder wenigstens seine Ausführung ist bei weiten so ausgedehnt nicht gewesen, als man aus Plinius Erzählung schließen muß. Sein Sternenverzeichniß ist nicht vollständig genug, um alle, selbst dem unbewaffneten Auge, sichtbaren Sterne zu enthalten. Man hat also nicht das Recht zu schließen, daß ein Stern neu sei, weil man ihn nicht darin findet, oder daß er verschwunden sei, weil man ihn nicht mehr bemerkt. Denn die Lagen der Sterne in diesem Verzeichnisse, sind nicht so genau, daß man sich bei Aufsuchung der sehr kleinen Sterne nicht sollte irren können. Was die eigne Bewegung der Sterne betrifft, so gehörten, weil dieselbe nur sehr langsam seyn kann, viele Jahrhunderte dazu, nur den ziemlich beträchtlichen Fehler der Beobachtungen zu ersetzen, und bei dieser feinen Untersuchung sich der Lagen Hipparchs bedienen zu können. Am wenigsten aber war je Hipparchs Plan die Größe und den Glanz der Fixsterne zu messen. Diese Sterne haben selbst in unsern besten Fernröhren keinen Durchmesser. Ihr funkelndes Licht giebt ihnen freilich einen für unser Auge empfindbaren Durchmesser; allein auch dieser ist zu klein, als daß er mit Hipparchs Instrumenten hätte gemessen werden können. Die Stärke ihres Glanzes ist noch schwerer zu bestimmen: wir wissen nicht einmal, ob selbst unsre neuere Genauigkeit diese Messungen je wird erreichen können. Uebrigens gereicht es dem Hipparch zur Ehre wenn er durch eine Art von Inspiration vorhergesehen hat, daß die Wissenschaft so weit kommen könnte, wir müssen jedoch bemerken, daß er dieß Ziel nicht erreichte. Das Verzeichniß des Hipparchs ist indeß bei allen Arbeiten dieser Art zum Muster genommen worden, und wenn auch die Neuern es an Größe und Genauigkeit übertroffen

haben, so wird doch sein Verdienst, der Erste gewesen zu seyn, noch dadurch vermehrt, daß er den Zustand des Himmels der damaligen Zeit beschrieben und so den Grund zur Untersuchung der Bewegung der Sterne in der Länge gelegt hat.

§. 25.

Man ist nicht abgeneigt gewesen den neuen von Hipparch bemerkten Stern für einen Kometen zu halten; allein dieser Astronom hatte gewiß zu viel Einsicht um sich so täuschen zu lassen. Jeder Komet hat eine eigne Bewegung, die er hätte bemerken müssen; er würde gesehen haben, daß er seine Lage in Rücksicht der übrigen Sterne veränderte. Er würde ihn unstreitig anfangs für einen Planeten, und wenn er ihn hätte verschwinden sehen, vielleicht gar für eine bloße Lufterscheinung gehalten haben. Es ist sehr merkwürdig, daß weder Hipparch noch Ptolemäus ein Wort von Kometen gesagt haben. Vermuthlich haben sie keine gesehen, oder sie für Meteore gehalten, die kein Gegenstand der Astronomie sind. Es ist zu bewundern, daß die vernünftige Meinung der Chaldäer über die Natur und Rückkehr der Kometen von Hipparch nicht ist angeführt worden. Er müßte sie kennen, aber wahrscheinlich hat er sie als einen Volksirrthum verworfen; ein Beweis, daß die Beobachtungen, welche dabei zum Grunde lagen, zur Zeit dieses Astronomen nicht mehr existirten, und älter waren als die alten chaldäischen Beobachtungen.

§. 26.

Hipparch theilte den Himmel in 49 Sternbilder, wovon 12 in der Ekliptik, 21 nördliche und 16 südliche waren. In den Erläuterungen werden wir die Namen davon anführen a). Dieß war die Himmelskugel der Chaldäer, aber Hipparch änderte darin etwas b), er brachte das Haupthaar der Berenice mit hinein. Die Methode, deren er sich bei der Beobachtung der Sterne bediente, gehört ohne Zweifel auch ihm; sie ist sehr

a) §. 19. b) Ebendas. §. 17.

sinnreich. Man kann in dem Thierkreise keine Lage bestimmen, als nur in Beziehung der Aequinoktial- und Solstitialpunkte. Nun sind diese Punkte am Himmel nicht sichtbar; sie können jeden Augenblick nur durch die Vergleichung des beobachteten Orts der Sonne und durch die Tabellen, welche ihre Entfernung von diesen Punkten angeben, erkannt werden. Aber wie soll man die Sterne bei der Sonne erkennen, welche sie durch ihren Glanz unsichtbar macht und ihnen so lange sie über dem Horizont ist nicht zu erscheinen erlaubt. Hipparch kam auf den Gedanken, vermittelst des Mondes eine mittlere Beobachtung anzustellen a). Er bemerkte kurz vor Sonnen-Untergang auf der Ringkugel den Unterschied der Länge zwischen diesem Gestirne und dem Monde. So bald die Sonne untergegangen war, und irgend ein schöner Stern erschien, beobachtete er den Längenunterschied zwischen dem Sterne und dem Monde, dabei zog er die Bewegung des Mondes in der Zwischenzeit der Beobachtungen, die immer ziemlich kurz war, mit in Betracht; und weil ihm die Tabellen den wahren Ort der Sonne in der Ekliptik gaben, so hatte er auch den Ort des Sterns. Hatte er einmal den Ort von einem oder mehrern Sternen bestimmt, so diente ihn dieser zur Vergleichung für alle übrige Sterne. Man sieht, daß diese Methode, deren man sich in unsern Tagen bis zur Erfindung der Pendeluhren bedient hat, sehr alt ist. Auf die Art beobachtete Hipparch alle Lagen, wovon uns Ptolemäus das Verzeichniß aufgehoben hat b).

Er scheint eine Himmelskugel verfertigt und darauf diese Lagen und die Sternbilder verzeichnet zu haben. Diese Kugel wurde ohne Zweifel in dem alexandrinischen

a) Ptolem. Almag. Lib. VII, c. 2.

b) Ptolemäus scheint sich diese Methode zuzueignen, allein Hipparch würde die beobachteten Lagen der Sterne nicht zurückgelassen haben, wenn er nicht eine Methode sie zu beobachten gehabt hätte, und weil er eine Methode haben mußte, so ist es natürlich ihm die von Ptolemäus erwähnte zuzuschreiben.

Musäum als ein für die Astronomie des Hipparchs eben so nützliches als ehrenvolles Denkmal aufgestellt. Um zu beweisen, daß die Entfernungen und das Verhältniß der Sternbilder sich nicht verändert habe, verlangt Ptolemäus, daß man seine eignen Bestimmungen mit dieser alten Himmelskugel vergleiche a). Hipparch führte diesen Gedanken noch weiter aus, und dachte sich, daß die Sternbilder auf einer Ebne entworfen werden konnten b); er glaubte, daß der Himmel eben so darauf könne vorgestellt werden, wie Anaximander die Erde vorgestellt hatte. Die erst kurz vorher erfundne Projektionsmethode erleichterte ihm die Ausführung davon. Hipparch hatte alle Eigenschaften, die das Genie charakterisiren; einen allgemeinen Blick die Verhältnisse zu fassen, und ein richtiges und sicheres Gefühl alle mögliche Anwendungen davon zu machen.

§. 27.

Diese Arbeit, die Hipparch mit den Sternen und ihren für die Nachwelt aufgezeichneten Lagen unternommen und geendigt hatte, führten ihn auf die Entdeckung der Bewegung der Sterne. Er kam bei der Untersuchung einiger Beobachtungen des Aristyllus und Timochares auf diese Vermuthung. Timochares hatte gefunden, daß der Stern, welcher die Aehre der Jugfrau genannt wird, 8° vor dem Aequinoktialpunkte durch den Meridian ging. Hipparch bemerkte, daß derselbe Stern zu seiner Zeit nicht mehr als 6½ Grade vorrückte. Er wiederholte dieselbe Vergleichung mit verschiednen andern Sternen, und fand, daß alle von Abend gegen Morgen um eben so viel Grade weiter fortgerückt waren. Die ersten Sterne, deren er sich zu dieser Vergleichung bediente, waren ohne Zweifel Sterne im Thierkreise; denn er nahm zuerst an, daß diese Bewegung nur bei denen statt finde, die in diesem engen

a) Ptolem. Almag. Lib. VII. c. 1.
b) Synesius, de dono astrol. Hist des Mathem. Tom. I, p. 274.

Streifen lagen a). Neue Vergleichungen und eine reifere Untersuchung waren Ursache, daß er diese wunderliche Hypothese aufgab, und alle Sterne einer allgemeinen Bewegung unterwaf, welche sie insgesammt mit sich fortzieht ohne im geringsten ihre gegenseitige Lage zu verändern. Ungeachtet wir mit Recht diese Hypothese für ungereimt halten, so läßt sich doch, wie wir glauben, Hipparch rechtfertigen, daß er sie auf eine kurze Zeit angenommen hat. Es liegt darin weiter nichts ungereimtes als das, was nicht natürlich ist. Allein zu allen Zeiten ist es schwer über das, was wirklich der Natur zugehört, anders als aus der Erfahrung zu urtheilen. Was war ausserordentlicher, sich zu denken, der Streifen des Thierkreises drehe sich um seine Axe, und die Sterne in demselben durch eine fortschreitende Bewegung von den übrigen zu trennen, oder alle Sterne durch eine allgemeine Bewegung ohne sich von einander zu entfernen mit eben so viel und noch mehr Ordnung gleich einem in den militärischen Evolutionen geübtem Heere fortrüken zu sehen. Wir müssen gestehen, daß Hipparch, ehe die Thatsachen entschieden waren, ungewiß seyn mußte, welche von diesen beiden Hypothesen er als die natürlichste wählen sollte.

§. 28.

Hipparch sah bald ein, daß sich die Sterne gleichförmig um die Pole der Ekliptik bewegten. Sie behielten in Rücksicht dieses Kreises immer dieselbe Entfernung. Die Kornähre der Jungfrau war davon 2° entfernt, wie zur Zeit des Timocharcs. Er bemerkte, daß alle Deklinationen sich verändert hatten, hingegen die Breiten dieselben geblieben waren. Er nahm also in seiner Abhandlung über die Größe des Jahres an, daß sich alle Sterne, aber nur in der Länge bewegten b), jedoch immer noch mit einer Art von Zweifel, weil er glaubte, die Beobachtungen des Timocharcs wären nicht ge-

a) Ptol. Almag. Lib. VII, c. 1.
b) Ptolem. Almag Lib. VII, c. 2.

nau genug, um davon gewiß zu seyn. Ueberdieß war noch keine sehr lange Zeit verflossen, und es konnte sich noch immer eine Bewegung in der Breite, die weniger merklich war als die in der Länge, in einer größern Anzahl Jahre zeigen. Diese Vorsicht beweiset, daß Hipparch ein sehr guter Kopf war. Er entschied sogar nicht einmal über alles, was er selbst gesehen hatte. Er erwartete von der Zeit, die sehr oft übereilte Behauptungen wiederlegt, die nöthige Aufklärung. Ptolemäus, der 260 Jahre nachher die Breiten so fand, wie sie Timochares und Hipparch beobachtet hatten, befand sich in der Lage, den Zweifel, den die Klugheit seines Vorgängers gehegt hatte, gänzlich heben zu können.

§. 29.

Wir glauben, daß Hipparch noch weiter gegangen ist, und vorausgesehen hat, daß diese Bewegung nicht den Sternen zugehörte. Dem beobachteten Scheine zufolge entfernten sich die Sterne alle mit einer gleichen Bewegung von den Aequinoktialpunkten, indem sie immer unter einander dieselbe Ordnung behielten, die sie seit dem Anfange der Welt hatten. Hipparch scheint die sphärische Decke nicht angenommen zu haben, an welcher die alten Griechen die Sterne angeheftet hatten. Der Schein war derselbe, sie mochten sich von dem Aequinoktialpunkt oder dieser von ihnen entfernen. Es war weit natürlicher, daß sich dieser Punkt oder wenigstens die vier Kardinalpunkte allein bewegten. Diese Voraussetzung hielt er für die natürlichste. Montucla a) vermuthet dieß mit Recht aus dem Titel eines Winkels von Hipparch, von dem Rückwärtsgehen der Nachtgleichen, was er eben so leicht nach der Bewegung der Sterne in der Länge betitelt haben würde. Dieser große Astronom hat also diese Wirkung aus dem richtigen Gesichtspunkte betrachtet. Er hat den Sternen die Ruhe, und die Beständigkeit wiedergeschenkt, welche

a) Hist. des Mathémat. T. I, p. 274.

ihren Charakter ausmacht. Sie glänzen ruhig in den Gefilden des Himmels, ohne wenigstens sichtbar den ihnen von dem höchsten Wesen angewiesnen Ort zu verlassen. Bloß die Nachtgleiche- und Sonnenstandspunkte sind dazu bestimmt, jedes Jahr um eine kleine Größe vorzurücken, indem sie mit einem sehr langsamen Gange in einer Zeit von ungefähr 25920 Jahren die Ekliptik durchlaufen. Es war nur noch die Ursache davon zu erforschen, die bis auf Newton unbekannt bleiben mußte.

Hipparch nahm diese Bewegung noch langsamer an, als sie wirklich ist. Sie betrug seiner Meinung nach in einem Jahrhunderte nur einen Grad, daß also die ganze Umlaufszeit 36000 Jahre ausmachte.

§. 30.

Die Kenntniß der scheinbaren Bewegung der Fixsterne längs der Ekliptik veranlaßte den Hipparch die Sterne auf diesen Kreis und nicht mehr auf dem Aequator zu beziehen. Bis auf Hipparch erstreckte sich die Astronomie bei den Griechen nicht weiter als auf die Beobachtung des Aufgangs und Untergangs der Sterne. Da diese Erscheinungen besonders von der Gradenaufsteigung und Abweichung abhängen, so war es natürlich den Ort der Sterne in Beziehung auf den Aequator zu bestimmen. Selbst Hipparch folgte anfangs diesem Gebrauche a); als er aber die Bewegung der Sterne entdeckt hatte, so hielt er es für bequemer ihren Ort auf die Ekliptik zu beziehn, wodurch die Rechnungen sehr einfach werden, weil das Vorrücken in der Länge gleichförmig geschieht und die Breite unveränderlich ist, die Gradeaufsteigung und Abweichung hingegen durch diese Bewegung sich immer und zwar ungleich verändern.

Zu Hipparchs Zeit ging der Kolurus der Nachtgleichen durch den ersten Stern des Widders, und ein jedes Sternbild nahm ungefähr, soweit es seine Größe erlaubt, den zwölften Theil des Thierkreises ein. Wir

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2ter B. 6ter Abschn. §. 11

vermuthen sogar, daß Hipparch die ältern Sternbilder etwas verändert hat, damit der Widder die erste Stelle einnahm, wie er es in den alten Zeiten bei der ersten Eintheilung gethan hatte. Seit Hipparch haben die Astronomen die Sternbilder gegen Morgen fortrücken lassen und die Zeichen des Thierkreises sind von den Sternbildern unterschieden worden. Man hat diesen Zeichen den Namen der Sternbilder gelassen, die sich zur Zeit des Hipparchs darin befanden, und das Zeichen des Widders fängt immer mit des Frühlingsnachtgleiche an, ungeachtet jetzt das Sternbild ganz in den Stier fällt.

§. 31.

Es ist merkwürdig, daß sich die Wissenschaften so langsam verbreiten, und daß man so falsche Anwendungen davon macht. Die Bewegung der Sterne hatte man entdeckt; die Entdeckung wurde zwar erst von Ptolemäus völlig bestätigt, allein man kam nicht auf die Vermuthung, daß diese Bewegung die Ursache von der Unrichtigkeit der alten Kalender, von der Verschiedenheit, die man unter ihnen bemerkte, und vorzüglich von der Ungewißheit der Nachtgleiche und Sonnenstandspunkte, welche dieselben Schriftsteller in verschiedne Punkte der Ekliptik setzten a), seyn konnte. Columella, der 180 Jahr nach Hipparch lebte, kannte die vor diesem Astronomen angeführte Bewegung so wenig, daß er davon eine Veränderung in den Klimaten, in ihrer Fruchtbarkeit und in der Temperatur der Luft erwartete. Aber nur die längere oder kürzere Gegenwart der Sonne unterscheidet die Klimate von einander und bringt Abwechselung der Wärme und Fruchtbarkeit der Erde hervor: und diese Gegenwart hängt von der Neigung der Himmelskugel gegen den Horizont und von der Schiefe der Ekliptik ab. Blieben diese Umstände, wenigstens merklich, immer dieselben, so würde auch

a) Columella, de re rustica. Gesch. der Sternk. des Alterth. 2ter B. 6ter Abschn. §. 3.

die Fruchtbarkeit immer dieselbe seyn, angenommen, daß sich die Erde durch ihre Produktion nicht erschöpfte. Große Männer haben sehr oft das Schicksal, daß man ihre Sprache nicht versteht und ihr Unterricht lange fruchtlos bleibt; die Dunkelheit herrscht noch nach der Ankunft des Tages, und eine lange Dämmerung geht vor dem allgemeinen Lichte vorher.

§. 32.

Hipparch trug den Plan, den er in der Astronomie befolgt hatte, in die Geographie über; und weil er die Lagen und die Bewegung aller Sterne auf feste Kreise der Himmelskugel bezogen hatte, so glaubte er, daß man in der Geographie die Lage der Oerter auf der Oberfläche der Erde auf den Erdäquator beziehen müßte a). Vor ihm schienen sich nur die Alten damit beschäftigt zu haben, die Entfernung vom Aequator kennen zu lernen. Es gelang ihnen auch, indem sie durch ihre Gnomonen am Tage der Nachtgleichen die Länge des Schattens maßen b). Sie hatten bemerkt, daß diese Länge des Schattens sich veränderte, so wie sie sich vom Aequator entfernte, und bis zum Pol zunahm. Dieß war die Methode der alten Indianer, der Chineser und ganz Asiens; von ihnen hatten sie die Griechen. Nach ihrer Angabe verhielt sich zu Rom am Tage der Nachtgleiche die Länge des Schattens zur Höhe des Gnomons wie 8 zu 9, zu Alexandrien wie 3 zu 5, zu Athen wie 3 zu 4, zu Rhodus wie 5 zu 7, zu Carthago wie 7 zu 11 c). Sie unterschieden ferner die Klimate durch die Tageslänge. So wie man nämlich von dem Aequator, wo das ganze Jahr hindurch der Tag zwölf Stunden hat, gegen den Pol zu geht, so nehmen die Tage des Sommersonnenstillstands zu; und da diese Klimate von einer halben Stunde zur andern eingetheilt wurden, so zählt Ptolemäus deren sieben von dem Klima von

a) Strabo Geog. Lib. I.
b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 4. Abschn. §. 16.
c) Riccioli Almag. T. I. p. 16.

Meroe an, wo der längste Tag dreizehn Stunden hat, bis zu der Mündung des Borysthenes, wo der längste Tag sechszehn Stunden lang ist a). Weiter hinaus wachsen die Tage schneller: bald zählt man sie nicht mehr nach Stunden, sondern nach Monaten bis zum Pole, wo das ganze Jahr nur aus einem Tage und einer Nacht von sechs Monaten besteht.

Hipparch dachte, man könnte die Lage eines Orts auf der Oberfläche der Erde eben so angeben, wie man die Lage eines Sterns am Himmel bestimmt. Er sah ein, daß wenn die Städte und die merkwürdigen Punkte der Erde durch ihre Längen und Breiten bekannt waren, man eben so ein Verzeichniß davon verfertigen konnte, wie er für die Sterne geliefert hatte. Ein Gedanke führte ihn auf den andern, und da ihm die erste glücklich geendigte Unternehmung Muth einflößte, so schlug er die zweite vor, und überließ die Ausführung davon seinen Nachfolgern. Diese glückliche Anwendung entschied das Schicksal der Geographie, nämlich von der Astronomie abzuhängen. Sie beruhte daher weniger auf Muthmaßungen und hing weniger von den unrichtigen Erzählungen der Reisenden ab. Hipparch machte sie zu einer positiven auf sichern Principien gegründeten Wissenschaft.

Man denke sich einen größten Kreis, einen Meridian, der durch den Pol und das Zenith des Orts geht, und bemerke auf diesem Kreise, vermittelst des Gnomons oder der Armillen die Entfernung des Zeniths vom Aequator oder die Breite b). Was die Entfernung von

a) Ptolem. Almag. Lib. I, c. 12.

b) Es sei (Fig. 8.) HSZ der Meridian, CS der Aequator, Z das Zenith, AS ein Gnomon, AC die Länge des Schattens am Tage der Nachtgleiche. Weil diese Länge durch die Beobachtung bekannt ist, so berechne man den Winkel HCS, welcher die Höhe des Aequators über dem Horizonte ist. Dieser Winkel von dem rechten Winkel HCZ abgezogen, giebt den Winkel SCZ oder die Entfernung des Zeniths von dem Aequator. Man hat nachher auf gleiche Weise einen

Westen oder die Länge a), die auf dem Aequator gerechnet wird, betrifft, so kann man diese nur durch die gegenseitige Entfernung der Meridiane der verschiednen Oerter oder durch die zwischen diesen Meridianen enthaltnen Theile des Aequators kennen lernen. Hipparch glaubte, daß man eben so, wie man die Längen von einem bestimmten Punkte nämlich dem Frühlingsnachtgleichenpunkte an rechnete, auch einen Meridian wählen müßte, von welchen an, man alle übrigen bestimmen könnte.

§. 33.

Aber es kam darauf an, die Entfernung der Meridiane von einem bestimmten Meridian, der für den ersten angenommen wurde anzugeben; und der größte Dienst, den Hipparch der Geographie erwiesen hat, ist die Erfindung der Methode, diese Entfernung oder die Längen vermittelst der Mondsfinsternisse zu bestimmen. Als man die Zeit durch Wasseruhren maß, war es zwar nicht möglich einen hohen Grad von Genauigkeit zu erlangen; die Methode gereicht indeß dem Hipparch nicht weniger zur Ehre, denn das Princip davon ist vortreflich.

Die Länder, die unter einem Meridiane liegen, haben in dem Augenblicke Mittag, wenn sich die Sonne grade in ihrem Meridiane befindet. Die Mittagsstunde kömmt also nach und nach für alle Länder der Welt an, indem sie von Osten nach Westen rückt, und zwar so, daß sie in vier Minuten Zeit einen Grad in der Länge,

Stern E beobachtet, ungeachtet derselbe nicht im Aequator war, denn wenn man seine bekannte Abweichung SE von seiner Höhe HE abzog, so hatte man eben die Höhe des Aequators.

a) Der Grund der Benennungen der Länge und Breite der Oerter der Erde liegt darin, daß ehemals das, was man von der Erde kannte sich weiter von Westen nach Osten als von Norden nach Süden erstreckte; und folglich nannte man Länge, was sich von Westen nach Osten und Breite was sich von Norden nach Süden erstreckte.

und in einer Stunde funfzehn Grad zurücklegt, weil, wegen der täglichen Revolution, die 360° des Aequators in einem Tage von vier und zwanzig Stunden durch den Meridian gehen. Von zwei Meridianen, die um 10° von einander entfernt sind, hat der östliche Mittag und überhaupt jede Stunde 40 Minuten früher als der andre. Eine himmlische Erscheinung, z. B. eine Mondfinsterniß, die man an allen Orten der Erde, wo der Mond sichtbar ist, als ein Signal daher in demselben Augenblicke wahrnimmt, wird nach der Verschiedenheit der Länder, zu verschiednen Stunden gesehn. Ist man also in einem Lande in Absicht der Zeit 40 Minuten weiter, als in einem andern, so kann man daraus schliessen, daß dasselbe um 10° weiter nach Osten liegt oder eine 10° größere Länge hat. Diese Methode, die mit so glücklichem Erfolge von unsrer neuern Astronomie angewandt ist, liegt bei allen übrigen, welche die Bestimmung der Erdlängen durch die Beobachtung himmlischer Erscheinungen zum Gegenstande haben, zum Grunde. Es ist ein Beweis, von Hipparchs vorzüglichem Genie, daß er auf diese Art die Geographie mit der Astronomie verband und die Kenntniß der Erde von der Kenntniß des Himmels abhängig machte.

§. 34.

Die zahlreichen Rechnungen worein dieser arbeitsame Astronom durch so viele Arbeiten verwickelt wurde, sagt Montucla a), brachten unter seinen Händen die Trigonometrie sowol die gradlinichte als sphärische hervor. Diese Wissenschaft lehrt, die Dreiecke messen und berechnen. Ein Dreieck besteht aus drei Winkeln und drei Seiten; sind drei von diesen Dingen bekannt, so kann man allgemein durch Rechnung die übrigen finden, jedoch muß, wenn diese Seiten grade Linien sind, wenigstens eine Seite gegeben seyn. Sind aber die Seiten Kreisbögen, wie die gegenseitigen Entfernungen der Sterne an dem Gewölbe des Himmels, so braucht keine

a) Histoire des Mathematiques, T. I, p 275.

einzige Seite bekannt zu seyn, und die drei Winkel sind hinlänglich, die Seite, welche gesucht wird, oder alle drei zu berechnen. Der Inbegriff dieser Regeln ist die Wissenschaft, welche man die Trigonometrie nennt. Sie ist ein wesentlicher Theil der Astronomie, die nur Bogen und Winkel misset, und die oft die einen aus den andern bestimmen, oder daraus Entfernungen in grader Linie herleiten muß. Hipparch hat also eben so den Grund zu dieser Wissenschaft wie zur Geographie gelegt.

Hipparch hat viele Werke hinterlassen, die nicht bis zu uns gekommen sind. Es ist uns von ihm weiter nichts übrig geblieben, als sein Kommentar oder seine Kritik des Aratus und Eudoxus. Eben so hat er eine Kritik von der Geographie und der Erdmessung des Eratosthenes geschrieben a). Strabo übernahm ungeachtet der Hochachtung, die er für Hipparch hatte, die Vertheidigung des Eratosthenes. Hipparch scheint von der Empfindung der Eifersucht nicht ganz frei gewesen zu seyn. Er kritisirte mit Leidenschaft und oft ungerecht. Eudoxus verdiente der Fürst der griechischen Astronomen genannt zu werden; einen gleichen Rang behauptete Eratosthenes in der Geographie. Der Neid, der schon an und für sich eine gehässige Leidenschaft ist, wird es noch mehr, wenn er sich auf die Todten erstreckt. Konnte den Stifter der erneuerten Astronomie etwas beneiden? Das Feuer des Genies scheint die Substanz der Seele reinigen zu müssen, und man begreift kaum, wie eine so niedrige Leidenschaft als der Neid darin Raum haben kann. Uebrigens wollen wir unsere Augen von diesen Flecken in dem Leben eines großen Mannes wegwenden, um seine Vorzüge zu bewundern. Er war es der die astronomischen Beobachtungen wieder erneuerte; die Ungleichheit der Sonne wahrnahm und Tabellen darüber verfertigte; er war der Erfinder der Zeitgleichung, der Parallaxe, der Messung der Entfernungen, er unternahm die wahre Be-

a) Unten in der Erläut.

schreibung des Himmels und führte sie aus, er war es endlich der den Grund zur Geographie und Trigonometrie legte. Die immer unpartheiische Geschichte, führt seine Fehler nur zur Belehrung ähnlicher großer Männer an, sie zeigt ihnen, daß das Andenken an Ungerechtigkeiten mit dem Ruhme der Talente und Entdeckungen, gleich den Sonnenflecken, die mitten in ihrem majestätischen Glanze gesehen werden, in der Tradition fortdauert.

§. 35.

Die Zwischenzeit zwischen Hipparch und Ptolemäus wird von keinem berühmten Astronomen ausgefüllt. Die Natur scheint in dieser Zeit gleichsam geruhet zu haben. Die Arbeiten wurden keinesweges unterbrochen; die alexandrinische Schule dauerte noch fort, die Menschen folgten auf einander, aber ihr Geist war von gewöhnlicher Art. Einige haben ohne Zweifel gar nichts Nützliches geleistet, weil sie vergessen worden sind, und andre nur sehr wenig. Wir wollen jetzt die merkwürdigsten Männer die diese drei Jahrhunderte hervorgebracht haben, durchgehen.

Geminus, der nicht lange nach Hipparch lebte, schrieb Elemente, d. h. er erklärte, was die andern erfunden hatten. Ein sehr vernünftiger Gedanke über die Anordnung der Sterne im Raume verdient jedoch bemerkt zu werden. "Die höchste Sphäre" sagt er, "ist die Sphäre der Fixsterne. Man muß indeß nicht „glauben, daß sich alle Sterne auf einer Fläche befinden. „Einige sind höher, andere niedriger. Unser Gesicht, „das nach allen Seiten zu den Himmel reicht, kann „den Unterschied der Entfernung nicht empfinden." Wir führen diesen Gedanken hier an, um strenge gerecht zu seyn. Er ist uns zwar von Geminus aufbewahrt worden aber wir glauben, daß er dem Hipparch gehört a), der wahrscheinlich den kristallnen Himmel, an welchem die Sterne befestigt waren und gesehen wurden, zerbrochen hat. Ptolemäus, der weniger Philosoph war, als er, stellte ihn wieder her. Geminus war in Ab-

a) Oben §. 29.

sicht der ungeheuern Entfernung der Sterne nicht so kühn, als Aristarch. Dieser wagte es, die Sphäre der Sonne in Vergleich mit der Sphäre der Fixsterne als null anzusehen. Geminus sagt bloß, daß unsere Erde in Rücksicht dieser Sphäre als ein Punkt zu betrachten sei a): ein Beweiß von der Ausartung der alexandrinischen Schule. Wenn große, einmal hervorgebrachte und bekannte Ideen, sich ändern; wenn man sie, um sie zu verstehen, schwächen muß, so darf man sicher schliessen, daß der menschliche Geist an innerer Kraft verloren hat.

§. 36.

Wir wollen den Theodosius, den Verfasser der drei Bücher über die Sphären, der für die Astronomie arbeitete, insofern er die Trigonometrie vervollkommnete und den Alexander von Ephesus, den Verfasser einer Beschreibung der Erde und des Himmels in Versen, bloß nennen, und uns zu einem Philosophen wenden, der in dieser Geschichte einen ausgezeichneten Rang verdient. Dieß war der Stoiker Posidonius und ein Freund des Cicero und Pompejus. Er war in der Astronomie dadurch berühmt, daß er zum zweiten male eine Messung des Umfangs der Erde unternommen hatte. Wir werden in dem folgenden Buche besonders davon handeln. Diese Beobachtung ist die einzige, die uns übrig geblieben ist; allein wenn er sie auch nicht angestellt hätte, so würden doch seine Meinungen hinreichend zu seinem Lobe seyn.

Posidonius brachte sein Leben ausser seinem Vaterlande zu b). Er kam nach Rom, wo er nach dem Zeugnisse des Cicero c) eine bewegliche und sehr sinnreiche Himmelskugel verfertigte. Dieser Philosoph hatte die Meinung des Alterthums, daß die Sterne göttliche aus der Substanz des ätherischen Feuers

a) Geminus, Cap. I. In Uranolog. p 57.
b) Cicero Quaest. Tuscul. V, 37.
c) De natura Deorum, II, 34.

gebildete Körper wären, Körper, die niemals ruheten sondern sich kreisförmig bewegten a). Hier haben wir ein Beispiel von den erhabenen und philosophischen Ideen, wo sich der Verstand von selbst mit Hülfe der Analogie erhebt. Man muß nicht glauben, daß er unter der kreisförmigen Bewegung die tägliche Revolution verstand. Die Alten kannten diese Bewegung nur unter dem Namen des ersten Beweglichen (primi mobilis). Sie stellten sich nicht vor, daß diese Bewegung den Sternen selbst gehörte; denn diese hießen ja Fixsterne, sondern die ganze Sphäre, an welche sie, wie die Astronomen, Hipparch ausgenommen, lange Zeit glaubten, angeheftet waren, bewegte sich ihrer Meinung nach. Unstreitig redete Posidonius von einer jedem Sterne eigenthümlichen Bewegung, wie etwa die Bewegung, die man an dem Arktur entdeckt, und die Posidonius schon sechszehn Jahrhunderte vor dieser Entdeckung bemerkt hat. Er sah die Gestirne, welche der Erde am nächsten waren, sich in Kreisen bewegen und schloß daraus, daß auch die entferntesten Sterne, welche von derselben Natur waren, eine Bewegung haben müßten.

§. 37.

Posidonius richtete seine Aufmerksamkeit auch auf die Erscheinungen der ungewöhnlichen Größe der Sonne und des Mondes nahe am Horizonte. Diese Beobachtung war sehr einfach und gewiß älter als er; aber die Erklärung, die er davon gab, gereicht ihm sehr zur Ehre. Er schreibt diese Vermehrung der Größe den Dünsten der Atmosphäre zu, welche, indem sie die Strahlen brechen, sie von der graden Linie ablenken und die Bilder vergrößern b). Man weiß jetzt, daß die Strahlenbrechung eine entgegengesetzte Wirkung hervorbringt. Wären wir indeß mit der Strahlenbrechung und ihren Gesetzen unbekannt, so würde es immer einiges Verdienst sein, sich auf die Art zu täuschen. Er ging

a) Stanley Hist. philos. Achilles Tatius, c. 10
b) Strabo, Geographia, Libro tertio.

von einem sehr wahren Princip aus, nämlich, daß in einem dicken und mit Dünsten angefüllten Mittel der Gesichtsstrahl sich von seinem Wege ablenkt, und zwar um so mehr, je größer die Dichtigkeit ist; denn er fügte hinzu, wenn man, wie Lynceus die Sonne mitten durch die Mauern oder andere feste Körper sehen könnte, so würde sie noch weit größer erscheinen a). Dieser Philosoph bemerkte nicht, daß die beiden Strahlen, welche von den äussersten Enden eines Gegenstandes zum Auge kommen, da sie nach einerlei Richtung und beinahe um dieselbe Größe abweichen, die Größe dieses Gegenstandes nicht vermehren können. Im Gegentheil wird diese Größe, weil der höchste Strahl nach der auf dem Horizont senkrechten Richtung weniger gebogen wird, als der andere, dadurch etwas vermindert.

Wahrscheinlich richtete Posidonius auf gleiche Weise seine Aufmerksamkeit auf die Erscheinung, die in den Neumonden und Sonnenfinsternissen statt findet, nämlich auf das Licht, welches zuweilen auf dem Monde erscheint und ihn sichtbar macht, wenn er uns gleich nur seine dunkle Seite zukehrt. Im ersten Falle ist dies Licht dasjenige, welches die von der Sonne erleuchtete Erde auf den Mond zurückschickt, im letztern sind es die Sonnenstrahlen selbst, welche in der Atmosphäre des Mondes, oder wenigstens nahe an ihrer Oberfläche gebrochen, bis zu uns kommen. Posidonius sagt, daß nicht nur der Mond, wie alle feste Körper, deren Oberfläche bloß erleuchtet werden, von dem Sonnenlichte berührt würde, sondern daß auch die Strahlen dieses Gestirns, wie durch einen dünnen und durchsichtigen Körper hindurchdrängen. Man wußte seit langer Zeit, daß der Mond von den Sonnenstrahlen erleuchtet würde, die er wie ein Spiegel zurückschickt. Man hatte also nicht nöthig, ihn durchsichtig anzunehmen b). Die Philosophen machen nur Hypothesen um Thatsachen zu erklären.

a) Cleomedes, Cyclio. Theor. Lib. II, 1.
b) Cleomedes ibidem Lib. II, 4.

§. 38.

Posidonius hatte einige Kenntnisse von den Erscheinungen der Ebbe und Fluth. Das Meer steigt oder fällt beständig: es steigt sechs Stunden hindurch und fällt während der sechs nächsten Stunde um von neuen wieder zu steigen, und diese Bewegung geht in einer Zeit von etwas mehr als vier und zwanzig Stunden zweimal vor. Die Ebbe und Fluth ist nach den verschiedenen Jahrszeiten verschieden. Posidonius bemerkte, daß diese Erscheinungen theils von der eigenthümlichen Bewegung des Mondes, theils auch von seiner Bewegung in Rücksicht der Sonne abhing. Er sagt, daß die größten Ebben und Fluthen in den Neu- und Vollmonden, und die kleinsten in den Quadraturen eintreffen. Seiner Erzählung zufolge, hatten die Einwohner von Cadix bemerkt, daß die Fluthen in den Sonnensolstitien größer wären, und er vermuthet, daß sie in den Nachtgleichen kleiner seyn müßten a). Die alten Sachsen und Dänen, welche dieselben Bemerkungen gemacht hatten, richteten ihr Jahr nach den Wirkungen der Ebbe und Fluth ein. Sie bedienten sich hauptsächlich der großen Fluth, welche auf den Vollmond der Nachtgleiche fällt b). Ihr Jahr war also ein Sonnen- und Mondenjahr

Posidonius schätzte die Höhe der Atmosphäre oder der Region der Wolken und der Winde auf 400 Stadien, oder neun geographische Meilen c). Wir werden in der Folge sehen, daß es schwer ist, die Höhe der Atmosphäre genau zu bestimmen; indeß ist es merkwürdig, daß diese Höhe nicht sehr von der verschieden ist, welche de la Hire zu ungefähr neun und zehn geographische Meilen aus der Krümmung des Lichtstrahls hergeleitet hat. Es war interessant zu wissen, welcher Mittel sich Posidonius bediente der Wahrheit so

a) Strab. Geog. Lib. III.
b) Scaliger de emend. temp. L. II, p. 162.
c) Plinius, Lib. II, cap. 23.
d) Mém. Acad. des Scien. 1713. p. 61.

nahe zu kommen. Es ist um so sonderbarer, daß die neuern Astronomen sich von dieser Schätzung entfernt haben. Kepler schätzte die Höhe der Atmosphäre ungefähr nur auf eine oder zwei Lieues a).

§. 39.

Nicht weniger interessant wäre es, zu wissen, wie dieser Philosoph die Entfernungen der Sonne und des Mondes bestimmt hat. Er glaubte, daß die Region der Wolken von dem Monde zwei Millionen Stadien, und der Mond von der Sonne fünf hundert Millionen Stadien entfernt sey. Dieß mit dem Erdmesser verglichen, den er auf 38182 Stadien bestimmte, giebt für die Entfernung des Mondes $52\frac{1}{8}$ und für die Entfernung der Sonne 13095 Erdhalbmesser. Dieß sind weder die Zahlen von Hipparch, noch von Eratosthenes. Verlangt man keine sehr große Genauigkeit, so weichen sie, wenigstens was die Entfernung des Mondes betrifft, nicht so außerordentlich von der Wahrheit ab. Die Entfernung der Sonne ist um die Hälfte zu klein: und doch ist sie genauer, als sie funfzehn Jahrhunderte nachher von Tycho angegeben wurde. Sie entspricht einer Parallaxe von $16\frac{1}{2}$ Sekunden, einer Größe, die durch die alten Instrumente nicht konnte bestimmt werden. Weder Kleomedes noch Strabo haben uns eine genaue Nachricht hinterlassen, auf welche Art Posidonius zu dieser Bestimmung gelangt ist; was sie jedoch nicht würden unterlassen haben, wenn es das Resultat einer Beobachtung war. Allein zu Eratosthenes und Posidonius Zeit hat man diese Beobachtung nicht anstellen können; und will man nicht gegen alle Wahrscheinlichkeit annehmen, daß diese Bestimmungen vom Zufall herrühren, und durch eine Art von Divination eingegeben sind, so gründen sie sich offenbar auf frühere Kenntnisse. Sie sind von den Bestimmungen des Eratosthenes verschieden, weil sie aus verschiedenen Manuscripten genommen sind. Sie gehö-

a) Kepler, Paralip. ad Vitell. p. 129.

ren alle einem Volke, das, wie wir, mehrere Grade von Kenntnissen gehabt hat. Gingen die Wissenschaften in Europa einmal verloren, und würden einige Bestimmungen des Tycho und Casini zufällig aufbewahrt, so würden sie, wenn sie, nicht dieselben Gegenstände beträfen, doch verschiedene Zahlen und verschiedene Grade von Genauigkeit geben.

Posidonius war ein Stoiker im strengsten Sinne des Worts. Von den heftigsten Schmerzen des Podagras gemartert, rief er aus: O Schmerz, nie werde ich gestehen, daß du ein Uebel seist a). Diese Art von Philosophie widerspricht freilich der gesunden Vernunft; denn der Schmerz ist etwas eben so wirkliches, als das Vergnügen, und es ist natürlich ihn zu fliehn; indeß mußte doch ein Geist, der geübt war ihn zu bekämpfen, eine außerordentliche Kraft erlangen, und zu den größten Unternehmen geschickt seyn. Pompejus kam als Sieger des Mithridates und Asiens zum Posidonius; er verbot den Liktoren zu klopfen, und ließ die Fasces an der Thür des Philosophen ablegen. Er huldigte der Tugend wie die übrigen Menschen der Macht. Solche Beispiele sind selten. Wäre die Tugend sich nicht selbst genug, so würde die Ehre, die man ihr erzeigt, sie auf der Erde nicht fortpflanzen.

§. 40.

Kleomedes lebte nicht lange nach Posidonius. Er hat uns den größten Theil dessen, was wir vom Posidonius noch besitzen, erhalten. Er behauptete in seinem Buche von der Theorie der himmlischen Körper, daß die Erde von der Sonne aus gesehen, nur ein Punkt sey, und in der Entfernung der Sterne gar nicht würde gesehen werden können, wenn sie auch den Glanz der Sonne hätte. Daraus schloß er, daß die Sterne weit größer seyn müßten, als die Erde. Diese wahre und philosophische Idee ist ein Beweis von dem Fortschreiten der Kenntnisse.

a) Cicero Quaest. Tuscul. Lib. II, 25.

Kleomedes hatte von einer ganz außerordentlichen Erscheinung gehört, sie aber nie beobachtet: daß man nämlich zuweilen auf der einen Seite des Horizonts die Sonne, und auf der andern entgegengesetzten Seite den verfinsterten Mond bemerkte. Kleomedes leugnete die Möglichkeit der Erscheinung; er behauptete daß es in der bekannten Geschichte der Finsternisse kein Beispiel davon gäbe. Man mußte indeß doch diese sonderbaren Finsternisse gesehen haben, wo die beiden Gestirne durch die Wirkung der Refraktion zugleich über dem Horizont erhaben sind, weil Kleomedes sich genöthigt sah, es zu leugnen. Zur Zeit der Wiedergeburt der Astronomie war es natürlich, die alten Meinungen wieder zu läutern. Diese schien ein Volksirrthum zu seyn. Kleomedes gründete sich auf ein sicheres Princip; nämlich daß der Mond, wenn er verfinstert wird, gerade der Sonne gegenüberstehe, und um die Hälfte des Himmels von diesem Gestirne entfernt sey. Sieht man den verfinsterten Mond verfinstert über dem Horizonte, so muß nothwendig die Sonne unter dem Horizonte seyn. Alles dieß würde wahr seyn, wenn keine Refraktion statt fände. Er widersprach der Erklärung, die man durch die Erhöhung des Auges über der Rundung der Erde davon machte, indem er behauptete, daß die Erhöhung für diese Wirkung nicht zureiche; allein Kleomedes ging noch weiter, und versuchte das Faktum, das er nicht glaubte, zu erklären. Er giebt davon zuerst einen ziemlich schlechten Grund an: Das Bild der Sonne, sagt er, das sich schon unter dem Horizonte befindet, kann durch eine dichte Wolke reflektirt werden. Der zweite Grund ist der beste, weil er wahr ist; der Gesichtsstrahl, der von dem Auge ausgeht, stößt auf eine dicke mit Dünsten angefüllte Luft, wird gebrochen, und verfolgt die schon unterm Horizonte verborgene Sonne, so wie ein Gegenstand, den man an den Boden eines Gefäßes gelegt hat, und nicht sehen kann, sichtbar wird, wenn man das Gefäß mit Wasser anfüllt. Hier haben wir also offenbar die erste Kenntniß von der Refraktion; sie ist eine

Folge und eine Entwickelung der Ideen des Posidonius. Dieser Philosoph glaubte, daß der Lichtstrahl, wenn er gebrochen würde, den Durchmesser der Gestirne vergrößern könnte. Kleomedes sah ein, daß er sie erhöhete. Wir müssen hier bemerken, daß man damals glaubte, der Gesichtsstrahl ginge von dem Auge aus zu den Gegenständen, wie sich ihnen die Hand nähert, um sie zu betasten. Uebrigens war die Erklärung deshalb nicht weniger gut. Sie hat das Sonderbare, daß während eine große Anzahl Physiker und Philosophen, Thatsachen, die sie beobachtet hatten, durch falsche Gründe erklärten, Kleomedes die wahre Ursache einer Erscheinung, deren Dasein er leugnete, errieth.

§. 41.

Um Hipparchs Zeit findet man zu Rom etwas mehr astronomische Kenntnisse. Sulpicius Gallus sagt eine Mondfinsterniß vorher, die sich in der Nacht vor der Schlacht, in welcher Perseus, König von Macedonien, durch Paulus Emilius besiegt wurde, eintrat. Diese unvermuthete Erscheinung konnte die Soldaten in Schrecken setzen, Sulpicius versammelte sie, und kündigte ihnen an, daß der Mond von der zweiten bis zur vierten Stunde der Nacht verfinstert seyn würde a). Die Methode war ziemlich gut, weil man durch sie die Stunde und die Dauer der Erscheinung vorhersagen konnte. Diese Vorsicht hatte ihren Nutzen, und war die Ursache des Sieges. Die Methode kam ohne Zweifel aus Asien b); wenigstens war sie zu Rom fremd, Die Astronomie war also mit

a) Plinius, Lib. II, c. 12. Riccioli, Almag. Tom. I.

b) H. Freret bemerkt, Mém. Ac. Inscr. T. XVI, p. 217. die älteste Beobachtung des Hipparchs sey vom Jahre 162 vor Chr. Geb.; und weil die Prophezeihung des Sulpicius Gallus im Jahre 168 geschah, so waren Hipparchs Tafeln noch nicht geschrieben. Dieser Römer bediente sich also, wie Thales, ohne Zweifel irgend einer orientalischen, vor Hipparch existirenden Methode, die nicht zu uns gekommen ist.

der übrigen erworbenen Beute der Welt dahin gebracht worden. Die Römer bedienten sich einiger astronomischen Methoden, eben so wie sie ihre Kabinette und Gärten mit schönen griechischen Statüen ausschmückten, ohne jene recht zu verstehen, und sich zu beeifern, diese nachzuahmen.

Das größte Verdienst um die Astronomie hatte unter den Römern Julius Cäsar; nicht nur wegen der Verbesserung des römischen Kalenders, sondern auch wegen seiner Kenntnisse in den Gründen dieser Wissenschaft. Er schrieb mehrere Werke dieser Art; er beobachtete den Aufgang und Untergang der Sterne, um die meteorologischen Anzeigen damit zu verbinden; oder er sammelte wenigstens, weil er glaubte, daß er alles im Kriege gebrauchen könne, diese Beobachtungen von allen Orten her, und richtete zum Gebrauche seiner Feldzüge einen Kalender ein a).

§. 42.

Der römische Kalender war durch die Nachlässigkeit und Schuld der Priester in die größte Unordnung gekommen. Cäsar mußte als Pontifex Maximus eine Verbesserung damit vornehmen. Die vom Numa eingeführte Form des Jahrs war so verwickelt, daß man sich eben nicht wundern darf, wenn die Einschaltungen von den Römern, die sich mehr mit dem Kriege als mit den Wissenschaften beschäftigten vernachlässigt oder schlecht gemacht wurden. Es ist schwer dem Jahre eine einfache Form zu geben, wenn man jedesmal die Bewegungen der Sonne und des Mondes in Uebereinstimmung bringen will.

Alexandrien war damals der einzige Sitz der Astronomie und der Wissenschaften. Cäsar ließ den So-

a) In der Pharsalia Lib. X. v. 184 redet Cäsar auf folgende Art mit einem ägyptischen Priester:

Fama quidem generi Pharias me duxit ad urbes
Sed tamen et vestri; media inter praelia semper
Stellarum coelique plagis, superisque vacavi,
Nec meus Eudoxi vincetur fastibus annus.

sigenes, einen peripatetischen Philosophen und Astronomen aus dieser Stadt kommen. Sosigenes sah, als er das Jahr des Numa und die vorgeschriebenen Einschaltungen untersuchte, daß hier kein anderes Mittel zu ergreifen sey, als das Mondenjahr aufzuheben, und das bürgerliche Jahr bloß nach dem Laufe der Sonne einzurichten. Auf die Art konnte man dem Jahre eine einfache und folglich bequeme Form geben. Er gab dem Jahre dreihundert und fünf und sechzig Tage, und zu dem vierten Jahre fügte er immer einen Tag hinzu, um die vier Viertel, die unterdeß verstrichen waren, mit in Rechnung zu bringen. Wir sagen er erfand diese Einschaltung, ungeachtet wir wohl wissen, daß sich ihrer schon sehr früh die Indier bedient haben müssen. Die Einschaltung eines Mondes von 30 Tagen alle hundert und vier Jahre bei den Persern ist gerade dieselbe, als die Einschaltung eines Tages alle vier Jahre. Die Aegypter bezeichneten ihr Jahr durch das Sinnbild eines Morgen Landes. Es war nach dem Aufgange des Hundssterns eingerichtet, und jedes vierte Jahr hatte allemal einen Schalttag a). Diese Thatsachen haben vielleicht den Sosigenes auf den Weg geführt, allein die Sache mußte doch noch schwer seyn; es kam darauf an, Einfachheit und Genauigkeit mit einander zu verbinden. Cäsar hatte viele Mathematiker zusammenkommen lassen, und Sosigenes trug bei dieser Art von Konkurrenz den Preis davon. Dieß verbesserte Jahr wurde das julianische Jahr genannt, und hatte seinen Namen von Cäsar, statt daß es den Namen von Sosigenes, der diese Ehre verdiente, hätte führen sollen. Man hat nach diesem Jahre funfzehn Jahrhunderte die Zeit berechnet, bis Pabst Gregor XIII. seinen Namen einer zweiten Reformation gab, die durchaus nothwendig war.

§. 43.

Das Jahr des Numa hatte nur 355 Tage, und

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. S. 131, 197 und 207.

es mußten zehn Tage eingeschaltet werden a). Sosigenes und Cäsar vertheilten sie auf folgende Art. Zwei fügte man den Monaten Januar, August und December, die nur neun und zwanzig Tage hatten, hinzu, und nur einen den Monaten April, Junius, September und November, die ebenfalls nur neun und zwanzig hatten. Um die Verehrung der Götter der Unterwelt nicht zu verwirren, ne Deûm inferûm religio immutaretur, veränderte man den Februar gar nicht. Man setzte bloß den Schalttag in diesen Monath auf den 24sten, den sechsten Tag vor den Kalendas; er wurde bis sextus genannt, daher das Jahr seinen Namen bissextilis hat.

Wir haben von dem Monat August gesprochen: dieser Monat und der Monat Julius hießen zu Cäsars Zeit nicht so. Der erste wurde Sextilis, der zweite Quintilis genannt. Antonius ließ nach Cäsars Tode dem Monate Quintilis, worin Cäsar geboren wurde, den Namen Julius geben, den er auch noch jetzt hat. Dem Monate Sextilis gab man den Namen August, weil alle große Thaten, die dieser Prinz gethan, alle Vortheile, die er gewonnen hatte: Drei Triumphe, die Eroberung von Aegypten, die Tilgung der Bürgerkriege ꝛc. in diesen Monat fielen. Dieser für ihn glückliche Monat wurde aus Schmeichelei, auch als für die Welt glücklich angesehn. Die Dankbarkeit der Römer heiligte nachher das, was die Schmeichelei eingeführt hatte. Hätte aber August seine Regierung so geendigt, wie er sie anfing, hätte er nicht das Glück des Volks, über welches er die Herrschaft an sich gerissen hatte, befördert, so würde man die auf eine so niederträchtige Art erbaueten Altäre zerbrochen, und die Einrichtungen zerstört haben, die ihn bei den Menschen wieder ins Andenken bringen konnten. Tyrannen machten nachher auf die Ehre, welche Cäsar und August erlangt hatten, ebenfalls Anspruch.

a) Macrob. Saturn. I, 24.

Nero wollte dem Monate April seinen Namen geben, Commodus den seinigen dem Monate October. Sonderbar genug, daß nur Tyrannen diesen Gedanken gehabt haben. Allein die Namen wurden zugleich mit ihrer Tyrannei verfolgt. Einrichtungen, die den täglichen Gebrauch betreffen, hängen von dem Willen des Volks ab, und ihre Dauer wird nur durch Liebe desselben bestimmt. Sie bleiben in den Herzen der Unterthanen, wo die Tyrannen eben so wenig, wie ihr Andenken, eine Stelle finden.

§. 44.

Wir dürfen weder den Cicero noch den Varro in die Zahl der Astronomen setzen, wenn gleich jener das Gedicht des Aratus übersetzt, und dieser über den Ackerbau geschrieben hat. Beide hatten astronomische Kenntnisse, aber als Philosophen, nicht als Astronomen. Der Philosoph will das Land, worin er wohnt, bloß kennen, der Astronom hingegen bestimmt seine Größe und dehnt seine Gränzen aus. Varro muß als der erste angeführt werden, der sich der Finsternisse bedient hat, die Chronologie zu ordnen a), und es ist billig, daß man ihm die Ehre einer nützlichen Methode zugesteht, welche über die Verwirrung der alten Annalen einiges Licht verbreitet hat.

Unter Cäsars und Augusts Regierung erschienen Hygin, der die Sternbilder nach Art der Alten und weniger umständlich und genau als Hipparch beschrieb; Manilius, der Sänger der Wunder des Himmels, der astronomischen Kenntnisse und der astrologischen Träumereien: Germanicus Cäsar, der den Aratus übersetzte, und nahe am Throne, der ihm bestimmt war, seine müßigen Stunden mit nützlichen Arbeiten ausfüllte: Vitruv, der ohne Astronom zu seyn, uns viele astronomische Kenntnisse der Alten aufbewahrt hat.

a) Censorinus, de die natali, c 21.

Plinius und Plutarch, haben wie Vitruv, zu viel Verdienste um die Astronomie, als daß wir sie in dieser Geschichte übergehen könnten. Ihnen haben wir die Aufbewahrung des größten Theils der bis jetzt erzählten philosophischen Meinungen zu verdanken. Es wäre zu wünschen, daß sie bei der Wahl in ihren Erzählungen mehr Kritik und Genauigkeit gezeigt hätten. Plinius erzählt wahre Begebenheiten, und solche, die gar keine Wahrscheinlichkeit haben, auf gleiche Weise. Plutarchs Abhandlung von den Meinungen der Philosophen ist nicht so geschrieben, wie seine übrigen Werke. Gründlich erzählt Plutarch keine Thatsache, keine Meinung, zu der er nicht eine gesunde und gründliche Beurtheilung hinzufügt; hier ist er nicht mehr Plutarch; er zählt nur eine Reihe von ungereimten oder wahrscheinlichen, zusammenhängenden und unzusammenhängenden Meinungen auf, ohne sie weder zu loben noch zu tadeln. Wir glauben gern, daß diese Sammlung nur zu seinem eigenen Gebrauche bestimmt gewesen ist, und daß sie nicht als ein sorgfältig gearbeitetes und vollendetes Werk hat bekannt werden sollen. Aus Eifer, alles zu erhalten, was von berühmten Männern kömmt, hat man diese Sammlung seinen übrigen Schriften beigefügt. Uebrigens hat diese kleine Abhandlung einen großen Werth, weil wir sie noch besitzen, und die Quellen, woraus Plutarch schöpfte, nicht mehr existiren.

§. 45.

Wir dürfen den Seneka nicht vergessen, der in seinen physikalischen Untersuchungen uns sehr richtige Gedanken über die Natur und Bewegung der Kometen hinterlassen hat: er vergleicht sie mit den Planeten und sagt: „Die Kometen sind ewige Werke der Natur; sie „haben ihren Weg, den sie durchlaufen; sie entfernen „sich, aber sie hören nicht auf zu seyn. Giebt es gleich ei„nen Thierkreis für sie, so ist der Himmel allenthalben „frei, und überall ist Raum, worin Bewegung statt

„finden kann. Man kann nicht wissen, ob sie regelmäßig „zurückkehren. Sie erscheinen nur selten, und die Men„schen haben nur von fünf Planeten den Lauf beobach„ten können. Es wird die Zeit kommen, wo das Stu„dium von mehrern Jahrhunderten, Dinge, die jezt „verborgen sind, aufhellen wird. Man wird zeigen, „in welcher Region die Kometen umherirren, warum „sie sich so weit von den übrigen Gestirnen entfernen, „was ihre Zahl, ihre Größe, ꝛc. ist.“ Diese Art von Prophezeihung hat großes Aufsehen gemacht, allein wenn wir dem Seneka die ihm schuldige Gerechtigkeit wiederfahren lassen wollen, so können wir weiter nichts sagen, als er hat, wie die Astrologen, nach dem Ausgange prophezeiet. Sein Jahrhundert führte ihn nicht so weit, diese Ideen zu fassen, und wie groß auch die Kraft seines Genies seyn mogte, so mußte er doch Data haben, und einen festen Punkt, von wo er ausgehen konnte. Wir fragen, wo war dieser Punkt des Seneka? Was waren die bekannten Wahrheiten, woraus er diese großen Schlüsse zog? Er konnte deren weder mehr wissen noch vorhersehen, als die Astronomen. Aristarch, Eratosthenes, Hipparch, Seneka's Vorgänger und Ptolemäus, der nach ihm lebte, haben es nicht der Mühe werth geachtet, von Kometen zu reden. Die Sache wird indeß gänzlich dadurch entschieden, daß Senekas Meinung keine andere ist, als die Meinung der Chaldäer. Seneka hat grade das wiederholt, was Diodor von Sicilien von diesen alten Völkern sagte. Es sind dieselben Ideen, durch den philosophischen Geist erweitert und durch Beredtsamkeit verschönert. Hat Hipparch nicht eben so wie Seneka von dieser Meinung der Chaldäer unterrichtet seyn müssen? Aber wer wird, wenn man zwischen dem Astronomen und Philosophen einen billigen Ausspruch thun will, in einer bloß astronomischen Materie für den Philosophen entscheiden? War nicht diese Wahrheit von der Dauer der Kometen und ihrer Rückkehr bei den Chaldäern offenbar eine bloße Meinung? wenigstens stütz-

te sie sich auf keine Beobachtungen. Hipparch und Ptolemäus beurtheilten sie als Astronomen, und hielten sie für einen Volksirrthum. Sie erwiesen ihr nicht einmal die Ehre, sie anzuführen, oder sie zu widerlegen. Seneka betrachtete sie als Philosoph, er nahm sie auf, weil er sie groß, einer unermeßlichen Welt, und einer unendlich mannigfaltigen Natur würdig fand. Er bekümmerte sich nicht darum, ob sich diese Meinung auf Auktoritäten gründete, und eben deswegen, weil er nicht sehr viele Kenntnisse dieser Art hatte, stand er nicht an, sie anzunehmen. Seneka verdient unstreitig dasselbe Lob, als so viele andere griechische Philosophen, die sich die alten Meinungen zu eigen zu machen wußten; aber er hat nichts als eine schon gemachte Entdeckung der Nachwelt angekündigt und vorhergesagt. Ein und dieselben Wahrheiten kommen auf der Erde, wie die Kometen, erst nach langen Zwischenzeiten wieder zum Vorschein. Wenn unser Jahrhundert mit Recht stolz darauf ist, die Kometen unwiederruflich in den Rang der dauernden Gestirne gesetzt, und ihre periodische Rückkehr bewiesen zu haben, so hat ein andres Jahrhundert denselben Ruhm gehabt, und dieß Jahrhundert ist nicht in den fünf und zwanzig Jahrhunderten der chaldäischen Beobachtungen begriffen. Hipparchs Stillschweigen über diese sonderbaren Himmelskörper beweiset unwidersprechlich, daß die Chaldäer sie nicht beobachtet haben. Hipparch sah diese Wahrheit nicht anders als unter der Larve des Vorurtheils. Sie hatte sich eben so bei den Chaldäern erhalten, wie sich bei uns die Idee von dem Einflusse des Mondes auf die Witterung, auf die Produkte der Erde und auf die thierische Oekonomie erhalten hat, eine Meinung, die sich seit langer Zeit nur noch bei dem großen Haufen findet, und die einst die Philosophen untersuchen werden. Glaubt man, daß diese Idee die Frucht der Bemerkungen unsrer unwissenden Voraltern ist? Nein der große Haufe, bei dem sich Eitelkeit und Blödsinn mit einander vereinigen, unterwirft sich nicht den Gestirnen, sondern glaubt, daß

sie bloß zu seiner Erleuchtung geschaffen sind. Diese alten Meinungen sind bei uns selbst die Trümmer alter Kenntnisse, sie sind die Ueberreste der in Asien kultivirten, und auf Jahrhundert von Beobachtungen gegründeten natürlichen Astrologie. Die Grundsätze davon sind von den Arabern gesammelt und durch sie nach Europa gekommen. Einige von unsern Gelehrten, welche anfangen die Einwürkung des Mondes auf die Atmosphäre, und selbst auf den menschlichen Körper zuzugeben, haben lange diese Meinung eben so behandelt, wie Hipparch die Meinung von der Dauer und Rückkehr der Kometen. Selbst die Chaldäer behielten diese Meinung bei, ohne zu sehr daran zu glauben; ihre Schulen waren über diesen Punkt getheilt. Wäre es ein wissenschaftlicher Punkt gewesen, daß die Kometen dauernde Gestirne wären, so würden sie sie beobachtet, und ihre Erscheinungen aufgezeichnet haben.

Wir fragen nun, ob man anders als durch das Resultat von Beobachtungen auf diese Idee geleitet werden kann? Hevel und alle Astronomen, die wir bis zu Ende des letzten Jahrhunderts gehabt haben, selbst der große Cassini, haben die Kometen als Lufterscheinungen angesehn; und man wollte behaupten, daß die Chaldäer, die, so gute Beobachter sie auch waren, über die Natur der Gestirne und des Weltsystems immer nur unbestimmte und rohe Vorstellungen hatten, sich von selbst und gleichsam durch Inspiration zu dieser Idee erhoben hätten! Dieß scheint uns auf keine Weise wahrscheinlich; die Astronomen werden eben so wie wir darüber urtheilen. Im Gegentheil ist diese erhaltene Meinung ein Beweis von einer uralten und zerstörten Wissenschaft. Sie trägt mit dazu bei, dieß große Resultat der ganzen Geschichte der ältern Astronomie zu gründen. Seneka hat diese Meinung zu der Zahl der Wahrheiten zurückgerufen; allein ungeachtet des Ansehns und der Beredtsamkeit dieses Philosophen, mußten doch siebenzehn Jahrhunderte hingehen; mußte Halley die Rückkehr eines Kometen vorhersagen, Clairaut diese Rückkehr

in weit engere Grenzen eingeschlossen ankündigen, und der Erfolg ihre kühnen Prophezeiungen bestätigen, ehe diese Wahrheit von den Astronomen in ihre Rechte eingesetzt wurde. Die Chaldäer waren in der Aufklärung nicht so weit wie wir; sie müssen also gebildetere Menschen vor sich gehabt haben.

§. 46.

Die Zeit vor Ptolemäus wird noch von einigen Astronomen ausgefüllt; Agrippa, Menelaus beobachteten in Bithynien und Rom Sternbedeckungen durch den Mond; Theon der ältere lebte gegen Anfang des zweiten Jahrhunderts. Der Kaiser Claudius sagte selbst die Finsternisse vorher. Dieß war damals das non plus ultra der Wissenschaft. Die Astrologie stand zu Rom in größerm Kredit als die wahre Astronomie. Man kann daraus schließen, daß die Römer wenigstens in dieser Wissenschaft sehr unwissend waren.

Indeß findet man doch im Geminus eine sehr bestimmte Unterscheidungslinie zwischen der Astronomie und Astrologie a). Dieser Astronom betrachtet die erste als eine Wissenschaft, deren Prophezeiungen untrüglich sind, dahingegen die Vorherverkündigungen der letztern sehr oft täuschen. Jene gründet sich auf sichere Regeln; diese aber ist einer ungewissen Beobachtung überlassen. Dieß Kapitel vom Geminus ist interessant, weil wir daraus die Meinung der Philosophen über die Vorherverkündigungen der Astrologie, selbst der natürlichen, kennen lernen. Er hält diejenigen für Schwachköpfe, welche glauben, daß der Aufgang und Untergang der Sterne die Ursache der Winde, des Regens, und anderer Veränderungen der Athmosphäre sey. Die Ausdünstungen der Erde erheben sich nicht über die Region der Wolken, über welche noch die höchsten Berge hinausragen. Die Sterne sind ungeheuer weit von uns entfernt, sie können folglich keinen Einfluß auf uns haben. Geminus nimmt an, daß die Abwechselung

a) In Uranologium, Cap. XIV, p. 55.

der Witterung von der Sonne und vom Monde herrühren. Die Sonne beschreibt täglich ungefähr einen Grad von der Ekliptik. Man merkte alle Veränderungen an, die jeden Tag vorgingen, und folglich einem Grade der Ekliptik entsprachen; weil aber der Ort, wo sich die Sonne befindet, nicht sichtbar ist, so bemerkte man, welche Sterne denselben Tag auf- oder untergingen, und mit diesen Erscheinungen verband man die korrespondirenden Vorherverkündigungen. Auf die Art sind diese Veränderungen die Zeichen, und nicht die Ursachen der Veränderung der Atmosphäre, und man sah seit der Zeit des Geminus den Einfluß der Gestirne als chimärisch an. Dieser Astronom bestätigt hier, was wir in der Abhandlung über die Astrologie gesagt haben.

Geminus fügt hinzu, daß diese Vorhersagungen nicht allgemein, sondern für jedes Klima verschieden wären; so daß der Aufgang eines Sterns, der hier Regen bedeutet, an einem andern Orte Trockenheit ankündigt. Es ist also keine Wirkung des Einflusses der Gestirne, die sonst für die ganze Erde dieselbe seyn würde. Da man die meteorologischen Beobachtungen, worauf man die rohen Kalender gegründet hatte, oft wiederholte, so bemerkte man, daß der Regen und die Winde nicht auf dieselben Tage wiederkamen, und Geminus erinnert, daß die durch die Phänomene der Gestirne angekündigten Wirkungen immer um einige Tage vor oder nach ihrer Erscheinung sich zeigten. Dieß war die Wirkung der Bewegung der Sterne, die Geminus nicht gekannt zu haben scheint. Man muß also, fährt Geminus fort, die Astrologen entschuldigen, wenn sie sich irren. Die Schuld liegt nicht in ihrer Kunst, sondern in den ungewissen Beobachtungen, worauf die Vorhersagungen gegründet sind, Deswegen hat man zu verschiedenen natürlichen Wirkungen seine Zuflucht genommen, wie Aratus am Ende seines Gedichts erklärt. Man hat aus dem Kreise, den man um den Mond sieht, dem Sternschnuppen, dem Fluge der Vögel, rc. geweissagt. Geminus hätte einsehen müssen,

daß die meisten von diesen Zeichen eben so wenig Beziehung auf die Dinge, die man daraus vorhersagen wollte, haben, als die Sterne. Diese Zeichen sind durchaus die Wirkungen dessen, was man Zufall nennt, das heißt, einer Zusammenkettung von so verwickelten Ursachen, daß der ewige Baumeister des Weltalls allein die Verbindung und den entfernten Einfluß davon einsehen kann. Der Aufgang und Untergang der Sterne ist wenigstens periodisch und regelmäßig, eben so wie es die Witterung der Jahrszeiten seyn muß, wenn man auch die Periode ihrer Rückkehr nicht kennt.

§. 47.

Diese Abschweifung über Geminus beweiset, daß, wenn auch die Philosophen über die Astrologie aufgeklärter dachten, als der große Haufe, sie doch nicht ganz frei von seinen Irrthümern waren. Es ist merkwürdig; der gemeine Mann glaubte an den Einfluß, der am meisten in die Sinne fällt, und sich am leichtesten begreifen läßt, und die Philosophen, Geminus, Seneka a) waren der Meinung, daß die Witterung und die Begebenheiten im menschlichen Leben durch die himmlischen Erscheinungen und durch gewisse natürliche Wirkungen angedeutet werden konnten. Diese Erscheinungen waren bloß zufällige Zeichen, und wurden nur durch eine nothwendige Zusammenstimmung in den Begebenheiten der Welt, Vorhersagungen. Weil alles mit einander verbunden zu seyn schien, so glaubte man, alles könne auch vorhergesagt werden. Die Prinzipe des Geminus führen uns wieder auf die Idee, die wir in der Abhandlung über die Astrologie aufgestellt haben; sie ist davon eine natürliche Folge. Verborgene und mechanische Ursachen legten den Grund zur Volksastrologie: das System, welches in dem Weltall nur ein belebtes, und in allen seinen Theilen sich bewegendes Wesen sieht; das System, welches alles durch successive

a) Geminus, in Uranol C. XIV, p. 55. Seneca, de Consol. ad Marciam, c. 18.

und nothwendige Bewegungen hervorbringt; mit einem Worte der Materialismus ist die Basis und die Quelle der philosophischen Astrologie.

§. 48.

Cicero mag immerhin sagen, daß mehrere berühmte Astronomen seiner Zeit, die Trüglichkeit dieser Kunst bezeugten a), diese berühmten Astronomen Archelaus, Cassander, Scylax von Halicarnaß und Panätius sind wenig bekannt, und ihr Zeugniß kann dem Zeugnisse des Geminus nicht das Gleichgewicht halten. Man kann daraus schließen, daß Cicero eben so über die Astrologie, als über die Auguren spottete. Allein der große Haufe war von dieser Wissenschaft ganz verblendet, und man überzeugt sich, daß sogar die guten Köpfe getheilt waren, wenn man sieht, daß Seneka daran glaubte, und die beiden berühmtesten Astrologen zur Zeit des Cicero, L. Taruntius Firmanus und P. Nigidius Figulus, Freunde desselben waren.

Die Astrologen wollten nicht nur durch den Anblick der Gestirne im Augenblick der Geburt eines Menschen alle Begebenheiten seines Lebens entdecken; sondern sie behaupteten sogar das umgekehrte Problem, durch die Untersuchung der Begebenheiten des Lebens den Augenblick der Geburt zu bestimmen, auflösen zu können. Diese Verfahrungsart beweiset deutlich, daß die Astrologie die Tochter einer reellen Wissenschaft war, weil sie den Gang derselben in ihren Verirrungen beibehielt. Die Astrologen untersuchten ohne Zweifel nach ihren trüglichen Regeln, welche Aspekten dieses oder jenes Schicksal zur Folge gehabt hatten, und darauf berechneten sie mit Hülfe der Astronomie den Tag und den Augenblick, wo diese Aspekten statt gefunden hatten. Plutarch b) erzählt, daß Varro vom Firmanus verlangt habe, aus den Thatsachen des Lebens von Romulus, die die römische Geschichte oder Tradition erzählte, sei-

a) De Divinat. II, 42.
b) Romulus, §. 6.

nen Geburtstag zu berechnen. Der Astrolog behauptete dreust, er sey im ersten Jahre der zweiten Olympiade um die dritte Tagesstunde, den drei und zwanzigsten Tag des Monats, den die Aegypter Chonas nennen, d. i. den 23. December, gezeugt, und beim Aufgange der Sonne den 21sten Thot oder des nächsten Septembers geboren. Er bestimmte ferner, Rom sey den neunten Tag des Monats Pharmuti oder April gegründet worden. Man stellte eben so den Städten wie den Menschen das Horoskop, und aus dem Augenblicke ihrer Gründung sagte man ihre Dauer und ihre Schicksale vorher. Wir haben diesen Zug erzählt, um den Geist des Zeitalters zu schildern, und wir sagen aus eben den Gründen, wie Plutarch: „Diese und andre ähnliche „Sachen, werden ihrer Neuheit und ihres Interesse we„gen hoffentlich den Lesern mehr gefallen, als ihrer Un„wahrheit wegen unangenehm seyn.“ Cicero a) sagt auch, daß nach Firmanus Rom gegründet war, als der Mond im Zeichen der Wage gestanden wäre, und daß er folglich kein Bedenken getragen hätte, das Schicksal dieser Stadt vorherzusagen. Allein zu Cäsars und Augusts Zeit war dieß weiter nichts als nach dem Ausgange prophezeien.

§. 49.

Nigidius besaß, außer seiner astrologischen Geschicklichkeit, auch in der Astronomie Kenntnisse, und stand deswegen sehr im Rufe. Uebrigens bedeutete dieser Ruf zu Rom, wo man sehr wenig unterrichtet war, nicht viel. Man giebt von der Entstehung seines Beinamens, Figulus (der Töpfer), einen sehr sonderbaren und kindischen Grund an. Man erzählt nämlich, er habe einst, als der Einwurf gemacht sey, zwei Zwillinge, die zu gleicher Zeit geboren waren, hätten doch sehr verschiedene Schicksale gehabt, zur Antwort gegeben, der Himmel bewege sich so schnell, daß auch der kleinste Zeittheil hinreichend wäre, die Erscheinung daran

a) De Divinat. Lib. II, §. 47.

zu verändern. Um die Sache deutlich zu machen, habe er eine Töpferscheibe sich schnell herumdrehen, und einen von den Umstehenden in einem Augenblicke zwei Zeichen darauf machen lassen. Man habe geglaubt, sie an einerlei Ort der Scheibe eingedrückt zu finden, als sie aber zur Ruhe gekommen wäre, habe er gezeigt, daß die Zeichen weit von einander entfernt waren. Daher sein Name der Töpfer a). Wir erzählen diese Geschichte nicht als eine Etymologie, die Glauben verdient, sondern um zu zeigen, wie sich die Astrologen vertheidigten.

Nigidius ist auch noch dadurch berühmt, daß er dem Octavius, dem Vater des Augustus, den Geburtstag seines Sohnes, und daß dieß Kind einst Roms Beherrscher seyn würde, vorhergesagt hat b). Man weiß, wie diese Prophezeiungen den Begebenheiten angepaßt werden, wenn sie sich schon ereignet haben. Lucan c) rechnet ihn unter die Zahl derer, welche am Tage vor dem Bruche zwischen Cäsar und Pompejus, das künftige Unglück des römischen Volks vorhersagten; eine Prophezeiung, die man in dem Augenblicke eines Bürgerkrieges, und als die beiden Partheien der Welt gegen einander zu streiten im Begriffe waren, sehr leicht thun konnte. Nigidius wurde der Zauberei angeklagt; allein wenn er im Exil starb, so war dieß nicht die Ursache davon, sondern weil er die Parthei des Pompejus genommen hatte, und es nicht wagen durfte, nach Rom, wo Cäsar herrschte, zurückzukehren d). Diese Beschuldigung der Zauberei gehört mit unter die Zahl der Ungereimtheiten, die man Männern, welche einigen Ruhm gehabt haben, zur Last legt. Für einen Mann, der ohne Zweifel seinen Ruf verdiente, der überdieß ein Freund des Cicero war, war es schon genug, Astrolog zu seyn.

a) Bayle, art. Nigidius, Rem. G.
b) Ebendas. Rem E.
c) Phars. Lib. I, v. 639.
d) Bayle, Art. Nigidius, Rem. K.

§. 50.

Es erschienen jedoch von dem ersten Jahrhunderte der christlichen Zeitrechnung an, Gesetze gegen die Astrologen; sie wurden aus Rom vertrieben. Allein so wie die öffentliche Autorität sie aus der Stadt verbannte, hielt sie die Schwäche und Leichtgläubigkeit der Privatpersonen zurück. Sie trieben heimlich daselbst dieß für sie gefährliche, und für das Volk traurige Handwerk fort. Einige Kaiser schützten sie, so hatte z. B. Tiberius einen Astrologen um sich, der allen denen, die er fürchtete, die Nativität stellen mußte, und wenn das Gestirn bei ihnen Ehrgeiz und Herrschsucht anzeigte, so wurden sie zum Tode verurtheilt a). Der Astrolog mußte durch dieß schreckliche Amt in großem Kredit stehn, und es war gefährlich, einen Mann zum Feinde zu haben, der die Sterne das Todesurtheil sprechen ließ.

Diese Astrologen waren lange Zeit hindurch unter dem Namen Chaldäer bekannt gewesen. Als sie sich mehr in Kredit gesetzt hatten, bedienten sie sich des Titels Mathematiker. Sie erniedrigten indeß diesen Namen, ohne ihr Gewerbe dadurch zu heben; denn die Unwissenheit des größten Theils dieser Betrieger machte sie alle lächerlich.

H. Weidler b) bemerkt: es sey außerordentlich, daß in der blühendsten Zeit Roms, wo die Dichtkunst, die Beredsamkeit, die Philosophie und die Rechtsgelehrsamkeit blühte, die Astronomie gar nicht daselbst existirte, oder fast gar nicht kultivirt wurde. Die jungen Leute, welche man nach Griechenland schickte, sich an der Quelle der Wissenschaften und der schönen Künste zu belehren, hielten es nicht der Mühe werth, diesen interessanten Theil der Mathematik zu studieren. Er glaubt, dieß komme von der Verachtung und dem Abscheu, den man zu Rom gegen die Astrologie gehabt

a) Suetonius, Tiberius.
b) Hist. Astr. p. 164.

habe, her. Die Astronomie theilte ungerechter Weise den Widerwillen, den man gegen ihre Schwester hegte. Sie waren so mit einander verbunden, daß vermuthlich die Köpfe sowohl die Wahrheiten der einen, als die Irrthümer der andern zugleich aufnahmen. Diese Ursache ist wahrscheinlich, allein sie findet nicht bei der Geometrie und Mechanik statt, und wir bemerken nicht, daß die Römer darin größere Fortschritte gemacht haben. Ueberdieß haben wir gezeigt, daß die Verachtung der Astrologie nicht so allgemein zu Rom war. Eine natürlichere Ursache findet man in der begränzten Entwikkelung des menschlichen Verstandes bei den Römern. Die Einbildungskraft regiert zuerst; die Künste, welche sie hervorbringt, und die sie angenehm macht, die Dichtkunst, die Beredtsamkeit bezaubern und fesseln die Gemüther. Erst muß sich das Blendwerk zerstreuen, ehe man den Geschmack an solchen Wahrheiten entstehen sieht; die strengen Wissenschaften werden zuletzt kultivirt. Die Römer hatten nicht Muße, diese verschiednen Epochen der Entwickelung des menschlichen Verstandes durchzugehen. Immer in Kriege oder Intriguen verwickelt; vereinigt, die Erde zu erobern; oder getheilt, sie zu zerstückeln; beständig mit Staatssachen beschäfftigt, durch die Wahl oder die Vertreibung der Tyrannen beunruhigt, lernten sie nie den ruhigen Zustand oder die Muße des Geistes kennen, dessen ganze Thätigkeit alsdann zu den Wissenschaften fortgezogen wird. Man kultivirte die Beredtsamkeit, insofern sie zu Würden führte. Hätte aber ein Privatmann den Ruhm in der wissenschaftlichen Laufbahn gesucht, so würde er ihn nie gefunden, und seine Mitbürger würden ihn nicht einmal bemerkt haben. Dieß betrifft die Wissenschaften im allgemeinen; allein man kann noch sagen, daß die Wissenschaften, welche auf Beobachtung und Erfahrung gegründet sind, und folglich Kosten und anhaltende Arbeiten erfordern, wie das Studium des Himmels in den Republiken nie große Fortschritte gemacht haben. Ihr Nutzen, der fast immer von ihrer

Vollkommenheit abhängt, liegt zu weit entfernt, als daß er den großen Haufen auffallen sollte. Dieß ist vielleicht nicht der allgemeine Geschmack, es ist der Geschmack eines Privatmannes. In einer Republik hat dieser Mann keine andre Hülfsmittel als seine eigne Anstrengung und sein Vermögen; er rückt langsam fort, und stirbt, ohne andern den Wunsch, ihm nachzuahmen, eingeflößt zu haben. Ist hingegen in einem monarchischen Staat dieser Mann Fürst, so wird sein Geschmack der Geschmack des Volks; der königliche Aufwand ruft den Mann von Kopf, und der Impuls, den einmal die Nation erhalten hat, bereitet ihm Nachfolger vor. Dieß war in Chaldäa der Fall, wo ein Kollizium gestiftet war, in Aegypten unter den Ptolemäern, in Italien zur Zeit Leo's X. und der Medicis; in Frankreich in den blühenden Tagen Ludwigs XIV. Allein diese Wissenschaften konnten weder in Griechenland, noch in Rom, noch zu Carthago Fortschritte machen.

Wir werden wieder auf die Arbeiten der alexandrinischen Schule kommen, wenn wir von Ptolemäus reden. Vorher aber wollen wir in dem folgenden Buche die Unternehmungen der Alten in Absicht der Erdmessung erzählen.

Astronomische und historische Erläuterungen.

des dritten Abschnitts

Von Hipparch und seinen Nachfolgern bis auf Ptolemäus.

§. 1.

Hipparchs erste Beobachtungen hatten den Aufgang und Untergang der Sterne zum Gegenstande. Es ist uns nichts davon übrig, als was Ptolemäus in seinem griechisch geschriebenen und vom P. Petau übersetzten Kalender aufbewahrt hat a). Hipparch wird darin wegen Beobachtungen, der in den Klimaten von 13, 14 und 15 Stunden angestellt hat, angeführt; dieß sind die Klimate von Meroe einer Stadt in Aethiopien, von Alexandrien und dem Hellespont. Hipparch beobachtete am Hellespont oder unter einer Breite von 40 bis 41 Grad; dieß ist ungefähr die Breite von Bythinien. Man weiß, daß er zu Alexandrien beobachtete, und will man auch nicht glauben, daß er über den Wendekreis hinausgegangen sei, um in Aethiopien Beobachtungen anzustellen, so wird man doch wenigstens annehmen können, daß er die daselbst zu seiner Zeit angestellten gesammelt hat.

Er wurde bald Bythinier genannt, nach dem Namen seines Vaterlandes, bald Rhodier nach der Insel, wo er einige Beobachtungen angestellt hatte. Man begreift kaum, wie Riccioli, durch diese beiden Zunamen getäuscht, aus dem einzigen Hipparch zwei Astronomen gemacht hat. Aus der Rechnung der Beobachtungen, die er ihnen beilegt, findet er, daß sie Zeitgenossen b) waren. Hieraus hätte er schon vermuthen können, daß es nur einen einzigen Hipparch gab. Wenigstens hätte er die Beweggründe seiner Meinung vorbringen müssen.

§. 2.

Nachdem Hipparch die Länge des Jahrs bestimmt hatte, untersuchte er die verschiedenen Perioden, die ihm bekannt waren. Er bemerkte daß die metonische, die dem Kalippus zufolge in 76 Jahren um einen Tag fehlte, wenn man das Jahr zu $365\frac{1}{4}$ Tage annahm, nach seiner neuen Bestimmung noch vier mal 76 oder nach 364 Jahren einen Fehler von 5 Tagen hervorbrachte; und daß die Periode von

a) Uranalogium b) Almag. Tom. I, p. XXXVI.

Kalippus in demselben Zeitraume, nur um einen einzigen Tag von der Bewegung der Sonne abwich. Man hätte also in sechs Jahrhunderten zwei Tage zu wenig gerechnet. Dieß war nach Hipparch a) der Fehler der berühmten Periode von 600 Jahren. Wir glauben nicht, daß sie diesem Astronomen unbekannt gewesen ist, ob man gleich gemeiniglich das Gegentheil annimmt, und wir gründen uns auf eine Stelle im Plinius, die wir schon angeführt haben. Plinius sagt, daß Hipparch den Lauf der Sonne und des Mondes auf 600 Jahre vorhergesagt habe b) Wozu diese Rechnung von 600 Jahren, wenn er nicht von der alten Periode Gebrauch gemacht hätte, indem er sie durch seine neuen Bestimmungen korrigirte, die er für genauer hielt? Man hat geglaubt er hätte Ephemeriden für diesen Zeitraum geschrieben, allein Hipparch war bei der Bearbeitung der Astronomie zu schüchtern, um eine solche Unternehmung zu wagen c). H. von Montucla glaubt mit Recht, daß Plinius die Sonnen- und Mondstafeln vor Augen gehabt habe, deren Genauigkeit Hipparch aus einem lobenswürdigen Mißtrauen auf 600 Jahre einschränkte.

§. 3.

Wir sind überzeugt, daß dieser Astronom sich nicht auf die Länge, des durch die Beobachtung der Solstitien zu 365 Tage 5 St. 55 Min. 12 Sek. bestimmten Jahrs würde verlassen haben, wenn er nicht irgend einen andern Grund gehabt hätte, sie für gut zu halten. Eine sehr merkwürdige Uebereinstimmung hat uns auf diese Idee geführt. Die Chaldäer hatten ein Sternenjahr von 365 T. 6 St. 11′; wir haben gesehen, daß Aristarch es zu 365 T. 6 St. 10′ 13″ oder 49″ bestimmte d) Als Hipparch die Bewegung der Sterne in der Länge oder das Rückwärtsgehen der Aequinoktial- und Solstitialpunkte entdeckt hatte, so bemerkte er, daß man zwei Sonnenrevolutionen unterscheiden müßte, die eine in Rücksicht auf die Sterne, welche größer ist als 365 T. 6 St. und die man die siderische nennen kann, die andere in Rücksicht auf die Nachtgleichen oder Stillstandspunkte, welche kürzer ist, als 365 T. 6 St. und die wir das tropische Jahr nennen e). Nimmt man nämlich die Sonne mit einem im Nachtgleichepunkte befindlichen Sterne in Konjunktion an, so wird sie nach einem Jahre früher wieder in diesen Nachtgleichepunkt

a) Ptolem. Almag. Lib. III, c. 2.
b) Ibid. Lib. III, c. 12.
c) M. de Montuc. Hist. des mat. T. I, p. 271.
d) Erläut. des 1 und 2 Abschn. §. 10.
e) Ptolem. Almag. Lib. III, c. 2.

kommen als sie dem Stern begegnet, der längs der Ekliptik sich vorwärts bewegt hat. Der Unterschied der beiden Jahre des tropischen und siderischen ist also die Zeit, welche die Sonne gebraucht den Raum zu durchlaufen, um welchen der Stern in der Länge vorgerückt ist; dieser Raum betrug 36″ im Jahre, weil er nach Ptolemäus und ohne Zweifel nach Hipparch in hundert Jahren einen Grad ausmachte. Wahrscheinlich schloß Hipparch aus diesem Verhältnisse, die Möglichkeit, das eine von diesen Jahren vermittelst des andern zu bestimmen. Er wählte dazu das kürzeste von den beiden Jahren des Aristarch von diesem 14′ 37″ Zeit abgezogen, welche die Sonne gebraucht 36″ des Kreises zu durchlaufen, gab ihm das tropische Jahr zu 365 T. 5 St. 55′ 36″. Durch diese neue Bestimmung unterstützt, glaubte er sich berechtigt einiges Zutrauen auf das Jahr zu setzen, was er auf die Beobachtung der Solstitien gegründet hatte und das davon wenig abweicht.

§. 4.

Es ist zu bemerken, daß Ptolemäus, der nach Hipparch die Länge des Jahrs untersuchte, und sie, wie Hipparch zu 365 T. 5 St. 55′ 12″ fand, die Beobachtungen darnach geordnet zu haben scheint. Er würde sonst Hipparchs Fehler haben bemerken müssen. Er bedient sich der um 571 Jahr entfernten Solstitien und der um 285 Jahre entfernten Nachtgleichen. Wir übergehen die Bestimmung durch die Solstitien, als zu zweifelhaft, bediente er sich aber der Nachtgleichen, so konnte er, wie Hipparch, um nicht mehr als 6′ fehlen; denn dieß würde auf die beiden Beobachtungen einen Fehler von 30 St. 52′ oder auf jede ungefähr $15\frac{1}{2}$ St. voraussetzen. Es ist nicht glaublich, daß man sich so in der Beobachtung der Nachtgleiche irren konnte. Man sah damals von einem Tage bis zum andern einen sehr merklichen Unterschied in drei auf den Armillen geworfnen Schatten und wenn auch die Nachtgleiche nicht bei Tage kam, so mußte es doch immer möglich seyn, den Augenblick derselben, wenigstens auf 6 Stunden anzugeben. Diese Genauigkeit giebt Ptolemäus selbst dieser Art von Beobachtung a) Er durfte also nur um 3′ abweichen. Es konnte sich zwar wie Ptolemäus bemerkt, die Lage des Aequatorealkreises ändern; überdieß konnte auch noch die Horizontalrefraktion, die immer veränderlich ist, einigen Irrthum hervorbringen, indem sie die Frühlingsnachtgleiche beschleunigte, wenn sie des Abends oder des Morgens eintrat. Ohne Zweifel hat Hipparch

a) Ibid

vermöge dieser Ursache den untern Theil des Kreises der Armillen in einer Nachtgleiche zweimal erleuchtet gesehen. Alles dieß würde wohl zu Ptolemäus Rechtfertigung hinreichen, wenn sein Resultat ohne genau zu seyn, von Hipparchs Resultat verschieden wäre; aber es ist dasselbe, und man kann kaum umhin, zu glauben, daß Ptolemäus die Beobachtungen so eingerichtet hat, daß sie mit den Bestimmungen von Hipparch zutrafen.

§. 5.

Als Hipparch zwei Mondfinsternisse nahe bei der Kornähre der Jungfrau beobachtete, glaubte er zu bemerken, daß die Länge des Jahrs nicht beständig sei. Nach der einen von diesen Finsternissen fand er, daß der Stern um 6° 3′ der Nachtgleiche vorrückte, und nach der andern nur 5° 5′. Er schloß daraus, daß dieser Unterschied der Lage von der Sonne herrühre, deren er sich bediente, den Ort des Sterns zu bestimmen, und daß die Rückkehrungen dieses Gestirns in derselben Entfernung von dem Fixsterne nicht in gleichen Zeiten geschehen waren. Indeß gestand er doch selbst in seinem Buche von der Veränderung der Nachtgleichepunkte, daß er niemals eine Größe gefunden hätte, die beträchtlich genug war, diese Veränderung festzusetzen. Er sagt ferner, daß sie niemals über drei Viertel Tag betragen hätte; dieß wäre viel: aber Ptolemäus zeigt, daß der Unterschied nie die Gränzen der Beobachtungsfehler übertroffen hat a).

§. 6.

Bouillaud bemerkt, daß Hipparch und Adrast (wir wissen nicht wer dieser Adrast war) die wunderbare Hypothese von den homocentrischen Kreisen aufgegeben und die excentrischen und Epicykeln angenommen und zur Grundlage ihrer Rechnung gemacht hatten.

Es sei (Fig. 18) ABP die Bahn der Sonne um die Erde, welche sich in C befindet; KGS der Epicykel und die Sonne in S; während der Mittelpunkt des Epicykels A den Kreis ABP beschreibt, beschreibt die Sonne S den Epicykel: und zwar in gleicher Zeit. Ist der Mittelpunkt A des Epicykels in B gekommen, so ist die Sonne in D, sie scheint also um die Größe des Bogens oder Winkels BCD weniger fortgerückt zu seyn, als sie hätte thun sollen, weil sie ihrer gleichförmigen Bewegung nach in B nach der Richtung CB gesehen werden müßte. Ist der Mittelpunkt des Epicykels, auf der andern

a) Ibid. Memoires de l'Academie des Sciences 1702, p. 43.

Seite in H, so ist die Sonne in M und ihre Länge ist um den Winkel MCH vermehrt, so wie sie in B vermindert wurde. Nur in S und in N wird die Sonne in derselben Richtung gesehen, wo sie gesehen seyn würde, wenn ihre Geschwindigkeit immer dieselbe wäre; nur mit dem Unterschiede, daß sie in S von der Erde C um den ganzen Durchmesser des Epicykels entfernter ist, als in N. In den mittlern Lagen, wenn der Mittelpunkt des Epicykels in P und die Sonne in O ist, wird die Ungleichheit, welche abnimmt, nur durch den Winkel OCP vorgestellt. Offenbar kömmt es, um die Abnahmen und Zunahmen der Geschwindigket der Sonne vorzustellen, nur darauf an, die Größe des Epicykels so zu bestimmen, daß der Winkel BCD der größten Ungleichheit der Sonne gleich ist. Hipparch fand, daß der Halbmesser dieses Epicykels sich zum Halbmesser des fortleitenden Kreises wie 5 zu 120 verhalten müsse.

Er stellte darauf diese Ungleichheit durch einen excentrischen Kreis vor.

Es sei (Figi 19) AEBD die Ekliptik, C der Mittelpunkt, worin sich die Erde befindet. Es sei HNOM der excentrische Kreis, die Bahn der Sonne, die er gleichförmig beschreibt. Es ist offenbar, daß aus dem Punkte C die Sonne auf die Ekliptik AEBD bezogen den Theil DAE in einer weit kürzern Zeit zu beschreiben scheinen wird, als den Theil DBE, weil er in dem ersten nur den Bogen MON von seiner Bahn beschreibt, in dem zweiten aber den ganzen Bogen MHN. Man begreift, daß das Verhältniß der Ungleichheit von der Entfernung der beiden Winkelpunkte abhängt, die man die Excentricität nennt.

Er fand die Excentricität zu $2\frac{1}{2}$ Theilen, deren der Durchmesser 120 hielt.

Daraus folgt, daß die größte Ungleichheit der Sonne $2^\circ\ 23'$ betrug. Ferner war es nicht schwer, diese Ungleichheit in Beziehung auf jeden Punkt der Sonnenbahn zu vertheilen, indem man voraussetzte, daß die gleiche Bewegung um den Punkt I mit einem in dem Punkte C befindlichen Auge gesehen wird.

Der Punkt S in dem Epicykel und der Punkt H in dem excentrischen Kreise, wo die Ungleichheit null und die Sonne am weitesten von der Erde entfernt ist, heißt die Erdferne (Apogaeum), welchen Ptolemäus den Punkt der größten Länge nennt. Hipparch bestimmte, daß er in $5^\circ\ \frac{1}{2}$ der Zwillinge in einer Entfernung von $24^\circ\ \frac{1}{2}$ von dem Son-

a) Ptolem. Almag. Lib. III. c. 4.

nenpunkte läge. Der Punkt N in dem Epicykel, und der Punkt O im excentrischen Kreise, wo die Ungleichheit auch null aber die Sonne am nächsten bei der Erde ist, wird die Erdnähe (Perigaeum) genannt, Ptolemäus nannte ihn den Punkt der kleinsten Länge a).

Es ist zu bemerken, daß Ptolemäus alle diese Bestimmungen als die seinigen giebt, aber sie sind von Hipparch; 1) Hipparch hatte, da er sich immer des Orts der Sonne als eines Vergleichungspunktes bediente, worauf er den Ort des Mondes und der Sterne bezog, Tafeln nöthig, worin die Bewegungen der Sonne vorgestellt waren. 2) Ptolemäus kann darin keine Verbesserungen gemacht haben, weil er sonst gewiß nicht unterlassen haben würde, es anzuzeigen, wie er bei andern Gelegenheiten immer dafür sorgte es zu thun. Im Gegentheil sagt er dießmal ausdrücklich b) daß seine Bestimmungen mit denen von Hipparch übereinstimmen. Sie gehören also diesem Astronomen.

§. 7.

Wir haben zur Ehre Hipparchs bewiesen, daß er auf die Entdeckung der Zeitgleichung gerechte Ansprüche hat, ungeachtet ihn Ptolemäus nicht anführt c). Wir können nicht glauben, daß sie diesem geschickten Astronomen entgangen sei; und wir haben noch überdieß einen entscheidenden Grund, den wir an seinem Orte sagen werden.

Hipparch kannte die beiden Ursachen der Ungleichheit, welche sowohl aus der ungleichen Bewegung der Sonne in der Ekliptik als aus der Schiefe dieses Kreises auf dem Aequator entspringen. Er sagt, daß ihre Wirkungen nicht von einem Tage zum andern ähnlich sind, sondern daß sie es werden, wenn man sie eine gewisse Anzahl von Tagen zu einander addirt. Er hatte sich in Absicht der Größe dieser Gleichung, die er zu 33′ 20″ angab, sehr geirrt, denn sie konnte zwischen der Zeit, wovon sie abgezogen wird und der Zeit, zu welcher sie hinzuaddirt werden soll, einen Unterschied von 1 St. 6′ 40″ hervorbringen.

Die in unsern Tagen streng berechnete Zeitgleichung beträgt nur ungefähr ein Drittel von dieser Größe.

Ptolemäus sagt, und ohne Zweifel spricht er es dem Hipparch nach, daß sie bei den Beobachtungen, die Mondsbeobachtungen ausgenommen, vernachlässigt werden könne. In der That brachte bei der ersten Bearbeitung der astronomischen Theorien, die Ungewißheit selbst von einer Stunde nur 2 bis 3′ auf den Ort der Sonne und noch weniger auf

a) Ibid. c. 4. b) Ibid. c) Ibid. c. 10.

einige andere Planeten hervor; eine Größe, die ungefähr dem Beobachtungsfehler der damaligen Zeit gleich war. In Absicht des Mondes konnte der Unterschied auf die Länge 36′ betragen; man mußte also darauf Rücksicht nehmen; was auch Ptolemäus in den uns hinterlassenen Rechnungen wirklich thut.

Diese Ungleichheit der Tage würde weit größer sein, wenn man den Tag von einem Aufgange oder von einem Untergange bis zum andern rechnet. Sie würde denn nicht mehr von der Gradenaufsteigung, sondern von der schiefen Aufsteigung der Sonne abhängen. Noch eine andre Unbequemlichkeit würde daraus entspringen. Da nämlich die schiefen Aufsteigungen in den verschiednen Klimaten nicht dieselben sind und mit der Schiefe der Sphäre wachsen, so würde folglich die Gleichung nach den Breiten abwechseln; und dieß bestimmte Hipparch den Tag von einem Mittage zum andern zu rechnen. Hac de causa, sagt Ptolemäus, diei naturalis principium non ab ortu solis aut occasu, sed a meridie constituimus, etc. Riccioli a) glaubt daß Hipparch den Tag um Mitternacht anfing, was auf eins hinaus kommen würde. Vielleicht hat er sich nach dem alten Gebrauche der Aegyper richten wollen: aber weit natürlicher ist es doch den astronomischen Tag in dem Augenblicke anzufangen, wo man die Sonne, deren Bewegung die Dauer des Tages regulirt, vorzüglich bemerkt, ein Grund, den unstreitig Hipparch bestimmen mußte. Hätte übrigens Ptolemäus in dieser Hinsicht eine Veränderung gemacht, so würde er es gewiß angemerkt haben.

§. 8.

Hipparch fand, als er von der Untersuchung der Bewegung der Sonne zu der Bewegung des Mondes überging, große Hülfsmittel in der Astronomie und in den Perioden der Chaldäer. Wir haben gesehen b), daß ihre Astronomen zwei Perioden hatten, eine von 6585⅓ Tagen, während welcher der Mond 239 Revolutionen in Absicht der Erdferne, 242 in Absicht des Knotens, und 241 Revolutionen und 10° 40′ im Thierkreise oder in Absicht eines Sterns machte. Die zweite Periode war die von 19756 Tagen, welche man aus der ersten durch die Multiplikation mit drei erhielt, um den Bruch eines dritten Tages zu vermeiden. Diese Perioden fassen nur mittlere Revolutionen in sich, die die Chaldäer ziemlich gut kannten c); Hipparch verglich, um sie zu ver-

a) Almag. Tom. I. p. 34.
b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 Band 5 Abschn. §. 9.
c) Ebendas. 2 B. 4 Abschn.

vollkommnen, alle Beobachtungen, die er gesammelt hatte, mit den seinigen, und er fand, daß in einem Zeitraume von 4267 Monaten oder von 126007 Tagen und einer Stunde der Mond 4573 Revolutionen in Absicht seiner Erdferne und 4712 Revolutionen weniger $7^{\circ}\frac{1}{2}$ in Absicht des Thierkreises oder der Fixsterne machte. Allein dieselben Breiten und folglich die Finsternisse kommen nur nach 5458 Revolutionen in Absicht seines Knotens zurück. Dieß sind diese langen Perioden, welchen zufolge Dominicus Cassini sagt a), daß Hipparch sich sehr alter Beobachtungen bediente. Hipparch fand noch eine Periode von 251 Monaten, während welcher der Monat 269 Revolutionen in Absicht seiner Erdferne machte b).

Alles dieses führt uns also auf die verschiednen Revolutionen, wie sie Hipparch festsetzte

Mondsumläufe	Nach Hipparch			Nach den Neuern		
In Rücksicht der Sonne	29T.	12S.	44′ 3″$\frac{1}{4}$	29T.	12S.	44′ 3″ c)
— — d. Erdferne	27	13	18′34″$\frac{2}{3}$	27	13	18′34″
— — d. Knoten	27	5	5′35″$\frac{4}{5}$	27	5	5′35″
— — d. Thierkr.	27	7	43′13″	27	7	43′12″

Man sieht daß Hipparch die mittlern Bewegungen, die er bei den Chaldäern fand d), vervollkommnet, und sie eben so gut bestimmt hat, als in unsern Tagen geschehen ist. Alles was wir über diesen Punkt haben thun können war, daß wir die Alten verglichen, die eine lange Reihe von Beobachtungen hinter sich hatten, die eben so wenig als irgend eine andere ähnliche Reihe, bei der Wiedererneuerung der Astronomie existirte. Man bemerke ferner, daß, so klein auch die Unterschiede der von Hipparch und der in unsern Tagen beobachteten Revolutionen sind, doch alle positiv; und folglich für die schon gut gegründete Meinung sprechen, daß die Bewegung des Mondes beschleunigt werde.

§. 9.

Hipparch muß nothwendig der Urheber von der Entdeckung der Parallaxe seyn, ungeachtet Ptolemäus es nicht ausdrücklich sagt. Er würde nicht von den Beobachtungen des Mondes, auf welche dieser Fehler Einfluß hatte, haben Gebrauch machen können. Man hat gesehen, daß ihm der

a) Mem. Acad. Sc. T. VIII, p. 5 et 6.
b) Almag. Lib. IV, c. 2.
c) M. de la Caille, Elemens d'astron. p. 306.
d) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 4 Abschn.

Mond dazu diente den Ort der Sterne zu bestimmen: überdieß befindet sich auch eine Stelle im Plinius, wo dieser Schriftsteller diese Entdeckung scheint vor Augen gehabt zu haben. Post eos vtriusque sideris cursum in sexcentos annos praecinuit Hipparchus, menses gentium, dies et horas, ac situs locorum et visus populorum complexus a). Diese letzten Worte, situs locorum et visus populorum complexus, scheint uns offenbar die Mondesparallaxe zu bedeuten. Ueberdieß hat uns Achilles Tatius b) den Titel eines Werks aufbewahrt, der das, was wir hier behaupten, bestätigt: dieß war eine Abhandlung von den Sonnenfinsternissen für jedes von den sieben Klimaten. Diese Finsternisse sind nach den Klimaten nur durch die Parallaxe verschieden. So unvollkommen dieß Werk auch seyn mogte, so beweiset es doch, daß Hipparch der Erfinder der Parallaxe ist, wenigstens in Absicht Ptolemäus, denn in derselben Stelle werden zwei andre unbekannte Astronomen angeführt, Orion und Apollinaris. Selbst die Ordnung dieser Namen, in welcher er sie anführt, Orion, Apollinaris, Ptolemäus und Hipparch, wo Hipparch zuletzt genannt wird, ungeachtet er vor Ptolemäus lebte, läßt uns glauben, daß diese Ordnung umgekehrt ist, und daß Hipparch wirklich der erste ist.

§. 10.

Hipparch bedient sich, um die Ungleichheit des Mondes vorzustellen, eines Epicykels. Die Aufgabe war hier etwas schwerer. Jr der Sonnentheorie hatte ihm der Unterschied der zwischen den Solstitien und Nachtgleichen verflossenen Zeiträume zugleich die größte Ungleichheit gegeben. Bei der gegenwärtigen Untersuchung, gab ihm jede Finsterniß eine Größe dieser Ungleichheit, aber er konnte nicht gewiß seyn, die größte beobachtet zu haben. Dieß zu ersetzen, verfuhr er dabei auf folgende Art c).

Er nahm (Fig. 20.) an, daß während der Mittelpunkt des Epicykels um die Erde T fortgeführt wurde, und in 27 T. 7 St. 43′ 13′ den Thierkreis beschrieb, der Mond in dem Epicykel sich fortbewegte, und zwar in der Zeit, in welcher sich nach der Bemerkung der Chaldäer und nach seiner eignen Beobachtung die Ungleichheit wieder herstellte, nämlich in 27. T. 13 St. 18′ 34″; und da er diese beiden Bewegungen als gleichförmig annahm, so konnte er die in einer bestimmten Zeit beschriebenen Bogen angeben. Er wählte drei Beobachtungen,

a) Lib. II, c. 12.
b) C. 19. p. 139.
c) Almag. Lib. IV, c. 6 et 11.

und nahm den Mond in A in B und in C an. Kannte er die mittlere Bewegung, so hatte er die Winkel ALB und BLC, welche die Größe der Bewegung des Mondes in dem Epicykel zwischen den beiden Beobachtungen darstellt. Er hatte ferner durch Beobachtung die Unterschiede zwischen der wahren und mittlern Bewegung für den Augenblik der drei Beobachtungen. Es mögen die Unterschiede durch die Winkel FTA, FTB und FTC vorgestellt werden: er kannte die Unterschiede ATB, CTB und die Aufgabe reduzirte sich auf folgende. Drei unbestimmte Linien TA, TB, TC, welche unter einander zwei gegebene Winkel bilden, schneiden einen Kreis in drei Punkte: A, B, C, so daß die Winkel ALB, BLC gegeben sind, man soll das Verhältniß des Halbmessers BL dieses Kreises zu der Entfernung TL seines Mittelpunkts L von dem Punkte T finden. Man sieht leicht ein, daß die Aufgabe bestimmt ist, und daß es zwischen BL und TL nur ein einziges Verhältniß giebt, welches den Bedingungen Genüge leisten kann, und daß die größte Ungleichheit, wenn dieß Verhältniß bestimmt ist, durch den Winkel BTL gegeben wird.

§. 11.

Er versuchte auch diese Ungleichheit durch einen excentrischen Kreis vorzustellen. Die Aufgabe ist ungefähr dieselbe. Es seien (Fig. 21) die Winkel ACB, BCD der mittlern Bewegungen um den Mittelpunkt C gegeben, und die Winkel AEB, BED der wahren Bewegungen aus dem Punkte E gesehn, man soll das Verhältniß der Excentricität CE zu dem Halbmesser des Kreises CF finden.

Diese beiden Voraussetzungen müssen dieselben Resultate geben; aber Hipparch fehlte in der Rechnung. Er fand nach der ersten das Verhältniß $4\frac{46}{60}$ zu 60, und nach der zweiten $6\frac{15}{60}$ zu 60. Er glaubte, daß der Unterschied der Resultate von den Voraussehungen herrühre a); er schloß folglich nach der erstern, daß die größte Mondsgleichung 4° 34′ und nach der zweiten, daß sie 5° 49′ seyn müßte. Aber Ptolemäus zeigt nachher b), daß Hipparch bei der Berechnung der Finsternisse, die er gewählt hatte, sich in Absicht der Zwischenzeiten, die sie trennen, und zuweilen auch in den korrespondirenden Oertern der Sonne, die er angenommen hatte, geirrt habe. Ptolemäus bedient sich dabei des Unterschiedes der wahren und der mittlern Zeit; und ein Beweiß, daß Hipparch ebenfalls davon Gebrauch gemacht hat, ist, daß Ptolemäus nicht das Gegentheil sagt; was er, gewiß als eine

a) Ptolem. Almag. Libro quarto cap. 11.
b) Ibidem.

Quelle des Irrthums würde angezeigt haben. Hipparch ist also der Erfinder der Zeitgleichung.

§. 12.

Hipparch beschäftigte sich, wie wir bemerkt haben, mit den Parallaxen a). Er sah ein, daß sie sich umgekehrt, wie die Entfernung des Gestirns von der Erde verhielten. Er bemerkt sogar, daß diese Parallaxen das einzige Mittel waren, dieß Verhältniß der Entfernung zu entdecken; daß man also die Entfernung eines Gestirns, das keine Parallaxe hat, oder für welche die Erde nur ein Punkt ist, nicht erfahren könne. Dieß ist die Grundlage zu der Lehre von den Parallaxen.

Es sey (Fig. 22.) AB die Erdkugel, L der Mond, oder irgend e.n andres Gestirn, der von dem Punkte B aus an dem gestirnten Himmel in C und von dem Punkte A aus in D gesehen wird, so ist der am Mittelpunkte des Mondes von den beiden Gesichtsstrahlen ALD und BLC gebildete Winkel ALB die Parallaxe. Offenbar ist dieser Winkel desto größer, je näher der Punkt L der Erde ist. Man beweiset, daß er sich umgekehrt, wie die Entfernung LE verhält. Ist der Mond in F, so ist der Parallaxenwinkel AFB weit größer als der Winkel ALB. So wie sich der Punkt L von der Erde entfernt, nimmt dieser Winkel ab, und wenn er sich unendlich weit entfernt, so fallen die Punkte A und B in dieser unendlichen Entfernung gesehen, zusammen, und die Kugel AB scheint nur ein Punkt zu seyn, und da alle Gesichtsstrahlen AL, BL gleichsam parallel sind, so machen sie keinen merklichen Winkel mehr. Es giebt also keine Parallaxe, und diese unendliche Entfernung wird sich dem menschlichen Fleiße entziehen.

§. 13.

Aus allen diesem folgt, daß wenn man die Parallaxen zweier Gestirne hat, man auch das Verhältniß ihrer Entfernungen weiß; oder daß wenn man unter verschiednen Umständen verschiedne Parallaxen eines und desselben Gestirns weiß, auch das Verhältniß der verschiedenen Entfernungen dieses Gestirns bekannt ist; oder daß umgekehrt vermittelst des Verhältnisses der Entfernungen, das Verhältniß der Parallaxen gegeben ist. Hipparch scheint nicht weiter gegangen zu seyn, und das Mittel, sie zu beobachten, nicht gekannt zu haben. Wir haben die Methode dem Ptolemäus beilegen zu müssen geglaubt b). Weil Hipparch sie nicht unmittelbar zu beob-

a) Oben 3. Abschn. §. 18.
b) Unten 4. Abschn. §. 7.

achten verstand, so suchte er sie, sagt man, durch die Sonnenparallaxe a); und dieß ist um so sonderbarer, weil er ungewiß war, ob die Sonne eine Parallaxe habe. Auch waren alle Resultate, die er erhielt, sehr zweifelhaft. Er versuchte die Entfernung der Sterne durch einige Konjekturen zu schätzen. Wir vermuthen, daß er sich einer beinahe ähnlichen Methode bediente, wie die war, wovon Ptolemäus Gebrauch machte, und die dieser Astronom ohne Zweifel vervollkommnet hat. Wahrscheinlich war er mit seinen Bestimmungen nicht zufrieden, weil sie uns nicht aufbewahrt sind: überdieß fehlte es ihm an einer nothwendigen Prüfung, sein Zutrauen zu gründen; nämlich die auf diese Art aus der Rechnung hergeleiteten Parallaxen mit denen vergleichen zu können, die wirklich auf die Beobachtungen Einfluß haben. Allein nicht zu gedenken, daß er vielleicht die Methode, sie zu beobachten, nicht gekannt hat, hätte schon die Mondstheorie hinlängliche Fortschritte haben thun müssen, um den wahren Ort des Mondes nach den Tafeln zu berechnen, und ihn mit seinem scheinbaren am Himmel zu vergleichen. Nun ist die zweite Gleichung dieses Planeten erst von Ptolemäus entdeckt worden. Dieß war ein unübersteigliches Hinderniß und hielt ihn ohne Zweifel auf.

§. 14.

Man bemerke wohl, daß Hipparch die Beobachtung der Durchmesser nicht vernachlässigte. Er bestimmte den Mondsdurchmesser zu $33\frac{1}{4}$, weil Ptolemäus sagt, daß er ihn als den 650sten Theil des Thierkreises fand b), und den Schattendurchmesser der Erde in den mittlern Entfernungen zwei und ein halb mal so groß, als den Durchmesser des Mondes. Dieser Durchmesser von $33\frac{1}{4}$ war ohne Zweifel auch der für die mittlere Entfernung; denn, Theon zufolge c) bestimmte er den Durchmesser des apogäischen Mondes zu 30′ und des perigäischen zu 35′

Ptolemäus sagt nicht, daß er den Sonnendurchmesser gemessen hat. Es ist jedoch nicht sehr wahrscheinlich, daß er es nicht sollte gethan haben, weil er ein besonderes zu dieser Art von Beobachtungen bestimmtes Instrument erfunden hatte. Man kann aber den Grund finden, warum die Messung dieses Durchmessers nicht erwähnt wird. Aristarch hatte festge-

a) Almag. Lib. V, c. 2. Riccioli, Almag. Tom. I, 222.
b) Unten 4tes B. §. 10.
c) Almag. Lib. IV, c. 9.
d) Comment. in Ptolemaei Almag.

setzt a), daß sich die Durchmesser der Sonne und des Mondes, wie ihre Entfernungen verhalten: dieß ist von den wahren Durchmessern zu verstehn und setzt voraus, daß die scheinbaren Durchmesser gleich waren. Ptolemäus sagt selbst, daß sich der Durchmesser der Sonne nicht ändere, und daß er dem Durchmesser des Mondes in der größten Entfernung gleich ist. Wahrscheinlich ist also diese Behauptung von Hipparch, und da man seit Aristarch anerkannt hatte, daß die scheinbaren Durchmesser dieser beiden Gestirne gleich wären, so war es genug, einen von beiden zu messen, oder wenigstens das Maß des einen von beiden anzuführen. Ueberdieß sagt Kleomedes, daß Hipparch die Sonne 150 mal größer annahm als die Erde. Er war nicht der Mann, der diese Meinung anders als auf Beobachtungen hätte gründen können. Proclus sagt deutlich, daß er diese beiden Durchmesser beobachtet hätte, und daß Ptolemäus ihm darin gefolgt wäre.

§. 15.

Das von Hipparch erfundne Instrument wird Dioptra genannt; es bestand aus einem von zwei vier Kubitus oder ungefähr sieben Fuß langen Regeln gebildeten Winkel d), wovon die eine (Fig. 23) AB auf zwei andern durch eine fünfte Regel verbundne Regeln BC und AD fest war. Die andre Regel AC war auf dem Mittelpunkte A und auf der Regel BC beweglich. In A, B und C waren drei Dioptern, und das in A befindliche Auge richtete die bewegliche Regel, bis die äußersten Enden des Durchmessers des Gestirns, jedes durch eins von den Dioptern B und C gesehen wurden e). Die Idee zu diesem Instrumente gründete sich, wie man sieht, auf das Instrument, dessen sich Archimedes zu derselben Untersuchung bediente f).

Der zwischen den Dioptern enthaltene Zwischenraum BC dient statt des Zylinders, und indem man zugleich durch die drei Dioptern sieht, ist man gewiß, daß der Winkel BAC derjenige ist, der von den beiden Gesichtsstrahlen gebildet wird. Dieß führt uns auf die Vermuthung, daß Hipparch vielleicht der Erfinder der Dioptern ist. Es scheint gewiß zu seyn, daß die Dioptern zu Archimedes Zeit, d. h. 215 oder 220 Jahre vor Chr. Geb. nicht existirten; denn sonst hätte sie dieser große Mann auf sein Instrument angewandt, und

a) Ob. Erläut. des 1. u. 2. Abschn. §. 12.
b) De mundo, Lib. II, c. 1. Riccioli, Almag. T. I. p. 126.
c) Hyporyp. p. 397.
d) Unten Erl. des 4ten Abschn.
e) Proclus, Hypotyp. p. 399.
f) Oben 1stes Buch §. 16.

nicht die sinnreiche Korrektion, wovon wir geredet haben, nöthig gehabt. Hipparch blühte um 168 und 129 Jahr vor C. G.; die Erfindung der Dioptern folgt also bald auf den Tod des Archimedes, und kann folglich Hipparchs Genie gehören. Denn wer war in diesem Jahrhundert geschickter, den Instrumenten diese Art von Vollkommenheit zu geben, als der Stifter der Astronomie?

§. 16.

Unstreitig hat Hipparch die mittlern Bewegungen der Planeten und ihre Revolutionen gekannt. Ptolemäus führt die Beobachtungen nicht an, nach welchen diese Revolutionen bestimmt sind; und sein Stillschweigen in dieser Hinsicht scheint uns ein Beweis zu seyn, daß diese Bestimmungen nicht von ihm, sondern von Hipparch sind. Indem er die alten Beobachtungen des Erscheinens, des Stillstehens und Rückwärtsgehens der Planeten zusammenstellte, sah er ein, daß zwischen zwei Erscheinungen eines und desselben Planetens eine ungefähr immer gleiche Zeit verfloß, welches die Dauer ihrer Revolution in Absicht der Sonne war. Hier folgt das Resultat dieser Kombinationen in Beziehung auf die fünf Planeten.

	Zahl der Umläufe	Verflossene Zeit			Dauer des Umlaufs		
		Jahre	Tage	Stunden	Jahre	Tage	Stunden
♄	57	59	1	18	1	13	$2\frac{1}{4}$
♃	65	70	360	5	1	33	21
♂	37	79	3	4	2	49	23
♀	5	7	362	18	1	218	22
☿	145	46	1	1		115	22

Was die andre Umlaufszeit betrifft, während welcher die Planeten den ganzen Thierkreis durchlaufen, so mußte man, weil man glaubte, daß Venus und Merkur, die sich wenig von der Sonne entfernen, sich um die Erde drehten, annehmen, daß ihre Umlaufszeiten im Thierkreise, der Umlaufszeit der Sonne gleich, oder grade ein Jahr war. Ptolemäus sagt, daß Saturn in 59 Jahren 1 T. 16 St. zweimal den Thierkreis und noch 1° 45′ davon durchlief; Jupiter in 79 Jahren 360 T. 4 St. sechsmal weniger 4° 50′; Mars in 79 Jahren 3 T. 4 St. zwei und vierzig mal und 3° 10′ a): daraus kann man zugleich die Umlaufszeit dieser Planeten in Beziehung auf den Thierkreis herleiten, die wir mit denen, die man in den Elementen von la Caille findet, zusammenstellen wollen.

a) Ptolem. Almag. Libro nono, cap. 3.

	Alte Umlaufszeiten		Neuere Umlaufszeiten	
♄	10748 T.	16 St.	10759 T.	8 St.
♃	4329	7	4332	12
♂	686	23	686	23½

§. 17.

Man ist jetzt ziemlich allgemein überzeugt, daß wir das im Almagest aufbewahrte Sternverzeichniß dem Hipparch zu verdanken haben, und daß Ptolemäus, wie er selbst sagt a) nur zu den von diesem Astronomen beobachteten Lagen, die 2° 40′ Unterschied, die sich zwischen diesen Lagen und den seinigen fanden, hinzugefügt hat. Ptolemäus spricht freilich so, als wenn er alles bloß nach seinen Beobachtungen gethan hat. Er sagt bloß, daß er etwas in den Figuren der Sternbilder der Alten geändert habe, wie diese in Absicht ihrer Vorgänger verfahren waren. Formationibus quoque ipsis per singulas stellas non iisdem penitus (quibus et prisci) utimur, sicut neque illi antiquissimorum, qui ante ipsos fuerunt b). Dieß beweiset, um es im Vorbeigehen zu sagen, wie viele Veränderungen die Figuren der Sternbilder durch die Folge der Zeiten gelitten haben. Prisci sind ohne Zweifel die ersten Astronomen von Alexandrien, oder vielleicht die Chaldäer, welche mit der Sphäre, die sie von den antiquissimis erhalten hatten, Veränderungen vorgenommen haben. Uebrigens muß man nicht immer dem Ptolemäus auf sein Wort glauben. Man kann beweisen, daß er sich in seinen Almagest viele Dinge zugeeignet hat, die ihm nicht gehörten. Man sieht, daß Hipparch sich zur Zeit des Plinius, der 50 oder 60 Jahre vor Ptolemäus lebte, durch die Aufzählung der Sterne berühmt gemacht hatte; daß Hipparch darin durch Umstände bezeichnet ist, die ihn charakterisiren; wir geben sie daher ihrem wahren Verfasser zurück.

Ulug-Beigh, der der Quelle näher war, als wir, legte dem Ptolemäus die Beschreibung des Himmels nicht bei. Ante Ptolemaeum observatae fixae 1022, quas Ptolemaeus in suum Almagestum retulit c). Dieß war wenigstens die Meinung der damaligen Zeit. Der Kommentar über den Aratus, der unrichtig dem Eratosthenes zugeschrieben wird, sagt, daß Hipparch 1080 Sterne zählte d).

a) Ibid. Lib. VII, c. 5.
b) Ibid.
c) Vorrede zu den Tafeln des Ulug-Beigh.
d) In Uranologium p. 162.

§. 18.

Es gehört unter die fabelhaften Erzählungen, was Scaliger a) von einem alten gänzlich unbekannten Chrysippus sagt, daß er die Sterne vor Hipparch zählte und ihre Anzahl zu 1058 gefunden habe. Scaliger führt keine Autorität an b). Plinius bemerkt, daß die Alten 1600 Sterne in den 72 Sternbildern, worin der Himmel abgetheilt war, zählte. Diese Zahl, welche weit größer ist, als die Zahl der Fixsterne im Almagest, ist sehr merkwürdig; wir können hierüber nichts positives ausmachen. Vielleicht war es eine alte Tradition irgend einer Aufzählung der Fixsterne, die in den entfernten Zeiten und unter einem sehr heitern Himmel angestellt war, um eine größre Anzahl derselben zu unterscheiden. Hipparch, der alles aus Beobachtungen bestimmte, nahm auf Traditionen keine Rücksicht. Vielleicht war auch Plinius Angabe in dieser Stelle nur eine Schätzung. Er wußte: daß Hipparch zu Alexandrien nicht den ganzen Himmel sehen konnte: er hat dabei noch mehr vorausgesetzt, um den Theil des Himmels, der nicht bekannt war, mit darin einzuschließen; Indeß ist der Unterschied zwischen 1022 und 1600 doch immer sehr beträchtlich.

§. 19.

Das ptolemäische Sternverzeichniß enthält 48 Sternbilder; das von Hipparch scheint 49 zu enthalten. Plinius c) giebt die Zahl der Sternbilder auf 72 an. In dieser Stelle des Plinius hat man einen Fehler zu finden geglaubt b). Scaligers Korrektion ist wegen einer sehr natürlichen Betrachtung sogleich verdächtig. Plinius zählt 1600 Sterne, Ptolemäus 1022; und da sie nicht in der Zahl der Sterne übereinstimmen, so ist es nicht zu verwundern, daß sie in Absicht der Zahl der Sternbilder nicht zusammentreffen. Ueberdieß sehen wir keine Nothwendigkeit, den Text zu ändern, da sich die Sache auf eine einfache Art erklären läßt. Die alten Chaldäer theilten den Himmel in 36 Sternbilder e) und nach einer andern Eintheilung scheint man deren 48 angenommen zu haben. Diese hat uns Ptolemäus zurückgelassen, sie mag nun den alten Aegyptern oder Hipparch selbst gehören. Aber diese alten Aegypter theilten

a) Noten zu Manilius, p. 62.
b) Lib. II, c. 44.
c) Ibid.
d) Scaliger, Noten zum Manil., p. 62.
e) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 4. Abschn.

jedes Sternbild des Thierkreises in drei Decani a); sie zählten deren 36 statt 12, und 36 außerhalb des Thierkreises machten die 72, deren Plinius erwähnt. Da diese Decani Unterabtheilungen waren, so haben weder Hipparch noch Ptolemäus es für zweckmäßig gehalten, sie unter die Zahl der Sternbilder zu begreifen. Hipparch zählt eins mehr, dieß war das Haupthaar der Berenice, ein damals neues und von Konon eingeführtes Sternbild.

Hier folgen die Sternbilder von Hipparch, so wie man sie im Geminus findet b).

Ein und zwanzig nordlich über der Ekliptik, der große Bär, der kleine Bär, der Drache, der Bärenhüter oder Bootes, die nordliche Krone, Herkules, der Schlangenträger oder Ophiochus, die Schlange, die Leier, der Schwan, der Pfeil, der Adler, der Delphin, das Pferd, Cepheus, Cassiopäa, Andromeda, Perseus, der Fuhrmann, der Triangel oder das Delta und das Haupthaar der Berenice.

Zwölf in der Ekliptik: der Widder, der Stier, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, die Jungfrau, die Wage, der Scorpion, der Schütze, der Steinbock, der Wassermann, die Fische.

Sechszehn südlich: der Wallfisch, Orion, der Haase, der Fluß, welcher aus der Urne des Wassermanns kommt, der Orions-Fluß oder der Eridamus, der große Hund, der kleine Hund, das Schiff, die Wasserschlange, der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf oder nach Hipparch, die Lanze, welche der Centaur hält, das Rauchfaß oder der Altar, die südliche Krone, auch Uraniscul genannt und nach Hipparch der Heroldsstab und der südliche Fisch. In den beiden Planisphären, die wir haben stehen lassen, findet man 23 nördliche Sternbilder, weil Tycho den Antinous und das Haupthaar der Berenice, die in dem Verzeichnisse des Ptolemäus keine besondre Sternbilder ausmachen, wieder an ihre Stellen setzte. In der südlichen Hemisphäre findet man 44 Sternbilder: nämlich die 15 von Hipparch verbunden mit den neuern und dem Flusse, der aus der Urne des Wassermanns fließt mit dem Wassermanne selbst. Als man vor zweihundert Jahren über den Aequator hinaus gegen den Südpol zu segelte, entdeckte man ganz neue den Alten unbekannte Sterne, die Seefahrer bildeten daraus zwölf Sternbilder, welche die Astronomen beibehalten haben: nämlich der Indianer, der Kra-

a) Ebendas. 1. B. 5. Abschn. u. 2. B. 6. Abschn.
b) Cap. II.

nich, der Phönix, die Fliege, der südliche Triangel, der Paradiesvogel, der Pfau, die amerikanische Gans, (Toucan) die Wasserschlange, der Schwerdtfisch (Dorado), der fliegende Fisch, der Chameleon; diese Sternbilder wurden zum Theil von Americus Vesputius beobachtet. Nach der Hand fügte man noch die Taube Noas und das Kreuz hinzu. Halley setzte auch zum Andenken der Eiche, welche Karl den zweiten gerettet hatte, Karls Eiche an den Himmel. Da endlich aller dieser Sternbilder ungeachtet noch große leere Plätze am Himmel übrig waren; so erfand der Abbe' de la Caille, der diesen für uns unsichtbaren Theil des Himmels mit so vieler Sorgfalt beschrieben hat, und ein Recht hatte, daran die nothwendigen Neuerungen vorzunehmen, noch vierzehn neue Sternbilder, die er den Instrumenten der Künste widmete: 1. die Bildhauerwerkstatt, 2. der chemische Ofen mit dem Helm und dem Recipienten, 3. der Ofen, 4. das rhomboidische Netz, 5. der Grabstichel, 6. die Staffelei, 7. der Kompaß, 8. die Luftpumpe, 9. der Oktant, 10. der Zirkel (das Instrument), 11. das Winkelmaß und das Lineal, 12. das Fernrohr, 13. das Mikroskop, 14. der Tafelberg (ein Berg auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung). Man zählt noch einige andre Sternbilder, die aber nicht allgemein angenommen sind; H. de la Lande hat sie in seiner Astronomie angezeigt a). Vielleicht werden wir noch bei Gelegenheit der Astronomen, die sie vorgeschlagen haben, davon reden.

§. 20.

Man behauptet, daß vor den alexandrinischen Astronomen, der Scorpion im Thierkreise den Raum von zwei Zeichen eingenommen habe, und in allem nur eilf Sternbilder im Thierkreise gewesen wären. Diese Meinung gründet sich auf einige Stellen des Aratus, Hygin, Ovid und Martianus, Capella. Dieser letztere sagt ausdrücklich, daß es nur eilf Sternbilder gebe, daß aber der Thierkreis in 12 Theile getheilt sei, und der Skorpion davon einen Theil mit seinem Körper einnähme und den Raum, der das Zeichen der Wage macht, mit seinen Scheren ausfüllte b). Wir wissen nicht, aus welcher Ursache diese Veränderung mit den Zeichen des Thierkreises, die ursprünglich auf die Zahl zwölf bestimmt waren, vorgenommen ist. Das Sternbild der Scheren des

a) M. de la Lande, Astronomie, art. 714 et 715.
b) In nuptiis Philolog. Lib. VIII, p. 282. Riccioli, Almag. Tom. I, p. 401.

Scorpions führt in den meisten alten Sprachen, in der persischen, in der arabischen, in der syrischen und in der hebräischen, den Namen der Wage; und seit dem höchsten Alterthume war der Thierkreis bei den Chaldäern, Persern a) und den Indiern b) in 12 Zeichen oder Sternbilder eingetheilt. Vielleicht ist die Unwissenheit der ägyptischen Priester und das Geheimnißvolle, was sie in ihren Erklärungen affektirten die Ursachen dieser Neuerung gewesen. Die Wage mogte in einigen Beschreibungen ausgelassen seyn, und man sah sich genöthigt, das Sternbild des Scorpions auszudehnen, und indem man ihm zwei Zeichen einräumte, eins derselben von den Scheren einnehmen zu lassen. Hipparch durch die chaldäischen Kenntnisse in der alten Astronomie besser unterrichtet, hat vermuthlich dadurch, daß er die Wage wieder an den Himmel setzte, alles wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurückgebracht. Der alte Gebrauch hat jedoch noch einige Zeit gedauert, und dieß Zeichen hat die beiden Namen behalten; so daß man die beiden schönsten Sterne dieses Bildes auf gleiche Weise die Schalen der Wage und die Scheren des Scorpion genannt hat.

§. 21.

Halley glaubte, daß der Unterschied, den Hipparch zwischen der Sphäre von Eudoxus und der seinigen bemerkte, ihn auf die Entdeckung der fortschreitenden Bewegung der Sterne hätte leiten können; allein er würde 1) seinen Kommentar über den Aratus nicht geschrieben und den Eudoxus so bitter kritisirt haben, wenn er damals vermuthet hätte, daß die Unterschiede der beiden Sphären von einer den Sternen eignen Bewegung herrührten, und wirft man 2) ein, daß er diese Entdeckung erst lange nachher gemacht habe, nachdem er seinen Kommentar geschrieben hatte, wie dieß gewiß der Fall ist, so kann man antworten, daß wenn diese Entdeckung durch die Vergleichung der beiden Sphären gemacht worden wäre, er die Bewegung der Firsterne von einem Grade in hundert Jahren nicht würde hergeleitet haben, selbst wenn er diese Sphäre mit frühern Zeiten als die des Eudoxus, doch mit den Zeiten des Chiron, verglich; denn seit Chiron bis auf Hipparch waren nur ungefähr 1200 Jahre verflossen und er würde 15° bis 16° Unterschied in der Länge der Sterne gefunden haben. Dieß hätte ihm ungefähr einen Grad in 75 Jahren gegeben. Ueberdieß wäre diese Veränderung von 15 bis 16° beträchtlich genug gewesen, um die Frage völlig zu entscheiden; da doch selbst Hipparch an der Bewegung

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 5 Abschn.
b) Ibid. p. 487.

zweifelte, die er entdeckt hatte. Er trug sie mit Zurückhaltung vor, und glaubte, daß mehr Zeit dazu gehöre sich davon zu vergewissern a). Nichts beweiset besser, daß er selbst als er die Bewegung der Sterne entdeckte, die Unterschiede, die sich zwischen seiner Sphäre und der von Eudoxus fanden, als eben so viel Fehler dieses Astronomen ansah.

H. du Tems b) sagt, ein gewisser von Plato angeführter c) Timäus von Lokris scheine schon vor Hipparch die Bewegung der Sterne in der Länge gekannt zu haben. Die Uebersetzung der griechischen Stelle ist folgende. Ea vero, quae ad motum alterius pertinent, intra ab occidente ad orientem reuertuntur, et peculiari motu mouentur. Dieser Philosoph konnte diesen Gedanken aus Asien haben, wo er lange vor der alexandrinischen Schule existirte. Allein Hipparch hat darum nicht weniger die Entdeckung gemacht; man sieht aus der Folge seiner Ideen, daß der Gedanke von der Bewegung der Fixsterne ihm nicht ist mitgetheilt worden.

Da zwischen Hipparchs und Timochares Beobachtungen ungefähr 155 Jahre verflossen waren, so hätte er daraus schließen können, daß die Bewegung der Sterne in 77 Jahren einen Grad betrug, wie H. Cassini bemerkt; was genauer würde gewesen sein als die nachher von Ptolemäus festgesetzte Bewegung, aber Hipparch war vorsichtig und übereilte sich in seinen Bestimmungen nicht.

§. 22.

Man könnte zweifeln, ob die Veränderung in der Art den Ort der Sterne zu bestimmen, indem man ihn auf die Ekliptik und nicht mehr auf den Aequator bezieht dem Hipparch vorzugsweise vor Ptolemäus gehört, wenn man nicht sähe, daß Geminus, der 60 Jahre nach Hipparch lebte, wenn er von der Eintheilung des Thierkreises in 12 Zeichen oder gleiche Theile spricht, die Zeichen von den Sternbildern oder Dodekatemorien unterscheidet. Es erhellet also deutlich, daß diese Zeichen gleiche Zwischenräume waren, die dazu dienten, die Entfernungen in der Länge zu messen d). Will man indeß dieß für keinen sehr gültigen Beweis annehmen, so findet man ferner, daß derselbe Geminus weiter unten sagt, die nördlichen Sternbilder seien diejenigen, welche über den

a) Almag. Lib. VII, c. 1.
b) Recherches sur l'origine des découvertes attribuées aux modernes, T. II, p. 159.
c) Timaeus Locrensis, de anima mundi, in editione Platonis, versione Serrani, T. III, p. 96.
d) Geminus, c. 1.

Thierkreise um die beiden Bären herum liegen, und die südliche, welche sich gegen Mittag vom Thierkreise entfernen a). Er macht also den Thierkreis oder die Ekliptik zum Centrum dieser Eintheilung, woraus man schließen muß, daß er die Sternbilder oder die Sterne auf diesen Kreis bezog.

§. 23.

Hipparch beschäftigte sich mit der Bestimmung des Umfangs der Erde; er untersuchte die von Eratosthenes, und er fügte, sagt Plinius b), etwas weniger als 25000 Stadien zu derselben hinzu. Man sagt uns nicht, was ihn bestimmte, eine so beträchtliche Korrektion vorzunehmen. Wir haben gesehen c), daß es eine andere Erdmessung von 300000 Stadien gab, wovon man die Epoche nicht anführt: die aber, wie wir glauben jünger ist, als dieser Astronom. Sollte sie jedoch älter seyn, so glaube man ja nicht, daß dieser geschickte Mann zwischen diesen beiden Bestimmungen der einen von 300000 und der andern von 250000 Stadien habe das Mittel nehmen wollen. Die beiden Fehler, welche wir in der Messung des Eratosthenes angezeigt haben, zweckten darauf ab, sie zu verändern und nicht sie zu vermehren. Hipparch muß also durch andere Mittel, als die von Eratosthenes, darauf gekommen seyn, den Umfang der Erde auf etwas weniger als 275000 Stadien festzusetzen. Weil man uns nichts weiter über diesen Gegenstand sagt, so wollen wir das Fehlende durch eine Konjektur zu ersetzen suchen. Zu Syene in Oberägypten und 150 Stadien in der Runde, werfen, wie wir schon bemerkt haben, die Körper am Tage des Sonnenstillstands keinen Schatten Daraus folgt, daß der Raum von 300 Stadien auf der Erde dem Raume entspricht, den der Sonnendurchmesser am Himmel einnimmt; und diese glückliche Bemerkung, die uns des Genies des Hipparchs sehr würdig zu seyn scheint, giebt ein Mittel die Erde zu messen. Er hatte nämlich den Durchmesser der Sonne zu 30′ d) oder den 720sten Theil des Kreises bestimmt. Multiplicirte er nun 720 durch 300, so hatte er den Umfang der Erde zu 216000 Stadien. Allein aus Gründen, die wir nicht wissen, und deren Kenntniß auch nicht sehr wichtig ist, hielt er es nicht für zweckmäßig, sich derselben Stadie, wie Eratosthenes, zu bedienen, sondern er gebrauchte eine andere Stadie, die wir zu 68 Toisen 2 Fuß, 10 Zoll, 560 gefunden haben e) welche sich zu der von Eratosthenes wie 4 zu 5 verhält.

a) Ibidem, c. 2. b) Geminus, Lib. II, p. 108.
c) Unten 4 Abschn. § 2. d) Oben 3 Abschn. §. 21.
e) Unten Erläut. des 4. Abschn.

Der Umfang der Erde beträgt also 270000 Stadien, er setzte ihn auf etwas weniger als 275000, weil er ohne Zweifel den von Schatten freien Raum um Syene maß oder messen ließ. Plinius, Kleomedes a) und Pausanias haben ihn uns zu 300 Stadien angegeben; allein gewiß nicht auf eine strenge Genauigkeit Anspruch gemacht. Hipparch, der eine genaue Bestimmung machen wollte, wird mehr Sorgfalt darauf gewandt haben; er wird ihn vielleicht zu 305 oder 306 Stadien gefunden haben, die ihm 275000 Stadien für den Umfang der Erde gaben. Der Grad beträgt also 52311 Toisen, und wenn man die erste den Chaldäern zugeschriebne Messung b) ausnimmt, so ist die von Hipparch die schlechteste von allen, obgleich seine Methode sinnreich und astronomisch war. Dieß ist die Idee, welche J. Mazzoni wieder erneuerte; er bestimmte auf die Art den Grad zu 625 Stadien c), die, wenn sie alexandrinische Stadien wären, wie Riccioli annimmt d) einen ungeheuern Grad geben würden. Die Alten wie Plinius, Plutarch, Kleomedes, ꝛc. achteten nicht auf die Größe der Stadien und wußten sie nicht zu unterscheiden. Alles wird durch die Verhältnisse, die wir zwischen den Stadien festgesetzt haben e) deutlich und läßt sich leucht erklären. Diese Verschiedenheit der Stadien ist nicht merkwürdiger als die Verschiedenheit der neuern italieneschen Meilen f).

H. d'Anville g) nimmt an, die Korrektion von Hipparch sei bloß geographisch. Die Entfernungen auf der Erde sind niemals grade Linien; sie bedürfen folglich einer Reduktion, die immer etwas willkührlich ist; aber von der Erfahrung der Geographen geleitet wird. H. d'Anville setzt voraus, daß die Entfernung von Syene bis Alexandrien 6250 Stadien betrug, und daß Eratosthenes sie um ein Fünftheil abkürzte um die wahre Entfernung zu erhalten. Die arabischen Astronomen bedienten sich, wie er bemerkt, dieser Reduktion. Auf die Art ist die Entfernung auf 5000 Stadien reduzirt. H. d'Anville findet, daß die Reduktion nur ein Achtheil betragen müßte, und er glaubt, Hipparch habe diese Reduktion zur Absicht gehabt. Zieht man nämlich ein Achtheil von 6250 ab, so bleiben 5469 Stadien, was ungefähr ein Zehntheil mehr beträgt, als Eratosthenes angenommen hatte, und Hipparch kann veranlaßt haben, ein Zehntheil

a) Cleomedes, Cyclis. Theor. Lib. II, cap. 1.
b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 176 S.
c) Riccioli Almag. Tom. I, p. 61.
d) Idem, Geog. Lib. V, c. 1. e) Unten 4ter Abschn.
f) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 62. Geog. Lib. II, c. 8.
g) Mem. Acad. Inscript. T. XXVI, p. 91.

zu der von diesem Astronomen veranstalteten Erdmessung hinzuzufügen. Die Leser mögen zwischen diesen beiden Konjekturen entscheiden, wovon die eine voraussetzt, daß die Korrektion astronomisch und die andre, daß sie geographisch war. Uebrigens dürfen wir nicht verheelen, daß die von Hipparch mit der Messung des Eratosthenes vorgenommne Korrektion sich nur auf die Auktorität von Plinius gründet. Strabo a) scheint im Gegentheil zu sagen, daß Hipparch und Eratosthenes in dieser Messung übereinstimmten. Strabo hatte beider Werke ganz vorzüglich studirt, und man kann ihm daher mehr glauben als Plinius. Dieß wäre nicht das erste Faktum, daß der Naturforscher leichtsinnig behauptet hatte.

§. 24.

Die Werke, welche Hipparch geschrieben hatte, waren sehr zahlreich b). Abhandlungen: 1) über die Größe des Jahrs c) 2) über das Rückwärtsgehen der Aequinoktial- und Solstitialpunkte d). Ueber die Größe und Entfernung der Sonne und des Mondes. 4) Ueber die Aufsteigung der 12 Zeichen. 5) Ueber die monatliche Revolution des Mondes. 6) Ueber die Schaltmonate, worin er die kalippische Periode korrigirte e). 7) Eine Abhandlung über die Sonnenfinsternisse für jedes der sieben Klimate f). Man muß aber wohl bemerken, daß wenn Achilles Tatius den Hipparch und Ptolemäus citirt, er zwei gänzlich unbekannte Astronomen den Orion und Apollonius anführt. Hipparch war ohne Zweifel der erste, aber nicht der einzige, der sich mit der Parallaxe beschäftigt hat. 8) Die Beobachtungen der Länge der Sterne. 9) Die Kommentare über die Phänomene des Aratus und Eudoxus in drei Büchern. Dieß Werk ist das einzige, das bis auf uns gekommen ist; man findet es in dem Uranologium vom P. Petau; es ist heutzutage wenig interessant. Man muß sich beim Lesen desselben erinnern, daß Hipparch als er es schrieb, die Bewegung der Fixsterne nicht kannte, und der größte Theil der Fehler, die er rügt, von dieser Bewegung herrühren. 10) Eine Kritik der Geographie des Eratosthenes und besonders seiner Erdmessung. 11) Theon citirt ein Werk von Hipparch in zwölf Büchern über die Sehnen Kreisbogen; denn bekanntlich bedienten sich die Alten der Sehnen der doppelten Bögen statt der Senus,

a) Strabo, L. II, p. 113 edit. de 1620. Paris Mem. Acad. Insc. Tom. XXIV, p. 514.
b) Fabricius, Bibliot. graec. Lib. III, Weidler p. 143.
c) Almag. Lib. VII, c. 2. d) Ibid.
e) Suidas in Hipparcho. f) Achilles Tatius, c. 19. p. 139.

die heut zu tage im Gebrauche sind. Was Ptolemäus uns in dem ersten Buche des Almagests aufbewahrt hat, gehört ohne Zweifel dem Hipparch, aber dieß ist wenig und nur ein kleiner Auszug aus dem Werke dieses großen Mannes.

§. 25.

Geminus folgte bald auf Hipparch. Man vermuthet, daß er zu Rhodus geboren sei, weil er mehrere male das Klima dieser Stadt anführt. Der Pater Petau glaubt, daß er zu Rom gelebt habe, und der Name Geminus von irgend einer römischen Familie herkomme, wovon er ein Freigelassener oder wenigstens ein Klient war a). Daselbst hatte er seinen Kommentar über den Aratus oder vielmehr seine astronomischen Anfangsgründe geschrieben. Er giebt darin eine Erklärung von der Sphäre, und ist der erste, der die Astronomie auf eine methodische und elementarische Art behandelt hat. Er erklärt die Eintheilungen der Himmelssphäre und der Erdkugel, die Monate, die Jahre, die Bewegung der Sonne, des Mondes, der Planeten, die Mondssonnencykeln, die Finsternisse, das verschiedne Aufgehen und Untergehen der Sterne. Er hat auch zuerst ausdrücklich die beiden Abtheilungen des Thierkreises in Zeichen und Sternbilder von einander unterschieden b). Von den zwölf gleichen Zeichen, nimmt nämlich ein jedes ein Zwölftheil dieses Kreises ein und sie fangen immer im Frühlings-Nachtgleichepunke an; die zwölf Sternbilder hingegen nehmen bald einen größern bald einen geringern Raum und oft einen Theil des folgenden Zeichens ein.

§. 26.

Man muß in der Beschreibung, die uns Geminus von den Kreisen der Sphäre giebt, bemerken, daß die Griechen den größten Parallelkreis, der sich ganz über dem Horizonte befindet, den Kreis, worin die Sterne eingeschlossen sind, die nicht untergehen den nördlichen Polarkreis nannten. Den Kreis, der unter dem Horizonte die Sterne enthält, die niemals aufgehen, nannten sie hingegen den südlichen Polarkreis c). Wir haben diese Benennung verändert und nennen diejenigen Kreise Polarkreise, welche $23^{\circ}\frac{1}{2}$ von den Polen des Aequators liegen und im Sommer den längsten Tag von 24 Stunden haben. Auch ist es merkwürdig, daß Geminus die Schiefe der Ekliptik zu 24° freilich nur in runden Zahlen angiebt. Eben so bestimmt er die Länge des Mondenmonats zu $29\frac{1}{2}\frac{1}{33}$ Tage und des Sonnenjahrs zu $365\frac{1}{4}$ Tage. Man sieht daraus,

a) Uranologium, in praef. p. 2 et 22.
b) Geminus, c. I, p. 2. c) Ibid. c. IV, p. 14.

daß er nicht für die Astronomen geschrieben hat, sondern daß es Elemente sind, welche er aus ihren Werken ausgezogen hatte und nur obenhin angeben wollte.

Man weiß nicht ganz genau, welches der Monat von Geminus war; denn auf der 31 S. sagt er, daß es 29 T. $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{33}$ hielte, was ungefähr 29 T. 12 St. 43′ 48″ beträgt: nachher S. 36 sagt er, est enim tempus menstruum praecise sumptum dierum 29, minutorum primorum 31, secundorum 40, tertiorum 50, et quartorum 25. Dieß hat freilich das Ansehen von Genauigkeit; indeß giebt es ihn nur zu 29 T. 12 St. 40′ 20″ $\frac{1}{2}$ also fast 4 Minuten geringer an als er hätte thun sollen. Der Monat von 29 T. 12 St. 43′ 38″ aber ist genau der, den Eudoxus bestimmt hatte a).

Geminus sagt, wenn er von der Bewegung der Planeten spricht b), die der Bewegung des Primi mobilis, oder der Sterne von Morgen gegen Abend entgegen ist, einige Philosopen hätten geglaubt, diese Bewegung seyen nur scheinbar entgegengesetzt. Als ein Beispiel führten sie Körper an, die in verschiedenen Entfernungen um einen Mittelpunkt und zwar die meisten mit einer gleichen Geschwindigkeit, und nur einige langsamer sich bewegten. Sie sagten, daß diese, ob sie gleich nach derselben Richtung sich bewegten, eine eigene Bewegung, in einer der Bewegung der erstern entgegengesetzten Richtung zu haben scheinen würden. Geminus bemerkt sehr richtig, daß diese Voraussetzung statt haben könnte: wenn die Sonne und die übrigen Planeten wie die Sterne, Parallelkreise mit dem Aequator beschrieben; allein da alle diese Planeten eine verschiedene Bewegung hätten, zufolge der sie sich von dem Aequator gegen die Pole zu entfernten, eine Bewegung, die ihnen besonders eigen sei, so wäre es offenbar, daß sie sich in einer der Umdrehung des ersten beweglichen entgegengesetzten Richtung bewegten.

§. 27.

Geminus hat uns einen von den Kalendern hinterlassen, worin er Wind, Regen ꝛc. verbunden mit dem Aufgange und Untergange der Sterne ankündigt. Diese Ankündigungen gründen sich auf die Beobachtungen von Kalippus, Demokritus, Doritheus, Euklemon, Meton, Eudoxus oder wenigstens auf die Beobachtungen, welche diese Astronomen gesammelt haben. Er führt Hipparch nicht an, der doch ähnliche Beobachtungen angestellt hat. Der

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. S. 286.
b) Cap. X, p. 43.

Kalender von Geminus ist ins Lateinische übersetzt im Uranologium des P. Petau.

Geminus war auch der Verfasser eines Werks, das nicht auf uns gekommen ist, betitelt Enarrationes geometricae. Proklus hat dieß Buch benutzt, und man glaubt daß es ein historischer Kommentar, eine Art von philosophischer Entwickelung der geometrischen Entdeckungen sei a).

§. 28.

Man ist in Absicht der Zeit, worin Geminus gelebt hat, ungewiß. Der P. Petau b) glaubt gewissen Umständen zufolge, die dieser Astronom von dem Feste der Isis erzählt, daß er 75 Jahre vor unserer Zeitrechnung lebte; Wilhelm Bonjurius 137 Jahre, indem er sich auf dieselben Umstände gründet; H. v. Montucla c) hat im Simplicius d) ein positives Zeugniß in dieser Hinsicht gefunden. Simplicius läßt den Posidonius etwas nach ihm sagen, er lebte also früher als dieser Philosoph, der in einem hohen dem Tode nahen Alter, ums Jahr 63 vor Chr. Geb lebte. Soviel ist gewiß, daß dieser Astronom nach Hipparch lebte, weil Hipparch in seinem Werke, das sich auf den Namen der Sternbilder e) bezieht, angeführt wird. Es ist freilich sonderbar, daß Geminus nicht weiter davon redet, und besonders, daß er kein Wort von der merkwürdigen Entdeckung der Fixsterne sagt: aber Geminus scheint nur mittelmäßig in der Astronomie bewandert gewesen zu sein. Er ist von allem, was in Griechenland zur Zeit des Harpalus, Eudoxus rc. geschehen ist, genau unterrichtet; mit den Arbeiten der alexandrinischen Schule aber scheint er sehr wenig bekannt zu seyn. Man erinnere sich, daß Hipparch keine entschiedene Entdeckungen angezeigt hatte; er glaubte, daß sie erst durch die Zeit bestätigt werden müßte. Sie konnte folglich keine gewisse Publizität haben; übrigens aber läßt sich alles vereinigen. Geminus lebte vor dem Jahre 63 vor Chr. G. wo Posidonius noch lebte. Bonjurius Rechnung setzt ihn ins Jahr 137. Hipparch hat seit 160 bis 125 beobachtet, und nur erst am Ende seiner Laufbahn die Bewegung der Fixsterne entdeckt. Im 137sten Jahre konnte sie nicht bekannt seyn, und Geminus konnte, wenn er damals schrieb, ihn nicht anführen. Wir würden also den Geminus in die Zeit ums Jahr 137 vor Chr. Geb. setzen.

a) Histoire des mathematiques Tom. I, p. 276.
b) Uranologium, p. 411.
c) Hist. des Math. Tome I, p. 276.
d) Lib. II, physic. S. 10
e) C. II, p. 12 et 13.

§. 29.

Ums Jahr 52 vor Chr. Geb. findet man den Theodosius a), den Verfasser der drei Bücher über die Sphärik. Er hatte eine Abhandlung de habitationibus oder über die Erscheinungen geschrieben, welche in Absicht der Bewohner der Erde nach der Lage der Himmelssphäre statt finden, eben so ein Werk de diebus et noctibus, das dem Werke de habitationibus sehr ähnlich seyn muß. Diese Werke sind uns noch übrig; sie sind von Dasypodius b) griechisch und lateinisch herausgegeben worden. Wir reden indeß nicht vom Theodosius als Astronomen, sondern weisen ihm nur eine Stelle als dem Verfasser des Lehrbegriffs der Sphärik an, woraus die Astronomie immer am meisten geschöpft hat. Hipparch sah, wie wir schon bemerkt haben, zuerst die Nothwendigkeit der Trigonometrie ein, und scheint die ersten Grundsätze festgestellt zu haben c). Wenn aber Theodosius vor der christlichen Zeitrechnung lebte, warum hat Ptolemäus in dem Buche, worin er von den Sehnen der Kreisbogen handelt, nicht davon geredet? Alles bewegt uns jedoch ihm zu glauben und vorzüglich die von Theodosius erfundne und wie eine Hacke gestaltne Sonnenuhr d). Dieser Theodosius scheint uns der Verfasser der Sphärik seyn zu müssen; er würde also älter seyn als Vitruv. Wir wollen übrigens in dieser Hinsicht nichts entscheiden e).

§. 30.

Posidonius schätzte, wie wir bemerkt haben, die Höhe der Atmosphäre auf 400 Stadien. So lieset man in den alten Manuscripten von Plinius, und nicht 40. Man hat diese Korrektion gemacht, weil Kepler und die Astronomen des sechszehnten Jahrhunderts nicht glaubten, daß sich die Atmosphäre weiter als auf einen oder zwei Lieues erstrecke. Man nahm daher an, daß man 40 Stadien lesen müsse f). Wir fügen noch hinzu, daß Posidonius nach der Erzählung des Makrobius glaubte, die Messung des Eratosthenes, welcher die Sonne 27 mal größer annahm als die Erde, sei nicht genau und er habe die wahre Größe der Sonne nicht getroffen g).

a) Riccioli, Almag. Tom. I, XLV.
b) In sphaericae doctr. propos. 1572.
c) Oben 3 Abschn. §. 34.
d) 2 Abschn. §. 19.
e) Weidler p. 147.
f) Harduini Plinius, in not libri II, n°. XXII.
g) Comment. Somn. Scipionis, Lib. II, cap. 20.

§. 31.

Auf Posidonius folgt, Kleomedes. Er lebte, wie man glaubt, vor der christlichen Zeitrechnung. Er war jünger als Posidonius, weil er oft Meinungen von diesem Philosophen, wie auch von Pythagoras, Eratosthenes, Hipparch rc. anführt. Hätte er nach Ptolemäus gelebt, so würde er ihn ebenfalls citirt haben. Sein Werk hat den Titel cyclica theoria corporum coelestium. Dieß sind die Elemente der Sphärik und Astronomie, er handelt darin von den Kreisen und Zonen am Himmel, von der Gestalt der Erde und ihrer Größe, eben so von der Sonne und dem Monde, von ihren Entfernungen von der Erde, von den Finsternissen, von den Planeten und ihren Bahnen rc.

Kleomedes hat den Epikur lebhaft getadelt, daß er die Sonne, da er sie nicht als Philosoph betrachtete und nur mit seinen Augen urtheilte, nicht für größer hielt als sie uns scheint a). Kleomedes bestimmte nach Hipparch das Verhältniß des Durchmessers der Sonne zum Erddurchmesser zu $5\frac{1}{3}$ zu 1; denn er sagt, dieß Gestirn sei hundert funfzig mal schwerer, als die Erde b).

Er sucht den Chaldäer Berosus c) in Absicht der Ursache die er den Mondfinsternissen zuschreibt, zu widerlegen. Dieser Planet hatte nämlich diesem sehr alten Astronomen zufolge eine an und für sich leuchtende und eine andere dunkle halbe Scheibe d). In einem durch Hipparch aufgeklärten Jahrhunderte, worin dieser große Mann den Grund zu einer gesunden Astronomie gelegt hatte, war es übrigens mehr als unnütz Berosus Irrthümer zu bestreiten. Offenbar sucht nur Kleomedes Ungereimtheiten wieder hervor um die Ehre zu haben, sie zu widerlegen.

§. 32.

Im Jahr 45 vor der christlichen Zeitrechnung wurde die Kalenderreform vorgenommen, und das ein und vierzigste Jahr, war das erste julianische Jahr. Die Nachtgleiche fiel auf den 25 September; man verlängerte das Jahr um 90 Tage bis auf den Neumond, der auf den Wintersolstitien folgte? so daß dieses Jahr 444 oder 445 Tage hatte e). Die Chronologen nennen es das Jahr der Verwirrung. Solin f) sagt 244; aber offenbar ist dieß ein Fehler.

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 310 S.
b) Cleomedes, Lib. II, c. 1. c) Ibid.
d) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 163 S.
e) Censorinus, c. 20. Macrobius Sat. I, 14.
f) Memorabilia mundi, P. I.

Sosigenes scheint zu drei wiederholten malen, die Form des julianischen Jahrs festzusetzen gesucht und gezweifelt zu haben, daß sie hinlänglich genau sei. Sosigenes ipse tribus commentationibus, quanquam diligentior esset caeteris, non cessauit tamen addubitare, iqse semet corcigendo a). Diese Ungewißheit beweiset, daß er die Schwierigkeit der Unternehmung einsah, und war ohne Zweifel eine Folge von der Kenntniß, die er von der Länge des durch Hipparch zu 365 T. 5 St. 55″ 12′ bestimmten Jahres hatte. Unstreitig machten ihm diese 4′ 48″ um welche sein Jahr zu lang war, einige Mühe. Vielleicht kannte er auch einige von den verschiedenen Sternenjahren Aristarchs oder den Chaldäern b), welche wir in dieser Geschichte angeführt haben. Vielleicht war er ungewiß, ob man diese Verschiedenheiten in Betracht ziehen müsse, welche Wahl man darunter zu treffen und wie man Rücksicht darauf zu nehmen hatte. Er sah voraus daß die 4′ 48″, um welche das Jahr des Hipparchs kürzer war als sein julianisches, die Ordnung stören würden, die er festsetzen wollte. Aber sie sollten nur einen Tag in 300 Jahren hervorbringen. Wollte man damals darin verbessern, so würde dieß wie er einsah, eine Verwickelung in den Kalender bringen, die weder aufgenommen noch befolgt werden würde. Er überließ daher den folgenden Jahrhunderten die Sorge, den Fehler zu verbessern, wenn er eingetreten seyn würde.

§. 33.

Man erzählt, Sosigenes habe über das Buch de caelo des Aristoteles einen Kommentar geschrieben. Er hat sich bemüht das Verhältniß und den Vortheil der Sphären zu finden, welche Eudoxus und Kalippus in ihrem Systeme auf einander gehäuft hatten c). Man hat also Grund zu glauben, daß die Epicykeln und fortleitenden Kreise auf keine entschiedene Art bestimmt oder aufgenommen waren, was erst durch das Almagest von Ptolemäus geschah. Sosigenes stellte einige Beobachtungen des Merkurs an, und fängt da die Theorie der Planeten wieder an, wo Hipparch stehen geblieben war: denn er bemerkte, daß dieser Planet sich in dem untern Theile seiner Bahn um neun Tage schneller bewege, und daß er indem er sich, wie Venus, bald des Abends, bald des Morgens zeigte, sich in seinen größten Digressionen nur

a) Plinius, Lib. XXIII, 25.
b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 180 S. Oben Erläut. des 1 u. 2 B. §. 10.
c) Simplicius de coelo Comment. 46.

um 23° entfernte a). Es ist glaublich, daß er den Merkur näher bei die Sonne setzte als die Venus. Man kann jedoch aus dem Ausdrucke, der untere Theil seiner Bahn nicht beweisen, daß dieser Astronom, wie die alten Aegypter, Merkur und Venus um die Sonne bewegen ließ. Er hat ein anderes Werk de reuolutionibus geschrieben b), ohne Zweifel über die Umlaufszeiten der Planeten, das, wie sein Kommentar über den Aristoteles verloren gegangen ist. Sosigenes scheint einige Kenntniß von den ringförmigen Finsternissen oder wenigstens von ihrer Möglichkeit gehabt zu haben, denn er sagt in diesem Werke von den Umlaufszeiten, wenn die Sonne in ihrer Erdnähe verfinstert würde, so entginge der Rand ihres Umfangs c) dem Schatten des Mondes und leuchte noch. Dieß setzt eine Ungleichheit in dem Sonnendurchmesser voraus. Auch ist Proklus gegen Sosigenes Meinung, weil der Unterschied, der zu klein war, um durch die Instrumente beobachtet zu werden, von Ptolemäus verworfen wurde.

§. 34.

Varro hatte ein Werk über die Astrologie geschrieben d). Cassiodor erzählt seine Vorstellung von der Erde, die zu sonderbar ist, als daß wir sie ganz mit Stillschweigen übergehen könnten. Mundi quoque, sagt er, figuram curiosissimus Varro longae rotunditati in geometriae volumine comparavit, formam ipsius ad oui similitudinem trahens quod in latitudine quidem, sed in longitudine probatur oblongum. Der Theil der bekannten Erde hatte keine längliche Gestalt, weil er von Osten nach Westen ausgedehnter war, als von Norden nach Süden; aber die Alten legten darum nichts weniger der Erde die runde Gestalt bei. Was verstand er unter der mit einem Eie verglichenen Welt? Ein so günstiges Vorurtheil wir auch für die Astronomie der entferntesten Zeiten haben, so können wir doch nicht annehmen, daß die Applattung der Erde ehemals bekannt gewesen ist, und daß diese zwar vergessen, auf diese verwirrte Vorstellung gebrachte und von Beweisen entblößte Kenntniß bis auf Varros Zeiten erhalten worden sei; diese Kenntniß gründet sich auf eine zu tiefe Theorie oder setzt Messungen auf der Erde voraus, die in zu großen Entfernungen hätten angestellt werden müssen, als daß sie in den alten Zeiten, wo die Kommunikation so schwer war, hätte unternommen werden können. Ohne Zweifel rührt diese Vor-

a) Plinius, Lib. II, c. 8.
b) Proclus Hypothyp. p. 400. c) Ibid.
d) Cassiodorus de disciplinis mathematicis, lib. de Astron. p. 579. edit. 1656.

stellung aus der heidnischen Theologie her, welche lehrte, daß die Welt und alle Wesen aus einem Eie entsprungen seien a). Die Alten stellten die hervorbringende Gottheit der Welt durch das Sinnbild eines Mannes vor, aus dessen Munde ein Eie kommt b). Die Chineser sagen, der erste Mensch, Namens Puonzu, sei aus einem Eie gekommen c). In allen diesen Traditionen, welch nichts als Allegorien sind, liegen ohne Zweifel philosophische Ideen verborgen; aber wir leben zu spät nach ihnen, um sie zu errathen. Sie sind zu sehr in den Schleier des Alterthums gehüllt, und wir dürfen ihre Quelle nicht in der Kenntniß der Applattung der Erde suchen.

Varro scheint sich zuerst der Finsternisse zu Berichtigung der Chronologie bedient zu haben. Censorinus d) sagt, wenn er von ihm spricht, pro caetera sua sagacitate nunc diversarum ciuitatum tempora, nunc defectus, eorumque interualla dinumerans, eruit verum, lucemque ostendit, per quam numerus certus non annorum modo, sed et dierum perspici potest.

§. 35.

Nigidius Figulus war wegen seiner Kenntnisse berühmt, ungeachtet er Astrolog war e). Er wird als der Verfasser zweier Werke angeführt, eines über die Sphaera barbarica, ein anderes über die Sphaera graeca. Wir haben erklärt, was die Griechen unter der griechischen und barbarischen Sphäre verstanden f). Zur Zeit des Eudoxus gab es nur eine einzige Sphäre, welche den Zustand des Himmels für das Klima von Griechenland beschrieb. Als die Sternwarte zu Alexandrien erbauet und durch die Beobachtungen der Griechen berühmt gemacht war, kannte man einen neuen Zustand des Himmels d. h. der verschiednen Erscheinungen in Beziehung auf den Aufgang und Untergang der Sterne. Daraus entsprang die Sphäre von Alexandrien, welche die barbarische Sphäre genannt wurde. Die Astronomen, welche daselbst beobachteten, waren, was die Astronomie betrifft, nichts weniger als Barbaren, und nur die europäischen Griechen waren darin unwissend. Allein sie behandelten selbst diejenigen von ihren Landsleuten als Barbaren, die ihnen dadurch fremd geworden

a) Bayle, Dict. art. Arimanius, Rem. A.
b) Porphyrea. apud Euseb. Praep. euang. Lib. III, c. 2.
c) Martini, Hist. de la Chine, T. I, p. 8.
d) Censorinus, de die natali, c. 21.
e) Mem. Acad. Inscrip. Tom. XXIX, p. 190.
f) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 348 S.

waren; daß sie sich bei den Aegyptern niedergelassen hatten. Uebrigens war der Ruhm, den sie erwarben, für Griechenland wirklich fremd; denn dieß berühmte Griechenland hat nie etwas in dieser Art hervorgebracht. Die Prachtliebe der Ptolemäer und ihr Schutz war es, welche das Genie entwickelten und ihr Jahrhundert auf immer merkwürdig machten.

Von den Werken des Rigidius sind uns nur noch Bruchstücke übrig, die Rutgersius a) gesammelt hat. Es befindet sich darunter eine kleine Abhandlung von der Vorhersagung des Gewitters.

§. 36.

Manilius schrieb sein Gedicht in den letzten Jahren Augusts um die Zeit von Varus Niederlage, wovon er am Ende des ersten Buchs spricht. Dieß Werk ist in fünf Bücher abgetheilt: das erste handelt von der Sphäre und der Größe der Welt; das zweite und dritte von den Fixsternen und Sternbildern; das vierte von ihren Vorbedeutungen; das fünfte enthält die Beschreibung der neuern ägyptischen Sphäre, das Werk des Manilius verdient nicht sowohl wegen der dem Verfasser eigenthümlichen Kenntnisse, als vielmehr deswegen empfohlen zu werden, weil es einige Ueberreste der alten Astronomie aufbewahrt hat, die jedoch durch die Astrologie verderbt und entstellt sind.

Dieß Gedicht war das erste gedrukte astronomische Werk. Regiomontan ließ es in der neuen Druckerei zu Wirtenberg in Folio im Jahr 1473 und zu Florenz 1474 abdrucken.

§. 37.

August hatte auf dem Marsfelde einen Obelisk aufrichten lassen, der aus Aegypten nach Rom gebracht war. Dieser Obelisk war 116¾ römische oder 105¾ pariser Fuß hoch. Man sieht ihn noch umgestürtzt und zerbrochen. H. de la Lande spricht davon in seiner Reise in Italien b). August scheint die Absicht gehabt zu haben einen Gnomon daraus zu machen, vielleicht weil er wußte, daß bei den alten und weisen Nationen der Obelisk ursprünglich im Gebrauche war. Da er aber einen starken Halbschatten warf, dessen Gränze schwer zu bestimmen war, so setzte ein gewisser Manlius um, wie man erzählt, die menschliche Figur nachzuahmen in Gestalt des Kopfes oben auf den Obelisk eine vergoldete Kugel, deren Halbschatten auf allen Seiten gleich war. Der Mittelpunkt zeigte die wahre Höhe an; dieß war selbst die Höhe des Mittelpunkts der Sonne.

a) Variae lectiones) L. III, c. 16, p. 246
b) Tom. IV.

Allein ungeachtet dieser Gebrauch nicht neu war, so glauben wir doch, daß weder die Aegypter noch Manlius diesen letzten Vortheil der oben auf die Obelisken gesetzten Kugeln gekannt haben. Er scheint bloß die Absicht gehabt zu haben, die Ungewißheit des Halbschattens zu vermeiden.

Die Akademie des belles Lettres, die von der Akademie des Sciences deshalb gefragt wurde, antwortete, Plinius scheine den Manlius nicht für den Erfinder der Kugeln gehalten zu haben; und wenn dieser Gebrauch für neu gelten könnte, so wäre dieß nur für Rom und Italien der Fall. Aus der Stelle des in der Geschichte der ältern Astronomie a) angeführten Appion erhellt, daß dieser Gebrauch wenigstens bis auf Moses Zeit hinaufsteigt b).

Man hat geglaubt, dieser Manlius sei mit dem Dichter Manilius einerlei. Riccioli und Weidler sind dieser Meinung; und der erste glaubt, daß man in den Manuscripten des Plinius durch Kontraktion oder aus Irrthum Manlius statt Manilius geschrieben habe. Allein der Name Manilius findet sich nicht in den alten und authentischen Manuskripten von Plinius. Auf der andern Seite leugnet auch Bentley in seiner Vorrede diese Identität; er glaubt, Manilius sei weniger bekannt gewesen, als dieser von Plinius angeführte Manlius; weil sein Name von keinem der alten Schriftsteller, denen er ohne Zweifel unbekannt war c), angeführt worden wäre.

§. 38.

Man hatte auf ein steinernes der Höhe des Obelisken proportionirtes Pflaster, in Kupfer gestochene Zeichen angebracht, vermittelst deren man die Veränderung der Länge des mit der Vermehrung und Verminderung der Tage korrespondirenden Schattens beobachtete. Dieser Obelisk maß, wie der P. Harduin glaubt, nicht nur die Höhe der Sonne durch die Länge seines Schattens, sondern diente auch zugleich zur Sonnenuhr. Er sagt, daß Bögen von Osten nach Westen gezogen, und jeder in zwölf Stunden eingetheilt war, die den verschiednen Parallelkreisen der Sonne korrespondirten, und die durch ihre Wachsthümer oder ihre Verminderungen das Wachsen oder die Verminderung der Tage anzeigten. Dieß kann wohl der Fall gewesen seyn; allein der Text von Pli-

a) 2 B. 71 S.
b) Hist. Acad. Inscrip. T. III, p. 165.
c) Riccioli, Almag. Tom. I, p. XL. Weidler, p. 161. Bentley, Manilius, p. 11.
d) Plinius, Lib. XXXVI, c. 10.

nius erwähnt dieser Bogen nicht. Der Naturforscher bemerkt, daß zu seiner Zeit und ungefähr dreißig Jahre nachher, dieß Instrument nicht zu den Erscheinungen paßte. Er untersuchte ziemlich philosophisch die Ursachen, die diese Veränderung können hervorgebracht haben; entweder, sagt er, war der Lauf der Sonne nicht mehr derselbe, oder es war irgend eine Veränderung am Himmel vorgegangen; oder der Mittelpunkt der Erde hatte, wenn auch nur wenig, seinen Ort verändert, wie einige Philosophen und er selbst zu bemerken Gelegenheit gehabt zu haben glaubten; oder der Obelisk war bloß durch ein Erdbeben verrückt worden; oder endlich hatte der, auf den, durch die Ueberschwemmungen der Tiber abgesetzten Leimen aufgeführte Grund einige Veränderung gelitten, was äußerst merkwürdig wäre, weil die Tiefe dieses Grundes der Höhe des Gebäudes gleich war.

Dem Theon zufolge hörte unter August in Aegypten der Gebrauch des unbestimmten Jahres auf. Dieß geschah im sechsten Jahre dieser Regierung. In diesem Jahre fing sich das unbestimmte Jahr mit dem 29sten August an und daher fällt auch der Anfang des festen Jahrs der neuern Aegypter auf den 29sten dieses Monats a). Die alexandrischen Griechen hatten das julianische Jahr angenommen; aber die Aegypter hatten das Jahr ihrer Väter noch bis auf diese Epoche behalten.

§. 39.

C. J. Hygin war ein Spanier, oder nach andern, aus Alexandrien, von wo er noch als Kind durch Cäsar nach Rom gebracht wurde. Er war ein Freund von Ovid und von Cajus Licinius dem Historiker, nach dessen Bemerkung er arm starb b). Es ist uns von ihm ein Werk Poeticon astronomicum in vier Büchern übrig. Das erste handelt von den Theilen der Welt und der Sphäre; das zweite von den Sternbildern und dem Ursprunge ihrer Namen; das dritte von dem Orte dieser Sternbilder in Beziehung auf einander und von der Zahl der Sterne, welche sie enthalten; das vierte von der Lage der Kreise der Sphären in Rücksicht auf diese Sternbilder. Da er bei der Beschreibung der Sternbilder die Fabeln erzählt, wovon ihre Namen hergeleitet sind, und von denen der größte Theil erdichtet oder wenigstens durch die Dichter verschönert ist, so hat das Werk den Namen poetische Astronomie erhalten.

a) Golius ad Alfergan, p. 48. Theon, Comment. Almag. Lib. IV.

b) Suetonius, de illustribus grammaticis Weidler p. 162.

Aus 49 Sternbildern macht Hygin nur 41, denn er vermengt 1) den Schlangenträger mit der Schlange; 2) das Haupthaar der Berenice mit dem Löwen; 3) die Wage mit dem Skorpion; 4) das Wasser welches der Wassermann ausgießt, mit dem Wassermanne selbst; 5) den Wolf oder die Lanze des Centauer mit dem Centaur; 6) den Raben, den Becher mit der Wasserschlange. Vom Antinous sagt er gar nichts; dieß scheint zu beweisen, daß er vor Ptolemäus und vor der Regierung Hadrians gelebt hat. Die Zahl der Sterne, welche er den verschiedenen Sternbildern beilegt, beläuft sich auf 711.

Man hat gezweifelt, ob das Werk von dem Hygin wäre, der ein Freigelassener des Augusts war, weil in der That der Styl des goldnen Zeitalters der lateinischen Sprache nicht würdig war. Allein nicht alle Schriftsteller eines Jahrhunderts haben auf gleiche Weise die Eleganz und Reinheit des Styls in ihrer Gewalt. So viel ist gewiß daß der Verfasser dieses Buchs da er Konon anführt, nach ihm lebte: und wahrscheinlich war er älter als Ptolemäus, weil seine Zählung der Sterne nicht mit der von diesem Astronomen übereinstimmt; er zählt 300 Sterne weniger. Diese Kenntnisse konnte man nur zu Alexandrien erlangen. Das ptolemäische Verzeichniß existirte also noch nicht; Hygin würde es als das vollständigste und umständlichste gewählt haben. Das ganze Werk selbst verräth einen Mann, der nicht sehr weit in der Astronomie gekommen ist; er ist ziemlich weitläuftig über die relative Lage der Sternbilder, aber er sagt nur sehr wenig von den Planeten. Hätte er nach Ptolemäus gelebt, so würde er mehr davon gewußt haben.

Es ist merkwürdig, daß er bei der Aufzählung der Sterne und bei den Namen der Sternbilder oft den Eratosthenes anführt, und kein Wort von Hipparch sagt. Wir bemerken, daß diese Zählung der Sterne von Hygin besser mit der von Eratosthenes als der von Hipparch und Ptolemäus übereinstimmt. Eratosthenes hat nur 675 Sterne gezählt Er scheint der einzige Schriftsteller zu seyn, den Hygin zu Rathe gezogen hat.

§. 40.

M. Vitruvius Pollio, der berühmte Architekt des Zeitalters Augusts muß hier nicht sowohl als Astronom sondern vielmehr wegen seiner astronomischen Kenntnisse angeführt werden. In seinem großen Werke handelt er von der Methode die Mittagslinie der Gnomonen zu ziehen, von der Welt, den Planeten, der Umlaufszeit der Venus und des Merkurs

um die Sonne, dem Stillstehen und Rückwärtsgehen der Planeten. Er sagt daselbst a): Ergo potius ea ratio nobis constabit, quod feruor, quemadmodum omnes res euocat et ad se ducit, eadem ratione solis impetus vehemens, radiis trigoni forma porrectis, insequentes stellas ad se perducit, et antecurrentes, veluti refrenando retinendoque, non patitur progredi, sed ad se cogit regredi, et in alterius trigoni signum esse. Diese Werke, welche ziemlich gut die Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne, vermöge welcher sie die Planeten beherrscht und in ihren Bahnen zurückhält, ausdrücken könnten, dürfen jedoch nur auf das Rückwärtsgehen der Planeten angewandt werden, welches einige Alte b) durch die Wirksamkeit einer Kraft erklärten, die sie den Sonnenstrahlen in gewissen Aspekten gaben. Allein sie waren sehr wegen der Erklärung in Verlegenheit, warum diese Strahlen unter allen andern Aspekten nicht mehr Kraft und Wirkung äusserten Was Vitruv sagt, beweiset also nichts, wofern er nicht von Epicykeln hat reden hören, welche dieß Rückwärtsgehen weit besser erklärten und die jedoch lange Zeit von Vitruv von Apollonius Progäus und von Hipparch gelehrt waren.

§. 41.

Die Urkunde in der Astronomie zu Rom war so groß, daß Vitruv, so aufgeklärt er übrigens auch war, schrieb, die Umlaufszeit des Mondes um die Sonne betrüge 28 Tage und etwas mehr als eine Stunde, weil man damals das Vorurtheil hatte, daß sie in einem Jahr 13 Revolutionen machte c). Er bestimmte die Umlaufszeiten der übrigen Planeten auf eine Art, die nicht viel genauer war. Hier folgt die Vergleichung mit denen von Hipparch

	Vitruv		Hipparch	
☿		360 T.		365 T.
♀		485		365
♂		683		687
♃	11 J.	363	11 J.	315
♄	29	160	29	157 d)

Die Unrichtigkeiten rühren entweder von einer groben Unwissenheit oder von den Fehlern der Abschreiber her.

Da Vitruv gar nicht von der Bewegung der Fixsterne spricht, so muß man daraus schließen, daß ihm der Entdeckun-

a) Archit. Lib. IX, c. 5.
b) Plinius, Lib. II, c. 15 Riccioli, Almag. T. I, p. 468
c) Archit. Lib. IX, c. 4 d) Ibid.

gen von Hipparch unbekannt waren. Wir urtheilen daher, daß die hier angeführten Umlaufszeiten, diejenigen sind, welche vor Hipparch bekannt waren. Die von Saturn ist die genaueste, weil die Chaldäer diesen Planeten am sorgfältigsten beobachteten a). Als man die Beobachtungen mehr vervielfältigte, wurden die Resultate besser. Hätten die Alten auf diese Planeten die Methode angewandt, den Fehler auf eine große Zahl von Revolutionen zu vertheilen, so würden sie beinahe um keine funfzigtheil eines Tages in der Umlaufszeit des Jupiters gefehlt haben.

Vitruv sagt, der Polarstern sei einer von den Sternen des Drachen, ein sehr leuchtender Stern nahe am Kopfe des großen Bären. Der nächste Stern am Pol war damals an der Schnauze des Kameelopards; man sah ihn im Jahre 1669 nach dem Sternkatalog von Hevel in 24° 13′ 10″ Länge unter einer Breite von 64° 12′. Er hat sich also im Jahre 122 vor Chr. Geb. in dem Kolur der Solstitien befunden. Dieser Stern ist freilich nur als ein Stern der fünften Größe bezeichnet; und er findet sich sogar, ungeachtet er noch auf den Planisphären von Flamsteed ist, nicht in dem großen brittischen Verzeichnisse. Es findet sich jedoch keiner als dieser der damals der Polarstern könnte gewesen seyn: λ des Drachen hat sich dem Pole nie mehr als um 9° nähern können und k kann, wie wir schon bemerkt haben nur ums vierzehnte Jahrhundert vor Chr. Geb. der Polarstern gewesen seyn b). Man könnte also schließen, daß Vitruv diesen Stern des Kameelopards gemeint hat, der seitdem an Größe abgenommen habe, wenn es nicht natürlicher wäre, anzunehmen, Vitruv folge irgend einer alten Tradition, welche erzählte, man hatte einen schönen Stern im Pole gesehen: denn Hipparch sagt ausdrücklich, daß sich kein Stern im Pole befände c). Im ganzen Almagest ist nicht die Rede vom Polarsterne. Man kann sogar vermuthen, daß Hipparch die Sache nicht so ausdrücklich gesagt hat, wenn sich im Pole ein Stern von der fünften Größe befunden hätte. Daraus würde folgen, daß der Stern an der Schnauze des Kamelopards, der zu Hevels Zeit existirte, zu Hipparchs Zeit nicht existirte oder nicht sichtbar war, wie er es ohne Zweifel heutzutage nicht mehr ist.

§. 42.

Gegen Anfang der christlichen Zeitrechnung übersetzte Germanikus Cäsar, Augusts Enkel das Gedicht des

a) Gesch. der Sternk. des Altetth. 2 B. 143 S.
b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2 Band 389 S.
c) Comment. ad Arat. Lib. I, p. 179.

Aratus in latenische Verse, schrieb einen Kommentar dazu und dedicirte es dem schon alten August. Die Zahl der Sterne, die man in diesen Kommentaren findet, beläuft sich ungefähr auf 710. Sie stimmt also ziemlich mit der von Hygin überein. Es ist zu bemerken, daß Hipparch nicht darin angeführt wird. Germanikus Cäsar zählt nur 44 Sternbilder; den Pfeil, die südliche Krone, Procyon, die Schlange und das Haupthaar der Berenice sind mit den übrigen Sternbildern vermischt. Man muß nicht, wie Riccioli sagen, daß er den Antinous übergangen sei; denn Antinous und Hadrian haben erst hundert Jahre nach Germanikus Cäsar gelebt a). Der Ehre nicht zu gedenken die es einem Prinzen macht, wenn er die Wissenschaften kultivirt, so flößt er auch eine hohe Idee von seinem Charakter und seiner Weisheit ein. Der Mensch der in dem Alter der Vergnügungen in einem Stande, der sie begünstigt, seinen Geist ausbildet, hat sicher kein verdorbnes Herz; die Leidenschaften haben nicht darin ihren Sitz, weil er Geschmack an nützlichen Dingen findet: und da er nahe am Throne seine Muße dem Studium der Wissenschaften widmete, so würde er auf dem Throne sich nur mit dem Glücke der Völker beschäftigt haben. Auch wurde Germanikus, der ohne Zweifel diese Hoffnung würde erfüllt haben, allgemein bedauert und seinem Andenken wurden Thränen gezolt, die nur für Könige fließen, welche Menschen sind.

§. 43.

Man erwähnt unter Nero's Regierung eines Andromachus von Kreta, des ersten Artztes dieses Fürsten, welcher Planetentheorien erfand. Es ist uns nicht bekannt, worin sie bestanden; Clavius und Fabricius, welche sie citirten b), sagen weiter nichts umständliches darüber und führen keine alte und positive Auktorität an. Aber wir haben des Seneka erwähnt, dessen philosophische Werke mehr Astronomie, mehr Kenntnisse und Blicke enthalten, als man in allen Schriftstellern zusammengenommen seit Hipparch bis auf ihn findet. Es ist traurig, daß so gesunde Ideen durch den Glauben an die judiciarische Astrologie verderbt sind. Das Schicksal der Völker, sagt er, hängt von den leichtesten Bewegungen der Planeten ab; Glück oder Unglück treffen nach dem Laufe eines günstigen oder widrigen Gestirns ein c). Dieser Einfluß den er den Planeten einräumt, dehnt er bis auf die Fixsterne aus: die

a) Almag. T. I, p. 410 b) Weidler, p. 172.
c) De consolat. ad Marcian c. 18.

Chaldäer, fügt er an einem andern Orte hinzu, haben durch die Beobachtung den Einfluß der Planeten gekannt; aber worin liegt die Quelle des Irrthums ihrer Prophezeihungen anders als darin, daß sie die Macht, die sich auf alle Gestirne erstreckt, auf eine so kleine Anzahl einschränkten a).

§. 44.

Unter Domitians Regierung findet man einen Astronomen Namens Agrippa, der in Bithynien einige Beobachtungen anstellte. Diese Beobachtungen werden von Ptolemäus angeführt b). Noch ein anderer Astronom, der ebenfalls von Ptolemäus angeführt c) wird, war Menelaus, der um dieselbe Zeit zu Rom beobachtete. Beide beobachteten einige Berührungen und Bedeckungen der Sterne durch den Mond. Menelaus schrieb eine Abhandlung über die Sphäre in drei Büchern, die auf uns gekommen ist, und die der P. Merisenne heraus gegeben hat d). Mersenne glaubt, Ptolemäus habe das, was er in seinem Almagest über die sphärische Trigonometrie mitgetheilt hat, aus dieser Abhandlung genommen. Zählt man also Hipparch und Theodosius mit, so wäre dieß der dritte Schriftsteller dieser Art, den er hätte anführen müssen. Die beiden Bücher über die Sphärik von Menelaus sind von dem P. Mersenne ins lateinische übersetzt und in Quart zu Paris 1644 herausgegeben.

Millöus ein römischer Geometer, hat Augustin Riccius e) zufolge, Beobachtungen der Sterne angestellt, und ihren Ort auf die Ekliptik bezogen, und zwar im ersten Jahre Trajans, oder im Jahre 98, 41 Jahre vor Ptolemäus, der, Riccius zufolge, nur 25′ zu den Lagen von Millöus hinzugefügt hat. Dieß Faktum wird an keinem andern Orte erzählt. Indeß erwähnt Riccius mehrere male dieses Millöus; er führt selbst eine von seinen Beobachtungen des nördlichen Sterns von den dreien an, die sich an der Stirn des Skorpions befinden, und den er in 5° 55′ dieses Zeichens setzt. Ptolemäus giebt wirklich 25′ mehr indem er 6° 20′ setzt. Sollten wohl Millöus und Menelaus eine und dieselbe Person seyn?

Man findet am Ende des ersten oder im Anfange des zweiten Jahrhunderts der christlichen Zeitrechnung Theon den

a) Quaest. natur. II, 32.
b) Almag. Lib. VII, c. 3. c) Ibidem.
d) Synopsis, mathem. p. 204.
e) Tract. de motu octauae Sphaerae. p. 31.

Aeltern von Smyrna, einen platonischen Philosophen. Man nennt ihn den Aeltern, um ihn von dem Theon auszuzeichnen, der das Almagest des Ptolemäus kommentirte, und später lebte. Theon der Aeltere scheint, wie Menelaus, ein Zeitgenosse von Plutarch gewesen zu seyn, weil dieser Philosoph sie in seinem Buche de facie in orbe lunae redend einführt. Theon hatte einen Abriß der Mathematik in vier Bänden geschrieben, welche von der Arithmetik, Musik, Geometrie und der Astronomie handelten. Wir haben dieß letztere nicht; Bouillaud hat davon ein sehr kleines Fragment wieder gefunden, das wir angeführt haben a). Indeß versicherte Vossius den Bouillaud, daß die Abhandlung ganz zu Mayland in der ambrosischen Bibliothek existire b). Es wäre zu wünschen, daß man sorgfältig die Bibliothek nachsuchte, in welcher diese kostbaren Ueberreste des Alterthums verborgen seyn könne. Wenn auch die Wissenschaften in dem Zustande, worin sie jetzt sind, nichts dabei gewinnen könnten, so würde doch die Geschichte der Astronomie darin vielleicht nützliche Belehrung finden.

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 92 S.
b) Weidler.

Vierter Abschnitt.

Von der Ausmessung der Erde durch die Alten, und ihren Längenmaßen.

§. 1.

Eine der größten Unternehmungen des menschlichen Geistes ist ohne Zweifel die Ausmessung der Erdkugel, auf welcher der Mensch einen so kleinen Raum einnimmt. Er kann nur von dem Raume, den er selbst zurücklegt, eine unmittelbare Vorstellung erlangen, und er hat keine andre Skale, kein andres Maß, als seine individuellen Abmessungen. Er maß daher den Raum durch wiederholte Schritte, und diese gaben ihm die ersten Maßstäbe den Fuß und den Schritt. Der Kubitus ist die Länge des Vorderarms und die Toise ist weiter nichts als die Höhe seines eignen Körpers. Allein was sind alle diese Maßstäbe gegen den ungeheuren Umfang des Erdballs! Der Mensch wurde indeß durch seine unbedeutende Kleinheit nicht abgeschreckt; ein edler Stolz trieb ihn an, in seinem Verstande Hülfsmittel zu suchen; er häufte die kleinen Maße zusammen, um die größern zu umfassen und bildete sich eine Einheit, womit er alle Theile des Universums ausmaß. Die Welt durch Toisen oder Kubitus ausmessen, heißt also bestimmen, wie viel mal eine Mannslänge oder die Länge des Vorderarms wiederholt werden muß, um eine dem größten Kreise der Erdkugel gleiche Länge hervorzubringen. Eine wirkliche successive Berührung der Erde mit dem Körper würde indeß für den Menschen ein eben so ermüdendes als unausführbares Unternehmen gewesen seyn. Er ersetzte dieß also durch Schnüre und Ketten, welche Vielfache von der Toise und dem Kubitus waren; er vereinigte mehrere dieser Vielfachen um die Stadien, Meilen, Parasangen, Lieues rc. zu bilden, und unternahm es, die größten Entfernungen zu bestimmen. Dadurch war indeß für die Messung der Erde noch nicht viel gewonnen; denn war es nothwendig, daß der Mensch

sich selbst fortbewegte und ihren Umfang verfolgte, so hielten Abgründe, Meere und unbewohnbare Gegenden seinen Lauf auf. Er mußte daher auf Mittel denken sich im Geiste fortzubewegen, und das Verhältniß eines kleinen gemeßnen Theils zu dem zu messenden Ganzen zu bestimmen. Der Mensch fand in der Astronomie, in der Uebereinstimmung des Himmels und der Erde, die Methode die Welt zu messen, ohne sein Vaterland zu verlassen, und fast ohne aus seinen Mauern herauszugehen. Er bemerkte, daß das Gewölbe des Himmels der sphärischen Oberfläche der Erde durchaus ähnlich sei; er maß zu gleicher Zeit einen Grad des Himmels und den korrespondirenden Raum auf der Erde, und es gelang ihm die Dimensionen des Körpers, den er bewohnt, zu bestimmen.

§. 2.

Dieß ist die Arbeit, welche Eratosthenes 300 Jahre vor unsrer Zeitrechnung unternahm, und die in dem letzten Jahrhunderte mit der größten Genauigkeit von den Franzosen ausgeführt wurde. Diese große Unternehmung und die glückliche Ausführung derselben sind mit Recht berühmt geworden, allein man behauptet, und man hat Grund zu glauben, daß wir die Alten übertroffen haben, und dieß ist es, was wir jetzt untersuchen wollen.

Ausser der Messung des Eratosthenes, nach welcher der Umfang der Erde 250000 Stadien beträgt, hat uns das Alterthum vier andere aufbewahrt: nach der einen von Ptolemäus angeführten, ist der Umfang der Erde 180000 Stadien a), nach einer andern von Posidonius 240000 b); nach einer dritten von Kleomedes c) erwähnten, 300000 Stadien, und nach einer vierten, die nach Aristoteles d) von den alten Mathematikern herrührt, 400000 Stadien. Es erhellt

a) Geog. L. I, c. 7, 10, 22. Lib. VII. c. 5.
b) Cleomedes, Cyclic. Theor. Lib. I, c. 10.
c) Ebendas. c. 11. Archimedes, in arenario.
d) Lib. II, de Coelo.

sogleich, daß diese Stadien nicht dieselben sind. Die rohesten Mittel sind keinen Irrthümern unterworfen, die man voraussetzen müßte. Man kann bei der Messung einer Größe nicht um die ganze oder doppelte Größe fehlen. Im Anfange des letzten Jahrhunderts, vor unsren genauen Erdmessungen, bestimmte Fernel a), in seinem Reisewagen aus der Zeit die Zahl der Umdrehungen seines Wagenrades und gab den Grad auf 56746 Toisen an, er fehlte also nur um 326 Toisen. Ohne Zweifel ist diese Genauigkeit etwas zufällig; indeß konnten sich doch die Alten ähnlicher Methoden bedienen. Nach Vitruvs Berichte b) kann man zu seiner Zeit eine Maschine, die dazu diente, den zurückgelegten Weg eines Fuhrwerks zu bestimmen, ein Mittel das Fernel fehlte. Wären aber auch die Alten selbst mit diesem Hülfsmittel nicht so glücklich gewesen als Fernel, so würde wenigstens der Fehler nicht größer gewesen seyn, als die Größe doppelt genommen. Sogar die Chaldäer, welche die Länge des Grades durch Schritte bestimmt zu haben scheinen, haben sich nur ungefähr um ein Zehntel von der Wahrheit entfernt c). Ueber die Verschiedenheit der Stadien des Alterthums, dürfen wir uns eben so wenig wundern, als daß, über die englischen, deutschen und italiänischen Meilen, alle von einander abweichen. Man hat über diese Stadien nichts sehr genaues, weil man ihre Werthe in den Maßen der Griechen und Römer hat finden wollen. Man suchte in entstellten Kopien Originalzüge; die Griechen und Römer gehören unter die neuern. In Aegypten und vorzüglich in Asien muß man den Geist alles dessen, was alt ist, aufsuchen; dort haben die uranfänglichen oder wenigstens sehr alten Einrichtungen die wenigste Veränderung gelitten.

§. 3.

Die Perser und Araber hatten zwei Kubitus, der eine war von vier und zwanzig Fingerbreiten und der

a) Acad. des Sc. Tome VII, P. I, p. 5.
b) Architect. Lib. X, c. 14.
c) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 5 Absch. §. 12.

andere von zwei und dreißig a). Diese beiden Kubitus verhielten sich also wie drei zu vier. Auf dem Nilometer von Cairo, womit das Steigen des Nils bestimmt wird, findet man noch jetzt einen Kubitus, der genau gemessen $20\frac{544}{1000}$ pariser Zoll beträgt. Der gelehrte Freret hat bewiesen, daß dieser Kubitus seit vielen Jahrhunderten sich nicht geändert hat und in Aegypten noch über Sesostris hinauf steigt b). Hier haben wir also ein altes Maß. Unter den Stadien ist die bekannteste und am besten bestimmte die alexandrinische Stadie. H. le Roy, Mitglied der Akademie des Inscription und belles Letters hat in seinem vortreflichen Werke über die Ruinen von Griechenland, ihre Größe zu $114\frac{4}{30}$ Toisen angegeben. Er vermuthet, dieß sei die Stadie, der man sich zur Ausmessung der Erde bedient habe, und er findet indem er sie auf die 180000 Stadien des Ptolemäus anwendet eine sehr genaue Bestimmung des Umfangs der Erde c). Allein grade diese Genauigkeit diente dazu seine Meinung zu bestreiten, und man hat, als wenn wir immer im Stande wären die Alten zu beurtheilen, ihm eingeworfen, sie hätten diese Genauigkeit nicht erreichen können. Was H. le Roy vermuthete, ist jedoch eine Wahrheit, und dieß wollen wir jetzt beweisen.

Ptolemäus giebt dem Umfange der Erde 180000 Stadien. Marinus von Tyrus ein Geograph, der ungefähr gleichzeitig mit Ptolemäus lebte, scheint ihn eben so bestimmt zu haben d). Da sie sich nicht für die Verfasser dieser Messung ausgeben, so haben wir Grund zu glauben, das sie älter als sie ist. Wenn wir hier davon reden, so fehlen wir nicht gegen die Zeitordnung. Nach Abulfeda's Berichte, der über Ptolemäus Nachrichten haben konnte, die verloren gegangen sind, betrug der Grad, diesen Astronomen zu-

a) M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 54.
b) Memoires de l'Acad. des Inscript. Tom. XXIV, p. 465.
c) M. le Roy, ruines de la Grece, p. 55.
d) Ptolem. Geog. Lib. I, c. 8. Riccioli Almag. Tom. I, p. XL.

folge $66\frac{2}{3}$ Meilen a). Keiner von beiden hat jedoch den Werth dieser Stadien und Meilen bestimmt.

Wir haben in einem astronomischen Werke von Shah Cholgius, das von Greaves übersetzt und 1652 zu London herausgekommen ist b), gefunden, daß der Umfang der Erde 8000 Parasangen beträgt; die Parasange zu 3 Meilen, die Meile zu 3000 Kubitus und den Kubitus zu 32 Zoll gerechnet c). Nun haben die neuen Perser alles von Ptolemäus genommen. Alle Elemente des Werks des Shah Cholgius sind aus dem Almagest abgeschrieben. Man findet nirgends eine Erdmessung der Perser erwähnt, da doch ein solches Unternehmen so leicht nicht vergessen wird, sondern jeder zur Ehre seiner Nation es zu verbreiten und die nähern Umstände davon auf die Nachwelt zu bringen sucht. Da man in dem angeführten Werke nichts von der Art findet und dem Ptolemäus es abgeschrieben ist, so können wir mit Recht schließen, daß diese Erdmessung wirklich die ptolemäische ist. Nimmt man daher diese beiden Messungen als gleich an, daß also 8000 Parasangen eben so viel wären, als 180000 Stadien, so machen $22\frac{1}{2}$ Stadien eine Parasange, und $7\frac{1}{2}$ Stadien eine Meile. Daraus folgt, daß $66\frac{2}{3}$ Meilen auf den Grad von 500 Stadien gehen, was schon mit dem Berichte des Abulfeda übereinstimmt d). Nimmt man an,

c) Abulfeda, Geog. in Proleg. b) p. 95.

a) Der Verfasser bedient sich des Worts Elle statt Kubitus. Allein offenbar verwirrt er die Elle mit dem Kubitus; 1) weil die Eintheilung dieselbe ist: 2) weil wir sehen, daß Proclus deren eben so viel angiebt, denn in seinen Hypothesen, sagt er, Seite 397, daß die Dioptra des Hipparchs vier Ellen betrüge und S. 398, daß sie nicht kleiner als vier Kubitus seyn müßte.

d) Alhasen vereinigt sich hier mit Albulfeda. Dieser Araber sagt, daß der Umfang der Erde 24000 Meilen groß sei (De crepusculis, c. 6). Er hat die Erdmessung der Araber nicht vor Augen; denn Alfergan sagt ausdrücklich (Elem d'Astr. p. 31), daß der Umfang nur 20400 hielte, statt daß Ptolemäus noch Abulfeda $66\frac{2}{3}$ Mei-

daß diese Stadien alexandrinische Stadien sind, so wie sie le Roy bestimmt hat, so gehen 2568 Toisen auf eine Parasange a); die Meile hält 856 Toisen und der Kubitus $20\frac{544}{1000}$ pariser Zoll, genau so groß und ohne die mindeste Verschiedenheit, wie der auf dem Nilometer von Cairo gemessene Kubitus. Dieß sonderbare und glückliche Zusammentreffen kann nicht die Wirkung des Zufalls seyn. Es ergiebt sich daraus: 1) daß die Bestimmung des Umfangs der Erde, die von den Persern angeführt wird, dieselbe ist, wie die von Ptolemäus: 2) daß die von le Roy bestimmte Größe der alexandrinischen Stadie sehr genau ist und 3) daß die Perser und Aegypter gemeinschaftliche Maße hatten, deren Grundlage der große Kubitus war.

§. 4.

Wir wollen jetzt nicht die Genauigkeit dieser Erdmessung untersuchen, sondern uns zu der Messung des Posidonius von 240000 Stadien wenden. Mehrere Schriftsteller haben behaupten wollen, daß sie mit der Messung von Ptolemäus einerlei sei b). Wir haben auch davon den Beweis gefunden. Herodot sagt, daß die Parasange 30 Stadien halte c), und wenn wir von dem Werthe der Parasange, die wir so eben bestimmt haben, ausgehen, so betrug diese Stadie 85 Toisen 3 Fuß $7\frac{2}{10}$ Zoll. Diese Stadie ist dieselbe, deren sich Eratosthenes zur Ausmessung der Erde bediente d). Sie verhält sich zur großen ägyptischen oder

len auf einen Grad rechnete welches 24000 Meilen auf den ganzen Umfang beträgt.

a) Diese Parasange von 2568 Toisen, welche 3 Meilen enthält, scheint der Ursprung unsrer Lieues zu seyn, die ziemlich allgemein auf 3 Meilen gerechnet werden. Die Lieues, deren 25 auf einen Grad gehen, können auch aus derselben Quelle herkommen. Wäre der Grad in Chaldäa auf 62525 Toisen geschätzt (Gesch. der ält. Sternk. 1 B. S. 177.) so enthielte sie ungefähr 25 Parasangen.

b) Erläut. 3 Buch §. 2 c) Lib. II et Lib. V.

d) Erläut. 1 B. §. 17 u. 3 B. §. 2 u. 6.

alexandrischen Stadie wie drei zu vier. Ein so genaues Verhältniß ist schon sonderbar genug. Aber sehr merkwürdig ist, daß diese Stadie sich wie der gewöhnliche Kubitus zum großen Kubitus, wie der Kubitus von 24 Zoll zum Kubitus von 32 Zoll verhalten. Daraus erhellt, daß diese beiden Stadien aus diesem Kubitus selbst zusammengesetzt sind; und da sie genau in dem Verhältnisse der beiden Erdmessungen von Ptolemäus und Posidonius von 180000 und 240000 Stadien stehen, so kann man daraus schließen, daß dieß eine und dieselbe Messung unter zwei Ausdrücken ist, die nur durch die Art der Stadien von einander abweichen.

§. 5.

Diese völlige Uebereinstimmung schien uns nach allen Regeln der Wahrscheinlichkeit auf zwei andere von Kleomedes und Aristoteles angeführte Messungen ausgedehnt werden zu müssen. Diese vier Bestimmungen stehen in genauen Verhältnissen unter einander und man sieht leicht ein, daß Messungen die von einander abgesondert, angestellt sind, und worauf verschiedne Fehler Einfluß haben dieser genauen Verhältnisse, die nur aus dem Verhältnisse der Stadien, wornach diese Messungen vorgenommen sind, entspringen können, nicht fähig sind. Dieß stimmt ganz mit den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit überein: allein wir wollen lieber der Ordnung der Beweise als unserm Ideengange folgen.

Als wir die Memoires des Academies des Belles-Lettres et Sciences zu Rathe zogen, fanden wir, in den gelehrten Werken der Herren Cassini, de l'Isle, Freret, d'Anville und anderer vier Stadien a):

a) M. Freret, Mem. de l'Acad. des Insc. T. XXIV, p. 504.
M. le prés de Brosses, ibid. T. XXVII. p. 39.
M. Delisle, Mém. Acad. des Scien 1721. p. 56.
M. Cassini, Mem. Acad. des Scien. 1702. p. 19.
M. Buache, Mem. Acad. des Scien. 1731. p. 119.
M. d'Anville, Mesures itinéraires, p. 147
M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 54.

nämlich; die alexandrinische Stadie von ungefähr 114 Toisen; eine zweite Stadie von 85 Toisen; und zwei andere kleinere, die eine von 68 Toisen, die andere von 51 Toisen, alle in runden Zahlen angegeben a) Wir bemerkten, daß diese vier Stadien in dem Verhältnisse 9, 12, 15, 20, standen, und zugleich, daß die Bestimmungen des Umfangs der Erde von 400000, von 300000 von 240000, und 180000 Stadien dasselbe umgekehrte Verhältniß hatten, und sich wie die Zahlen 20, 15, 12 und 9 verhielt. Dieß führte uns auf den sonderbaren aber einleuchtenden Schluß, daß die vier Bestimmungen nur eine und dieselbe in verschiednen Stadien angeführte und übersetzte Messungen seien.

Die Verhältnisse dieser verschiednen Erdmessungen geben ein Mittel der wahren Größe der Stadien, die in den Werken der angeführten Akademiker angegeben wird, zu bestimmen; mit dem Unterschiede, daß ihre Methode, sie aus den geographischen Messungen der Alten herzuleiten, ihnen nur eine ungefähre Näherung geben konnte; hingegen die unsrige von den Verhältnissen, welche unendlich wenig von den ihrigen verschiedne Resultate giebt, einen absoluten Werth angiebt, und einer strengen Genauigkeit entspricht.

§. 6.

Wir haben die Parasangen zu 2568 Toisen bestimmt. Der große ägyptische Schönus von 60

a) Hier folgen die vier Stadien, wie wir sie durch ihre Verhältnisse mit der alexandrinischen Stadie bestimmt haben.

114 Tois.	0 Fuß	9 Zoll,	60
85	3	7	20
68	2	10	56
51	1	1	91

Cassinis und Freres Bestimmungen gründen sich auf verschiedne geographische Messungen Freret bestimmt die eine Stadie von 83 T. 0 Fuß 7 Zoll 4 L. Cassini eine Stadie von 85 T. Freret bestimmt die beiden andern von 68 T. 3 F. 5 Z. 4 L. und von 51 T. 2 F. 6 Z. 11 L. Man sieht daraus daß die Stadien, so wie wir sie angeben, mit den Stadien dieser Akademiker einerlei sind.

Stadien a) war das Duplum der Parasange und folglich 5136 Toisen. Es ist schon merkwürdig genug, bei den Aegyptern, Chaldäern und Persern gemeinschaftliche Maße zu finden. Die Aegypter und Chaldäer waren immer Nebenbuhler, oft Feinde; die Aegypter eifersüchtig auf die Perser gingen sogar so weit, ihre Könige schwören zu lassen, nie eine fremde Gewohnheit einzuführen, und konnten also wohl nicht geneigt seyn, die Maße ihrer Nachbaren anzunehmen. Allein das ist nicht alles; aus den geographischen in Indien angestellten Messungen erhellet, daß der Coß, eine Art von indianischen Maße ungefähr 1285 Toisen, und der Gau, ein andres indianisches Maß ungefähr 5139 Toisen beträgt b). Pietro della Valle c) sagt zugleicher Zeit, daß das eine von diesen Maßen die Hälfte, und das andere das doppelte der Parasange sei. So wie wir die Parasange bestimmt haben ist dieß wirklich der Fall.

H. D'Anville hat aus alten geographischen Messungen, die mehrere Jahrhunderte vor unsrer Zeitrechnung unternommen sind, geschlossen, daß ein Grad unsrer Erde 445 chinesische Lys hielte d); der Ly hat 1800 Kubitus, und der alte chinesische Kubitus 8 Zoll. Dieß kleine Maß, daß schon denselben Namen und dieselben Unterabtheilungen hat, scheint ein Viertel von dem Kubitus von Cairo und Babylon zu seyn; und wenn man ihn wirklich so annimmt, so hält der Ly 128 Toisen vier Fuß; und der Grad, der dem von Aristoteles angezeigten ähnlich ist, enthielt genau 444½. Dieß Resultat bewegt uns zu glauben, daß der Kubitus der Chineser, ihr Grundmaß wirklich den vierten Theil von dem Babylonischen Kubitus betrug. Es herrschte also in den ältern Zeiten in ganz Asien eine völlige Ueber-

a) Herod. loco citat.
b) Erläut. 3tes B. §. 17.
c) Man sehe seine Reise.
d) Mes. itin. p. 167.

einstimmung der Maße, ein Beweis einer gemeinschaftlichen Quelle und eines gleichen Geistes; allein nicht weniger merkwürdig ist die Proportion, worin diese Maßen stehen und ihre Zusammenkettung.

Man findet zuerst den Kubitus von $20\frac{544}{1000}$ Zoll, ferner zwei kleine Maße, das eine von sechs, das andere von zehn Kubitus. Dann giebt es noch größere Maße der persische Schönus von 60 Kubitus; eine erste Stadie, das Dreifache der persischen Sonne von 180 Kubitus; eine zweite Stade von 240; eine dritte von 300; endlich die vierte, die alexandrinische Stadie von 400. Die großen Maße sind die persische Meile von 3000 Kubitus, der indianische Coß von 4500, die persische Parasange von 9000, und der indianische Gau, der mit der ägyptischen Schoene einerlei ist, von 18000 Kubitus. Wir lassen hier die umständlichere Beschreibung weg, aber die neuern Maße, die griechische Stadie, die arabische und hebräische Meile, der philetärische Fuß, der griechische und römische Fuß, können leicht aus derselben Quelle nämlich dem Kubitus hergeleitet werden. Alle diese Maße sind, wie man sieht, aliquote Theile von einander; sie hängen durch genaue und bestimmte Verhältnisse zusammen; und haben alle den großen Kubitus von $20\frac{1}{2}$ Zoll zur Grundlage.

§. 7.

Dieß allgemeine System ist ein neues und merkwürdiges Gemälde. Man erstaunt, wenn man sieht, daß von diesen auf einander folgenden Maßen, diese Persien, jene Aegypten gehören, und einige sich nur in Indien finden; nichts charakterisirt mehr die Ueberreste, welche wir so oft wiedererkannt und angezeigt haben. Dieß ist das allgemeine System, dessen Theile zerstreut sind, und das wir in der Geschichte der ältern Astronomie als einen starken Beweis eines uralten frühern Volks, das den nachfolgenden Völkern zum Lehrer diente, angeführt haben.

Ist es glaublich, daß man sich diese Maße in den bekannten Epochen der Geschichte einander mitgetheilt

habe? Wie lässet sich eine solche Mittheilung denken, wenn man sieht, wie jetzt und seit langer Zeit, in Asien alle Verbindung aufgehoben ist; und wie läßt sie sich in weit entferntern Zeiten annehmen, als die Reiche gegründet wurden, als die unbebaute und wilde Erde noch nicht von der Hand des Menschen bearbeitet und die neuen Nationen noch isolirt, unwissend und wild waren, und endlich die Menschen noch gleich dem Viehe ohne alle bürgerliche Einrichtung in einem gemeinschaftlichen Elende nichts zu vertauschen hatten? Anfangs schwach, in geringer Anzahl, machten sie sich es zur ersten Sorge, sich zu trennen, um desto leichter ihren Unterhalt zu gewinnen, und sich zu isoliren, um den Krieg zu vermeiden. Asien zeigt uns den alten und ursprünglichen Charakter des Menschen. Er scheint sein eigenes Geschlecht mehr gefürchtet zu haben, als alle übrigen; in seiner Familie, in seiner Nation eingeschlossen bot ihm die übrige Natur nur Feinde dar. Diese Furcht hat sich fortgepflanzt, sie ist der allgemeine und unveränderliche Geist von Asien geworden a). Das Menschengeschlecht mußte auf der Erde erst ein gewisses Alter erreichen, um mit sich selbst vertraut zu werden; seine Vervollkommnung hat die Empfindungen der Menschlichkeit und Liebe hervorgebracht, die darauf abzwecken, alle Menschen mit einander zu vereinigen, und aus allen Bewohnern der Erde ein einziges Volk von Brüdern zu machen. Die Ideen von allgemeiner Societät, von Weltbürgersinn, sind sehr neu; auch sind sie nur wenig verbreitet, und haben nur in sanften Gemüthern und in philosophischen Köpfen Wurzel gefaßt. Was könnte man überdieß aus diesen Verbindungen schließen? Nie sind sie offenbar, nie die Völker so vereinigt gewesen, als heutzutage in Europa durch Handel, Künste und Wissenschaften, und doch sind die Meilen und überhaupt alle Maße dieser Völker verschie-

a) Man sehe über die Schwierigkeit der Kommunikation den 5ten unsrer Briefe an Voltaire.

den. Sie haben keine Einheit, worauf man sie auf gleiche Weise beziehen könnte. Sie stellen kein solches System dar, als das, was wir so eben entwickelt haben; und dieß System ist ein großer Charakter, der die Einheit der Erfindung ankündigt. Man sucht seit langer Zeit ohne Erfolg, Mittel, in Frankreich ein gemeinschaftliches Maß einzuführen. Wie viele Jahrhunderte würden nicht dazu gehören, damit dieß Maß in ganz Europa allgemein würde! Welch ein Uebergewicht müßte nicht das Volk haben, von dem die übrigen dieß Maß annehmen sollten.

Man wird nicht verlangen, daß wir umständlich erzählen sollen, wie diese vortreflichen Einrichtungen entstanden, und ihre Trümmer zerstreut worden sind. Durch einen langen Zeitraum von diesen Revolutionen entfernt würden wir bloß einen Roman schreiben können; aber wir wollen Warheiten aufzustellen suchen. Vielleicht sind in den Zeiten, wo nur ein kleiner Theil der Erde kultivirt war, und das Uebrige von wilden, rohen Völkern bewohnt wurde, einige Haufen, einige Kolonien oder auch einige einzelne Menschen ausgewandert und zu diesen rohen Nationen gekommen, und haben sie belehrt, wie Fosi in China, Uranus bei den Atlantiern, Diemshield in Persepolis, die Chaldäer in Babylon und die Braminen in Indien a). Wir haben bemerkt, daß fast alle alte Völker durch Fremde kultivirt wurden. Zeugt dieß nicht von einem ersten Volke, das sich selbst kultivirt hat? Auf die Art konnten weise Einrichtungen verpflanzt und selbst in das Innere der Barbarei versetzt werden. Die Belehrung hat durch diese Verbindung die thörigten Meinungen, geschwächt, die Ungereimtheiten haben sich durch sinnreiche Methoden und philosophische Ideen vereinigt; und man findet bei demselben Volke, in derselben Stadt die Verirrungen der Kindheit und die Resultate des reifen Alters.

a) Man sehe unsre Briefe an H. v. Voltaire und besonders den 6ten.

Wie es auch um diese Möglichkeiten stehen mag, so ist es uns hinlänglich bewiesen zu haben, daß dieß allgemeine System das Werk eines einzigen Volks ist. Die alten Maße der bekannten und untergegangnen Völker und die heutigen noch existirenden Maße der Orientaler sind die Ueberreste eines großen Ganzen, das wir wieder aufgebauet haben. Der Kubitus, die Basis aller Basis, vielleicht das erste, dessen sich die Menschen bedient haben, hat sich unverändrt auf dem Nilometer von Cairo erhalten. Es existirt noch zu Florenz unter einem andern Namen a) und ist ein kostbares Denkmahl des höchsten Alterthums.

§. 8.

Ohne Zweifel steht dieser große Kubitus nicht mit der menschlichen Statur, so wie sie jetzt ist, in Proportion. Vielleicht gehört sie einer stärkern Konstitution, und dieser einzigen Betrachtung wegen scheint man sie den nördlichen Völkern beilegen zu müssen. Sie erinnert uns an jene Fabeln, oder an die Alterthümer aller Nationen, welche uns die ersten Menschen als ein Riesengeschlecht mahlen; sie stimmt auch mit der Meinung des H. v. Buffon überein, daß die Menschen in den entfernten Jahrhunderten größer und stärker gewesen sind b) Wahrscheinlicher ist jedoch die Vermuthung, daß man den Kubitus um ihn von dem Maße der Erde abhängig zu machen, vergrößert hat. Die Alten haben, eben so wie wir, die Idee gehabt, ihre Maße dadurch unveränderlich zu machen, daß sie sie aus der Natur nahmen; und diese Idee, die bei uns noch unausgeführt ist, scheint von ihnen erfüllt zu seyn. Wenn die Orientaler von dem Kubitus und von der Unterabtheilung in 24 oder 32 Zolle reden, so bezeichnen sie sorgfältig eine Art Fruchtkörner und die Zahl dieser Körner, die neben einander gelegt, die Größe eines Zolls bestimmen.

a) Voyage dé M. Cassini en Italie. Mem. Acad. Scien. Tome VII, p. 23.

b) Man sehe den dritten Brief an Voltaire.

Diese Methode ist sehr mangelhaft; wenn, wie nicht zu zweifeln ist, die ähnlichen Produkte eines und desselben Bodens in Asien, wie in Europa verschieden sind. Wir reden nicht von dem Erfolge sondern von dem Gegenstande der Methode. Es sind Blinde, die den Weg verloren haben, die ihn suchen; aber sie erinnern sich, daß ihre Voreltern ihn gegangen sind. Den Gesetzen der Wahrheit zufolge konnte der Umfang der Erde nicht grade 400000 Stadien, 8000 Parasangen, 72000000 Kubitus groß seyn, wenn diese Längenmaße nicht nach der Größe dieses Umfangs selbst eingerichtet waren. Eben so verhält es sich mit unsrer gemeinschaftlichen Lieue von 2283 Toisen, welche neun tausendmal in dem Umfange eines größten Kreises der Erde enthalten ist, und die dieß genaue Verhältniß nicht haben würde, wenn sie nicht so angenommen wäre, daß 25 auf einen Grad und 9000 auf den Umfang der Erde gingen. Aber mit welcher Größe und Ausdehnung, hatten die Alten diesen Entwurf ausgeführt? Außer den vier Stadien und der Parasange, die, wie wir gesehen haben, mit der Messung der Erde in Verbindung standen, waren alle in den weiter oben angeführten Maßen auf gleiche Weise durch ihre Verhältnisse mit den erstern enthalten. Die Menschen also, welche von der Zeit hinweggerissen und wieder erneuert, sahen daß die Werke der Natur, eben so wie sie selbst vergingen, hingegen die Erde unerschütterlich war, und immer fortdauerte, nahmen in den Abmessungen derselben den unveränderlichen Abdruck der Maße, die sie ewig machen wollten, an. Ein Wesen, daß nur einen Augenblick lebt, strebt ehrgeizig, sein Leben durchs Andenken zu verlängern und seine Einrichtungen zu vereinigen. Er will dann noch nützlich seyn, wenn es nicht mehr ist. An die Stelle dieses Wesens kommen andere, welche dieselben Bedürfnisse, dieselben Wünsche haben. Der Modulus der Längenmaße, ist für alle Jahrhunderte zur Belehrung der Wirthe in den Grad des gemeinschaftlichen Hauses eingegraben worden. Man darf jetzt nur noch einen Grad der Erde messen, um mit

Genauigkeit alle Maße der Alten wieder zu finden und das allgemeine System, welches unsere Bewunderung verdient hervorzurufen.

§. 9.

Dieß allgemeine System, diese Bestimmung der Maßen, setzte eine genaue Messung der Erde voraus. Diese Genauigkeit ist noch ein Resultat der vorigen Untersuchungen. Die fünf Erdmessungen welche wir angeführt haben, stimmen völlig mit einander überein; sie müssen gleich fehlerhaft oder gleich genau angestellt sein. Die von 400000 Stadien, welche Aristoteles den alten Mathematikern zuschreibt, muß die erste seyn; die andern sind bloß Kopien oder Umformungen. Nimmt man aber das System der Maße, ihre Verhältnisse und unsre Bestimmung der Stadien an, wie man, wie es uns scheint, durchaus nicht umhin kann, so wird man gestehen müssen, daß diese Erdmessung von einer erstaunlichen Genauigkeit ist. Wendet man die Kleinste von den vier Stadien darauf an, so ergiebt sich, daß der Grad 57066 Toisen hält, also etwa 6 Toisen von unsern genauen Bestimmungen abweicht. Wir haben gesagt a), dieß Maß sei grade, weil es sehr genau ist, nicht das Werk der Griechen, die vor Aristoteles gelebt haben. Ueberdieß nennt Aristoteles die Verfasser davon nicht, und legt auch seinem Vaterlande die Ehre nicht bei; ein starker Beweis, daß die Griechen kein Recht dazu hatten. Wir sehen in Asien keine von den alten Nationen, der sie zugehören könnte. Die Chaldäer haben die Länge eines Grades mit Schritten gemessen; wir haben das Resultat ihrer Messung, welche ungefähr um ein Zehntheil abweicht. Die Chineser haben erst nach dem Anfange unsrer Zeitrechnung den Grad gemessen. In den ältern Zeiten nahmen sie die Erde als ein Quadrat an. Kennt man ihre Gestalt nicht, so ist man noch weit weniger im Stande ihre Größe zu bestimmen. Ueberdieß glaubten sie die einzigen

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. S. 88.

Besitzer der Erde zu seyn; und da sie nicht einmal ihr Land zu messen verstanden, wie würden sie die Erde haben messen können? Die Indier haben daran nie gedacht; sie kennen kaum die beiden Halbinseln, worauf sie wohnen, und bekümmern sich wenig um die Größe und Abmessungen der Erde. Die genaue Messung dieser Kugel und die Künste, welche sie voraussetzt, können also nur einem unbekannten Volke des Alterthums zugeschrieben werden. Wie könnte aber dieß Volk unbekannt seyn, wenn es zu den Zeiten der Chineser und Indier existirt hätte, da doch das Andenken ihrer Wissenschaften und ihrer Philosophie bis auf uns gekommen ist? Man wird nicht behaupten wollen, daß die Griechen den Namen dieses Volks verheimlicht hätten, denn ungeachtet ihres Stolzes, ungeachtet der Begierde sich fremdes Verdienst zuzueignen, führen sie doch alle Augenblicke die Aegypter und Chaldäer als ihre Lehrer an. Man muß also glauben, daß dieß Volk welches ungeachtet seiner Wohlthaten seit vielen Jahrhunderten auf der Erde vergessen und den Griechen, und denen, welche durch sie unterrichtet wurden unbekannt war, noch vor den alten Völkern Asiens existirte.

§. 10.

Wir haben hier noch eine Bemerkung zu machen, die zu interessant und zu wichtig ist, als daß wir sie ganz übergehen könnten. Wir werden in der Folge dieser Geschichte sehen, daß die Erde keine genau kugelförmige Gestalt hat; sie ist am Aequator erhaben, und gegen die Pole zu niedrig und eingedrückt. Dieß ist eine der schönsten Entdeckungen Newtons und unsrer Zeiten. Aus dieser Gestalt folgt, daß die Grade unter demselben Meridiane alle ungleich sind, und vom Aequator bis zum Pole zunehmen. Der Grad, den man in Peru unter den Aequator gemessen hat ist um 321 Toisen kleiner als der Grad in Frankreich. Hingegen ist der Grad unter dem Polarkreise, im nördlichen Schweden gemessen um 348 Toisen größer. Unter mehrern Beobachtern,

welche mit gleicher Genauigkeit, in verschiednen Erdstrichen und in verschiednen Entfernungen vom Aequator die Länge eines Grades bestimmten, würden nicht zwei seyn, die einerlei Größe herausbrächten. Nun ist der Grad der sich aus der von Aristoteles angezeigten Messung ergiebt, genau so groß, wie der den man zwischen Paris und Amiens gemessen hat; ein Grad, der mit einer Breite von 49 bis 50° korrespondirt, unter welcher wir durch eine unendliche Menge von Thatsachen und wahrscheinlichen Konjekturen den ursprünglichen Sitz der Wissenschaften in Asien gefunden haben. Wir wollen diesem Beweise nicht mehr Wichtigkeit und Stärke beilegen, als er zuläßt. Kann aber der menschliche Verstand sich schmeicheln, die Wahrheit gefunden zu haben, so darf er es, wenn neue Thatsachen und neue Wahrscheinlichkeiten ihn beständig wieder auf denselben Schluß zurückführen.

§. 11.

Denkt man an die unermeßliche Entfernung, welche China und Chaldäa von einander trennt und an die Schwierigkeit der Mittheilung in den ältern Zeiten mitten durch Wüsteneien oder isolirte Völkerschaften, so begreift man nicht, wie die Chineser und Chaldäer gemeinschaftliche Maße haben konnten und man fällt auf den sehr natürlichen Gedanken, daß sie sich gleichsam, wie aus einem Mittelpunkt, bis an die beiden äussersten Enden Asiens verbreitet haben. Man darf nur um diese Muthmaßung ganz zu bestätigen, die babylonischen Maße in den Ebnen der Tartarei aufsuchen. Carpin a), ein Mönch der vom Pabste im dreizehnten Jahrhundert als Missionär nach der Tartarei geschickt wurde, fand in den Zelten dieser herumziehenden Horden einen Fuß, der mit dem Kubitus von Cairo und Babylon völlig übereinstimmte. Er bestand aus sechszehn Zoll, welche den zwei und dreißig Zollen dieses Kubitus gleich waren. Hier ist also der Ort, von wo die Kenntn-

a) Erläut. 3tes Buch, §. 19.

nisse ausgingen, und der ehemals das Band der Verwandschaft zwischen den Chinesern und den alten Persern oder Chaldäern war. Diese alten Maße sind die Zeugen einer uralten Einheit. Was die Bestimmung des Umfangs der Erde betrifft, so erstaunt man, daß sie in diesen jetzt von Barbaren bewohnten Ebnen der Tartarei unternommen ist, und dieser Theil der Welt scheint der erste gewesen zu seyn, der verwüstet und nachher verlassen wurde, und wo Unwissende die Stelle der Verehrer der Künste einnahmen. Die unwissenden und barbarischen Türken sind die Beherrscher von Griechenland, dessen alte Bewohner für die Meisterwerke des Sophokles und Euripides Theater baueten, und die Vorgänger der herumstreifenden und rohen Tartaren kultivirten vermuthlich auf gleiche Weise in festen Wohnungen die Künste, und unternahmen die Messung der Erde. Selbst die Kälte dieses Erdstrichs ist zum Theil eine Folge von der Abwesenheit der Menschen; eine gefrorne und mit Schnee angefüllte Atmosphäre, ein feuchter und morastiger Boden ist das Trauergewand der sich selbst überlassnen Natur. Denn sie wird von dem Menschen beherrscht, und er formt sie nach seinem Gefallen, um sie fruchtbarer, gesunder, und schöner zu machen. Er hauet die Wälder um, er trocknet die stehenden Sümpfe aus, um die Luft, welche er athmet, zu reinigen und zu erwärmen; eben so zertheilt er in heißen Erdstrichen die Flüsse und eröffnet Kanäle, um eine heilsame Feuchtigkeit zu verbreiten, und Thau hervor zubringen, der den Busen der Erde tränkt und die erhitzte Atmosphäre abkühlt. Die Kälte und die Einöden des nördlichen Asiens, die Roheit ihrer nomadischen Bewohner, verhindern also nicht, das die Messung der Erde in glücklichern Zeiten, deren Andenken verloren ist, daselbst unternommen und ausgeführt sei: und wie will man dieß leugnen, wenn man sieht, daß dieß Andenken nicht ganz verloschen ist; wenn man in China, selbst vor unsrer Zeitrechnung, eine Tradition von der gemeßnen Erde ohne einen Begriff von der Messung

selbst findet; wenn man zu Babylon eine alte erhaltne Messung, ohne eine Tradition weder von den Verfassern noch der Zeit oder den angewandten Mitteln antrifft. Diese Thatsachen von China und Babylon lassen sich ungeachtet der Entfernung der Oerter mit einander vereinigen. Die Messung und Tradition sind anders woher gekommen: aber nicht aus Indien, wo sich alles erhält, und wo davon kein Andenken übrig ist. Diese alte in Stadien und Kubitus ausgedrückte Messung, die sich in unsern Zeiten in der Tartarei wieder findet, zeiget selbst das Land an, woher sie gekommen ist. Dieß war die beständige Pflanzschule der Menschen; aus diesem Lande komen die Eroberer von China und Indien; dieß Land ist es vorzüglich, wo die Arbeit angefangen a), wo der Mensch seine Herrschaft über die Natur entdeckt, wo er sich durch einen langen Aufenthalt vervielfältigt, durch zusammengekettete und aufeinanderfolgende Anstrengungen erhoben und den ersten Mittelpunkt der Bevölkerung und des Lichts gegründet hat.

§. 12.

Was man auch über diesen uralten Ursprung denken mag, so ist doch die völlige Uebereinstimmung der vier Bestimmungen des Umfanges der Erde, das allgemeine und kombinirte System der Maßen, welches sich daraus ergiebt, der alte Zustand der Dinge, welcher nicht erlaubt, sie einem von den bekannten Völkern zuzuschreiben, der Umstand, daß diese Messung dem neun und vierzigsten Breitengrade gehört, Gründe für die Meinung eines frühern Volks, die den höchsten Grad der Wahrscheinlichkeit haben, und zu denen noch überdieß die schon angeführten hinzukommen. Wir verlangten nur nach dem Ganzen unserer Beweise beurtheilt zu wissen: die Zusammenstellung, das Gemälde dieser Beweise ist die ganze Geschichte der Astronomie. Allein man erlaube uns die Bemerkung, daß ein fast gleiches Studium, eine fast gleiche Aufmerksamkeit, wie die unsrige, dazu

a) Man sehen den 8ten unsrer Briefe an H. Voltaire.

gehört, um uns mit Billigkeit zu beurtheilen. Die physischen Wahrscheinlichkeiten sind der Gegenstand einer Wissenschaft; man wendete darauf die Rechnung an. Der Zufall, welches nur ein Wort ist, um die Zusammenkettung der unbekannten Ursachen auszudrücken, ist Gesetzen unterworfen. Man muß nur die Summe der Fälle wissen, um einen jeden seinen Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben. Diese Kunst des Kombinirens, wornach man den Zufall beurtheilt, ist jedoch schwer: sie hat Geometer vom ersten Range beschäftigt. Bei moralischen und politischen Wahrscheinlichkeiten, bei Thatsachen der Menschen und Völker, worauf die Leidenschaften, der Wille, die Einsicht und die Vollkommenheit des Menschen Einfluß haben, verdoppelt sich die Schwierigkeit, und die Ungewißheit wird größer. Man kennt weder die Zahl noch die Intensität der Kräfte, welche gewirkt haben, genau. Man findet in der Geschichte nur die Resultate der Verbindung der Kräfte und die Wirkungen der Verwickelung der Mittel. Die Hindernisse sind verschwunden; man bemerkt kaum die Spuren des Widerstandes, der diese Wirkungen gehemmt hat; und doch sind alle diese Elemente zur Auflösung der Aufgabe nothwendig. Ihre Natur verbietet die Anwendung geometrischer Methoden, und man darf sich zu keiner demonstrativen Auflösung Hoffnung machen. Die Kritik allein, durch die Philosophie aufgeklärt, mit der Wagschale in der Hand, kann zu einer Aufzählung und zu einer genauen Schätzung schreiten. Vergißt man aber eine einzige Thatsache oder nimmt ihr eine ungetreue Wage etwas von ihrem Gewichte, so ist die Rechnung und das Urtheil falsch. Die Idee, welche wir von einem frühern Volke aufstellen, ist natürlich; es ist nichts einfachers als sich ein Volk zu denken, das vor einem andern vorherging. Wären die Seelen, wie Locke wollte, einer unbeschriebnen Tafel ähnlich, so würde diese so wahrscheinliche Idee vielleicht ohne Schwierigkeit angenommen werden; und vermuthlich widersteht nur die entgegengesetzte Idee, durch ihr alte und

tiefe Wurzel. Es kostet mehr Mühe, Meinungen zu bestreiten, als neue zu gründen. Wir waren selbst von Vorurtheil für die alte Meinung eingenommen; und wenn man diesen Theil des Werks beurtheilen will, so muß man eben das thun, was der Verfasser bei der Ausarbeitung desselben that; man muß die Menge von Wahrscheinlichkeitsgründen zusammennehmen, jeden aufmerksam betrachten, ihr Gewicht und ihre Klarheit schätzen. Alsdann werden die vereinigten Zeugnisse Evidenz hervorbringen, und der Leser durch die von allen Seiten auf ihn zurückgeworfenen Strahlenbüschel erleuchtet, wird, wie dieß der Fall bei uns war, durch die Maße der angehäuften Wahrscheinlichkeits-Gründe fortgerissen werden.

§. 13.

Man wird uns nicht vorwerfen, daß wir um den ältesten Menschengeschlechten mehr Glanz zu geben, die gegenwärtigen Generationen plündern, und in ihr Zeitalter das hinübertragen, was dem unsrigen zur Ehre gereicht. Wir tragen die Wahrheiten vor, die wir entdeckt haben; wir lassen jedem die Gerechtigkeit wiederfahren, die wir ihm schuldig zu seyn glauben, und wir sind reich genug um diese Opfer zu bringen. Die theoretischen Wahrheiten sind vielleicht alle neu; sie enthalten eine unendliche Menge Entdeckungen, die nicht erneuert zu seyn scheinen. Wir scheinen auf einen entschiednen Vorzug Anspruch machen zu können. Konnten wir aber dieß nicht, so loben wir die alten Bewohner der Erde nur, wenn wir sagen, daß sie uns geglichen haben. Der Mensch immer sich selbst ähnlich, hat zu allen Zeiten dieselben Organe und dieselbe Fähigkeit der Vervollkommung; das Geschlecht, welches untergeht, hatte eben so seinen Frühling wie die heranwachsende Jugend. Sollten wir allein das Vorrecht haben, wissenschaftliche Kenntnisse zu besitzen? Erreichen wir den höchsten Grad von Aufklärung, so ist dieß ein Beweiß, daß er die Kräfte des Menschen nicht übersteigt, daß andere vor uns eben so wie wir auch dahin gelangen können. Eu-

ropa sieht jetzt die glänzendste Epoche der Wissenschaften, was schadets seinem Ruhme, wenn vor dieser Epoche schon eine andere vorhergegangen ist? Ist es nicht schon genug für uns, wenn das aufgeklärteste Jahrhundert uns nicht übertroffen hat, und wenn wir fast in keinem Jahrhundert, so lange die Welt steht, unsers Gleichen finden.

§. 14.

Da diese alte von Aristoteles erwähnte Messung mit den vier andern und vorzüglich mit der, die dem Posidonius zugeschrieben wird, völlig übereinstimmt so könnte man glauben, daß dieser Philosoph die Erde nicht gemessen hätte. Man konnte sich einbilden, daß er sich nur, wie es so viele Griechen, vor ihm gemacht haben, die Ueberreste des Alterthums zugeeignet, sie unter seinem Namen gezeigt und mit fremden Ruhme geglänzt habe. Allein ungeachtet er auch nicht vor allem Verdachte gesichert ist, wie wir bald bemerken werden, so scheint er doch gewiß die Erde gemessen zu haben. Das Zeugniß des Kleomedes, seines Zeitgenossen und Schülers ist untadelhaft und entscheidend; man sieht sogar, daß Posidonius durch zwei verschiedene Unternehmungen dazu gelangt ist. Ueberdieß führt die Thatsache stärkere Charaktere bei sich als dieß Zeugniß; Charakte, welche den Erfindungen, die wir ihren Usurpatoren genommen haben, fehlten. Das Resultat, welches man uns giebt, ist die Frucht einer angeführten Beobachtung: man erzählt sie mit Umständen begleitet, welche die Zeugen der Wahrheit sind. Die Betrügerei ist nicht so fruchtbar; sie fürchtet und vermeidet umständliche Beschreibungen, welche sie verrathen. Das Gewissen hat eine geheime Stimme, und man befindet sich, wenn man lügt in einem zwangvollen Zustande, aus dem man so bald als möglich herauszukommen sucht. Wenigstens muß die Lüge geschickt seyn, denn sie bringt keine Umstände vor, die sie verrathen: die

Erzählung des Posidonius würde besser eingekleidet seyn, wenn sie nicht wahr wäre. Dieser Philosoph würde, da er sowol in der Astronomie, als in der Physik Kenntnisse hatte, darin nichts gegen sich vorgebracht haben. Das Licht entfernt sich von der Lüge; es hellt die majestätischen Formen der Wahrheit auf, und läßt nur Unförmlichkeiten um sie her sehen. Wagt man es aber die Menschen zu betrügen, und vereinigt sich das Genie mit der Betrügerei, so wird freilich diese traurige Verbündung besser eingekleidet, und weniger zu ergründende Irrthümer hervorbringen.

Posidonius verfuhr bei der Erdmessung ungefähr wie Eratosthenes. Er wußte, daß der Stern im Schiffe, Kanopus genannt, für Griechenland nicht aufging, daß er zu Rhodus kaum über dem Rande des Horizonts erschien, und durch dieselbe tägliche Revolution fast in demselben Augenblicke unterging, in welchem er aufging; zu Alexandrien war seine größte Höhe $7^{\circ}\frac{1}{2}$ Posidonius, sagt man, schloß daraus, daß der Bogen des Meridians, der zwischen dem Zenith von Rhodus und Alexandrien enthalten ist, den 48sten Theil des Umfangs betrug; und da die Entfernung der beiden Städte, die er unter einem Meridiane annahm, 5000 Stadien hielt, so gab er dem Umfange der Erde 240000 Stadien.

Wir legen dem Posidonius eine zweite Messung bei, die ebenfalls von Kleomedes angeführt wird. Lysimachia war 20000 Stadien oder 360 geogr. Meilen von Syene entfernt. Der Bogen am Himmel zwischen den Scheitelpunkten war der 15te Theil der Peripherie; er folgerte daraus, daß dieser Umfang 300000 Stadien betrüge. Wir wissen wohl, was man gegen diese Messungen einwerfen kann; aber die Fehler welche daraus entspringen würden, sind zu groß um glaublich zu seyn: Posidonius hatte zu viele Kenntnisse, als daß er sie nicht hätte vermeiden sollen. Eratosthe-

nes war sein Vorgänger, er mußte es also besser machen als jener, der sein Resultat unterdrückten. Nehmen wir an, daß dieß Resultat besser war als das von Eratosthenes: so stimmen wir in unserm Urtheil mit Ptolemäus überein, der nur das Resultat von Posidonius anführt; endlich ist auch unser Urtheil auf dasselbe Resultat gebaut, welches mit der von Aristoteles angeführten Messung übereinstimmt, und wovon wir sagen dürfen, daß wir die Genauigkeit desselben mit der größten Evidenz bewiesen haben. Grundlinien von 5000 und 20000 Stadien waren schon im Stande diese Genauigkeit zu geben. Könnte etwas Verdacht erregen, so wäre es die Uebereinstimmung dieser beiden Messungen unter einander, und mit der von Aristoteles angeführten Bestimmung. Einiger Betrug von Seiten Posidonius ist ohne Zeifel dabei vorgegangen. Er kannte die alte Messung, und wird sie haben prüfen wollen; erstaunt, sie durch zwei nach einander folgende und im Großen angestellte Operationen, so genau zu finden, zog er wahrscheinlich, um darin mit sich übereinzustimmen, die Verschiedenheiten nicht in Betracht. Er entstellte ferner diese alte Bestimmung vermuthlich deswegen, um sie in Vergessenheit zu bringen; er drückte sie in verschiednen Stadien aus, um durch die Verschiedenheit der Zahlen die Vergleichung zu verhüten, und sie für sein Werk auszugeben.

§. 15.

Wollte man die Geschichte der Erdmessung nach den Anstrengungen des menschlichen Kunstfleißes durchgehen, so würde man sagen, daß sie schon vor unzähligen Jahrhunderten in den Zeiten der uralten Astronomie in den Zeiten, wo die Periode von 600 Jahren, eingeführt wurde, unternommen sei. Die Künste waren so weit fortgerückt, die Astronomie vervollkommnet, daß diese Messung der Erde eine eben so große Genauigkeit haben konnte, als die Messung unserer Zeiten. Diese Bestimmung, die

in Absicht ihrer Größe bei den Chaldäern aufbewahrt, in Absicht ihrer Genauigkeit aber vergessen wurde, eben so wie die Periode von 600 Jahren, hielt die babylonischen Astronomen nicht ab, auf irgend einem Wege den Umfang der Erde zu schätzen; sie fehlten um 5 bis 6000 Toisen auf die Länge eines Grades a). Die alte und neue Messung schickte Kallisthenes dem Aristoteles von Babylon aus, und der Philosoph machte nicht mehr daraus als das griechische Volk, weil sie Völkern gehörten, die als Barbaren angesehen wurden. Bei der Erneuerung der Astronomie wollte Eratosthenes die Dimensionen der Erde kennen; er glaubte der erste zu seyn, der sie nach einer genauen Methode maß; er fehlte noch um 2500 Toisen auf den Grad. Posidonius, der ohne Zweifel schon im voraus die Beobachtung des Eratosthenes für fehlerhaft hielt, fing die Arbeit von neuen an; er war glücklich genug zum zweiten male genau die Länge des Grades zu finden: und wir zwanzig Jahrhunderte nach Eratosthenes und Posidonius überzeugt, daß die Künste und die Astronomie nie den Grad von Vollkommenheit erreicht haben, wie bei uns, betrachten alle diese alten Angaben als roh und glaubten der Welt die erste genaue Kenntniß von ihrer Größe zu geben, da doch diese Genauigkeit schon zum dritten male auf der Erde erschienen ist. So verhält es sich noch mit mehrern astronomischen Resultaten; wir verachten die alten, wir schieben ihnen andere unter und indem wir uns vervollkommnen, finden wir diese alten Resultate, die wir herabgewürdigt haben, wieder. Es ist also wahr, daß es unter der Sonne nichts neues giebt. Wir thun weiter nichts, als daß wir das alte, das wir verloren hatten, wieder auffassen. Der Kunstfleiß kämpft unaufhörlich gegen die Barbarei, indem er bald dem Gewichte einer Maße, das sie zu Boden drückt nachgiebt; bald durch seine Anstrengung sich

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. S. 177.

befreit und durch seine Federkraft emporsteigt. Mitten unter diesen Abwechselungen und Veränderungen sieht man einige Kenntisse durch die Finsterniß durchdringen, wie das Wasser aus der Erde hervorquillt um wieder in seine horizontale Lage zu kommen; und die Wissenschaften werden gleich allen physischen Wesen, wenn sie das Alter der Reife und der Kraft erreicht haben, hinfällig, sterben, und kommen wieder zu einer neuen Laufbahn hervor.

Astronomische und historische Erläuterungen.

des vierten Abschnitts

Von der Messung der Erde durch die Alten und ihren Längenmaßen.

§. 1.

Wahrscheinlich sind, wie wir gezeigt haben, die vier Erdmessungen von Aristoteles, Kleomedes, Posidonius und Ptolemäus nur eine und dieselbe Messung in verschiedenen Stadien ausgedrückt. Wir leiteten aus dieser Vermuthung vier Stadien her, die sich unter einander wie Zahlen 9, 12, 15 und 20 verhalten. Diese vier Stadien, die aus gleichen Kubitus bestehen, enthalten deren 180, 240, 300 und 400. Wir wollen zu den schon gegebnen Beweisen einige Untersuchungen über die Messungen der Alten hinzufügen, die dieser Behauptung noch mehr Licht und einen stärkern Grad von Wahrscheinlichkeit geben werden. Diese nähere Auseinandersetzung ist übrigens der Materie, die wir abhandeln sehr angemessen, weil dadurch die Identität der vier Erdmessungen und überhaupt der alten Völker einen neuen Grad von Evidenz erhält. Diese Entdeckung muß nothwendig über den Ursprung der Völker und Wissenschaften ein sehr helles Licht verbreiten. Hatte der größte Theil dieser Völker ähnliche Maße, so entsprangen ihre bürgerlichen Einrichtungen aus derselben Quelle, und gehörten diese Maße zu einem besser verbundenen und ausgedehntern System, als das System aller bekannten Maße, so ist dieß System das Werk eines weisen, polizirten und mächtigen Volks.

§. 2.

Wir haben erstlich einen auf Thatsachen sich gründenden Beweis, daß es mehrere Erdmessungen gab, die übereinstimmend oder beinahe gleich waren. Ptolemäus fügt, indem er der Messung des Grades von 500 Stadien erwähnt, ausdrücklich hinzu, id vero confessis dimensionibus consonum est a); dieß scheint sagen zu wollen, daß diese Bestimmung nicht nur mit einer Messung der Erde, sondern noch mehrern vorher unternommenen, übereinstimmen. Zwei von diesen Messungen besonders, nämlich die von Ptolemäus von 180000 Stadien und die von Posidonius von 240000, sind schon

a) Geog. Lib. I, c. 2.

für identisch anerkannt worden, wenigstens betrachten sie Riccioli a) und Freret b) einstimmig als solche. Strabo sagt, daß die Messung von 180000 Stadien von Posidonius gewählt und gebilligt sei. Sie existirte also zwei Jahrhunderte vor Ptolemäus, also um die Zeit des Posidonius. Diese Messung ist daher mit der Messung dieses Philosophen einerlei. Da er selbst die Erde gemessen hat, so wird er keine andere Messung gewählt sondern die seinige vorgezogen haben. Wenn Strabo sagt, daß er die von 180000 Stadien gewählt und gebilligt hat, so heißt dieß so viel, daß er sie für gut gehalten hat, und daß es dieselbe ist, deren er sich bediente, ungeachtet sie durch eine verschiedene Stadie umgeformt ist. Vergleicht man diese Stellen der alten Schriftsteller, so findet man noch einen demonstrativen Beweis von der Identität der beiden Messungen. Kleomedes d) sagt, die Entfernung von Rhodus bis Alexandrien betrage 5000 Stadien, woraus man den Umfang der Erde zu 240000 Stadien hergeleitet habe; nach Strabo und Plinius e) beträgt die Entfernung 3750 Stadien, woraus sich der Grad von 500 Stadien und der Umfang von 180000 Stadien ergiebt. Offenbar ist die Rede von zwei verschiednen Stadien, wodurch dieselbe Entfernung ausgedrückt wird, die sich wie 3 zu 4, oder wie die beiden Erdmessungen verhalten und diese beiden Messungen sind dieselben. Da diese Messungen auf gleiche Weise die Entfernung von Alexandrien bis Rhodus zur Grundlinie haben und dieser Grundlinie sich Posidonius bediente, so sind offenbar die beiden Messungen dieselben, welche dieser Philosoph ausgeführt hat.

§. 3.

Der große Kubitus von 20, 544 Zoll ist der Drah oder Nilometer von Kairo; er ist sorgfältig gemessen worden. H. Freret hat bewiesen, daß er sich seit Sesostris nicht verändert hat f). Der Doktor Arbuthnot schätzt den hebräischen Kubitus auf 21, 888 Zoll g); dieß sind ohne Zweifel englische Zoll, welche nach dem Verhältniß des englischen h) Fußes zum königlichen französischen Fuße, 107 zu 114, reduzirt noch genau 20, 544 Zoll geben. Der Doktor Cum-

a) Geog. refor, Lib. V, c. 8. §. 5.
b) Memoires Acad. Inscr. Tom. XXIV, p. 518.
c) Geog. Lib. II.
d) Cleomedes, Cyclic. theor. Lib. I, c. 10.
e) Strabo, Geog. Lib. II. Plinius, Lib. V, c. 31;
f) 1ster Band 4tes B. §. 3. im Anf.
g) Encyclop. art. coudée.
h) M. le Roy, Ruines de la Grece.

berland giebt denselben Kubitus der Hebräer auf 21, 750 Zolle a); aber diese Angabe entfernt sich äußerst wenig von der des Doktor Arbuthnot. Der Prophet Ezechiel sagt, daß der Kubitus so groß sei, als ein babylonischer Kubitus und eine Palme b).

Ehe wir weiter gehen, müssen wir erst diesen letztern Kubitus kennen lernen; wir finden davon Spuren bei den Persern und Arabern. Ein persischer Schriftsteller berichtet uns, daß der babylonische Kubitus 32 Zoll halte c); dieß ist schon eine Aehnlichkeit mit dem von Cairo. Nimmt man an, daß die 180000 Stadien des Erdmaßes, alexandrinische Stadien von $114\frac{4}{30}$ Toisen waren und daß diese Messung mit der persischen von 8000 Parasangen einerlei sei so ergiebt sich daraus, wie wir gesehen haben, daß der persische Kubitus genau wie der von Cairo 20, 544 Zoll betrug d). Bei den Arabern hat uns ein geodäsischer Schriftsteller, den Golius e) citirt, einige Nachricht über ihre Maße gegeben. Der ursprüngliche Kubitus hielt 24 Zoll; der haschemitische Kubitus 32: er wurde auch der königliche Kubitus genannt, weil er zur Zeit der Perser eingeführt war, die unter Königen lebten. Es ist also natürlich zu glauben, daß diese drei Kubitus von Cairo, der alten Perser und Araber wovon jeder 32 Zoll hatte, dieselben sind.

Die Araber hatten noch, fügt derselbe Schriftsteller hinzu den schwarzen Kubitus, dessen Namen daher rührte, daß Almamon, als er sich mehrere Modelle von Kubitus vorzeigen ließ, den Kubitus eines schwarzen Sklaven wählte und den Gebrauch desselben verordnete. Dieser Kubitus hielt 27 Z. u 7 dieser Kubitus und ein Neuntel waren gleich 6 haschemitischen Kubitus. Es ist zu bemerken, daß dieser Kubitus ob er gleich dem Almamon vorgelegt und von diesem Kalifen eingeführt wurde, doch kein neuer war; dieß ist eine bloße Erdichtung des arabischen Schriftstellers. Wenn Herodot von den Mauern von Babylon spricht, so bestimmt er sie nach königlichen Kubitus, welche, sagt er, um 3 Zoll größer waren, als die griechischen f) Unstreitig ist dieser Kubitus, der schwarze Kubitus von 27 Zoll, der bloß bei dem Uebergange von den Persern zu den Arabern seinen Namen verändert hatte. Der griechische Kubitus ist der gewöhnliche Kubitus von 24 Zoll.

a) M. d'Anville, Mes. itin. p. 30.
b) 40 Kap. 5 V. 43 Kap. 13 V.
c) Shah Cholg. übersetzt von Greaves, p. 95.
d) 1 Band 4 B. §. 3 am Ende.
e) Golius, ad Alfergan, p. 74.
f) Herodus, Lib. I.

§. 4.

H. Freret hat sich in seinem Werke über die Längenmaße in der Erklärung der Parasange Ezechiels geirrt: er schloß, daß der babylonische Kubitus, der um eine Handbreite kürzer ist, als der hebräische Kubitus, nur fünf Handbreiten oder 20 Zoll hielt und der griechische, noch um ein Achtel kürzere Kubitus nur 17½ Zoll hielt; aber warum um ein Achtel? Herodot sagt es nicht, sondern bloß, daß er drei Fingerbreiten weniger betrage, als der babylonische Kubitus. Bestimmt man wie Herodot, den griechischen Kubitus zu 24 Fingerbreiten, so hält der babylonische Kubitus 27 oder ist dem schwarzen Kubitus der Araber ähnlich, und endlich beträgt der hebräische Kubitus 31 oder vielmehr 32 Fingerbreiten: denn offenbar hat ihn der Prophet nur ungefähr an den geben wollen, und ein Viertel einer Handbreite oder eine Fingerbreite, die er noch hätte zu den babylonischen Kubitus hinzufügen müssen, nicht in Betracht gezogen. Vergleichen wir, wie wir schon gethan haben, alle von den Arabern und Persern angeführten Maßen mit denen von Herodot und den Hebräern, so bemerken wir einmal, daß die ägyptischen, persischen, arabischen und hebräischen Kubitus einander ähnlich waren und 32 Fingerbreiten betrugen, und zweitens daß diese vier Kubitus einerlei Größe hatten, d. h. daß sie 20, 544 Zoll hielten dieß ist bewiesen 1) für den Kubitus von Kairo, der unmittelbar gemessen worden ist; 2) für den Kubitus der Perser, der ihm gleich ist; 3) für den Kubitus der Araber, weil wir beweisen werden, daß, da der Kubitus von 27 Fingerbreiten 17, 332 Zoll hielt, der große Kubitus von 32 Fingerbreiten 20, 544 betragen muß; 4) für den hebräischen Kubitus, weil er sich zur babylonischen von 27 Fingerbreiten, von 17, 332 Zollen wie 32 zu 27 verhält.

§. 5.

Die ersten Stifter dieser Maßen hatten die Absicht den Werth derselben unveränderlich zu machen, indem sie ihn auf Maße bezogen, die unmittelbar aus der Natur genommen waren. Der gewöhnliche Kubitus war die Länge des Vorderarms; sie hielt sechs Palmen oder Handbreiten, jede Handbreite vier Fingerbreiten nämlich des Zeige- Mittel- oder Ringfingers. Da eine Fingerbreite der Breite von sechs nebeneinander gelegten Gerstenkörnern b) die Breite eines Gerstenkorns, sechs Schweineborsten gleich waren, so konnten diese Anzeigen nicht die Richtigkeit einer Menge wiederholter

a) Unten §. 14. Erläut. 5tes B. §. 5.
b) Golius ad Alfergan, p. 75.

Messungen erhalten; sondern waren bloß hinreichend zu jeder Zeit ungefähr den Werth davon wieder zu finden. Sie würden nicht zugereicht haben, diese Messungen in einem langen Zeitraume und während der Uebertragung derselben aus einem Lande in ein anderes zu erhalten, wenn die Alten nicht auf öffentliche und dauerhafte Monumente Richmaße gesetzt und eingegraben hätten, wie z. B. das Nilometer von Cairo. Die Alten scheinen jedoch ein sicheres Mittel gehabt zu haben, indem sie nämlich, wie wir schon gesagt haben, diese Maßen mit der Größe der Erde verbanden. Warum enthält der Umfang der Erde so genau 180000, 240000, 300000, 400000 Stadien, 8000 Parasangen? Warum enthält dieß Maß 72 Millionen Kubitus? Es ist ganz offenbar, für jeden der nur darüber nachdenken will, daß die Alten die Stadien, die Parasangen, den Kubitus selbst nach der Größe des Umfangs der Erde eingerichtet haben: oder daß sie wenigstens, wenn diese Maße schon eingeführt waren, sie etwas verändert haben, damit sie aliquote Theile dieses Umfanges würden.

§. 6.

Indem wir die Messung von Posidonius von 240000 Stadien als einerlei mit der von Ptolemäus, welche 180000 Stadien hält, betrachteten, schlossen wir, daß sie sich auf zwei Stadien gründeten, die sich wie 3 zu 4 verhalten, die größte ist die alexandrinische Stadie von 114 Toisen 0 Fuß 9, 60 Zoll; und die andere, die nur drei Viertel davon ausmacht, ist eine Stadie von 85 Toisen 3 Fuß 7, 2 Zoll. Es kömmt nun darauf an, zu beweisen, daß die Alten diese Stadie gekannt und davon Gebrauch gemacht haben. 1) H. Freret in seinem Memoire über die Längenmaßen der Alten a) setzt fest, daß sie eine Stadie von 83 Toisen 0 Fuß 7 Zoll 4 Linien hatten: einen Werth den er aus verschiednen geographischen Messungen, die von den griechischen und lateinischen Schriftstellern in Stadien angegeben werden, herleitet. Wir wollen diese Bestimmung nicht genau untersuchen, sondern bloß bemerken, daß sie sich nicht sehr von der unsrigen entfernt. 2) Herodot sagt, daß die Parasange 30 Stadien enthalte: Wir haben die Parasange zu 2568 Toisen bestimmt, wovon der dreißigste Theil grade 85 Toisen 3 Fuß 7, 2 Zoll beträgt. 3) Jean Dominique Cassini hat diese Stadie schon wieder gefunden b). Strabo giebt die Länge von Frankreich zwischen dem Tempel der pyrenäischen Venus und der Mündung des Var auf 277 Meilen an, die er zu 2600

a) Mem. Acad. Insc. T. XXIV, p. 504.
b) Mem. de l'Acad. des Sciences 1702. p. 16.

Stadien bestimmt. H. Cassini nimmt die Meile zu 765 Toisen an, und findet die Stadie von 85 Toisen. 4) Nimmt man an, daß Syene unter dem zur Zeit des Eratosthenes zu 23° 51′ bestimmten Wendekreise liegt, und legt dabei die von H. von Chazelles zu 31° 11′ bestimmte Breite von Alexandrien zum Grunde, so ist die Entfernung der beiden Städte am Himmel auf dem Meridiane gerechnet 7° 20′ a). Da aber Syene und Alexandrien nicht genau unter einerlei Meridiane liegen, so ist die Entfernung beider Scheitelpunkte oder der Bogen des größten Kreises, der durch diese beiden Punkte geht, etwas größer als die Entfernung der Parallelkreise, oder der Unterschied der Breite. Wir haben durch Rechnung gefunden, daß man zu diesem Unterschiede neun Minuten hinzu addiren muß, wodurch man den Bogen des größten Kreises von 7° 29′ erhält. Nimmt man nun den Grad zu 57072 Toisen an, so geben die 7° 29′ eine Länge von 426989 Toisen welche 5000 Stadien korrespondiren. Daraus ergiebt sich die Stadie von 85 Toisen 1 Fuß 4 Zoll, welches so äußerst wenig von unserer Schätzung abweicht, als man nur immer bei geographischen Messungen, die immer einigen Fehlern unterworfen sind, erwarten kann. Allein der aus der Identität der beiden Erdmessungen und aus dem Verhältnisse, welches daraus zwischen dieser und der alexandrinischen Stadie entspringt, geschloßne Werth der Stadie bei weiten vorzuziehen, weil er eine strenge Genauigkeit verspricht; und da sie durch ein genaues Verhältniß mit der bekanntesten von allen Stadien verbunden ist, so kann sie keine andere Ungewißheit haben, als die, der die Messung dieser Stadie selbst unterworfen war.

§. 6.

Aus der Identität der vier Erdmessungen ergeben sich, wie wir schon bemerkt haben, vier Stadien, welche sich unter einander verhalten, wie 20, 15, 12, 9. Wir haben so eben zwei davon angezeigt; die erste von 114 Toisen 0 Fuß 9, 60 Zoll; die zweite von 83 Toisen 3 F. 7, 2 Z.; die beiden andern betragen diesen Verhältnissen zufolge, die eine 68 Toisen 2 Fuß 10, 25 Zoll; und die andere 51 Toisen 1 Fuß 1, 92 Zoll. Diese vier Stadien mußten unsrer Meinung nach, nothwendig existirt haben, einmal weil die vier Erdmessungen zu verschieden sind, als daß man annehmen könnte, daß sie in ähnlichen Stadien ausgedrückt, und diese Verschiedenheiten Beobachtungsfehler wären: und dann weil diese vier Messungen unter sich in genauen Verhältnissen stehen, die sie nicht haben würden, wenn sie sie nicht von den Stadien hätten, welche bei ihnen

a) Oben 1 Abschn. §. 18.

zum Maßstabe angenommen sind. Wir haben daher geglaubt, daß diese in der That nicht unbedeutenden Wahrscheinlichkeitsgründe, hinreichten die Existenz dieser Stadien darzuthun, aber wir haben auch nicht unterlassen noch zu denselben die auf Thatsachen sich gründenden Beweise hinzuzufügen, die wir nach der Zeit in den gelehrten Abhandlungen der königlichen Akademie des Inscriptions et Belles-Lettres angetroffen haben.

Der verstorbene Präsident, H. von Brosses hat a) eine Stadie von 68 oder 69 Toisen entdeckt und angezeigt. H. de Lisle findet, daß eine von Xenophon auf 16050 Stadien geschätzte Entfernung 1111 Stadien auf den Grad voraussetzt b); dieß macht 400000 für den Umfang. H. d'Anville steht in seinen Untersuchungen über den Werth des Schönus die Nothwendigkeit ein, eine Stadie zu 51 Toisen und einige Fuß anzunehmen c). H. Buache zeigt, daß die in der Beschreibung von Alexanders Marschroute gebrauchten Stadien zu 51 Toisen angenommen werden müssen d). Aus der Größe von Kleinasien, die Herodot und Xenophon beinahe gleich und in Stadien angeben, schließt H. Freret, daß der Grad 850 Stadien hält; und die 1111 Stadien auf einen Grad des größten Kreises geben sehr genau 851 Stadien für einen Parallelkreis von Kleinasien e). Dasselbe Resultat zieht er aus der von Herodot angeführten Messung des schwarzen Meers f). Eratosthenes bestimmte die Größe Indiens von Norden bis Süden auf 13000 Stadien. Nun sind die beiden äussersten Breiten 11 und 12 Grad, was ungefähr 1100 Stadien auf einen Grad giebt g). Endlich fügen wir noch zu diesen Beweisen das Resultat einer großen Arbeit von H. Freret über die Längenmaße hinzu, welches in der Bestimmung von vier Stadien besteht, nämlich der von 114 Toisen, welches die alexandrinische Stadie ist, einer von 83 Toisen, die er nicht gut geschätzt hat, und endlich zweier andrer Stadien, der einen von 68 Toisen 3 Fuß 5 Z. 4 L., die andere von 51 T. 2 F. 6 Z. 11 L. h), welche äusserst wenig von den beiden Stadien abweichen, die wir im Anfange dieses Paragraphen bestimmt haben.

a) Mem. Acad. Insc. T. XXVII, p. 39. Man sehe auch le P. Tournemine sur Prideaux.
b) Mem. Acad. des Sc. 1721, p. 56.
c) Mem. Acad. Insc. T. XXVI, p. 83, 85.
d) Mem. Acad. des Sc. 1731, p. 119.
e) Mem. Acad. Inscr. T. XXIV, p. 439.
f) Ibid. p. 504. g) d'Anville, Mes. itin. p. 147.
h) Mem. Acad. Insc. T. XXIV. p. 504.

Wir dürfen uns über diese verschiedenen Stadien nicht wundern: wie viel verschiedene Arten von Lieues und Meilen giebt es nicht in Europa! Niemand zweifelt, daß selbst in Griechenland die Stadien ungleich waren; Aulus Gellius sagt es ausdrücklich a). Nichts bestätigt sich also besser als die Existenz dieser vier Stadien; nichts erhellt deutlicher, als daß sie den vier Messungen der Erde gehören, die sich eben so wie diese Stadien verhalten. Eben so klar ist es aber auch, daß die Schätzung, die wir hier davon geben, jeder andern vorzuziehen ist; denn hat man einmal die Identität der vier Messungen zugegeben, so ist auch das Verhältniß der Stadien, die dabei zum Grunde gelegt sind, gegeben. Aus diesem Verhältnisse selbst muß man ihren Werth herleiten, und diejenige von den vieren als gegeben annehmen, die am genauesten gemessen und am besten bekannt ist: dieß haben wir gethan, indem wir die alexandrische Stadie dazu wählten.

§. 7.

H. d'Anville führt eine Stadie an, die in einem Manuskripte der königlichen Bibliothek Aspareze genannt wird; er findet, daß dieß Wort aus zwei persischen Wörtern zusammengesetzt ist, welche die Laufbahn eines Pferdes bedeuten b). Es ist also gleichbedeutend mit dem griechischen Worte Stadie. Dieß ist die Uebersetzung von jenem, welches gewiß das Original ist. Die Stadien kommen alle aus Asien und man muß daher diejenigen, die in Asien Stadien finden, nicht beschuldigen, wie man gethan hat, daß sie die griechischen Maße in diesen Welttheil hinübertrügen; sie bringen sie bloß auf ihren Ursprung zurück das Wort Schönus (σχοῖνος) ist zweien von d'Anville angeführten Schriftstellern dem Athenäus und Kallimachus zufolge, ein persischer Ausdruck c). Dieß bestätigt unsre Konjekturen, daß fast alle Maße, welche im Alterthume im Gebrauche waren, ursprünglich aus Asien herkommen.

§. 8.

Wir erlauben uns hier über die alten Maßen, ihre Eintheilungen und Verhältnisse etwas umständlich zu seyn, um zu beweisen, daß ihre gemeinschaftliche Basis der große Kubitus von 20, 544 Zoll ist oder die beiden andern Kubitus durch genaue Verhältnisse verbunden waren. Wir wollen jetzt einige Stellen aus Schriftstellern anführen, die uns eine Vorstellung

a) Ibid. Tom. XIX, p. 564.
b) Mem. de l'Acad. des Inſc. T. XXXI, p. 295.
c) Meſ. itin. p. 90.

von diesen Maßen geben, nebst ihrer von den Neuern nach den noch existirenden Denkmählern gemachten Bestimmung.

Nach Herodot machen hundert Schritt eine Stadie oder sechs Acker (πλέθρα); der Schritt hält sechs Fuß oder vier Kubitus; der Fuß vier Palmen und der Kubitus sechs a). Man kann unmöglich die Aehnlichkeit zwischen diesem griechischen und dem orientalischen Kubitus verkennen, zu gleicher Zeit aber sieht man auch, daß von dem gewöhnlichen Kubitus die Rede ist, weil er der einzige ist, der sechs Palmen enthält; denn der große enthielt acht.

Der römische Fuß ist gleich $\frac{1306}{1440}$ pariser Fuß gefunden worden b); folglich hält er 10, 883 Zoll oder 10 Zoll 10, 596 Linien. Der griechische Fuß ist $\frac{25}{24}$ des römischen Fußes, folglich 11, 336 Zoll oder 11 Zoll 4,028 Linien. H. le Roy hat ihn auf den griechischen Monumenten zu 11, 28 Zoll oder 11 Zoll 4, 56 Linien gefunden c).

Wir bemerken hier noch, daß Riccioli den römischen Fuß zu 11 Zoll $1\frac{2}{3}$ Linien annimmt also ungefähr 3 Linien größer. Der, den wir hier bestimmen, stimmt mit dem überein, der den Namen von Lucas Petus führt, und auf einem im Kapitolium aufbewahrten Fuße gemessen worden ist. Dieser Fuß ist auch zu Rom von H. Folles gemessen worden, der ihn 966 Theile des englischen in 1000 Theile getheilten Fußes gefunden hat d); und wegen des Verhältnisses 107 zu 114 beträgt dieß 10 Zoll 10, 3 Linien unsers Fußes. Man glaubt, daß die Elle das Vierfache des römischen Fußes sei. Die Herrn Helot und Camus haben Untersuchungen angestellt, die Größe der Krämerelle, der ältesten und am besten erhaltenen auszumachen; sie haben sie zu drei Fuß 7 Zoll 10 Linien $\frac{4}{5}$ gefunden e); daraus ergiebt sich das Viertel dieser Elle zu 10 Zoll 11, 70 Linien.

Heron erzählt in seinem Buche von den Maßen, daß der philetärische Fuß 16 Fingerbreiten halte, wovon der italienische Fuß nur $13\frac{1}{3}$ ausmacht f); diese beiden Fuß verhalten sich daher wie 6 zu 5. Wenn also Herodot sagt, daß die Stadie 600 Fuß hält, so ergiebt sich daraus der philetäri-

a) Herodot. Lib. II.
b) Freret, Mem. de l'Acad. des Inscript. T. XXIV, p. 447.
c) Ruines de la Grece.
d) Philosophical Transact. 1736 No. 442.
e) Mem. Acad. des Sc. 1746 p. 107
f) Traité des mesures de M. Auzout. Mem. Acad. Scienc. T. VII, p. 316.

sche Fuß von 107 Toisen 4 Fuß 11 Zoll; dieß ist ohne Zweifel die Stadie wovon Hesychius redet, wenn er sagt, daß ihrer 7 auf die römische Meile gingen. Unsrer Meinung nach ist dieser Fuß von dem Fuße, der sich aus dem Kubitus von Kairo ergiebt zu wenig verschieden, und stimmt diese Stadie zu sehr mit den großen alexandrinischen überein, als daß sie nicht dieselbe seyn sollte; und versteht man unter dem italienischen Fuße von Hero den griechischen Fuß von 11, 38 Zoll, der sehr wohl in Italien in Gebrauch gewesen seyn kann, so ist dieß ganz etwas anders. Der philetärische Fuß, der um ein Fünftel größer ist, beträgt dann 13, 652 Zoll und der Kubitus, wovon dieser Fuß $\frac{2}{3}$ ausmacht, 20, 478 Zoll dem Kubitus von Kairo zu nahe als daß er nicht offenbar derselbe seyn solle.

Leitet man daher aus dem Kubitus von Kairo den philetärischen, griechischen und römischen Fuß nach ihren Verhältnissen ab, so erhält man;

den Kubitus von Kairo von	20, 544 Z. oder	20 Z.	6, 528 L.
den phileter. Fuß, der davon $\frac{2}{3}$ ist	13, 696,	13	8, 352
den griechis. Fuß, um $\frac{1}{6}$ kleiner	11, 413,	11	4, 956
den römisch. Fuß, um $\frac{1}{25}$ kleiner	10, 956,	10	11, 486

Man sieht daraus, daß der griechische Fuß nur um $\frac{2}{5}$ Linien von dem von H. le Roy gemessenen abweicht, und der römische Fuß nur um $\frac{9}{10}$ Linien von dem Fuße des Kapitoliums, und nur um $\frac{1}{5}$ Linie von dem, der sich aus der Krämerelle ergiebt, verschieden ist. Die verschiedenen Messungen des römischen Fußes stimmen bei weitem so gut nicht mit einander überein, als unsere Bestimmung mit den besten von diesen Messungen, weil Riccioli um 3 Linien von dem Lucas Petus Fuße abweicht.

§. 9.

Es ist nicht zu verwundern, daß diese griechischen und römischen Maßen von asiatischen abgeleiten sind; alles beweiset den Einfluß Asiens auf Europa. Man führt noch einen Drusus an, der bei den Römern in Gebrauche war und $13\frac{1}{2}$ Zoll des römischen Fußes betrug a). Dieß Verhältniß von 27 zu 14 zeigt offenbar an, daß diese beiden Fuß von den gewöhnlichen Kubitus und den babylonischen Kubitus des Herodots oder von dem schwarzen Kubitus der Araber wovon der eine 24 und der andere 27 Fingerbreiten betrug,

a) Mem. Acad. Inſc. T. XXIV, p. 449.

herrühren. Heron führt eine aus 3000 Kubitus bestehende Meile an, wie die, welche ein Drittel von der persischen Parasange ausmacht, und wovon wir geredet haben a). Enthält unsre Lieue und besonders die englische nicht eben so wie die Parasange drei Meilen? Man findet in Italien die Florentinische Brasse, die zur Längenmaße gebraucht wird, und 20 Zoll 3 Linien unsers königlichen Fußes beträgt b); unmöglich kann man darin den großen um drei Linien veränderten Kubitus verkennen. Ohne Zweifel ist sie aus Aegypten dahin gekommen; aber die Spuren ihres babylonischen Ursprungs haben sich erhalten; denn die florentinische Meile enthält noch genau 3000 dieser Kubitus.

§. 10.

Was die von Herodot gegebnen Maße betrifft, wovon wir weiter oben geredet haben, so muß man offenbar, um sie mit diesen hier zu vereinigen, einen kleinern F. und Kubitus annehmen; denn Herodot läßt seinen Kubitus aus sechs Palmen bestehen, dahingegen der große Kubitus deren acht enthält. Der Kubitus von Herodot, der aus sechs Palmen oder vier und zwanzig Fingerbreiten bestand, war also $\frac{3}{4}$ von dieser. Dieser Vermuthung zufolge, die in mehrerer Rücksicht streng genommen keine Vermuthung ist, wollen wir diesen Kubitus zu 15, 408 Zoll festsetzen; und daraus ergiebt sich:

Die Palme von			2, 568 Zoll
Der Fuß			10, 272
Der Schritt		5 F.	1, 632
Das Plethron	14 T.	1	7, 200
Die Stadie	85	3	7, 200

Die Stadie ist der schon oben gefundenen gleich. Es ist zu bemerken, daß der Schritt von 5 F. 1 Z. 632 L. ungefähr mit unserm geometrischen Schritte übereinstimmt, ferner, daß die Plethre genau 50 große Kubitus enthält; und daraus folgt, daß man, da die Meile immer aus 1000 Schritten bestand, und 1000 dieser Schritte genau 856 Toisen ausmachen, die babylonische Meile wiederfindet. Die Meile scheint in Griechenland bekannt gewesen zu seyn; man spricht von einer griechischen Meile, die aus 10 Stadien bestand c). Diese Meile hat zu viel Aehnlichkeit mit der Babylonischen, welche

a) 4ter Abschn. §. 3.
b) Voyage de M. Cassini en Italie, Mem. Acad. Scienc. T. VII, p. 23.
c) Riccioli, Geogr. reform. p. 35. Memoires de l'Acad. des Inscr. T. XIX, p. 570.

genau 10 Stadien von 85 Toisen 3 Fuß 7 Zoll enthielt, als daß sie nicht dieselbe seyn sollte. Die römische Meile war kleiner, und hatte nur 756 Toisen; aber dieß rührt daher, weil die Römer ohne Zweifel von der griechischen Stadie von $94\frac{833}{1000}$ Toisen Gebrauch machten; sie rechneten deren 8 auf die Meile dieß beträgt 756 Toisen.

§. 11.

Moses von Korema, den H. d'Anville a) anführt, sagt, daß die Stadie Vetavan genannt aus hundert Schritten jeder Schritt aus 6 Fuß und der Fuß aus 6 Fingerbreiten besteht; daß aber die Stadie der Stadien 143 Schritte betrage. Sieben von diesen Stadien machen die Meile, deren drei auf die Parasange gehen. Man bemerkt hier wieder eine neue Stadie. Geht man von der Parasange aus, die wir zu 2568 Toisen bestimmt haben b), so findet man, daß die Stadie von 143 Schritten 122 T. 1 F. 8,56 Z beträgt, welche durch 143 Schritte oder genauer durch $142\frac{6}{7}$ Schritte getheilt, den Schritt zu 5 F. 1,632 Z. und den F. zu 10,272 Z. giebt, der die Hälfte des Kubitus ausmacht, und genau mit dem Fuße übereinstimmt, der sich aus den von Herodot gegebenen Verhältnissen ergiebt. Wir glauben jedoch, daß diese Stadie von 122 Toisen nur durch irgend einen Irrthum auf den siebenten Theil der Meile oder auf den ein und zwanzigsten Theil der Parasange geschätzt worden ist; denn derselbe Schriftsteller Moses von Korema bemerkt, daß der Grad 500 Stadien hielt, deren jede wie wir bewiesen haben, aus 114 Toisen bestand; und wir sehen keinen Grund, warum er hier eine verschiedene Stadie, die man nirgends findet, gebrauchen sollte. Was die Stadie von 100 Schritten betrifft, so beträgt sie 85 Toisen 3 Fuß 7,2 Zoll, und ist völlig der von uns bestimmten ähnlich.

§. 12.

Wir wollen jetzt den Werth einiger von diesen Maßen in den Dimensionen der großen ägyptischen Pyramide zu finden suchen. Gemelli hat die Größe dieser Pyramide zu 682 pariser Fuß gefunden; eben so Monconis und H. von Nointel c); H. von Chazelles zus 690 Fuß. Freilich scheint diese Messung, so wie es in seinem Register ausgedrückt ist, nicht sehr positiv zu seyn d): er zeigt eine Reduktion wegen der Ungleichheit des Bodens an, der die Meßschnur in

a) Ibid. T. XXXI, p. 292. b) 1 B. 4 B. §. 3.
c) Mem. Acad. Inscr. T. XXIV, p. 461.
d) Mem. Acad. Sc. 1761. p. 160.

seiner Mitte erhob; und daher zieht H. Cassini 10 Fuß ab a), woraus erhellet, daß die Länge von 682 Fuß sich nicht von der Wahrheit entfernt, und man sieht nicht ein, warum H. Freret mehrern mit einander übereinstimmenden Messungen, die von Greaves, welche vermittelst Winkel angestellt ist und 30 Fuß abweicht, vorgezogen hat.

Nach Herodot ist die große Pyramide 800 Fuß breit b); Strabo giebt ihr nur 600 c). Nimmt man an daß 682 pariser F. 800 F. von Herodot gleich sind, so findet man den F. zu 10, 230 Zoll, der nur um $\frac{4}{100}$ Zoll von dem oben d) gefundenen verschieden ist. Daraus ergiebt sich für die ganze Größe nur ein Unterschied von 33 Zoll; so daß wenn man die Breite der Basis der Pyramide zu 684 F. 9 Z. 6 L. annimmt, was nach der Messung von Chazelles sehr möglich ist, man denselben F. von Herodot wiederfindet, den wir schon bestimmt haben. Nimmt man an, daß die 600 F. welche Strabo dieser Basis giebt, philetärische F. von 13, 696 Z. sind, so hat man ebenfalls genau nach der Messung von Strabo, 684 F. 9 Z. 6 L. Diodor von Sicilien giebt derselben Basis 700 F. e); allein diese F., die von 11, 739 Z. seyn würden, sind uns gänzlich unbekannt. Sehr wahrscheinlich sind dieß, wie H. le Roy vermuthet f) griechische F.; 700 griechische F. von 11, 413 Zoll, wie wir sie so eben bestimmt haben, machen 7989 Z.; 684 F. 9 Z. betragen 8217 Z.; also nur ein geringer Unterschied von 228 Z. oder 19 F.; Um Diodor von Sicilien mit Strabo und Herodot übereinstimmen zu lassen, darf man auch annehmen, daß Strabo das wahre Maß, so wie es in dem Lande bekannt und dem Herodot gegeben war, angegeben, und daß Diodor, die schon im Sande begrabene und folglich verkürzte Basis, selbst gemessen hat.

Wenn ein arabischer, von Greaves angeführter g), Schriftsteller der Pyramide hundert königliche Kubitus giebt, so irrt er offenbar; denn 100 der größten Kubitus machen nur den dritten Theil der Breite dieser Pyramide aus; dividirt man aber 684 F. 9 Z. 6 L. mit hundert, so erhält man 82, 176 Z., die genau vier Kubitus von 20, 544 Zoll machen.

a) Ibid. 1702, p. 20.
b) Herodotus, Lib. II.
c) Strabo, Geog. Lib. 17
d) Oben 3 B. §. 10.
e) Diodorus, Lib. I, §. 15
f) Ruines de la Grece, p. 52.
g) M. d'Anville mesures itineraires, p. 26.

Er hat sich also bei der Schätzung dieser Pyramide auf Schritte oder vielmehr auf ein Maß von 6 F. 10, 176 Z. bezogen, das aus vier großen Kubitus bestand und mit dem geometrischen von Herodot erwähnten Schritte von vier gewöhnlichen Kubitus übereinstimmte.

§. 13.

Wir haben die Parasange zu 2568 Toisen und den Schönus zu 5136 Toisen bestimmt. Beide waren auf gleiche Weise in Asien und Aegypten im Gebrauche. Von Asien, und Persien sagt es Plinius ausdrücklich a); in Aegypten, bediente man sich wie uns Herodot erzählt, des Schönus; und Ptolemäus b) bestimmt den Schönus von der wir Grund haben zu glauben, daß er unter diesen Namen die Parasange verstand, zu 30 Stadien. Es ist zu bemerken, daß Cajcabad, der erste König der Dynastie der Cajanier, einer so alten Dynastie, daß sie unmittelbar auf die der Prishdadier folgte, und sich in dem Alterthume und in den fabelhaften Zeiten verlor, derjenige ist, auf dessen Befehl die Heerstraßen in Persien von 4000 zu 4000 Schritte abgetheilt wurden c). Man fügt hinzu, daß der Schritt in drei F. eingetheilt sei; 12000 dieser F. machte eine Parasange d); und da sie 9000 große Kubitus enthielt, so folgt, daß dieser F. drei Viertel dieses großen Kubitus war. Wir finden also auch hier den gewöhnlichen Kubitus wieder, der drei Viertel des königlichen Kubitus betrug: dieß beweiset das hohe Alterthum der Kubitus und ihres Verhältnisses in Asien, wie es H. Freret in Aegypten bewiesen hat.

H. d'Anville schätzt die Parasange ungefähr zu 2280 Toisen e), und die Schöne zu 3024 Toisen f). Unsere Bestimmungen kommen nicht mit den Bestimmungen unsers Geographen überein. Man hat gesehen, worauf sie gegründet sind. Wir fügen jetzt einige neue Bemerkungen hinzu und unterwerfen unsre Konjekturen der Einsicht des H. d'Anville.

Die Parasange wurde von den Juden nach der Gefangenschaft aus Babylon zurückgebracht; sie nannten sie Parsech. Sie sagten, daß die Meile eine Viertelparasange sei, und da ihre Meile auf 569 Toisen oder 571 Toisen geschätzt wird, so bestimmte H. d'Anville daraus die Parasange ungefähr zu 2280 Toisen.

a) Lib. VI. b) Geog. Lib. I. c. 11 et 12.
c) Herbelot, biblioth. orient. p. 239.
d) Ibid. p. 992.
e) M. d'Anville, Mesures itineraires, p. 95
f) Ibid. p. 96.

Der Sabbathweg oder der Raum, der den Juden am Sabbath zum Spazierengehn erlaubt war, und zu 2000 Kubitus geschätzt wird, wird auch von Sankt Epiphanes zu 6 Stadien bestimmt. 2000 Kubitus von 20, 544 Zoll, machen 41080 Zoll, welche durch 6 dividirt für diese Stadie 6848 Z. oder 95 T. 0 F. 8 Z. geben, man erkennt offenbar hier die griechische Stadie wieder.

§. 14.

Die Meile von 2000 hebräischen Kubitus beträgt folglich 570 Toisen 4 F., und aus dieser Meile hat H. d'Anville die Parasange hergeleitet. Aber wir werden bemerken, daß zufolge verschiedener Schriftsteller die Parasange $22\frac{1}{2}$ Stadien betrug; so bestimmte sie Alikhogius, weil er dem Grade $22\frac{1}{2}$ Parasangen giebt; Kämpfer giebt sie eben so in seinem Werke Amoenitates exoticae a) an. Diese Schätzung kömmt wieder auf die ptolemäische, von 500 Stadien für den Grad, zurück, und zeigt, daß die Stadien, welche die Parasangen ausmachten, große alexandrinische Stadien waren. Die Perser, welche in diesem Punkte Glauben verdienen, berichten uns, daß die Parasange aus drei Meilen bestehe; und wenn sie die Hebräer auf vier Meilen geschätzt haben, so haben sie offenbar eine kleinere Meile verstanden, als die, welche ein Drittel von der Parasange ausmacht und die wir bestimmt haben b). Da die Parasange 2568 Toisen betrug, so hielt die hebräische Meile, welche ein Viertel davon ist, 642 Toisen. Wir finden an einem andern Orte eine andere Anzeige von dieser Meile. Albategnius sagt, daß der Grad 85 Meilen halte; man kann sich darüber wundern, da es gewiß ist, daß, nach den Persern, der Grad $66\frac{2}{3}$ und nach den Arabern $56\frac{2}{3}$ Meilen enthielt. Woher hatte also Albategnius diese Schätzung genommen? Wir haben den von den Arabern gemeßnen Grad zu 54563 Toisen bestimmt d). Die persische Meile betrug $7\frac{1}{2}$ alexandrinische Stadien. Wahrscheinlich gab es mehrere Arten von Meilen die in Absicht der Zahl den Stadien ähnlich, dem Werthe dieser Stadien nach, aber verschieden waren; oder vielleicht hat auch Albategnius, der sich der Stadie von 85 T. 3 F. 7, 2 Z. bedient, der Meile $7\frac{1}{2}$ Stadien gegeben hat, die grade 642 Toisen ausmachen: 85 Meilen dieser Art machen eine um 7 Toisen von dem durch die Araber gemeßnen Grade verschiedene Summe von 54570 Toisen. Dieß bestätigt vorzüglich so wohl die Schätzung, die wir von diesem

a) Ibid. b) 1 Band 4 Buch §. 3.
c) De scientia stellarum, c. 6.
d) 1 B. 6 Abschn. §. 9. u. unten 2te Buch §. 5.

Maße gemacht haben, als auch die Existenz der Meile, welche wir hier bestimmen.

§. 15.

Der Sabbathweg von 2000 große Kubitus führt uns auf den Ursprung der griechischen Stadie, und giebt uns das Mittel an die Hand, sie an die orientalischen Maße anzuschließen. Die alte oder persische Meile hielt 3000 Kubitus und ist auf 2000 Kubitus reduzirt worden, ohne daß man sagen kann zu welcher Zeit oder durch welches Volk. Sie findet sich so bei den Juden, und wahrscheinlich war die Reduktion ihr Werk. Diese Länge, in sechs Theile getheilt, giebt eine Stadie von 95,222 Toisen oder von 95 Toisen 0 F. 8 Zoll. Die griechische Stadie, welche aus 600 F. besteht, die denen von le Roy gemessenen gleich sind, beträgt nur 94, 833 Toisen; läßt man sie aber aus 600 griechischen oder aus 625 römischen F. bestehen, die mit denen, welche nie aus ihrem Verhältnisse zum Kubitus hergeleitet haben, übereinstimmen, beträgt sie 95 T. 0 F. 8 Z. Diese Stadie ist also völlig der gleich, welche den sechsten Theil der römischen Meile ausmachte; und vergleicht man sie sogar mit der von le Roy bestimmten Stadie von 94, 833 T. oder 94 T. 5 F. so findet sich nur ein Unterschied von 20 Z., der aus dem Unterschied des F. entspringt, welchen le Roy dabei zum Grunde gelegt hat. Zwei Stadien, die nur um 20 Zoll von einander verschieden sind, und zwei F. die nur um $\frac{3}{100}$ Z. von einander abweichen, scheinen offenbar dieselben zu seyn, und nur durch die Zeit und den Gebrauch eime geringe Veränderung gelitten zu haben

§. 16.

Was die Schöne betrifft, die wir zu 5136 T. bestimmt haben und die H. d'Anville ungefähr auf 3024 schätzt, so ist zu bemerken, daß Herodot an derselben Stelle wo er anführt, daß die Parasange 30 Stadien enthielte, gleich darauf sagt, die Schöne bestehe aus 60 Stadien. Daraus erhellt, daß er dieselbe Art Stadie meint, und den Schönus doppelt so groß annimmt, als die Parasange. Da aber an einem andern Orte bewiesen worden ist, daß die Stadien, aus welchen die Parasange bestand, 85 T. 3 F. ꝛc. hielt, so ergiebt sich, daß die Schöne, die aus denselbigen Stadien zusammengesetzt war, aus 5136 Toisen bestand. Man könnte freilich aus gewissen geographischen Maßen, die H. d'Anville mit seinem bekanntem Scharfsinne untersucht, vermuthen, daß, da das Wesentliche der Schöne darin besteht, daß sie 60 Stadien enthält, es eine geben könne, die 60 kleine Stadien von

51 T. enthielte; was ungefähr eine Länge von 3080 T. ausmachen würden.

§. 17.

Diese Maße scheinen in Asien allgemein oder wenigstens, der große Kubitus, der die einzige Quelle davon ist, entweder an und für sich oder durch seine Bestandtheile bei den meisten Völkern dieses Welttheils bekannt gewesen zu seyn.

Thevenot sagt, daß zwischen Agra und Delhi 69 bis 70 kleine Thürme wären; diese Thürme theilen den Zwischenraum in indische Maße ab. Dieser Gebrauch, die Länge der Wege durch Säulen oder durch Steine abzutheilen, ist sehr alt und steigt bis in die fabelhaften Zeiten Asiens hinauf a) Tavernier zählt 68 Koß zwischen Agra und Delhi, aber offenbar ist jeder Koß durch einem Thurm angezeigt und man muß deren 70 zählen. Diese Länge ist von H. d'Anville auf 90000 Toisen geschätzt worden. Jeder Koß beträgt also 1285$\frac{4}{7}$ Toisen, folglich grade die Hälfte von der Parasange von 2568 Toisen. Auch sagt Pietro della Valle, ein genauer Reisebeschreiber ausdrücklich, daß der Koß eine halbe Parasange sei b)

Die Indier haben noch ein andres Maß, was sie Gau nennen. Man rechnet zwischen Surate und Goa 61. H. d'Anville schätzt den Unterschied der Breite dieser beiden Städte auf 5$\frac{1}{2}$ Grad, bei einem geringen Unterschiede in der Länge 5$\frac{1}{2}$ Grad machen, wenn man 57000 Toisen auf einen Grad rechnet, 313500 Toisen, die durch 61 getheilt, für jede Gau 5139 Toisen oder die doppelte Parasange, d. ist. den großen ägyptischen Schönus geben. Auch sagt Pietro della Valle, daß der Gau auf 4 Koß bestehe c). Wir finden also in Indien die Parasange und den Schönus wieder, die in Persien nnd in Aegypten im Gebrauche waren, und glauben daraus schliessen zu können, daß die alten Maße allgemein bestimmt gewesen sind. Bemerkt man auch darin Veränderungen und geringe Unterschiede, so wäre es nicht zu verwundern, wenn einige von diesen Maßen durch den Gbrauch verändert wären.

§. 18.

In China scheinen die Maße sehr von denen verschieden zu seyn, die uns so eben beschäftigt haben; indeß findet man doch die Eintheilung in Fingerbreiten daselbst und wir haben darin einige Sonderbarkeiten bemerkt, die wir uns an-

a) Herbelot, Bibliot. orient. p. 239.
b) M. d'Anville, Mes. itin. p. 148.
c) Ibid. p. 151.

zuführen erlauben, ohne einen Schluß daraus zu ziehen und sie für etwas mehr als Sonderbarkeiten ausgeben zu wollen.

Die Chineser haben einen Kubitus, der ursprünglich in acht und nachher in zehn Fingerbreiten eingetheilt wurde. Der Schritt enthält sechs von diesen Kubitus und der Ly 300 Schritte oder 1800 Kubitus.

Aus einer alten geographischen Entfernung, die vor unserer Zeitrechnung ist gemessen worden, schließt H. d'Anville, daß der Grad 445 Ly's enthalten müsse.

Er führt eine Vergleichung der Parasange mit dem Ly an, nach welcher 16 Ly auf eine Parasange gehen.

Er erwähnt ferner dreier Gradmessungen, woraus sich ergiebt, daß der Grad 342, 8; 337, 7 oder 336, 1 Ly beträgt. H. d'Aville fügt noch hinzu, daß nach einer alten Tradition der Grad 250 Lys enthielte a).

Endlich giebt er das Maß von mehrern chinesischen Füßen, die um nicht mehr als eine Linie verschieden sind, und wovon einer auf einem Aichmaße genommen, das der P. Parrennie an H. von Mairan schickte 11 Z. 10, 4 L. hält b).

§. 19.

Unstreitig haben die Chineser in verschiedenen Zeiten oder vielleicht in derselben Zeit verschiedene Ly gehabt. Da der Ly immer aus 300 Schritten und 1800 Kubitus oder Fuß bestand; so erhellt, daß die Veränderungen des Ly von den Veränderungen des Kubitus herrühren.

Wir haben bemerkt, daß dieser Kubitus der aus acht Fingerbreiten bestand eine sehr merkwürdige Aehnlichkeit mit dem Kubitus von 32 Fingerbreiten, der in Persien und in Aegypten im Gebrauche war; verräth. Er scheint ein Viertel davon zu seyn. Da also der ägyptische oder persische Kubitus 20, 544 Zoll hielt, so wollen wir den chinesischen zu 5, 136 annehmen.

1) Der Ly von 1800 Kubitus ergiebt sich aus 128, 4 Toisen, und der Grad von 57072 Toisen enthält deren $444\frac{1}{2}$, genau so, wie ihn H. d'Anville geschätzt hat. Dieß scheint uns ein starker Beweis zu seyn, nicht nur von der Aehnlichkeit, die wir zwischen dem Kubitus von Kairo oder Babylon oder dem alten chinesischen Kubitus annehmen, sondern auch von dem Werthe, den wir den alten chinesischen Ly beilegen. Ein

a) Souciet, Observations faites aux Indes et à la Chine, Tome II, p. 78.
b) d'Anville, Mes. itin. Sect. XIII.

Ein anderes Faktum wird uns eine Wahrscheinlichkeit mehr geben; man citirt eine Schätzung des Schönus von Eratosthenes auf 40 Stadien a). Der Schönus enthielt 60 Stadien und die Parasange 30; man muß also nothwendig annehmen, daß wenn Eratosthenes die wirklich große Schöne gemeint hat, die 40 Stadien, woraus er sie bestehen läßt, den 90, welche ihr Herodot gab, gleich waren, und daß sich folglich diese Stadien wie drei zu zwei verhielten. Die Stadie welche sich daraus ergiebt findet man weder in Griechenland noch in Persien wieder; aber sehr merkwürdig ist, daß ihr Werth von 128, 4 Toisen genau der Werth des Ly ist, der in den ältesten Zeiten in China gebraucht wurde.

2) Nimmt man an, daß die Chineser in der Folge ihren Fuß vergrößerten, indem sie ihm zehn Fingerbreiten gaben, und ihn bis auf 6, 420 Zoll brachten, so hält der Ly 160, 5 T. und weil 16 Ly so viel sind als eine Parasange, so schließt man daraus die Parasange von 2568 Toisen, grade so wie wir sie bestimmt haben. Der P. Gaubil b) sagt, daß die Länge des Schattens in den Sommersolstitien zu Lojang 1 F. 5 Z. 8 L. und zu Nankin 1 F. 1 Z. 7 L. war. Der Chineser Schätzung zufolge entsprach 1 Z. 250 L.; die Entfernung der beiden Städte war also 1025 Ly. Berechnet man aber die Sonnenhöhen, so findet man den Unterschied der Breite zu 2° 51′; dieß macht, weil 57072 T. auf einen Grad gehn, 162655 T.; 1025 Ly von 160, 5 T. werden 164512 T. geben, was nicht sehr verschieden ist; diese Schätzung fält in das Jahr 521 vor unsrer Zeitrechnung.

3) Hatten die Chineser bei der Bestimmung ihres F. von 8 Fingerbreiten die Absicht ihm ein genaues Verhältniß zum alten Kubitus zu geben, so haben sie gewiß bemerkt, daß ihr F. von zehn Fingerbreiten, dieß Verhältniß nicht behielt, oder wenigstens, daß er nicht mehr ein aliquoter Theil dieses Kubitus war, und vielleicht haben sie ihn um zwei Drittel Fingerbreiten größer gemacht, damit er ein Drittel des Kubitus von 32 Fingerbreiten wurde. Alsdann war der Fuß 6, 848 Z. und der Ly, deren 333⅓ auf 1° gehen, 171, 2 T. lang. Dieß entfernt sich nur um einige Ly von den drei von H. d'Anville citirten und um das Jahr 700 unsrer Zeitrechnung ausgeführten Messungen. Allein folgendes ist noch genauer. Der P. Gaubil c) sagt, daß man im Jahre 1001 unsrer Zeitrechnung 1000 Ly auf 3° Breite rechnete; dieß war für jeden

a) Memoires de l'Academie des Inscr. T. XXVI, p. 91.
b) Observations faites aux Indes et à la Chine. T. II, p. 54.
c) Ibid. p. 97.

Grad $333\frac{1}{3}$. Der Ly betrug also 171, 2 T. und war genau dem gleich, der sich aus dem Werthe des von uns angenommenen Fußes ergiebt.

4) Nimmt man an, daß sie bei fortgesetzter Vergrößerung ihres F. densel. als die Hälfte des schwarzen oder babylonischen K. und zu $13\frac{1}{2}$ Fingerbr. bestimmt haben, so beträgt der F. 8, 667 Z., der Ly $216\frac{2}{3}$ T., und der Grad enthält 263 derselben. Man sagt, ohne die Zeit anzugeben, daß dieser Grad 250 Ly enthielt; der Unterschied von 13 Ly, in dieser Tradition ist sehr möglich und wahrscheinlich.

5) Zieht man endlich diesen letzten F. von 8, 667 Z. von dem Kubitus von 20, 544 Z. ab, so bleiben 11, 877 Z. oder 11 Z. 10, 5 L., also auf ein $\frac{1}{10}$ noch derselbe, der jetzt in China im Gebrauche ist. Wir sind zwar weit entfernt zu behaupten, daß die Chineser bei den Veränderungen und der Schätzung ihres Fußes so verfahren sind, indeß hielten wir diese Verhältnisse einiger Aufmerksamkeit würdig.

Wir wollen noch ein Faktum anführen, das diesen Konjekturen mehrern Werth geben, und die chinesischen Maße mit den babylonischen und denen von ganz Asien deutlicher verbinden kann. Die Verhältnisse, die nimmer zwischen den Chinesern und Tartaren statt gefunden haben, sind bekannt; die gegründetste und am wenigsten hypothetische Meinung ist die, daß die Chineser davon abstammen, wenn man die scytischen und andern Völker die das nördliche Asien bewohnt haben, Tartaren nennt. Carpin, der im Jahre 1253 von dem Pabste nach der Tartarei geschickt wurde, berichtet, daß die Pfeile der Tartarn zwei F., eine Palme und zwei Fingerbreiten lang wären; dieß sind ihre Maße deren er sich bedient; er schätzt sie, indem er sagt, daß zwölf Gerstenkörner auf einen Z. oder eine Fingerbreite gehn und sechszehn Z. auf einen F. *). Nun gehn in den babylonischen und arabischen Maßen nur sechs Gerstenkörner auf die Fingerbreite a); daraus ergiebt sich also, daß die sechszehn Fingerbreiten des tartarischen F. so viel sind, wie die 32 Fingerbreiten des großen babylonischen Kubitus. Man wird sich weniger über die Aehnlichkeit der chinesischen Maßen mit diesem Kubitus wundern, wenn man denselben in der Tartarei in einem Zwischenlande, mit welchen China immer am meisten in Verbindung gestanden ist, angeführt findet. Der große babylonische Kubitus enthielt acht Palmen, jeder von vier Fingerbreiten; und der tartarische dessen Fingerbreiten doppelt so groß waren, bestand ohne Zwei-

*) Voyage de Carpin en Tartarie, edit. 1634, p. 366.
a) Oben p 508

fel nur aus vier. Der alte chinesische Kubitus war nur diese Palme, die so viel als vier tartarische Fingerbreiten, aber acht babylonische betrug.

Eine sonderbare Uebereinstimmung dürfen wir nicht vergessen, nämlich daß die Chineser einen Acker haben um ihre Ländereien zu messen und die kaiserlichen Taxen zu reguliren, dieser Acker enthält 100 Quadratschritt jeder von 18 F. a). Man bemerkt sogleich die Aehnlichkeit mit unserm Acker (arpent) der aus hundert Quadratruthen (perches) besteht, jede von 18 F. Selbst unsre Ruthe von 18 F. scheint ursprünglich aus zehn großen Kubitus bestanden zu haben, welche 205,440 Z. ausmachten oder genau 18 griechische F. Wenn unsre Ruthe sich verändert hat, so wird sie ihren Werth von 18 F. beibehalten und ihn durch die Vermehrung des F. auf 216 Z. gebracht haben.

§. 20.

Diese Zusammenstellung unsrer Ruthe mit dem Kubitus scheint ein altes Maß von zehn großen Kubitus anzuzeigen. Golius führt zwei Maßen an, die in Babylon im Gebrauch waren, das eine hieß die Kanne von 6 Kubitus, das andere, welches der persische Schönus genannt wurde, war von 60 Kubitus. Unsre Ruthe konnte also ein Zwischenmaß zwischen der Kanne und dem persischen Schönus seyn. Es scheinen einige Spuren davon in einer von Scaliger angeführten Thatsache c) zu liegen. Die sehr alten Aegypter hatten, ihm zufolge, eine Eintheilung des Umfangs des Thierkreises in 7704000 Stadien, jedes Zeichens in 642000 und des Grades in 21400. Er citirt den Julius Firmicus, welcher ausdrücklich sagt d), daß jeder Theil eines Zeichens 21040 Stadien hat; aber Scaliger glaubt mit Recht, daß man 21400 lessen müsse. Wir sind sehr geneigt, zu glauben, daß diese vermeinten Stadien nur einige Kreiseintheilungen sind, wie die Eintheilungen in Zehntel Sekunden es seyn würden; denn der Umfang würde deren 7776000, das Zeichen 648000 und der Grad 21600 enthalten; so daß wenn man geringe Fehler annimmt, man die Zahlen von Scaliger auf unsre Idee zurückführen könnte. Wären es aber Stadien und mäßen sie den Umfang der Erdekliptik, d. h. die Größe eines größten Kreises oder den Umfang der Erde, so müßten diese Stadien sehr klein sein: wir würden sie auf 10 Kubitus oder den sechs-

a) Histoire gén. des voy. T. XXIII.
b) Golius ad Alfergan p. 74.
c) Noten zu Manilius, p. 220
d) Iulius Firmicus, Lib. VIII.

ten Theil des Schönus schätzen. Dieß Maß das 2 T. 5 F. 1,44 Zoll gleich ist, würde wegen der 21400, den Grad auf 60927 T. geben, also wenig von dem verschieden seyn, welchen ehemals die Chaldäer nach einer sehr rohen Schätzung des menschlichen Schrittes bestimmt hatten. Wir würden also hier ein kleines Maß von 10 Kubitus finden das uneigentlich Stadie genannt, aber durchaus unsrer Ruthe von 18 F. gleich wäre, wovon sie das Muster gewesen seyn würde.

§. 21.

H. Freret hat versucht den Werth des arabischen Kubitus auf dem Aichmaße eines Maßes Schah-arschin genannt, auf dem persischen Kubitus, oder dem Kubitus des Königs von Persien wieder zu finden. Er hat ihn zu 2 F. 5 Z. 7 L. gefunden; nachher bestimmte er aus den von Ebn Marouphi in Kubitus und von G. Grelot in Toisen gegebnen Dimensionen der S. Sophienkirche in Konstantinopel den Kubitus des Ebn Marouphi zu 2 Fuß 5 Zoll 7, 2 Linien a).

H. d'Anville, der sich ebenfalls auf die Dimensionen der S. Sophienkirche gründet, findet diesen Kubitus zu 2 F. 3 Z. 9 L. b). Dieser Unterschied in den Resultaten zweier geschickter Männer ist ein Beweis, daß sich nach diesen gegebnen Größen nichts gewisses bestimmen läßt. Wir können den Schaharshin und den von Ebn Marouphi gebrauchten Kubitus nicht; aber wir bemerken, daß bei mehrern Gelegenheiten ohne Zweifel aus Unwissenheit der Autoren, die Elle mit dem Kubitus ist verwechselt worden. Wie groß auch der Kubitus des Ebn Marouphi seyn mag, so erhellt so viel, daß man daraus nichts gegen die von uns bestimmten schliessen kann. Unsre drei Kubitus haben mit diesem nichts gemein; sie stehen ungefähr in den Verhältnissen der menschlichen Statur. Die von Ebn Marouphi ist fast um die Hälfte über diese Verhältnisse; sie hat also nie nach der Länge des Vorderarms eingerichtet seyn können und den Namen des Kubitus nur durch Mißbrauch des Worts erhalten. Man bedient sich in Persien zweier verschiedner Ellen, einer von 2 F. 10 Z. 11 L. und einer andern von 1 F. 11 Z. 3 L. c). Der Schaharshin ist vielleicht ein Maß dieser Art, das aus uns unbekannten Gründen verändert oder modifizirt ist. Wir wollen nur bemerken daß die größte von den beiden Ellen, wovon wir so eben gesprochen haben, auf 3 L. nach der doppelte schwarze

a) Mem. Acad. des Inscrip. T. XXIV, p. 540.
b) Mes. itin. p. 17.
c) Encyclopédie, article aure oder gueze.

Kubitus von 27 Fingerbreiten ist, denn da dieser Kubitus 17 334 Zoll macht, so beträgt der doppelte 34, 668 oder 2 F. 10 Z. 8. L.

§. 22.

Um das, was wir so eben gesagt haben kurz zu wiederholen, so sieht man, daß der große Kubitus von 20, 544 Z. bestimmt ist: 1) nach der genauen Messung des Nilomeders von Kairo, 2) nach der Identität der beiden von den Persern und von Ptolemäus erwähnten Erdmessungen. Bei der Ableitung des philetärischen, griechischen und römischen F. verband man, wie wir gesehen haben, ihr Verhältniß mit den von Herodot, Strabo und Diodor von Sicilien angeführten Dimensionen der großen Pyramide.

Der schwarze Kubitus, den die Araber bei der Gradmessung gebrauchten, und der sich zum großen Kubitus wie 27 zu 32 verhielt, gab uns eine Schätzung dieses Grades, der die ziemlich verschiednen Erzählungen des Alfergan, Abulfeda und Albadegnius sehr glücklich vereinigt. Eben so wurde die neue Bestimmung der Parasange durch die indischen und durch gewisse Verhältnisse mit den chinesischen Maßen verbundnen Maße bestätigt. Mit einem Worte die Menge dieser Beweise, der Zusammenhang und die Verhältnisse aller alten Maße, wovon wir jetzt eine Tabelle geben wollen, scheinen uns die Genauigkeit unserer Schätzung des großen Kubitus und seinen Einfluß auf die übrigen Maße, die sich auf denselben gründen, bis zur Demonstration zu führen.

§. 23.

Da der Kubitus von 32 Fingerbreiten zu 20, 544 Z. bestimmt ist, so hält der gewöhnliche Kubitus von 24 Fingerbreiten der davon $\frac{3}{4}$ ausmacht.	15 Z. 408
Der babylonische Kubitus von Herodot oder der schwarze Kubitus der Araber von 27 Fingerbr. beträgt.	17, 334
Der philetärische F., der $\frac{2}{3}$ des großen Kubitus war.	13, 696
Der um $\frac{1}{6}$ kürzere griechische F.	11, 413
Der röm. F noch um $\frac{1}{25}$ kürzer.	10, 956
Der F. von Herodot, der $\frac{2}{3}$ von dem gewöhnlichen Kubitus ausmachte.	10, 272
Die persische Kanne von 6 Kubitus macht.	10 F. 3, 264

Wir haben ein anderes kleines Maß von 10 Kubitus angenommen, das mit unserer Ruthe übereinstimmte, und dieß würde seyn.	17 F. 1 Z. 440
Der persische Schönus von 60 Kubitus ist.	17 T. 0 F. 8 Z. 740
Die persische Meile ist so viel als $7\frac{1}{2}$ alexandrinische Stadien 3000 Kubitus oder	856 T.
Die Parasange hielt $22\frac{1}{2}$ derselben Stadien, 150 persische Schönus, 9000 Kubitus, oder	2568
Der indische Koß ist gleich $11\frac{1}{4}$ alexandrinische Stadien, 15 persische Stadien, 75 persische Schönen, 4500 Kubitus, oder	1284
Der große ägyptische Schönus, gleich dem indischen Gau, hält 2 Parasangen, 60 alexandrinische Stadien, 80 persische Stadien, 300 persische Schönus, 18000 Kubitus oder	5136

Was die Stadien betrifft, so waren zuerst zwei Stadien, die sich wie 4 zu 3 wie der große Kubitus zum gewöhnlichen Kubitus verhielten.

Die ägyptische oder alexandrinische Stadie enthielt 400 große Kubitus, oder	114 T.	0 F.	9 Z.	60
Die persische Stadie enthielt 5 persische Schönus, 300 große Kubitus, 400 gewöhnliche Kubitus.	85	3	7,	20
Wir haben ferner zwei andere kleinere Stadien gefunden, wovon die eine $\frac{4}{5}$ und die andere $\frac{3}{5}$ von dieser war				
Die erste enthielt 4 persische Schönus, 240 große Kubitus, oder	68	2	10,	56
Die zweite, 3 Schönus, 180 Kubitus oder	51	1	1,	92

§. 24.

Was die übrigen Maße betrifft, die uns neuer zu seyn scheinen, so haben wir die hebräische Meile von 2000 großen Kubitus, die ohne Zweifel durch irgend einen gesetzlichen Gebrauch der Juden so eingeschränkt war. Da sie nun wußten, daß die persische 3000 Kubitus oder 10 persische Stadien hielt

und ihre Meile also, die nur $\frac{2}{3}$ davon ausmachte, $6\frac{2}{3}$ Stadien betrug, so haben sie es wahrscheinlich bequemer gefunden sie in sechs Theile zu theilen und auf die Art hat die Stadie von ungefähr 95 Toisen entstehen können, welches die griechische Stadie geworden ist.

Wir wissen nicht, wie die Römer ihre Meile zusammengesetzt haben, aber man könnte glauben, wenn nur die griechische Stadie bekannt wäre und man gehört hätte daß die Meilen ursprünglich aus $7\frac{1}{2}$ Stadie bestanden, sie es für bequemer gehalten hätten, der ihrigen eine ganze Zahl von 8 griechischen Stadien zu geben, woraus ihre Meile von 756 Toisen entstanden ist.

Was die arabische Meile von 962 T. 5 F. 4 Z. a) betrifft, so werden wir zeigen, daß sie aus der alten orientalischen oder persischen Meile hergeleitet war, welche aus 3000 großen Kubitus oder 4000 gewöhnlichen Kubitus bestand. Als unter Almamon die Araber den Kubitus von 27 Fingerbreiten annahmen, der um drei Fingerbreiten länger war als der gewöhnliche Kubitus, so setzten sie ebenfalls ihre Meile von 4000 dieser Kubitus zusammen, woraus sich eine neue um $\frac{1}{8}$ längere als die alte von ungefähr 963 T. ergab. Die neuere italienische Meile die von dem Abbe' Boscowich zu 958 T. bestimmt ist, kann sich vielleicht auf dieser arabischen Meile gründen.

§. 25.

Die Tabelle aller dieser Maße, welche bestimmte Verhältnisse haben, und alle aliquote Theile von einander sind, scheint uns deutlich zu beweisen, daß sie nicht das Werk verschiedner Völker, sondern von einem und demselben Volke erfunden, bestimmt und aneinander gekettet, und ganz oder zum Theil von verschiedenen Völkern angenommen sind; und ihr allgemeiner Gebrauch in Asien und Aegypten, ist ein Beweis ihres hohen Alterthums.

Dieß ist das Ziel, wohin uns die Stellen der Autoren geführt haben, deren Lektüre zur Bearbeitung unsers Gegenstandes, nothwendig war. Wir haben die Thatsachen, die Bestimmungen, welche sich daraus ergeben, und selbst unsere Konjekturen in dieser Art von Dissertation vereinigt, der wir eine gewisse Ausdehnung geben zu müssen glaubten. Wir unterwerfen sie dem Urtheile der Gelehrten, welche die Fakta

a) Unten 5ter Abschn. §. 5.

des Alterthums untersuchen. Wenn diese Untersuchungen einiges neues Licht über einige Materie verbreiten, die schon so oft von geschicktern Händen behandelt worden ist, so verdanken wir dieß allein der Vorstellung von dem großen Kubitus, den wir als die Quelle und den Ursprung aller übrigen Maßen betrachtet haben.

§. 26.

Wir haben die Erzählung von der Operation des Eratosthenes mitgetheilt; man findet darin große Fehler. Posidonius irrte nur um ungefähr 2°, indem er Rhodus und Alexandrien unter demselben Meridian setzte; aber er irrte sehr bei der Messung des Himmelsbogens. Die Beobachtungen des H. v. Chazelles geben nur 5° 17′ für den Unterschied der Breite dieser beiden Städte a). Die Rechnung, welche sich auf das Verhältniß des Schattens zur Höhe des Gnomons gründet, würde selbst nur 4° 34′ geben b). Nach den neuern Bestimmungen des Grades zu 57072 T. würde die Entfernung dieser beiden Städte, wegen 5° 17′, 301530 T. betragen, welche niemals nur 3527, 3181 oder 2642 Stadien machen können, , man mag nun die Stadie zu 85 T. 3 F. 7 Z., zu 94, 833 T. oder zu $114\frac{4}{10}$ T. annehmen. Er würde also um ein Drittel oder gar um die Hälfte in der Entfernung auf der Erde gefehlt haben. Nun fragen wir, ob es wahrscheinlich ist, daß ein so aufgeklärter Philosoph als Posidonius, dem die Erdmessung von Eratosthenes und die astronomischen Mittel, deren sich derselbe bedient hatte, nothwendig bekannt seyn mußten, diese große Operation, aufs neue wieder unternommen haben sollte, ohne sie besser oder wenigstens eben so gut zu machen, ohne sich zu vergewissern, ob die Entfernung von Rhodus bis Alexandrien genau bekannt war, ohne darauf zu achten, daß er, da der Stern Kanopus zu Rhodus sichtbar war und sich, sei es auch noch so wenig, über diesen Horizont erhob, diese kleine Höhe mit in Betracht ziehen und sie von den 7° ½, die er zu Alexandrien hatte, abziehen mußte? Wir dürfen nicht vergessen zu bemerken, daß diese Höhe von 7° ½ nach den Kenntnissen, die man damals hatte, ziemlich genau war; denn die Höhe des Aequators über dem Horizonte von Alexandrien ist nach unsern neuern Messungen 58° 49′ und die südliche Deklination des Kanopus, welche sich aus seiner Lage im Almagest ergiebt, ist 51° 23′. Im Meridian

a) Memoires de l'Academie des Sciences ann. 1761.
b) 3tes Buch §. 32.

hatte er also 7° 26′ Höhe. Ist es wahrscheinlich, daß Posidonius 2° und mehr, um welche sich der Stern zu Rhodus erhob, nicht sollte mit in Rechnung gebracht haben. Ein Mann, wie er begeht solche Fehler nicht.

Kepler hatte den Fehler dieser Beobachtung der Refraktion zugeschrieben, die Posidonius nicht angewandt hat. Allein die Refraktion kann aufs höchste nur 30′ hervorbringen. Kepler muß also eine weit stärkere Refraktion zu Alexandrien a) annehmen.

§. 27.

Wir haben dieser Messung von Posidonius alle Genauigkeit zugeschrieben, die wir in den von Aristoteles und Ptolemäus angeführten Messungen bemerkt haben; dieß mußten wir, weil sie völlig einerlei ist. Aber, wird man fragen, wie kann eine Bestimmung, die sich auf zwei grobe Fehler gründet, ein so genaues Resultat hervorbringen? Wir haben schon geantwortet, daß sie sich von einem Manne wie Posidonius, nicht vermuthen läßt. Wie ist er denn aber auf dieß Resultat gekommen? Wie haben ihn die Historiker dieser Fehler beschuldigt? Dieß läßt sich nicht anders als durch Konjekturen erklären. Erstlich ist offenbar daß Kleomedes die Operation von Posidonius schlecht beschrieben hat; aber wir bemerken einen Umstand, der uns vielleicht Auskunft darüber geben wird. Posidonius wußte, sagt man, daß zu Alexandrien der Stern Kanopus sich 7° ½ erhob, daß er, wenn er zu Rhodus kaum über den Horizont gekommen war, fast in demselben Augenblicke, wenn er aufgegangen war, wieder unterging, und daß er für Griechenland niemals aufging. Dieser letztere Umstand lehrt uns, daß wenn dem Posidonius Instrumente fehlten, die Höhe des Sterns Kanopus zu Rhodus zu messen, er so lange gegen Norden fortgehen konnte, bis er sich ihm nicht mehr über dem Horizonte zeigte. War alsdann die Entfernung von Alexandrien, bis zu dem Orte, wo er stillstand genau genug bekannt, war das Klima und der Tag, an welchem er beobachtete heiter genug um einen hellen Horizont zu geben, so konnte er eine ziemlich gute Beobachtung anstellen. Vielleicht hat er auch mit irgend einem Instrumente die Höhe des Kanopus zu Rhodus gemessen, und da der Unterschied der Höhe dieses Sterns zu Rhodus und zu Alexandrien kein aliquoter Theil der Peripherie war, so wird er zu der Zahl der Stadien, welche die Entfernung dieser beiden

a) Paralip. ad Vitell. p. 149.

Städte maß, das hinzugefügt haben, was er hinzufügen mußte damit sie 7° ½ oder dem acht und vierzigsten Theile des Kreises entspräche; die Stelle des Kleomedes ist vielleicht verstümmelt oder entstellt und diese nähern Umstände sind unterdrückt worden. Alle diese Konjekturen sind von keinem großen Gewichte; aber wir können eine stärkere Wahrscheinlichkeit hinzufügen, nämlich daß Ptolemäus gewiß die Erdmessung des Eratosthenes kannte. Es konnte ihm nicht unbekannt seyn, daß Hipparch sie zu korrigiren oder eine neue zu geben behauptet hatte, und so groß auch sein Zutrauen zu diesen beiden Astronomen war, so hat er doch die Messung des Posidonius vorgezogen. Er mußte sie also für besser halten und wissen, daß die Mittel, deren sich Posidonius bediente, eine größere Genauigkeit erwarten ließen als die von Eratosthenes. Die Erzählung des Kleomedes ist also nicht wahr, oder wenigstens verändert; denn die Umstände, die dieser Autor anführt, würden dem Ptolemäus das größte Mistrauen eingeflößt haben, und wir glauben mit diesem Astronomen, daß die Bestimmung von Posidonius sehr genau war.

§. 28.

Posidonius scheint sich dabei zweimal korrigirt zu haben, oder wir glauben, daß er seine erste Messung durch eine zweite bestätigt hat. Wir lernen von Kleomedes, daß man den Himmelsbogen zwischen Lysimachien und Syene als den funfzehnten Theil des Umkreises oder zu 24° fand, da die Entfernung auf der Erde 20000 Stadien betrug. Es ergiebt sich hieraus, daß der Umfang der Erde 300000 Stadien beträgt a). Diese Messung ist eine von den vieren, deren Identität wir gezeigt haben. Wir schreiben sie dem Posidonius zu, weil man den Verfasser davon nicht nennt, und es uns unwahrscheinlich zu seyn scheint, daß eine Messung, deren Resultat durchaus mit dem seinigen übereinstimmt, eine Messung, die nur zu seiner Zeit angeführt wird, und deren Verfasser unbekannt ist, ihm nicht gehören sollte. Wahrscheinlich hat dieser astronomische Philosoph, der die ganze Wichtigkeit und Schwierigkeit einer solchen Unternehmung fühlte, das Resultat, das er durch seine erste Messung erhalten hatte, durch eine neue Basis von 20000 Stadien bestätigt. Wir glauben wohl, daß diese Resultate nicht vollkommen dieselben waren, und daß Posidonius es sich erlaubt hat um sie

a) Cleomedes, Cyclica theoria, L. I, c. 11.

übereinstimmend zu machen, geringe Unterschiede zu unterdrücken. Ja, wir sind sogar geneigt sie anzunehmen, daß er einige Veränderungen vorgenommen hat, um seine Messung, die, welche Aristoteles als das Werk der alten Mathematiker angeführt hatte, gleich zu machen. Diese alten Mathematiker diese ersten Beförderer der Wissenschaften sind es, denen wir den Ruhm, der ihnen gehört, wiedergeben müssen. Man bemerke, daß die Bestimmung des Posidonius auf zwei Grundlinien gegründet war, die eine von 5000, die andere von 20000 Stadien; oder die eine von 150 und die andere von 600 Lieues. Es leidet keinen Zweifel, daß diese großen Grundlinien, die weit ausgedehnter waren, als die Basen aller unsern neuern Messungen, das Zutrauen des Ptolemäus verdient haben, und die Beweggründe des Vorzugs sind, den er den Bestimmungen dieses Philosophen einräumt. Dieß ist zu gleicher Zeit die Quelle ihrer Genauigkeit.

§. 29.

Riccioli wirft gegen die Erdmessung, welche aus dem Bogen von 20° zwischen Lysimachien und Syene geschlossen ist, ein, daß die Lage dieser beiden Städte nur 18 Grade Unterschied der Breite giebt. Syene hat nämlich 23° 50′ Breite und 62° Länge, Lysimachien 54° 20′ Länge und 41° 30′ Breite. Aber Ptolemäus bemerkt, daß um die Erde zu messen es nicht nothwendig sei, daß die Entfernung der Städte in einem Meridiane lägen, wenn sie sich nur in einem größten Kreise befänden. Nachdem er die Methode von der Entfernung der Städte, die unter einerlei Meridiane liegen erklärt hat, fügt er hinzu: Quod vero etiamsi non per polos capiamus circulum eum, qui per dimensum interuallum ducitur, sed per quemlibet e maximis possit id quod propositum est ostendi, obseruatis similiter eleuationibus in terminis, et positione, quam habet interuallum illud ad alterum meridianum proposuimus nos, idque per extrutionem organi meteroscopi b). Ptolemäus lehrt also, daß man den größten Kreis nehmen könne, der durch die beiden Scheitelpunkte geht, vorausgesetzt, daß man die Breite dieser beiden Grenzpunkte genommen hat, und die Lage dieses größten Kreises in Absicht des Meridians d. h. den Unterschied der Länge kennt. Ptolemäus entwickelt hier die Methode der Alten;

a) Geogr. refor. p. 141.
b) Ptolem. Geogr. Lib. I, c. 3.

wir wundern uns, daß man darauf nicht geachtet hat. Man darf ihnen also nicht vorwerfen, daß die Städte, deren Entfernung sie gemessen haben, nicht unter demselben Meridiane lagen; denn sie wußten dieß sehr gut mit in Betracht zu ziehen. Die andere Methode ist ohne Zweifel besser, weil die Reduktion, die sie erfordert, eine neue Quelle von Fehlern ist. Allein sie hatten doch eine Methode, deren Prinzipe genau waren. Wir hoffen, daß diese Zusammenstellungen, die Identität und die Genauigkeit der alten Erdmessungen unsern Lesern einiges Vergnügen machen, und daß sie, wie wir urtheilen werden, daß die Arbeit der Alten mehr Achtung verdient, als man ihr bis jetzt geschenkt hat.

Fünfter Abschnitt.

Von Ptolemäus und seinen Nachfolgern bis zum Ende der alexandrinischen Schule.

§. 1.

Die Astronomie hatte seit Hipparch keine große Fortschritte gemacht. Posidonius war der einzige, der wegen einiger richtigen Ideen und der glücklich ausgeführten Unternehmung zum zweiten Male die Erde zu messen, bemerkt zu werden verdiente. Die alexandrinische Schule, die bei ihrem Entstehen, an großen Männern so fruchtbar war, ließ nach einer Ruhe von drei Jahrhunderten den Ptolemäus auf den Hipparch folgen. Ptolemäus hat seinen Ruhm theils seinen eignen Arbeiten, theils aber auch dem verdienstvollen Unternehmen zu verdanken, daß er die Arbeiten seiner Vorgänger sammelte und sie verbunden mit seinen Beobachtungen, in ein System brachte, das sich wegen seiner innern Vortreflichkeit bis auf unsre Zeiten erhalten hat. Dieß Werk, das unter dem Namen Almagest bekannt ist, macht den Uebergang von der alten zur neuern Astronomie, und man würde es nicht unschicklich mit jenen Niederlagen und Handelshäfen vergleichen, welche die Produkte des einen Welttheils aufnehmen, um sie dem andern mitzutheilen. Es enthält Beobachtungen, die wegen ihres Alterthums sehr wichtig sind; und ohne welche wir die mittlern Bewegungen der Planeten nicht so genau kennen würden, als sie Hipparch und Ptolemäus kannten. Ueberdieß findet man in diesem Buche auch die Methoden, oder wenigstens den Keim der Methoden, deren man sich noch heutiges Tages bedient. Es ist lange Zeit das Elementarbuch aller Nationen gewesen, und der Ruhm desselben fällt auf seinen Verfasser zurück.

Ptolemäus wurde zu Ptolemaides in Aegypten geboren. Wegen der Aehnlichkeit der Namen hat man,

ohne irgend einen andern Grund geglaubt, er sei von königlicher Abkunft a); allein sein Genie bedurfte dieses oft so schwachen, Hülfsmittels nicht, um seinen Namen auf die Nachwelt zu bringen. Er lebte unter der Regierung Hadrians und Antonius. Seine Beobachtungen, die Bestätigungen des Lebens eines Astronomen, begreifen einen Zeitraum von vierzehn Jahren in sich. Im neunten Jahre Hadrians oder im 125sten unsrer Zeitrechnung beobachtete er eine Mondfinsterniß, und im zweiten Jahre Antonius oder 139 einige Sterne b). Dieß ist die Epoche seiner Arbeiten.

§. 2.

Will man bloß die Entdeckungen, die wirklich dem Ptolemäus gehören, erzählen, so ist die Geschichte derselben nicht leicht. Sein großes astronomisches Werk ist das einzige, was von so vielen andern untergegangenen, aus dem Schiffbruche gerettet worden ist. Man hat daher, dieß so nothwendige Buch, um so mehr geschätzt. Die Araber übersetzten es: und gaben ihm in ihrer emphatischen Sprache den Namen Almagest, oder großes Werk. Ptolemäus hat lange Zeit und mit einigem Rechte als der Stifter der Astronomie gegolten. Man betrachtete den Hipparch nur als seinen Vorläufer. Als aber die Neuern, nicht als Schüler, sondern als Kritiker, dieß Werk gründlich studierten, verglichen sie die Worte des Ptolemäus unter einander, und sahen, daß er sich Erfindungen zueignete, die ihm nicht gehörten. Sie untersuchten die Beobachtungen, und bemerkten zuweilen eine nicht sehr natürliche Uebereinstimmung, wodurch sie ihnen verdächtig wurden. Die alten Instrumente schienen keiner solchen Genauigkeit fähig gewesen zu seyn. Ptolemäus Celebrität verlor dadurch ungemein, und die Neuern setzten ihn eben so sehr herunter, als ihn die Araber und

a) Erläut. §. 1.
b) Almag. Lib. VII, c. 2. Lib. IV, c. 9.

die ersten europäischen Astronomen erhoben hatten. Beide Partheien gingen zu weit. Ptolemäus, den man des Betrugs beschuldigte, mag vielleicht nicht die Absicht gehabt haben, sich den Ruhm, von dem, was ihm nicht gehört, zuzueignen a). Hipparchs Werke existirten noch zu seiner Zeit. Er schrieb für seine Zeitgenossen, und hatte also nicht nöthig, die Urheber der Erfindung zu nennen, so wie auch wir es machen, wenn sie allgemein bekannt sind. Weit schwerer aber ist er wegen verdächtig scheinenden Beobachtungen zu rechtfertigen. Hat er sie verändert, um mehr Uebereinstimmung in den Resultaten zu zeigen, so hat er sich offenbar einer Untreue schuldig gemacht. Allein wir sind zu wenig in der Sache unterrichtet, und es ist schwer ein billiges Urtheil darin zu fällen. Vermuthlich hat er sichs erlaubt die Beobachtungen zu wählen, aber nicht sie zu verändern. Er verfuhr wie die Fürsten, welche diejenigen von ihren Hofleuten verbannen, die nicht ihrer Meinung sind.

§. 3.

Die Arbeiten, von denen wir jetzt Rechenschaft geben wollen, und die wir mit Recht als die seinigen betrachten zu können glauben, sind hinreichend, ihn zum großen Astronomen zu machen. Nach Hipparch verdient er den ersten Rang einzunehmen. Beide unterscheiden sich dadurch von einander daß Hipparch gründlicher und mehr zur Untersuchung der Thatsachen als der Ursachen aufgelegt gewesen zu seyn scheint; hingegen Ptolemäus einen feurigen Charakter, eine lebhaftere Einbildungskraft besaß, und nur beobachtete um zu erklären. Vielleicht hat er sogar, wie dieß gewöhnlich bei systematischen Köpfen der Fall ist, in voraus die künftigen Erscheinungen bestimmt, und die Thatsachen geordnet, ehe er sie beobachtete. Dieß erregt ein Mißtrauen gegen das, was er gesehen zu haben behauptet. Er hatte den Stolz alles umfassen, allein

a) Erläut. §. 2 u. 3.

das große Weltgebäude aufführen zu wollen. In gewissen Betracht und für die damalige Zeit, ist ihm dieß auch wirklich gelungen. In der That ein ungeheurer Plan, der einen erhabnen und großen Geist verräth. So sehr wir auch gegen die Verwickelung aller auf einander sich fortbewegenden Kreise eingenommen sind, so können wir doch nicht umhin, das Genie des Ptolemäus zu bewundern, der in der Kindheit der Geometrie, der Physik und der Astronomie, den Plan zum Almagest entwarf und ausführte, und allgemeine Hypothesen erfand, die den vorzüglichsten und auffallendsten Erscheinungen entsprechen.

§. 4.

Ptolemäus fing mit der Mondstheorie da wieder an, wo Hipparch stehen geblieben war. Als er die beobachteten Entfernungen des Mondes von der Sonne untersuchte, bemerkte er, daß die mittlere, durch die Gleichung von 5° 1′ korrigirte Bewegung, nicht zureichte, diese Entfernungen darzustellen. In den Oppositionen und Konjunktionen war sie zwar hinlänglich; so wie man sich aber von diesen Punkten entfernte, so wichen die beobachteten Längen immer mehr und mehr von der Rechnung ab, bis auf die Quadratur, wo die Unterschiede am größten waren. Diese Veränderung, die bald beträchtlicher, bald geringer war, trat für jede Quadratur, und folglich bei jeder Revolution zwei mal ein. Die Gleichung wurde zuweilen 7° 40′ statt 5° 1′. Ptolemäus nannte diesen Ueberschuß von 2° 39′ die zweite Ungleichung oder die zweite Mondsgleichung. Es ist zu bemerken, daß diese Summe von 7° 40′ um keine Minute von unsern neuern Beobachtungen abweicht a). Sie kann auch dazu dienen, den Ptolemäus von dem Verdachte zu reinigen als habe er die Beobachtungen willkührlich angenommen. Die Summe dieser Gleichungen ist eine Thatsache; Ptolemäus hat sie nicht errathen können, er war vermöge wahrer und selbst

a) Erläut. §. 4.

genauer Beobachtungen im rechtmäßigen Besitze derselben.

§. 5.

Hipparch hatte gezeigt, daß man die erste Ungleichheit durch einen Epicykel oder durch einen excentrischen Kreis vorstellen könnte. Ptolemäus bediente sich beider Mittel um beide Ungleichheiten zu erklären Allein hier zeigte sich eine sonderbare Schwierigkeit, deren Hinwegräumung ohne Zweifel viel Mühe kostete. Die Gleichung betrug in den Neu- und Vollmonden nie über 5° 1′; in den Quadraturen war sie zuweilen 7° 40′. Die Bewegung des Mondes in seinem Epicykel verbunden mit der Bewegung des Mittelpunkts dieses Epicykels in einem excentrischen Kreise, wurde als die Ursache der Ungleichheit angenommen; da nämlich die Erde nicht im Mittelpunkte liegt, so erscheint diese Ungleichheit größer wenn der Mond näher, und kleiner, wenn er weiter entfernt ist. Auf die Art glaubte man alles erklärt zu haben. Indeß zeigte sich hier bald eine Schwierigkeit. Liegt nämlich die Erde nicht im Mittelpunkte, und die Ungleichheit des Mondes ist in irgend einem Punkte größer weil die Erde näher ist, so folgt daraus, daß sie in dem diametrisch entgegengesetzten Punkte wegen der größern Entfernung, um so geringer seyn muß. Dieser Schluß paßte nicht zu den Erscheinungen, denen zufolge die Ungleichheit in den beiden Quadraturen völlig oder beinahe dieselbe seyn kann. Ptolemäus sah sich daher genöthigt, eine Bahn anzunehmen, die nach den Syzygien verlängert, und in der Gegend der Quadraturen zusammengedrückt war. Die Ellipse konnte ihm nicht unbekannt seyn, er war ihr damals schon sehr nahe, allein noch war nicht die Zeit gekommen, sie in die Astronomie aufzunehmen. Die Erfindung einer weniger einfachen und von der Wahrheit mehr abweichenden Hypothese erforderte viel Genie. Er stellte sich die Sache auf folgende Art vor: der Mond bewegt sich in seinem Epicykel auf dem Umfange eines großen Kreises, in dessen Mittelpunkte die Erde nicht liegt, und dieser

Mittelpunkt des excentrischen Kreises, in welchem sich der Epicykel und der Mond bewegt, wird selbst in einem kleinen Kreise nach der entgegengesetzten Richtung des Mittelpunkts des Epicykels um die Erde fortgeführt. Aus dieser verwickelten Hypothese folgt, daß die Entfernungen des Mondes von der Erde in den beiden Syzygien d. h. beim Neu- und Vollmonde, und eben so in den Quadraturen einander gleich sind. Im ersten Falle sind diese Entfernungen dem um den Halbmesser des kleinen Kreises vermehrten, im zweiten Falle dem um denselben Halbmesser verminderten Halbmesser des excentrischen Kreises gleich; die Ungleichheit ist daher im ersten Falle die größte.

Diese Hypothese ist in der That sehr sinnreich, und erklärt die Veränderungen der beiden Ungleichheiten für die Syzygien und Quadraturen sehr gut, allein die mittlern Erscheinungen stimmten nicht damit überein. Der schwierige Punkt liegt darin alles zu erklären, und dieß unterscheidet das wahre Weltsystem von einer bloßen Hypothese. Man ließ sich damals nur auf die Haupterscheinungen ein und erklärte das andere so gut man konnte.

§. 6.

Auf alle Mondsbeobachtungen, die Mondfinsternisse ausgenommen, hat die Parallaxe Einfluß; mit der man sich also vor allem andern vorzüglich bekannt machen mußte. Schon Hipparch hatte sie, wie wir gesehen haben, zum Gegenstande seiner Untersuchung gemacht; allein er scheint selbst mit der Genauigkeit seiner Bestimmung nicht zu frieden gewesen zu seyn. Wir glauben, daß diese Untersuchung eben so wie die Erfindung des zu dieser Beobachtung gehörigen Instruments dem Ptolemäus gehört a).

Es bestand aus zwei gleichen hölzernen, sieben Fuß langen Linealen, die in sechszig Theile getheilt

a) Ptolem. Almag. Lib. V, c. 12. Das Instrument wurde Triquetum genannt.

waren. Das eine davon war unbeweglich und wurde vermittelst eines Senkbleies vertikal aufgestellt; das andere konnte auf einem dritten, welches das Dreieck vollendete, bewegt werden, und wurde vermittelst zweier Dioptern auf einen Stern gerichtet. Die Abweichung der beiden Regeln bildete einen Winkel, der den Winkel der Entfernung des Sterns vom Scheitelpunkte maß. Das dritte Lineal, das wie die beiden andern, in sechszig Theile getheilt war, maß die Abweichung, und diente dazu, die Größe des Winkels, wovon sie die Sehne war, kennen zu lernen. Dieß Instrument in Gestalt eines Dreiecks that die Dienste unsrer Kreisausschnitte, von denen man es als das Model ansehen kann.

Es ist zu bemerken, daß dieß Instrument, auf die von uns festgestellte Grundidee gebauet ist. Es ist ein Halbmesser der sich um einen Mittelpunkt bewegt. Die Eintheilung des Halbmessers in 60 und des Kreises in 120 Theile hat ebenfalls in der Sexagesimalrechnung, die bei allen Eintheilungen gebraucht wurde, ihren Grund. Sie führt uns auf die Idee, daß die Alten, die lange vor Ptolemäus diese Eintheilung eingeführt haben, die Absicht hatten, den Durchmesser des Kreises in Theilen zu messen, die beinahe den 360 Theilen, in welche der Umfang eingetheilt ist, gleich wären. Sie hielten sie vielleicht gar für völlig gleich. Denn vielleicht hat man, da Archimedes zuerst das Verhältniß des Umfangs zum Durchmesser wie 7 zu 22 bestimmt hat, vor ihm geglaubt, der Durchmesser sei ein Drittheil des Umfangs. Diese rohe Näherung scheint der archimedischen haben vorhergehen zu müssen. Einen Beweis davon findet man sogar in der Geschichte der Chineser die zur Zeit des Cocheou King oder bis zum Jahre 1280 unsrer Zeitrechnung glaubten, das Verhältniß des Umfanges zum Durchmesser sei Drei zu Eins a).

a) Erläut. B. VI. §. 26.

Ptolemäus ist also der Erfinder einer neuen Art von Beobachtung. Bis dahin hatte man nur Finsternisse, Längen und Breiten vermittelst der Ringkugeln beobachtet. Ptolemäus, welcher bemerkte, daß die Parallaxen von den Entfernungen vom Scheitel abhingen, dachte darauf, diese Entfernung unmittelbar zu messen, um sie von der Wirkung der Parallaxe zu korrigiren, und sich denn ihrer zur Bestimmung des wahren Ortes: des Mondes zu bedienen. Dieß ist noch ein neuer Beweis unsers behaupteten Satzes, daß zu neuen Fortschritten neue Instrumente nothwendig sind.

§. 7.

Das Instrument, welches Ptolemäus erfunden hatte, diente ihm dazu, die Entfernung des Mondes vom Zenith von Alexandrien zu messen, wenn er am weitesten davon entfernt war, und er fand diese Entfernung von 50° 55′; darauf berechnete er für denselben Augenblick, vermittelst der aus den Tabellen bekannten Länge und Breite die wahre Entfernung dieses Gestirns von Zenith. Für diejenigen, welche nicht mit der Astronomie bekannt sind, bemerken wir, daß alle Kreise der Himmelskugel durch eine gegenseitige Abhängigkeit mit einander verbunden und in einer beständig bekannten Lage sind. Ist folglich der Ort eines Gestirns in Beziehung auf einen von diesen Kreisen bestimmt; so ist ers auch in Beziehung auf alle übrige, und man hat weiter nichts zu thun, als daß man ihn nach den Regeln der Trigonometrie berechnet. Hat man die Lage des Mondes in Beziehung auf die Ekliptik, so kann man auch seine Lage in Beziehung auf den Horizont und aufs Zenith haben. Ptolemäus fand daher durch Rechnung die Entfernung des Mondes vom Zenith 49° 48. Die Wirkung der Parallaxe verminderte also die Höhe des Mondes über dem Horizonte um 1° 7′ a). Diese Parallaxe war viel zu groß, allein der Fehler vermehrte sich noch,

a) Almag. Lib. V, c. 13.

als Ptolemäus aus dieser Beobachtung die Parallaxen herleitete, die den aus seinen falschen Hypothesen hergeleiteten Entfernungen gehörten. Diese Entfernungen standen nicht in den gehörigen Verhältnissen und ihre Parallaxen waren alle sowohl in Absicht ihrer absoluten Größe als ihres Verhältnisses gegen einander fehlerhaft a). Indeß muß man doch gestehen, daß Ptolemäus es in der Berechnung der Parallaxen weit gebracht hat. Er hat die Regeln zur Berechnung der Größen gegeben, die auf die Länge und Breite Einfluß haben, und man sieht, daß ihm diese Materie völlig bekannt war.

§. 8.

Wir fürchten, daß diese umständliche Beschreibung die eine Reihe von Prinzipen und abstrakten Wahrheiten ist, dem größten Theile unserer Leser trocken seyn wird. Man muß, um darin einiges Vergnügen zu finden, die Kette der Wahrheiten mit anhaltender Anstrengung des Geistes verfolgen. Aber die Reise am Himmel ist weder leichter noch angenehmer als auf der Erde. Ein Philosoph, der die Welt umreiset, ist darauf gefaßt, wüste Gegenden mit fruchtbaren Gefilden, und die rohe und wilde Natur mit der lachenden und durch Kunstfleiß verschönerten, abwechseln zu sehn. Diese Geschichte ist ein Ganzes von physikalischen und mathematischen Wahrheiten: sie ist das Resultat dessen was der Mensch gesehen, und gedacht hat. Allein die physikalischen Wahrheiten, welche durch unsre Sinne fortgepflanzt werden, und in Bilder, die unsre Seele rühren, eingehüllt sind, sind anziehender. Die mathematischen hingegen, sind von einer abschreckenden Nacktheit, und ihre ernste Strenge duldet nicht den Schmuck der Einbildungskraft Ruft der Geist jene Wahrheiten ins Gedächtniß zurück so wird er von der erhabnen Vorstellung der Unermeßlichkeit und des Glanzes der Gegenstände

a) Unten Erläut. §. 7.
b) Ebend. Erläut. §. 9.

hingerissen, er sieht große Maßen und große Räume, er wird durch lebhafte Gemälde unterhalten, nnd durch die Bewegung beschäftigt und in Thätigkeit gesetzt. Bald gehen die verschiednen Theile des Universums vor ihm vorüber, bald erhebt sich sein Geist, sie selbst zu durchlaufen. Beschäftigt sich hingegen das Gemüth mit den letztern, so fühlt es ganz die Ruhe einer kalten Betrachtung; unbeweglich steht es, wie in einer gänzlichen Einöde vor diesen Wahrheiten. Alles was von unsrer materiellen Existenz abhängt, Bewegung, Farbe, sinnliche Eigenschaften sind verschwunden, selbst der Raum ist oft vernichtet, und es bleibt nichts übrig als Linien ohne Breite, Flächen ohne Körper, welche, alles dessen beraubt, was sie unsern Sinnen anschaulich macht, nur eine idealische Existenz zu haben scheinen. Die Wahrheit, auf diese Art auf sich selbst zurück geführt, hat jedoch Reize; allein um davon gerührt zu werden, muß man die Täuschungen, die uns umgeben vergessen. Entsprungen in der intellektuellen Welt, scheint nur dem Genusse reiner Geister aufbewahrt zu seyn.

§. 9.

Aber auch interessante Bestimmungen deren Wichtigkeit in die Sinne fällt hat Ptolemäus unternommen. Er suchte die Parallaxe der Sonne, oder was einerlei ist, ihre Entfernung von der Erde zu bestimmen. Der Mensch, der jeden Augenblick das Bedürfniß der Wärme fühlt, der die Pflanzen, die ihn nähren, die günstigen Strahlen der Sonne erwarten sieht, muß begierig seyn zu erfahren, wie weit er von diesem Brennpunkte, von dem unermeßlichen Behälter alles dessen, was die Natur belebt und verschönert, entfernt ist. Allein diese Unternehmung war für jene Zeiten noch zu schwer. Die astronomischen Mittel, welche kaum jetzt hinreichen, waren damals zu beschränkt. Ptolemäus bestimmte diese Entfernung nach einer ziemlich sinnreichen Methode, die aber sehr fein war, um nicht fehlerhaft zu seyn. Sie gründet sich erstlich auf die

Voraussetzung, daß der Durchmesser der Sonne dem Durchmesser des Mondes, wenn dieser am weitesten von der Erde entfernt ist, gleich sei, und zweitens auf die Beobachtung des Durchmessers des Erdschattens. Man bestimmt die Größe dieses Durchmessers durch die Zeit, welche der Mond in seinen Finsternissen zum Durchgange durch denselben gebraucht. Weil nun die Erde von der Sonne, das ist von einem Körper, der größer als sie selbst ist, erleuchtet wird, und ihr Schatten eine kegelförmige Gestalt hat, so muß der Theil dieses Schattens, durch welchen der Mond hindurch geht, um so größer seyn, je näher der Mond der Erde ist, und derselbe Theil muß auch um so größer seyn, je weiter die Sonne entfernt ist. Die Größe des Schatten-Durchmessers hängt also von den Entfernungen des Mondes und der Sonne von der Erde, oder was einerlei ist, von ihren Parallaxen ab. Sind also des Schattens Durchmesser und zugleich die Parallaxe und Entfernung des Mondes durch Beobachtung bekannt, so hat man auch die Parallaxe der Sonne und ihre Entfernung von der Erde. Ptolemäus fand für die Entfernung der Sonne 1210 Erdhalbmesser, und für ihre Parallaxe 2′ 51″ a). Sollte diese Methode einigermaßen genau seyn, so müßte des Schattens Durchmesser genau beobachtet werden können, dieß ist aber sehr schwer. Ptolemäus nahm an, daß wenn der Mond am weitesten von der Erde entfernt sei, die Breite des Schattenkegels an der Stelle, wo er durch denselben hindurchgeht, von der Erde aus unter einem Winkel von 1° 21′ 20″ gesehen würde. Zwei und eine halbe Minute weniger in der Größe des Schattendurchmessers, würden ihm also die wahre Entfernung der Sonne von der Erde gegeben, und etwas weniger noch würde sie unendlich gemacht haben. Man bemerke hier, daß wenn der Mond nach Ptolemäus Voraussetzung um 64 Halbmesser entfernt war, so hatte er nicht mehr gethan als Ari-

a) Erläut. §. 10.

starch, der die Entfernung der Sonne 18 oder 20 mal größer als die Entfernung des Mondes angab. Die Entfernung von 1210 Erdhalbmessern liegt innerhalb dieser Gränzen So mangelhaft diese Bestimmungen der Entfernung der Sonne und ihrer Parallaxe auch scheinen, so kannte man doch bis auf Dominicus Cassini keine bessere.

§. 10.

Ptolemäus verfertigte die von Hipparch zur Beobachtung des Durchmessers der Himmelskörper erfundne Dioptra a), allein er bediente sich nur derselben, um sich zu versichern, daß der Sonnendurchmesser, dem Durchmesser des Mondes, wenn dieser am weitesten von der Erde entfernt ist, gleich sei. Diese Behauptung gehörte dem Aristarch, und man war in dieser Rücksicht noch nicht weiter gekommen als er. Da aber diese Gestirne bald der Erde näher, bald weiter von ihr entfernt sind, so müssen ihre Durchmesser bald größer, bald kleiner scheinen, weil die scheinbare Größe eines Gegenstandes wächst, wenn seine Entfernung abnimmt. Ptolemäus bekümmerte sich nicht um die Veränderungen des Sonnendurchmessers; sie waren zu klein, als daß er sie mit seinen Instrumenten hätte bemerken können. Um die Veränderung des Mondsdurchmessers zu beobachten, erfand er die Methode der partiellen Finsternisse. Ist der Mond in der Ekliptik, oder nahe bei diesem Kreise, so tritt er in den Erdschatten ganz hinein. Ist er aber über oder unter der Ebne dieses Kreises, so tritt er nicht ganz in den Schatten, und wird nur zum Theil verfinstert. Je höher der Mond ist, eine je größere Breite er hat, desto weniger wird er verfinstert. Er bediente sich zweier Finsternisse, viere wo der Mond in der größten Entfernung von der Erde um ein Viertheil seines Durchmessers in den Schatten getreten war, und einer andern, wo die Hälfte verdunkelt wurde. Er berechnete die Höhe des Mondes über der Ekliptik, oder

a) Oben 3ter Abschn. §. 21.

die Breiten für die Augenblicke der beiden Finsternisse; und vorausgesetzt, daß der Unterschied der Breiten dem Unterschiede der verfinsterten Theile gleich war, so hatte er die Größe des Mondsdurchmessers. Auf die Art fand er den Durchmesser des Mondes in seiner größten Entfernung oder den ihm gleichen der Sonne von 31′ 30″; welches beinahe genau ist. Dadurch, daß er Finsternisse wählte, die in verschiedne Entfernungen des Mondes von der Erde eintraten, bekam er die Veränderungen des Durchmessers im Verhältnisse dieser Entfernungen.

Ptolemäus, welcher wußte daß die Parallaxen zunehmen, so wie die Entfernungen kleiner werden, bemerkte nicht, daß die Durchmesser demselben Verhältnisse folgten. Er würde daraus geschlossen haben, daß die Entfernungen, die aus seinem excentrischen Kreise und seinem Epicykel folgten, falsch waren. Warum hat er dieß nicht bemerkt? Vielleicht, weil zuweilen dem aufmerksamsten Spekulator, über die einfachsten Folgen die Augen verschlossen sind. Oder sollte Ptolemäus absichtlich nicht von einem Gesetze geredet haben, welches seine Hypothese zerstört, und es ihm unmöglich gemacht haben würde, die Erscheinungen der himmlischen Bewegungen zu erklären?

§. 11.

Wir können nicht sagen, wem die erste Methode, die Finsternisse zu berechnen, gehört. So viel ist gewiß, daß Sulpitius Gallus zu Rom, und Thales in Griechenland diese Erscheinungen vor Hipparch vorhergesagt hatten. Wir wissen auch nicht, ob die im Almagest angeführte Methode älter ist als Hipparch und Ptolemäus, oder ob sie einem von beiden Astronomen gehört. Beide haben unstreitig etwas zu ihrer Vervollkommung beigetragen. Indeß wollen wir beim Lesen der Erklärung dieser Methoden nicht vergessen, wie nützlich sie gewesen sind. Wir reden nicht von den Vortheilen, die die menschliche Ge-

sellschaft zur Beobachtung der himmlischen Bewegungen, welche die Basis des Kalenders sind daraus gezogen hat; sondern wir richten unsern Blick tiefer ins Alterthum. Wir bemerken darin, daß die Finsternisse alle Völker mit Schrecken erfüllten; der Fanatismus und unglückliche Weltbegebenheiten machten sie zur Ursache einer religiösen Furcht; und da sogar kultivirte Völker noch diesen Aberglauben beibehalten, so kann man urtheilen, wie weit unsere ersten Vorfahren zurück gewesen seyn müssen. Wir sind anfangs unwissend und furchtsam; erst die Erfahrung flößt uns Muth ein und klärt uns auf. Die einzige Art aber Menschen, die durch Naturerscheinungen in Schrecken gesetzt werden, zu heilen, ist die, daß man ihnen den Augenblick davon anzeigt, vorzüglich, daß man ihnen diese tröstliche Vorhersagungen wiederholt und sie ihnen durch die wirkliche Erfüllung bestätigt. Der Geist wird aufgeklärter, so wie sein Zutrauen zunimmt; er findet da Regel und Folge, wo er nur Unordnung und Zerstöhrung zu bemerken glaubte. Derjenige, der die Kunst, die Finsternisse vorherzusagen, entdeckte, war also der Wohlthäter des Menschengeschlechts; er befreiete es vom Aberglauben und der Furcht dem größten der Uebel. Daß die Unwissenheit diese Erfindung mit ihren Schatten bedeckt hat, ist ein Beweis von ihrem hohen Alter; der Wohlthäter ist unbekannt. Der Sand behält keinen dauernden Eindruck; und der Unwissenheit, die eben so locker ist als der Sand, bleibt keine Erinnerung weder an überstandne Uebel noch an erwiesene Wohlthaten. Die Wohlthat selbst aber dauert in der Methode fort, die wir jetzt erklären wollen. Zuerst werden wir von den Mondfinsternissen reden.

Es kömmt 1) darauf an vorher zu wissen, ob eine Finsterniß eintritt; 2) die Umstände davon zu berechnen, nämlich den Anfang, das Ende, die Dauer und die Größe; 3) aus der beobachteten Erscheinung die Folgen, die man daraus ziehen kann, herzuleiten.

Die zu dieser Untersuchung nothwendigen Elemente sind 1) Die Tabellen der Bewegung der Sonne und

des Mondes, nach welchen man für jeden Augenblick die Entfernung dieser Gestirne berechnen kann; denn weil der Mittelpunkt des Schattens immer dem Mittelpunkt der Sonne gegenübersteht, so giebt der um 180° oder um eine halbe Peripherie vermehrte Ort der Sonne den Ort des Mittelpunkts des Schattens, und da der Ort des Mondes berechnet ist, so ist auch seine Entfernung von diesem Mittelpunkte bekannt; 2) Die Größe des Durchmessers beider Gestirne: 3) die Größe des Schattendurchmessers. Wir haben gesehn, daß die alexandrinischen Astronomen die beiden ersten Kenntnisse besaßen; und was die dritte betrift, so bekömmt man dieselbe durch die Dauer der totalen Finsternisse. Die beobachtete Zeit zeigt den Raum an, den der Mond in diesem Schatten durchlaufen hat; da aber der Erdschatten kegelförmig, und der Mond nicht immer gleich weit entfernt ist, so durchläuft er selbst bei totalen Finsternissen größere oder kleinere Räume in diesem Schatten. Man mußte also Tafeln einrichten, die nach der Entfernung des Monds die relative Größe des Schattendurchmessers gaben; sie stehen in dem Werke des Ptolemäus. Nach Vollendung dieser Arbeit beschäftigte er sich damit, gewisse Gränzen zu bestimmen, innerhalb welcher man mit Gewißheit eine Finsterniß voraussehen konnte. Bewegte sich der Mond in der Ekliptik, so würde er immer durch den Mittelpunkt des Schattens gehen, und alle Monate verfinstert werden. Die Neigung seiner Bahn verursacht, daß er am häufigsten über oder unter den Schatten weggeht. Die Finsternisse treten nur ein, wenn sich der Mond in den Punkten wo seine Bahn die Ekliptik schneidet, oder wenigstens sehr nahe bei diesen Punkten befindet, man nennt diese Punkte die Knoten. Wenn der Mond den Rand des Schatten berührt, so sind die Mittelpunkte um die Summe des Mond- und Schattenhalbmessers von einander entfernt. Die Entfernung des Mondes von der Ekliptik oder seine Breite muß also kleiner sein als diese Summe, wenn eine Finsterniß eintreten soll. Ptole-

mäus fand, daß diese Breite zu 15° 12′ Entfernung des Mondes von seinem Knoten gehörte, und er behauptete, wenn der Mond von diesem Knoten weiter entfernt wäre, so könnte keine Finsterniß statt haben. Diese Gränze ist um so besser bestimmt, da Ptolemäus die größten Halbmesser des Schattens und des Mondes gewählt hat, die beide, wie die Entfernungen dieses Planeten von der Erde, abwechseln. Auch würden die Neuern nur an dieser Bestimmung zu verändern haben.

Ist man gewiß, daß eine Finsterniß eintreten wird, so bestimmt man die Umstände derselben, indem man für verschiedne Augenblicke die Entfernung des Mondes von dem Mittelpunkte des Schattens berechnet. Der Augenblick da diese Entfernung der Summe der Halbmesser des Mondes und des Schattens gleich, so ist der Anfang oder das Ende der Finsterniß. Der Zeitpunkt, wo diese Entfernung am kleinsten ist, ist der Augenblick der Mitte. Verschwindet diese Entfernung, fließen die Mittelpunkte in einander, so ist es eine centrale und totale Finsterniß. Ist der Augenblick des Anfangs und Endes bestimmt, so hat man die Dauer: und was die Größe der Finsterniß betrift, so sieht man leicht ein, daß die Nähe der Mittelpunkte anzeigt, ob die Mondscheibe ganz oder nur zum Theil in den Schatten tritt, welches die Größe der verfinsterten Zolle a), oder die Größe der Finsterniß bestimmt.

So viel von der Vorherverkündigung der Finsternisse. Als aber die Wissenschaft die Menschen sicher gemacht, als sie gezeigt hatte, daß die Dazwischenkunft der Gestirne, welche ihr Licht verschluckt, eine eben so natürliche, eben so regelmäßige Erscheinung sei, als der Aufgang und Untergang der Sonne, so zeigten diese

a) Man ist darin übereingekommen, den Durchmesser des Mondes in zwölf Theile zu theilen, die man Zolle nennt; eine Finsterniß also von sieben Zollen ist eine solche, wo der Mond bis zu sieben Zwölftheil seines Durchmessers in den Schatten tritt.

Ankündigungen Beobachtungen an. Diese Beobachtungen gaben Mittel an die Hand, die Wissenschaft selbst zu vervollkommnen; sie zog daraus Vortheile für den Gebrauch der aufgeklärten Menschenklasse. War die beobachtete Finsterniß zentral, so konnte man aus der Zeit ihrer Dauer die Größe des Schattendurchmessers kennen lernen; war sie partiel, so diente die Anzahl der verfinsterten Zolle, wie wir gesehen haben, zur Bestimmung des Mondsdurchmessers. Ueberhaupt hatte man, wenn man den Ort der Sonne für den Augenblick der Mitte der Finsterniß berechnete, den entgegengesetzten Ort des Mondes, und die Beobachtungen die dazu gedient hatten, die Tabellen einzurichten, dienten auch dazu, sie zu berichtigen. Endlich gaben auch die Augenblicke des Anfangs und Endes der an einem Orte beobachteten Finsterniß, verglichen mit den Beobachtungen an einem andern Orte nach der von Hipparch erfundnen Methode durch den Unterschied der Zeiten, in welchen diese Arten von Signale bemerkt wurden, den Unterschied der Länge dieser Oerter. Dieß ist der Nutzen der Mondfinsternisse.

§. 12.

Die Sonnenfinsternisse würden ungefähr eben so berechnet werden wie die Mondfinsternisse, wenn es keine Parallaxe gäbe. Der Sonnendurchmesser würde hier eben das sein, was dort der Durchmesser des Schattens ist, und die Entfernung des Mittelpunkts der Sonne und des Mondes würde alle Umstände ihrer Finsternisse bestimmen. Allein die Parallaxe, die immer ziemlich groß, immer verschieden, und selbst während der Finsterniß veränderlich ist, verwirrt durch diese Unbeständigkeit alles, und macht, daß die Sonnenfinsternisse weit schwerer vorauszusehen und zu berechnen sind. Man merkt sogleich, daß hier ähnliche Gränzen, wie die, in welche Ptolemäus die Mondfinsternissen einschloß, aber größere seyn müssen. Ist der Mond über der Ekliptik und höher als die Sonne, so bringt

ihn seine Parallaxe, die ihn gegen den Horizont hinunter senkt, diesem Gestirn näher, und in diesem Falle vermehrt sie die Anzahl der Finsternisse, befindet er sich aber unter der Ekliptik und niedriger als die Sonne, so entfernt ihn seine Parallaxe davon und macht folglich die Finsternisse seltner.

Was war also zu thun, um die Sonnenfinsternisse ungeachtet der verwickelten Wirkungen der Parallaxe zu berechnen? Man mußte den wahren Zustand der Dinge in ihren scheinbaren verwandeln, und mit diesem Scheine so verfahren, als wenn er Wahrheit wäre. So machten es die Alten; so machen wir es noch jetzt, indem wir die Methode befolgen, die uns Ptolemäus vorgezeichnet hat. War er überzeugt daß eine Finsterniß eintreten würde, so berechnete er die Oerter des Mittelpunktes des Mondes für verschiedne auf einander folgende Augenblicke. Auf diese Lagen des Mondes wandte er die Wirkung der Parallaxe an, die in diesen verschiednen Augenblicken verschieden ist. Auf die Art bekam er die scheinbaren Entfernungen des Mittelpunktes des Mondes von dem Sonnenmittelpunkte; daraus leitet er nun nach einer ähnlichen Methode, wie die beschriebne, alle Umstände des Durchgangs des Mondes vor der Sonne und der daraus entspringenden Finsterniß ab.

§. 13.

Was den Nutzen betrifft, den man aus diesen Finsternissen ziehen kann, so hatten die Alten gar keinen davon, entweder weil sie ihn nicht bemerkten, oder vielmehr weil sie durch die Schwierigkeit zu weit davon entfernt waren. Wenn sie diese Finsternisse beobachteten und sie ankündigten, so geschah es bloß um zu zeigen, daß sie die Gesetze der Natur kannten, und ihre Erscheinungen vorher zu sagen wüßten; vielleicht auch in der Absicht den gemeinen Mann, zu dem das Licht der Wahrheit nur langsam heruntersteigt, und bei dem der Aberglaube gleich sumpfigen Gewässern an niedrigen Gegenden still steht, zu beruhigen.

Im Ganzen hatte die Voraussagung der Finsternisse, für die Astronomen eine Art von Vortheil; sie konnten nämlich die Ungläubigen dadurch überzeugen. Es giebt Vorherverkündigungen in den Wissenschaften, und besonders in der Astronomie, deren Erfüllung die stolze Mittelmäßigkeit in Erstaunen setzt, und kränkt. Der Mensch befindet sich wohl in seiner Trägheit, wenn er auch über seine Unwissenheit erröthet, und er waffnet sich mit dem Zweifel, der ihn in der Trägheit erhält und ihn wegen der Unwissenheit entschuldigt. In den noch wenig aufgeklärten Jahrhunderten mußten die alten Astronomen zum Gegenstande des Spottes, dieser durch den Neid belebten Unwissenheit dienen. Die Gestirne messen, ihre Entfernungen bestimmen, den Ort, den sie einnehmen sollen, anzeigen, schienen denen, die nur nach ihren eingeschränkten Ideen und ihren kleinen Mitteln urtheilten, chimärische Anmaßungen und leere Versprechungen zu seyn. Die Finsternisse entsprachen allen; die beiden großen Himmelslichter berührten sich in dem angekündigten Augenblicke, verbreiteten Finsterniß über die Erde, und erfüllte die Unwissenheit, welche zu stolz war die Astronomen zu rechtfertigen, mit Schrecken. In unsern aufgeklärten Zeiten giebt es wenig Ungläubige dieser Art, oder wenigstens werden sie, zu der ungebildeten Menschenklasse gezählt. Allein Menschen, welche sich mit Arbeiten, die für die Societät unmittelbar nützlich sind, beschäftigen, die sich gewissen Arten von Kenntnissen gewidmet haben, können mit unsern Fortschritten in einer andern Wissenschaft unbekannt seyn. Der Zweck dieser Geschichte ist, sie mit ihrem Jahrhundert fortrücken zu lassen, die Wahrheiten der Astronomie zu verbreiten, und besonders die Bestätigung derselben dadurch glaublich zu machen, daß wir den glücklichen Erfolg ihrer Bemühungen und die Natur ihrer Mittel zeigen.

§. 14.

Ptolemäus hatte den Ruhm, Elemente bemerkt zu haben, deren Feinheit der Genauigkeit der

Beobachtungen seiner Zeit entgieng. Zu diesen gehört z. B. das bei den Astronomen unter dem Namen der Reduktion auf die Ekliptik a) bekannte Element. Das Gesicht und die Erfahrungen konnten es nicht lehren. Das Auge des Geistes hat allein diese Entdeckung gemacht; sie ist die Frucht des Scharfsinns. Er untersucht sorgfältig die Umstände der Folge der Finsternisse und ihre Zahl in einer bestimmten Zeit. Man sieht, daß er die Wissenschaft vollständig genug übersah, um zu versuchen, alle Wahrheiten, die von bekannten Elementen abhingen, zu entdecken. Die Epoche dieses kombinatorischen Geistes ist es, welcher der Mensch so viele erhabne Kenntnisse verdankt. Einzeln und von einander abgesondert, wären sie unfruchtbar geblieben; durch ihre Zusammenstellung, und so zu sagen durch ihre Verbündung, hat man eine Menge neuer Wahrheiten hervorgehen sehen. Dieser kombinatorische Geist scheint der Geometrie zu gehören, welcher nichts als Verhältnisse betrachtet. Die Wissenschaften haben den Menschen entwickelt und durch sie beherrscht er das Universum. Die Geometrie giebt dem Geiste Richtigkeit, und die Astronomie erweitert seine Ideen.

§. 15.

Ptolemäus geht darauf zu den Planeten, und das erste was er zu bestimmen suchte, war die Ordnung der Entfernungen. Ein merkwürdiger Kontrast, daß der unwissende Mensch anfangs unter einem festen Gewölbe, an welchen glänzende Punkte und Lichter zu seiner Erleuchtung angeheftet sind, eingeschlossen zu seyn glaubt; und daß derselbe Mensch durch die Entwickelung seiner Organe vervollkommnet, es wagt, die Planeten von einander zu entfernen, die Gränzen ihres Gebiets zu bestimmen, und durch die Vernunft die Ordnung und Einrichtung des Universums zu bestimmen. Nach Ptolemäus ist Saturn der entfernteste von den Pla-

a) Erläut. 4tes B. §. 13.

neten, darauf folgt Jupiter, Mars, die Sonne, Venus, Merkur und der Mond, und alle drehen sich um die Erde. Dieß nennt man das ptolemäische System; ein System, welches jedoch schon vor ihm existirte und das System der Chaldäer war a). Er gesteht dieß selbst. Dieß ist, sagt er b), die Meinung der alten Astronomen über den Ort, den Merkur und Venus im Universum einnehmen. Einige Neuere seiner Zeit, wollten diese Planeten über die Sonne setzen; sie führten zum Grunde an, wenn sie unter ihr wären, so würde die Sonne zuweilen davon verfinstert werden. Ptolemäus verwirft diesen Grund, weil die Linie, welche die Mittelpunkte der Sonne und des Planeten verbindet durch die Erde gehen müßte, wie dieß in den meisten Sonnen- und Mondkonjunktionen der Fall ist. In allen Neumonden geht dieser Planet vor der Sonne vorbei, und es findet immer für einige Punkte des Raums eine Finsterniß statt, die nur deswegen auf der Erde nicht sichtbar ist, weil die Erde nicht in derselben Richtung liegt. Ptolemäus würde besser geantwortet haben, wenn er gesagt hätte, daß diese Finsternisse wegen der Kleinheit des dunkeln Planeten, der auf der Lichtscheibe verschwindet, nicht sichtbar wäre.

§. 16.

Da die Alten diese Planeten um die Erde sich bewegen lassen wollten, so mußten sie wegen der Bestimmung ihres Orts in Beziehung auf die Sonne sehr verlegen seyn: man kann sogar sagen, daß die Wahl desselben gleichgültig war. Diejenigen, welche sie über die Sonne setzten, hatten eben so viel für und wieder sich, als die, welche sie darunter setzten. Ptolemäus bemerkt, daß man nicht bestimmt darüber entscheiden könne, weil sie keine Parallaxe hätten. Endlich stimmt Ptolemäus, zwischen der Meinung der Aegypter und alten Astronomen oder der Chaldäer getheilt, für die

a) Aelt. Sternk. 1 B. S. 282.
b) Almag. Lib. IX, c. 1.

letztere und setzt Venus und Merkur unter die Sonne, weil man, sagt er, sie niemals diesem Gestirne gegenüber sieht, und es natürlich ist, daß sich die Sonne in der Mitte zwischen diesen Planeten, die sie zu begleiten scheinen und denen, die sich von ihr bis 180° entfernen, befindet. Er hätte sich eben so gut durch's Loos bestimmen lassen können, als durch diese lächerliche Ursache, nach welcher er überdieß den Mond über die Sonne setzen mußte. So räsonnirten die alten Griechen, und die Astronomie, die von ihnen wieder hergestellt und kultivirt wurde, verdankt ihnen diese Irrthümer. Pythagoras setzte die Sonne in den Mittelpunkt der Welt, weil das Feuer, als die würdigste Substanz, den ersten Platz einnehmen müßte. Diese verborgnen Ursachen, diese schwankenden Gründe herrschten lange Zeit über den menschlichen Geist; sie behaupteten die Stelle der Thatsachen, und kämpften lange gegen sie, um ihre usurpirte Herrschaft zu erhalten.

§. 17.

Es kam darauf an, die beiden Umläufe und Ungleichheiten der Planeten sowohl in Beziehung auf die Sonne als auf den Thierkreis zu erklären. Hipparch sah, der Erzählung des Ptolemäus zufolge ein, daß es, nachdem die Astronomie durch ihn so große Fortschritte gethan hatte, nicht rathsam sei, sich auf eine so gefährliche Laufbahn zu wagen, die er nicht mit Ruhm würde verlassen können. Alles dieß ist indeß nichts weiter als Prahlerei von Ptolemäus, ungeachtet er diesem Vorwurfe zuvor zu kommen sucht a); er sucht bloß das Verdienst seiner Hypothesen dadurch zu heben. Ptolemäus Worte beweisen nur, daß diese Hypothesen ihm gehören; er würde sie sich nicht zuzueignen gewagt haben, weil damals Hipparchs Werke noch existirten. Offenbar zerschnitt er den Knoten der Schwierigkeit, indem er einen Epicykel und einen excentrischen Kreis mit einander vereinigte, und hier

a) Haec diximus non ostentationis causa, etc.

denselben Mechanismus anwandte, dessen er sich zur Erklärung der beiden Mondsgleichungen bediente.

§. 18.

Alle seine Erklärungen von der Bewegung der Planeten gründen sich auf diese Erfindung. Er fängt mit der Theorie des Merkurs und der Venus an. Wir glauben den Grund davon zu bemerken. Er war für die Unbeweglichkeit der Erde Eingenommen und glaubte daß ihre zur Bewegung ungeschickte Maße der Mittelpunkt alles Beweglichen seyn müßte. Die Erscheinungen der drei obern Planeten, des Saturns, Jupiters und Mars entsprechen dieser Voraussetzung ziemlich genau; denn man sieht jeden von ihnen in der Zeit, die ihm zugeschrieben wird, seinen Lauf um die Erde vollenden. So verhält es sich nicht mit der Venus und dem Merkur. Diese Planeten werden oft in den Stralen der Sonne, versteckt; sie begleiten sie beständig, wie ihre Familie. Merkur, der kleinste und schwächste entfernt sich am wenigsten. Venus durch einen größern Glanz ausgezeichnet, wagt sich schon weiter weg, allein beide bewegen sich abwechselnd von einer Seite derselben zur andern, folgen ihr beständig in ihrem Laufe, und vollenden nur mit ihr den Weg um die Erde. Es war offenbar, daß sich diese Körper um die Sonne drehten, allein der systematische Geist ist immer dem Beobachtungsgeist sehr nachtheilig, und diese Erscheinungen, bloß als Erscheinungen genommen, mußten dem Ptolemäus ungemein viel Schwierigkeit machen. Er verzweifelte an der Möglichkeit sie zu dem gewählten Systeme zurück zu führen, und doch hing davon der glückliche Erfolg seiner Unternehmung und die Aufführung seines Gebäudes ab; er fieng mit dem schwersten an.

Man kann diese Planeten nicht anders sehen, als wenn sie sich von der Sonne entfernen. Diese Digressionen, und besonders die größten sind mit Nutzen zu beobachten. Nach Ptolemäus wurden sie durch die Bewegung in dem Epicykel hervorgebracht. Er setzte

ihre Beobachtung beständig fort, und bemerkte, daß die größten von diesen Entfernungen nicht immer gleich waren, welches er der Bewegung in dem excentrischen Kreise zuschrieb. Ptolemäus bediente sich hier derselben Hülfsmittel, wie in der Mondstheorie, eines Epicykels und eines excentrischen Kreises, dessen Mittelpunkt sich in einem kleinen Kreise bewegte. Er hatte zweierlei zu erklären, einmal die wirkliche Bewegung des Merkurs und der Venus: dieß that er durch den Epicykel; und dann die Bewegung der Erde, welche er auf diese Planeten übertrug; dieß war die Bewegung in dem excentrischen Kreise.

Bei den obern Planeten, Saturn, Jupiter und Mars geschieht die auf diesen Planeten übertragne Bewegung der Erde, in dem Epicykel und ihre wirkliche Bewegung in dem excentrischen Kreise. Allein dieß ist immer dasselbe Prinzip; er veränderte nur die Methode zu beobachten. Er konnte die doppelten Beobachtungen ihrer Digressionen nicht nehmen, denn da sie sich bis 130 Grade von der Sonne entfernen, so giebt es nur eine große Entfernung, nämlich in der Opposition. Er blieb bei dieser Art von Beobachtung stehen, und dieß ist das erste mal, daß in der Geschichte der Astronomie davon die Rede ist. Diese Wahl verräth Geschicklichkeit. Er zog sie deswegen vor, weil sie Lagen geben, worauf nur eine einzige Ungleichheit Einfluß hat, nämlich die, welche in dem Thierkreise statt findet, und dem Planeten gehört. Dieß verhält sich wirklich so. Befindet sich die Sonne dem Planeten gegen über, so daß die Erde zwischen beiden in derselben graden Linie liegt, so verwirren sich die Wirkungen der Bewegung der Erde nicht mit den Wirkungen, die von der Bewegung des Planeten herrühren, und er wird so wohl von der Erde als von der Sonne aus, an demselben Ort gesehen. Man zieht daher noch jetzt diese Beobachtungen allen andern vor. Ptolemäus bemerkte sehr gut, wie wir, daß drei von diesem Beobachtungen hinreichend

waren, alle Umstände des Laufs des Planeten zu entdecken, und er lösete diese Aufgabe durch die Geometrie seiner Zeit auf. Das so eben gesagte, wird, wie wir glauben, hinreichen eine Vorstellung von dem Mechanismus des Ptolemäus in der Erklärung dieser himmlischen Bewegungen zu geben. In den Erläuterungen werden wir umständlicher davon handeln.

§. 19.

Ptolemäus bestimmt also die Dimensionen der Planetenbahnen, oder die Verhältnisse der Größe zwischen verschiednen Kreisen, woraus ihre scheinbare Bewegung zusammengesetzt ist. Allein dieß sind nur die Verhältnisse zwischen den Kreisen, die zu einem und demselben Planeten gehören. Ptolemäus konnte sie nicht von einer Bahn und von einem Planeten auf den andern ausdehnen. Er wußte nicht, wie viel mal eine von diesen Bahnen größer oder kleiner sei als die andre. Er hatte kein andres Mittel, die Bahn der Planeten zu bestimmen als ihre Umlaufszeiten. Er glaubte, daß eine längere Zeit einen größern Weg und einen größern Umfang voraussetzte. Saturn endigt seinen Lauf in dreißig Jahren, und Jupiter in zwölf; Jupiter war also näher, aber um wie viel? — Soweit reichten die Kenntnisse des Ptolemäus nicht. Das gemeinschaftliche Maß fehlte ihm. Alle unsere Kenntnisse sind aneinandergekettete Verhältnisse. Die Alten verglichen den Durchmesser der Erde mit dem Kubitus, oder mit der Länge des Vorderarms; mit diesem Durchmesser der Erde maßen sie ferner die Entfernung des Mondes, und mit dieser endlich die Entfernung der Sonne. Denselben Gang hätte man verfolgen, und die Entfernung der Planeten mit der Entfernung der Sonne vergleichen müssen. Ptolemäus vermogte diesen Uebergang nicht zu machen. Die nöthigen Methoden erwarteten den Kopernikus. Man kann nur durch die Bewegung der Erde dazu gelangen; allein der Mensch hielt sich damals für zu groß, für zu wichtig,

um die Erde mit den übrigen Weltkörpern, in dem Raume herum irren zu lassen. Wer durch seine Würde zu einer sitzenden Lebensart bestimmt ist, wird nie weder die Menschen noch die Dinge ausser sich kennen lernen. Wie würden wir eine Vorstellung der Größe der Welt haben, wenn wir auf einer unbeweglichen Erde ruhig an demselben Orte blieben? Kehren wir aber in die ursprüngliche Gleichheit zurück, so können wir aus dem Lauf der Erde, den Lauf der Planeten beurtheilen; können nach den Räumen, welche sie durchläuft, andere Räume schätzen, und aufs neue die Kenntnisse aneinanketten. Ptolemäus hat gleich einem Künstler, der eine Menge Räder untereinander verbindet, wovon er weder die Verhältnisse, noch den Gebrauch kennt, die Welt nur aus abgerissenen Stücken zusammengesetzt. Die falsche Voraussetzung der Unbeweglichkeit der Erde hemmte alle Fortschritte, und der menschliche Verstand hat von Aristarch bis auf Kopernikus in dieser Rücksicht nicht einen Schritt gethan.

§. 20.

Nachdem wir nun die Bewegung um die Erde in Beziehung auf die Ekliptik betrachtet haben, wollen wir jetzt zur Bewegung in die Breite gehen. die Alten hatten bemerkt, daß die Planeten einen etwas gegen die Ekliptik geneigten Weg verfolgten. Sie entfernten sich mehr oder weniger von diesem Kreise, indem sie sich in ihrer eignen Bahn fortbewegten. Diese Veränderungen sind das, was die Alten, Bewegung in die Breite nannten; allein die Erscheinungen waren bei der Voraussetzung, daß diese Planeten sich um die Erde bewegten, sehr schwer zu erklären. Die Ebne der Planetenbahn ist nämlich gegen die Ekliptik geneigt, und ihre Breite verändert sich nach dem Verhältnisse ihrer Entfernung vom Knoten, Dieß ist nicht alles. Da die Erde durch ihre Bewegung sich bald mehr bald weniger von diesen Planeten entfernt, so folgt daraus, daß ihre Breite sich uns unter einem größern oder klei-

nern Winkel zeigt. Ptolemäus bemerkte diese verschiednen Veränderungen in den Breiten, und da er zwei Kreise erfunden hatte, die beiden scheinbaren Bewegungen der Planeten vorzustellen, so kam er auf die Idee ihren Bahnen zwei verschiedene Neigungen zu geben, um dadurch die beiden Veränderungen zu erklären. Er neigte den excentrischen Kreis gegen die Bahn der Ekliptik; dieß ist die Neigung, welche die Astronomen nach ihm Deviation genannt haben; darauf neigte er die Ebne des Epicykels gegen die Ebne des excentrischen Kreises selbst, und dieß hat man Inklination genannt. Diese vermehrte oder verminderte jene, nachdem es zur Erklärung der Veränderungen nöthig war.

§. 21.

Es würde immer schon viel Scharfsinn verrathen haben, die Erklärung der Erscheinungen bis auf diesen Grad von Einfachheit zu bringen, wenn sie nur den Erscheinungen entspräche. Die beiden Neigungen erklärten noch nicht alles. Ptolemäus sah sich zuweilen genöthigt, die Neigung des Epicykels gegen den excentrischen Kreis durch eine oscillirende Bewegung veränderlich zu machen. Diese Idee war sinnreich, aber sie hatte wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Sieht man sich genöthigt, um die Naturerscheinungen zu erklären die Hülfsmittel zu vervielfältigen, so kann man gewiß seyn, daß man sich von der Wahrheit entfernt und in seinen Erklärungen nicht glücklich ist. Eine Hypothese ist nur dann gut, wenn sie wie die Natur einfach ist und viel mit wenigen ausrichtet.

Uebrigens sah Ptolemäus die Verwickelung und die Fehler dieses Systems selbst ein. Er glaubt, daß es schwer sei, diese großen Phänomene durch gemeine und anschauliche Gründe zu erklären, und auf diese göttlichen Körper das anzuwenden, was wir von den irrdischen Bewegungen wissen. "Was ist", sagt er, "mehr von den himmlischen Gegenständen verschie„den, von den Gegenständen, die immer in demselben

„Zustande bleiben, als irrdische Dinge, welche in einem „beständigen Wechsel sind, und durch das geringste Hin„derniß in Ordnung gebracht werden. Man muß also „versuchen die Bewegungen der Gestirne durch die einfach„sten, und wenn diese nicht zureichen, durch mögliche „Voraussetzungen zu erklären; denn wenn die Hypothese „von jeder Erscheinung den Grund angiebt, warum sollte „die Verwickelung welche sie voraussetzt, in der Natur „nicht statt finden? Müssen wir alles dieß nach den „Begriffen urtheilen, die wir von der Einfachheit ha„ben? Haben selbst die Menschen eine genaue und be„stimmte Vorstellung davon, da das, was für den ei„nen einfach ist, es für den andern nicht ist?" Dieß Raisonnement ist, das Vorurtheil von der Göttlichkeit der Gestirne abgerechnet, sehr philosophisch. In einer so neuen Materie als damals die Theorie von der Bewegung der Planeten war, würden wir uns in unsern Zeiten eben so gut irren können, wie Ptolemäus und vielleicht ohne, wie er, es gewahr zu werden. Man hatte ohne Zweifel dem Ptolemäus eben das vorgeworfen, weswegen nach der Zeit Newton getadelt wurde, daß seine Hypothese der Natur nicht angemessen sei, und der ägyptische Astronom antwortete damals wie der englische Geometer; seid ihr mit der Natur so bekannt, um neue Gesetze auszuschliessen? Allein eine Prüfung von mehreren Jahrhunderten, die sorgfältigen Beobachtungen, welche der Probierstein der Systeme sind, weil sie sich der Wahrheit mehr nähern, haben das System des Ptolemäus zerstört, und die Entdeckungen Newtons bestätigt.

§. 22.

Das Stillschweigen des Ptolemäus über die wahre, von den Aegyptern entdeckte Bewegung der Venus und des Merkurs um die Erde, ist wie wir schon erinnert haben a), sehr merkwürdig. Cicero und

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. p. 171 et 413 1 B. p. 208 u. 2ter B. p. 227.

Vitruv haben länger als ein Jahrhundert vor Ptolemäus davon geredet; Makrobius und Martianus Capella, die nach ihm kamen, haben ihrer ebenfalls erwähnt a), und wir vermuthen sogar, daß Sosigenes, dessen Werke Ptolemäus gekannt haben kann, das ägyptische System angenommen, und die Kenntniß davon nach Rom gebracht hatte. Man könnte den Einwurf machen, die Quelle, woraus Sosigenes in Aegypten schöpfte, mußte ja dem Ptolemäus eben so gut offen stehn, warum hat er denn nicht diese sinnreiche und wahre Erklärung von den Erscheinungen der Venus und des Merkurs angenommen? Warum hat er wenigstens nicht in seinem Buche ihrer erwähnt? — Allein wenn man bedenkt, daß das Kollegium der ägyptischen Priester die Wissenschaft und vorzüglich die astronomische Kenntnisse in ein geheimnißvolles Dunkel zu hüllen pflegte, und überdieß die Stiftung der alexandrinischen Schule für die Mitglieder beider königlichen Anstalten, sowohl für die Priester, die nicht mehr, wie sonst, geschätzt wurden, als auch für die griechischen Astronomen, welche anfingen, sich in Ansehung zu setzen eine Quelle der Eifersucht werden mußte b), welche durch die Fortschritte, die die Astronomie unter den Händen der letztern machte, und ihnen ein entschiedenes Uebergewicht gab, noch immer vermehrt wurde, so begreift man leicht, daß das Kollegium der Priester nicht sehr geneigt wird gewesen seyn, dem Hipparch und Ptolemäus die Schätze mitzutheilen, welche man in den Labyrinthen und in den berühmten Syringen, deren Säulen und Steine mit astronomischen Kenntnissen belastet waren, verschlossen hatte. Ueberdieß war auch durch die Nachlässigkeit der Priester und durch die Unwissenheit, worein sie zu Strabos

a) Cicero, Somn. Scip.
Vitruuii Archiet, Lib. IX, c. 4.
Macrob. Comment. in Somn. Scip. L.I. c. 19.
Martianus Capella, de Nupt. philol. et Merc L. VIII.
b) Gesch. der ält. Sternk. 1 B. 6 Abschn. §. 20.

Zeit versunken waren, die Kenntniß der hieroglyphischen Sprache verloren gegangen, und Hipparch, Ptolemäus und die Priester selbst würden vielleicht sehr verlegen gewesen seyn, die Charaktere davon zu entziffern. Es ist daher sehr möglich, daß diese ägyptische Entdeckung durch die Philosophen, die nach Aegypten reiseten, bekannt gemacht oder vielmehr durch den Sosigenes nach Rom gebracht worden ist; und daß Hipparch und Ptolemäus da die Beobachtungen, worauf sich diese Entdeckungen gründete, den griechischen Astronomen unzugänglich oder unverständlich geworden waren, die von dieser Stütze entblößte Meinung als einen Volksirrthum ansahen; eine Meinung, die Ptolemäus um so lieber verwarf, da sie seine Hypothesen zerstörte oder ihnen wenigstens die Einförmigkeit und Allgemeinheit der Erklärung, die doch das Verdienst eines Systems ausmacht, raubte. Wenn Ptolemäus die Erklärung kannte, welche die alten Aegypter von der Bewegung der Venus und des Merkurs gaben, woran doch nicht zu zweifeln ist, und dennoch ihre Einfachheit und Richtigkeit nicht fühlte, so kam dieß sicher daher, weil gleichsam eine Art von Instinkt ihm sagte, daß sich die Planeten nach allgemeinen Gesetzen bewegen und ihre Theorien einförmig sein müßten. Er sah ein, daß diese Planeten sich alle um denselben Mittelpunkt drehen müßten; und da er sich nicht denken konnte, daß die drei obern sich um die Sonne drehten, so glaubte er, daß die beiden andern sich nach diesem Gesetze der Einförmigkeit ebenfalls um um die Erde bewegten. Ueberdieß glaubte er nicht, daß ein Mittelpunkt der Bewegung sein könnte, und er würde es für ungereimt gehalten haben, die Planeten sich um die Sonne bewegen zu lassen, die er wie die übrigen in Bewegung setzte. Da er einmal diese Meinung so verführerisch sie auch war, verwarf, so konnte er ihre Einfachheit den Hypothesen, deren Verwickelung er entschuldigte, nicht entgegenstellen. Je mehr er von se nen Hypothesen eingenommen wurde, desto weniger

wird er in seinem Werke davon haben reden wollen aus Furcht seinen Lesern Mißtrauen einzuflößen, oder sie wenigstens ungewiß zu machen. Dieß sind die wahrscheinlichen Beweggründe seines Schweigens.

§. 23.

Ptolemäus bestätigte die Entdeckung, die Hipparch von der Bewegung der Sterne in der Länge oder vielmehr von dem Rückwärtsgehen der Aequinoktialpunkte gemacht hatte. Er scheint es gewesen zu seyn, der diese Bewegung auf einen Grad in hundert Jahren geschätzt hat. Er machte einige Veränderungen mit den 49 Konstellationen, und reduzirte sie auf 48. Er redet von dem Haupthaare der Berenice aber ohne ein besonderes Sternbild daraus zu machen. Merkwürdiger ist die Uebergehung des Antinous, Hadrians Liebling, dem dieser Kaiser göttliche Ehre erweisen ließ. Diese Verehrung war schändlich; jede Schmeichelei selbst in Rücksicht auf eine thörichte und verderbte Leidenschaft ist klein und niederträchtig. Es ist abscheulich, daß man die Idee gehabt hat, das Andenken dieser unwürdigen Liebe unter die Sterne an den Himmel zu versetzen. Allein wenn je die Menschen und vorzüglich große Männer, die solcher Niederträchtigkeiten unfähig seyn sollten, deswegen entschuldigt werden können, so war es zu den Lebzeiten des Hadrians. Antinous ist also gewiß in dieser Epoche an den Himmel gesetzt worden, wo ihn die Neuern erhalten haben. Dieß ist die Zeit, in welcher Ptolemäus lebte; indeß hat er ihn doch, wie das Haupthaar der Berenice zu keinem besondern Sternbilde gemacht; er sagt bloß: Sterne um den Adler, welche zu keinem Sternbilde gehören, unter welchen Antinous ist. Wer anders als Ptolemäus hat den Namen Antinous an den Himmel schreiben können? Allein wenn es eine Schmeichelei von ihm war, warum hat er nicht wirklch ein Sternbild daraus gemacht? Warum redet er im Vorbeigehen davon? Sollte dieser große Mann, da Hadrian ein Jahr früher starb, ehe er sein Verzeichniß

machte, beschämt über das, was er gethan hatte, es nicht gewagt haben, weder auf einmal seine Schmeichelei durch Stillschweigen auszulöschen, noch sie durch Benennung eines Sternbildes bei der Nachwelt zu verewigen? Seine Ausdrücke scheinen zu sagen, das ist der Ort des Himmels, den ich so niederträchtig war, dem Antinous zu weihen.

§. 24.

Ptolemäus kannte die Strahlenbrechung sehr gut, und wir haben davon sichere Zeugnisse, ob er gleich ihrer im Almagest nicht erwähnt. Er hat ein Werk über die Optik geschrieben, das nicht auf uns gekommen ist, worin er die Wirkungen dieser Erscheinung beschreibt. Der Araber Alhazen führt dieß Werk an, das zu seiner Zeit noch existirte a). Wir müssen bei dieser Gelegenheit ein Wort von der Refraktion sagen. Ungeachtet das Licht unendlich fein ist, ungeachtet es allen unsern Sinnen, den Sinn des Gesichts ausgenommen, entgeht, so ist es doch ein Körper, durch dessen Gegenwart uns alle übrigen Körper sichtbar werden. Es wird von ihnen zurückgeworfen um durch eine sanfte Berührung unsers Organs ihr Daseyn zu verkündigen. Es schmückt sie mit Farben die es versteckt. Es zertheilt sich selbst, und bringt dadurch die verschiednen Nüancen hervor, vermannigfaltigt die Gestalt der Erde und macht sie lebhaft und heiter. Ohne das Licht würde der Mensch seine Bedürfnisse, nur mit Mühe befriedigen, und mitten unter den Gefahren, die er nicht vorher sehen konnte, traurig und melancholisch, wie die Natur, seyn. Er würde nur in dem engen Bezirke seiner übrigen Sinne existiren, und mitten unter den lebenden Wesen fast einsam seyn. Allein dieß Geschenk des Lichts, setzt uns, indem es, was das Auge uns sehen läßt, verschönert, beständig Irrthümern aus. Das Licht und das Gesicht täuschen uns, wie alles was uns glücklich

a) Unten Erläut. §. 30.

macht. Das Licht wirkt durch einen Stoß, und der erschütterte Stern führt den Eindruck des Gegenstandes zur Seele. Da aber der Mensch nur vermittelst eines Zwischenkörpers auf einen entfernten Körper wirkt, so stellt er sich jedesmal, wenn er die Empfindung eines entfernten Gegenstandes hat, einen langen unmerklich dicken Körper vor, oder er denkt sich eine Reihe von kleinen, in grader Linie nebeneinander liegenden Körperchen, die den Gegenstand mit dem Organe verknüpfen. So ist die Vorstellung beschaffen, die wir vom Lichtstrahle haben, vermittelst dessen wir sehen, und den wir den Gesichtsstrahl genannt haben. Wir sehen nothwendig die Gegenstände in die Richtung und an das äußerste Ende dieses Strahls; dieß ist das Prinzip unsrer Urtheile, und die Quelle manches optischen Betrugs. So viel ist immer wahr, das Licht pflanzt sich beständig in grader Linie fort, wenn es durch denselben Körper, z. B. durch Glas geht, oder wenn es sich, in einer gleichartigen Flüssigkeit, z. B. in der Luft, im Wasser rc. bewegt. Die Physiker sind mit einander überein gekommen, dieß Fluidum allgemein ein Mittel (Medium) zu nennen. Geht aber das Licht aus einem Medium ins andere, aus der Luft ins Wasser oder ins Glas, so muß es senkrecht auf die Oberfläche fallen, wenn er seine Richtung nicht ändern soll. In jedem andern Falle ändert es nach einem lange Zeit uns unbekannten Naturgesetze, dessen Entdeckung dem Newton aufbewahrt war, seinen Weg, und nähert sich dieser senkrechten Linie oder entfernt sich von ihr. Dieß Gesetz ist die Ursache der Refraktion. Das Fluidum die dicke Luft, welche die Erde umgiebt, erhebt sich nur in einer mäßigen Entfernung von ihrer Oberfläche. Ueber dieser Atmosphäre ist der unermeßliche Raum bis zu den Sternen, von welchen das Licht auf uns herabgeschossen, oder reflektirt wird, entweder ganz leer oder was wahrscheinlicher ist, mit einer äußerst feinen Flüssigkeit angefüllt. Das Licht, das uns zugeschickt wird, bewegt sich darin frei; allein wenn es zu den Gränzen unsrer

Atmosphäre gekommen ist, so biegt es sich dem Naturgesetze zufolge, verändert seinen Weg, und wir täuschen uns, indem wir es empfangen und den Gegenstand in der Richtung des Gesichtsstrahls glauben, um den ganzen Unterschied zwischen seinem ersten und seinem neuen Wege. Dieser Unterschied ist die Wirkung der Refraktion.

§. 25.

Posidonius versuchte wie wir gesehen haben, die Größe der Sonne am Horizonte, durch die beim Eintritt in die Atmosphäre gebrochnen Strahlen zu erklären. Er bemerkte sogar, daß diese Wirkung von der Dichtigkeit des Mediums abhing. Ungeachtet er die Wirkung der Refraktion zwar unrichtig anwandte, so war sie ihm doch nicht unbekannt. Die erste Kenntniß davon gehört also nicht dem Ptolemäus. Kleomedes war schon weiter; er glaubte, daß der Lichtstrahl, wenn er sich in der Atmosphäre krümmte, die Sonne erheben und sie uns noch zeigen könnte, wenn sie auch schon unter dem Horizonte hinabgestiegen wäre. Hier haben wir also die Wirkung der Refraktion nach der sehr bekannten und angezeigten Vertikalrichtung. Ptolemäus zeigte sich ohne Zweifel bei der Entwickelung derselben als gelehrterer Astronom wie Kleomedes. Die Anwendung dieses Elements auf astronomische Beobachtungen ist deswegen verzögert, weil man es nur durch die Erscheinungen am Horizonte, durch die Erscheinung der ungewöhnlichen Größe der Sonne und des Mondes, oder des aufgehenden verfinsterten Mondes vor dem Untergange der Sonne entdeckt hat. Ptolemäus bemerkte sogar, daß die gegenseitigen Entfernungen der Sterne am Horizonte größer, als mitten am Himmel erscheinen a); eine der Vergrößerung des Mondes und der Sonne am Horizonte völlig ähnliche Erscheinung. Es war also ein sehr natürlicher Gedanke,

a) Almag. Lib. IX, c. 2.

daß die Wirkung der Refraktion nur dort statt fände. Dieß Vorurtheil hat ziemlich lange geherrscht; denn noch im Anfange des letzten Jahrhunderts glaubte man, daß sich die Refraktion nicht über 45 Grade in die Höhe erstrecke a). Die Alten scheinen die Sterne nur im Meridiane und gegen die Mitte des Himmels beobachtet zu haben. Man konnte folglich zu Alexandrien, wo die Sonne im Meridiane niemals niedriger als 36 Grad und die übrigen Planeten nur wenig darunter stehn, die Nothwendigkeit fühlen, sich der astronomischen Refraktion zu bedienen. Sie ist bei dieser Höhe schon sehr gering und geringer als der Fehler der alten Instrumente. Die Araber und Perser, die von dem Aequator nicht viel weiter entfernt wohnten, als die alexandrinischen Astronomen, waren in demselben Falle. Nur auf Beobachtungen, die in nördlichen Ländern, unter einer größern Neigung der Sphäre angestellt wurden, hat die Refraktion einen merklichen Einfluß gehabt. Daher war auch der Gebrauch der Refraktion dem Walther und Tycho aufgehoben.

§. 26.

Ptolemäus hatte über die Ursache der Größe der Gestirne am Horizonte eine sehr vernünftige Meinung. Er kannte die Refraktion hinlänglich, um zu bemerken, daß sie die beiden Ränder der Sonne fast auf gleiche Weise erhob, und folglich die Sonne nicht vergrößern konnte. Wir sagen fast, weil nämlich die Refraktion immer kleiner und kleiner wird, so wie sich der Himmelskörper von dem Horizonte entfernt. Da nun der eine Rand der Sonne um die ganze Größe der Sonnenscheibe höher ist als der andre, so ist er weiter vom Horizonte entfernt, und wird weniger durch die Refraktion erhaben als der untere Rand, der sich ihm dadurch nähert. Die Refraktion verkürzt also wirklich den Durchmesser und vermindert die scheinbare Größe der Sonne, statt sie zu vermehren. Dieß bemerkte

a) Dritter Band.

auch Ptolemäus. Allein dieß war nicht Frucht der Erfahrung, denn die Größe ist zu klein, als daß sie mit den damaligen Instrumenten hätte können gemessen werden; es war ein Blick seines Geistes. Da die Refraktion die Mondes- und Sonnenscheibe nicht vergrößert, so mußte man davon eine andere Ursache aufsuchen. Ptolemäus fand sie in einer ziemlich feinen Metaphysik. Wir haben von unbekannten Entfernungen durch die Vergleichung mit bekannten eine Vorstellung. Wir urtheilen also über die himmlischen Entfernungen, nach den sehr beschränkten Entfernungen auf der Erde. Allein diese Entfernungen, und die, welche wir selbst durchlaufen, haben, so klein sie auch sind, doch eine Größe, die in unsrer Schwäche ihren Grund hat. Vergleichen wir diese Entfernungen durch Instrumente mit den himmlischen Entfernungen, so erhalten wir genaue Resultate; gründen wir aber die Vergleichung auf das Verhältniß unsrer Sinne, so erstreckt sich die Unrichtigkeit dieses Verhältnisses, die Täuschung des Verstandes auf die beiden Gegenstände der Vergleichung, und die falsche Vorstellung der Größe geht von dem einen zum andern über. Ptolemäus glaubte, daß die scheinbare Größe der Gestirne am Horizonte ein Irrthum sei, der aus zwei stillschweigenden Urtheilen der Seele entspränge. Wenn die Sonne und der Mond am Horizonte stehen, so befinden sich zwischen ihnen und uns viele Gegenstände, deren Entfernung wir kennen. Die Entfernung des Gestirns nach diesem Maßstabe geschätzt, scheint uns sehr groß zu seyn; und zufolge dieses ersten Urtheils, kömmt uns der Gegenstand, ohne seine wahre Größe zu verändern, um so größer vor, je weiter wir ihn entfernt glauben. Erheben sich die Gestirne bis auf eine gewisse Höhe, so sind sie vom Horizonte und von jeder Art vom Maßstabe entfernt; es befindet sich zwischen ihnen und uns nichts als der leere Raum, in welchem für die Einbildungskraft nichts ist, und wir halten sie für näher. Diese sinnreiche Ursache, die einzige wahrscheinliche, und ohne Zweifel die wahre,

ist von Mallebranche wieder erneuert; allein man sieht daß sie älter war, und dem Ptolemäus gehört.

§. 27.

Ptolemäus Werk über die Optik, mußte nach dem zu Urtheilen, was wir so eben über die Refraktion gesagt haben, sehr schätzbar seyn. Es ist sonderbar, daß es ganz verschwunden ist. Dieß Buch existirte noch im eilften Jahrhunderte, wo Alhazen und im dreizehnten, in welchen Roger Baco lebte. Es ist also seit der Regierung Ludwigs des Heiligen, wo die Wissenschaften wieder auflebten, verloren gegangen, unterdeß die Werke der beiden übrigen erhalten worden sind. Alhazen, der es abgeschrieben zu haben scheint, hat vielleicht zu seinem Verluste mit beigetragen; man konnte damals leicht das Original verschwinden lassen, die Manuscripte waren selten und leicht zu zerstören. In der jetzigen Zeit gehen die Bücher nur unter, wenn sie keinen Werth haben.

Ein sehr wichtiges Werk, das wir noch dem Ptolemäus zu verdanken haben, ist seine Geographie. Dieß Buch ist für diese Wissenschaft, was das Almagest für die Astronomie ist. Er giebt darin die Lage aller damals bekannten Oerter an, die nach der Methode des Hipparchs durch die Längen und Breiten bestimmt sind. Diese Arbeit war selbst als bloße Kompilation betrachtet, nicht so leicht als sie es heutzutage ist. Die berühmte Bibliothek zu Alexandrien enthielt zwar vortrefliche Hülfsmittel: allein das Nachsuchen muß ungeheure Arbeit gekostet, und viel Kritik erfordert haben. Die Alten hatten auf ihren Reisen keine Instrumente bei sich. Die ganze Geographie war auf ihre Erzählungen, und auf mündliche Nachrichten gegründet, die man durcheinander berichtigen mußte. Das Leben eines Menschen würde zu dieser Unternehmung nicht hingereicht haben, wenn er sie zuerst angefangen hätte. Vor dieser Geographie müssen mehrere andre Werke vorher-

gegangen seyn, die in Ptolemäus großer Sammlung enthalten sind, und die eben so wie die Werke, die vor dem Almagest vorhergingen verschwanden, weil sie nun nicht mehr nutzten. Man sieht daß Ptolemäus alles in Großem dachte und that. Sein Werk ist gleichsam der Rahmen, in welchen man die Erdbeschreibung eingefaßt hat. Die Neuern haben bloß seine Bestimmungen zu berichtigen gehabt. Jetzt, da die Gestalt der Erde verändert ist, da dieselben Städte und Reiche nicht mehr existiren, dient es noch dazu ihre Lagen und Gränzen wieder zu finden.

§. 28.

Es haben gewiß wenige Menschen so viel und über so wichtige Gegenstände gearbeitet als Ptolemäus. Er umfaßte die Chronologie, die Musik, die Optik, die Gnomonik und war zugleich der Gesetzgeber, der Astronomie und Geographie. Man hat behaupten wollen, er sei kein Beobachter gewesen; allein dieß ist leichter gesagt, als bewiesen a). Er hat unstreitig viele Verdienste um die Astronomie. Sein Almagest gehört ihm nicht ganz; wir haben demselben vieles genommen, um Hipparch Gerechtigkeit wiederfahren zu lassen. Allein dessen ungeachtet verräth dieß Werk doch einen vielumfassenden Verstand. Es bleibt dem Ptolemäus noch immer genug, um ihn zu einen sehr großen Mann zu machen. Es gehört viel Genie dazu, die gelehrte Welt vierzehn Jahrhunderte mit seinen Arbeiten zu beschäftigen. Wir haben dem Ptolemäus die schuldige Gerechtigkeit wiederfahren lassen, und zugleich aber auch von seinen Fehlern und Unvollkommenheiten gesprochen, und glauben auf die Art, zwischen den Arabern, den ersten europäischen Astronomen, die ihn zu sehr gelobt, und den neuern die ihn zu sehr herabgesetzt haben, genau das Gleichgewicht zu halten. Dieser große Astronom starb b), im acht und siebzigsten Jahre seines Alters.

a) Erläut §. 34.
b) Gassendi, in vita Peiresch.

Man erzählt, daß er, als er einst von einem Könige zur Tafel eingeladen sei, es ausgeschlagen und gesagt habe: die Könige gleichen den Gemälden die nur in einiger Entfernung müssen gesehen werden a)

§. 29.

Mit Ptolemäus erlosch der Glanz der alexandrinischen Schule. Sie dauerte zwar noch fünf Jahrhunderte fort, und behauptete ihr Ansehen, aber für die Astronomie that sie nichts. Die Nachfolger von Hipparch und Ptolemäus sind bloße Kommentatoren die ihnen nur langsam folgen. Das astronomische Verdienst schränkt sich bis auf die Araber, die das Scepter in dieser Wissenschaft wieder ergriffen, bloß darauf ein, die Werke von Hipparch und Ptolemäus zu verstehen und zu erklären.

In diesen unfruchtbaren Zeiten kommen Hypsikles, Julius Firmikus, und Theon der Jüngere vor, der sich durch einige hinterlassene Beobachtungen bekannt gemacht hat. Hypatia seine Tochter, ausgezeichnet durch ein Geschlecht, welches alle Talente schmückt, hat astronomische Tabellen berechnet. Hesychius b) erzählt, sie sei von den Einwohnern zu Alexandrien, die über ihren Ruhm neidisch gewesen wären, ermordet und zerrissen worden. In unsern Zeiten schont der Neid doch wenigstens das Leben, wenn er auch den guten Namen kränkt. Allein das Verbrechen darf wohl nicht dem Neide zugeschrieben werden, denn sie starb in einem Aufruhr, weil man vermuthete sie wäre die Ursache des Mißverständnisses, das zwischen dem Patriarchen Cyrillus von Alexandrien, und dem Statthalter Orestes herrschte c).

a) Riccioli Almag. T. I, p. XLIII.
b) Hesychius, de philosoph.
c) Socrates, Hist. ecclesiast. L. VII. c. 13.

Ferner sind zu bemerken der Bischof Synesius, der Verfasser eines Planisphäriums, Thius, der einige Beobachtungen anstellte; der Philosoph Simplicius der Kommentator des Aristoteles; Achilles Tatius, und Rufus Sextus Avienus, welche den Aratus erklärten, und endlich Pappus, Proklus und Boetius, die über das Almagest geschrieben haben. Boetius war ein Römer und eine Magistratsperson, er hat eine Uebersetzung vom Almagest gemacht, die aber verloren ist a). Seine Geschicklichkeit in der Mechanik und Gnomonik lernen wir aus einem Briefe des gothischen Königs Theodorich, der zwei Uhren für den König von Burgundien von ihm verlangt; eine Sonnenuhr, welche die Stunden durch die Sonnenstrahlen anzeigte, und eine Wasseruhr, die des Nachts gebraucht werden sollte. "Ich wünsche", sagt er "daß „du auch bei den Völkern, zu denen du nicht kommen „kannst, bekannt werdest, und daß sie wissen, daß wir „Männer haben, welche den alten Schriftstellern, deren „Werke man bewundert, nichts nachgeben". Eben dieser Fürst ließ ihn jedoch nach der Zeit hinrichten. Man weiß nicht, ob er es that, weil Boetius zu republikanische Gesinnungen hatte, oder weil er gegen den Arianismus sprach, welchem Theodorich zugethan war. Die Eroberer sind grausam. Nähert man sich dem Löwen, so muß man vor seinem Erwachen zittern.

§. 30.

Nach der Stiftung der christlichen Religion wurde von der Kirche verordnet, daß das erste Osterfest am ersten Sonntage nach dem Vollmonde, der auf die Frühlingsnachtgleiche fällt, oder zunächst darauf folgt, gefeiert werden sollte. Um die Zeit dieses Festes im voraus zu ordnen und anzuzeigen, war die Astronomie nöthig. Die Bischöfe, die in diesen Wissenschaften wenig unterrichtet waren, bedienten sich anfangs der

a) Cassiodor. Lib. I, Variar. Epist. 45.

Octorteries des Kleostratus und Harpalus a), oder der Periode von acht Jahren, welche um einen und einen halben Tag unrichtig war, so daß nach zwanzig solcher Perioden Ostern um ein Monat abweichen mußte b). Es lag sehr daran, im voraus den Tag zu wissen, auf welchen der Vollmond fällt, der dieß Fest bestimmt; noch wichtiger war es, ihn für einen Tag anzuzeigen, der von der Kirche eingeführten Regel nicht abweicht. Anatolius, der gegen das Jahr 270, ehe er Bischof von Laodicea wurde, zu Alexandrien das Haupt der peripatetischen Schule war, glaubte, daß der metonische Cykel, die Periode von neunzehn Jahren, welche die Vollmonde auf dieselben Tage des Monats zurückführte, zu dieser Absicht so vortheilhaft wäre, als man wünschen könnte. Er wandte diesen Cykel auf die Bestimmung des Osterfestes an, und setzte den Anfang desselben auf den 22 März des Jahrs 276 unsrer Zeitrechnung. Dadurch leistete er der Rechnung und dem Kirchenkalender einen wichtigen Dienst. Mit diesem Cykel, in welchem die Mondphasen auf bestimmte Tage fallen, und in einer Ordnung folgen, die ungefähr nach neunzehn Jahren wieder zurück kömmt, war man im Stande Ostern zu bestimmen.

Das nicäische Concilium verordnete daher, daß dem Bischofe von Alexandrien, der in einer gelehrten Stadt wohnte, das Geschäft aufgetragen werden sollte, den Tag zu bestimmen, auf welchen Ostern gefeiert werden müßte, und es durch Zirkularschreiben allen Bischöfen anzuzeigen. Die Prälaten gründeten damals ihre Rechnung auf den alexandrinischen Kalender, und wählten den Neumond, der zu Alexandrien auf den Mittag den 28 August, den Tag vor Dioklettans Regierungsantritt fiel, zur Epoche des neunzehnjährigen

a) Aelt. Sternk. 1 B. 8 Abschn. §. 11
b) Mem. Acad. Scien. T. VIII. p. 354
c) Petau, Doct. temp.

Cykels. Dieser Tag der letzte des alexandrinischen Kalenders. Seit Augusts Regierung, als das Jahr aufgehört hatte, schwankend zu seyn, fing es den 29sten August an. Das erste Jahr des Cykel war auch das erste der Regierung Diokletians a); daher die diokletianische Zeitrechnung, deren sich die Christen einige Jahrhunderte hindurch bedienten.

§. 31.

Dionysius mit dem Zunamen der Kleine, verfolgte die Idee des Anatolius, und führte einen neuen Cykel von fünf hundert und zwei und dreißig Jahren zur Bestimmung des Osterfestes in die römische Kirche ein. Diese Periode besteht aus acht und zwanzig Mondencykeln von neunzehn Jahren. Die Zahl acht und zwanzig ist die Zahl der Jahre eines Cykels, welcher der Sonnencykel genannt wird. Er hat den Vortheil, daß er dieselben Wochentage auf dieselben Tage des Monats und des julianischen Jahrs zurückführt; Wir glauben nicht daß Dionysius hier viel astronomische Kenntnisse angewandt hat. Offenbar hat er eine Periode erfinden wollen, welche die Neu- und Vollmonde auf dieselben Tage der Woche und des Monats zurückbrächte; und er sah, daß dazu hinlänglich war, die beiden Cykeln von neunzehn und acht und zwanzig Jahren mit einander zu multipliciren. Allein diese Periode ist nicht genau. In 532 Jahren übertreffen die julianischen Jahre die wahren Sonnenjahre um vier ganze Tage b). Sie würde weniger unrichtig seyn, wenn das Jahr so wäre, wie es Hipparch bestimmt hat, und wie es Dionysius kannte. Dieser Chronolog ist es, der im Jahre 527 das Geburtsfest Christi zur Epoche festsetzte, die seitdem von allen christlichen Nationen angenommen ist.

Es gab damals noch eine kleine Periode von funfzehn Jahren, nähmlich die Periode der Indiktionen.

a) Cassini, Mem. Ac. Sc. T. VIII, p. 355.
b) Ebendas. p. 351.

Man kennt weder ihren Zweck noch die Zeit, wenn sich ihr Gebrauch angefangen hat, genau. Vermuthlich hat sie sie einer Auflage, die unter den römischen Kaisern zur Unterhaltung der alten Soldaten, die funfzehn Jahre gedient hatten, gehoben wurden, ihren Ursprung zu verdanken. Man bedient sich derselben nur noch in den römischen Hofakten. Sie fangen mit dem ersten Januar 313 an. Multiplicirt man die drei Perioden mit einander, so erhält man die von Skaliger erfundene julianische Periode von 7980 Jahren. In dieser Periode kommen nicht zwei Jahre vor, die dieselben Zahlen für die drei Cykel haben; und wenn sie geendigt ist, so fangen die drei Cykels zusammen in derselben Ordnnug wieder an. Sie fängt vier tausend sieben hundert dreizehn Jahre vor unsrer Zeitrechnung an, und sie wird sich erst im Jahre drei tausend zwei hundert und sieben und sechszig endigen. Skaliger hat diese Periode als ein Universalmaß vorgeschlagen, um alle übrigen Perioden, Epochen und Zeitrechnunegn der verschiednen bekannten Völker darauf zu beziehen. Ihre Größe gab ihr wirklich diesen Vortheil. Mehrere Astronomen haben davon Gebrauch gemacht. Wir haben hier bei Gelegenheit der Periode des Dionysius davon geredet, um auf diese Materie nicht wieder zurück zu kommen.

§. 32.

Gegen die Mitte des siebenten Jahrhunderts unsrer Zeitrechnung bewirkte, die in Arabien eingeführte muhamedanische Religion eine sehr große Revolution. Die sehr alten Bewohner dieses Welttheils von Fanatismus, Bekehrungsgeist und Eroberungssucht entflammt, kamen nach Aegypten, unterwarfen sich Alexandrien, und zerstörten das schönste Denkmahl d. Alterthums, die berühmte Bibliothek in welcher die Schätze des Genies und der Gelehrsamkeit aufbewahrt wurden. Vergeblich beschwur ein Philosoph Philoponus, den arabischen General Amru sie zu erhalten; der Kalife Omar, den man deshalb befragte, antwortete; stimmen diese Bücher mit dem

Alkoran überein, so sind sie unnütz; widersprechen sie ihm, so sind sie verabscheuungswürdig. Man könnte glauben, die Politik habe diesen Ausspruch diktirt; allein der Glaube an eine neue Religion kennt diese Politik nicht, und die Antwort ist bloß barbarisch. Diese kostbare Sammlung diente länger als ein Jahr dazu, die Bäder von Alexandrien zu heitzen. Einige Manuskripte entgiengen ohne Zweifel ihrem Untergange; allein sie machten nur den Verlust der andern desto fühlbarer. Wissenschaft und Gelehrsamkeit giengen mit der Bibliothek unter; und diese berühmte Schule, die zwei hundert achtzig Jahre vor Chr. Geb. gestiftet war, endigte sich im Jahre sechs hundert zwei und vierzig, nachdem sie drei oder vier Jahrhunderte seit Aristarch bis auf Ptolemäus geblüht und seit diesen fünf Jahrhunderten aber mit weniger Glanz existirt hatte.

Astronomische und historische Erläuterungen des fünften Abschnitts

Von Ptolemäus und seinen Nachfolgern bis zum Ende der alexandrinischen Schule.

§. 1.

Den Arabern zufolge war Ptolemäus zu Pelusium geboren, daher sie ihm auch den Beinamen Pelusiensis gaben; aber er war aus Ptolemaides in Aegypten, wie man aus den beiden griechischen Schriftstellern lernt, deren Fragmente H. Bouillaud gesammelt hat a). Sein Name, der der Name der damals in Aegypten herrschenden Könige war, hat die Meinung veranlaßt, er sei aus der königlichen Familie. Diese Vermuthung, die Isidor, ein Bischof von Sevilla im siebenten Jahrhunderte vorbrachte b) hat keinen andern Grund als die Aehnlichkeit der Namen c). Fabricius zeigt, daß der Name Ptolemäus in Aegypten sehr gemein war, und ihn ehemals viele Privatpersonen führten.

§. 2.

Man könnte glauben, daß Ptolemäus die Schiefe der Ekliptik beobachtet habe: er sagt in seinem Almagest, daß die Entfernung der Wendekreise mehr als $47\frac{2}{3}$ und weniger als $47\frac{3}{4}$ Grade betrage; daraus ergiebt sich durch ein Mittel die Schiefe von $23^\circ\ 51'\frac{1}{2}$. Er sagt, er habe diese Größe gefunden, die mit der einerlei ist, welche Eratosthenes gefunden, und Hipparch in seinem Planisphärium gebraucht hatte d). Er sagt, sie sei 23° und fast $51'$. Wahrscheinlich hielt er sie also für etwas kleiner e). Ptolemäus hatte die Absicht Hipparchs Arbeiten zu prüfen, und war so eitel sie immer verbessern zu wollen. Sein Tadel fällt zuweilen ins Kleinliche, wie wir zu bemerken Gelegenheit haben werden. Dieß ist aber gewöhnlich der Fall, wenn man große Männer tadeln will. Wir haben z. B. gesagt f), daß Hip-

a) Olympiodori et Theodori Meliteniotae frag. astr. cum Ptolem. de jud. facult.
Hist. des math. Tom. I, p. 287.
b) Lib III. originum, c. 25.
c) Bibliot. graec. IV. 14. p. 453.
d) Planisph. p. 2. e) Almag. Lib. I, c. 11.
f) Oben, p. 477.

parch in der Mondstheorie aus Irrthum verschiedne Excentricitäten in der Hypothese des Epicykels und des excentrischen Kreises fand; dieß ist die wichtigste Bemerkung von Ptolemäus.

Er bestimmt dieß Element, wie Hipparch gethan hatte, vermittelst dreier Mondsfinsternisse, die in den Jahren 720 und 721 vor Chr. Geb. beobachtet waren a); und findet das Verhältniß des Halbmessers des Epicykels zum Halbmesser des fortleitenden Kreises, wie $5\frac{13}{60}$ zu 60. Er wiederholte dieselbe Rechnung bei drei andern Beobachtungen, die er selbst angestellt hatte, in den Jahren 17, 19 und 20 Hadrians, d. h. ungefähr 850 Jahre nachher, und fand noch dasselbe Verhältniß $5\frac{14}{60}$ zu 60: ein Beweis, daß dieß Element beständig war. Es ergiebt sich daraus eine Gleichung von 5° 1′.

§. 3.

Ungeachtet Ptolemäus aus den beiden Hypothesen des excentrischen Kreises und des Epicykels dieselben Resultate herleitete, so scheint er doch für den Mond die Hypothese des Epicykels vorzuziehn. Der Grund davon, den er nicht anführt, ist leicht zu errathen. Die Absidenlinie des Mondes hat eine Bewegung, die die Alten nicht kannten. Die Hypothese des excentrischen Kreises stimmt sehr mit den Beobachtungen der Sonne überein, weil die Bewegung ihrer Absiden in Jahrhunderten nur wenig merklich ist. Die Chaldäer hatten bloß eingesehen, daß die Ungleichheit des Mondes sich nicht in einer Zeit wiederherstellte, die der Umlaufszeit desselben in Absicht des Thierkreises gleich war. Der Epicykel, wovon man annahm, daß er in der Zeit eines Umlaufs der Ungleichheit beschrieben wurde, entsprach der Bewegung der Absiden, ohne daß Ptolemäus diese Bewegung vermuthete, was der excentrische Kreis nicht würde gethan haben. Es ist sehr einfach daß Ptolemäus, da er zwei verschiedene Revolutionen kannte, zwei Kreise annehmen mußte, den Epicykel und den fortleitenden Kreis.

Ptolemäus verbesserte durch die Beobachtungen, wovon wir im vorhergehenden Paragraph geredet haben, diese Bewegung der Ungleichheit. Hipparch hatte sie auf 52° 31′ gesetzt, indem er die ganzen Revolutionen in einen Zeitraume von 854 ägyptischen Jahren und ungefähr 74 Tagen wegließ. Ptolemäus fand sie um 17′ kleiner. Er verbesserte daher die von Hipparch eingeführte Bewegung b).

a) Almag. Lib. IV, c. 6.
b) Ibid. Lib. IV, c. 11. c) Ibid.

Der Fehler ist jedoch sehr unbedeutend und die Korrektion fällt hier beinahe ins kindische; denn Ptolemäus sah sicher ein, daß die Beobachtungen einen weit größern Fehler gaben. Offenbar suchte sich Ptolemäus, der alle Arbeiten zu den seinigen machen wollte, das Ansehen zu geben als habe er den Hipparch verbessert. Wir werden eben dieß von der Korrektion der Bewegung des Knotens oder, nach der Sprache der Alten, von der Bewegung der Breite sagen; eine Korrektion wofür er in 615 Jahren 9′ fand a).

Diese Bewegung wurde vermittelst der Finsternisse beobachtet, und wir werden, den Ptolemäus zufolge erzählen, welche Aufmerksamkeit man auf diese Beobachtungen wandte. Man wählte zwei Finsternisse, wo der Mond entweder gar keine Breite oder wo er wenigstens in beiden eine gleiche nördliche oder südliche Breite hatte. Dieß erkannte man leicht, denn ist diese Breite nördlich, so wird der südliche Theil des Mondes verfinstert, und umgekehrt. Ueberdieß mußte in diesem Falle die Breite gleich, d. h. die Anzahl der verfinsterten Zolle dieselben seyn. Man sorgte ferner dafür, Finsternisse zu wählen, die in Absicht der Sonne und dem Monde eignen Ungleichheiten völlig gleich waren, um von dieser Seite keinen Fehler fürchten zu dürfen. Alsdann war man gewiß, daß die mittlere Bewegung des Mondes zwischen diesen beiden Finsternissen der Bewegung der Breite oder der Knoten gleich war. Astronomen, die geschickt waren so gut alle Mittel zu wählen und die Fehler zu vermeiden, fehlte es nur an genauen und den unsrigen ähnlichen Instrumenten.

§. 4.

Ptolemäus entdeckte, wie wir schon erzählt haben, die zweite Ungleichheit des Mondes. Er bemerkte sehr gut, daß diese neue Ungleichheit nicht statt fand, wenn der Mond in Quadratur war und sich zugleich in der Erdnähe oder Erdferne befand, und daß, wenn die Ungleichheit am größten seyn sollte, der Mond sich bei drei oder neun Zeichen Anomalie in Quadratur befinden mußte. Alsdann wurde die Gleichung, die 5° 1′ betrug, 7° 40′. Er nannte diesen Ueberschuß von 2° 39′ die zweite Ungleichheit, und nahm an, daß sie von der Entfernnng des Mondes von der Sonne abhinge. Dieß Resultat ist genau. Nach Mayer ist die Gleichung des Mittelpunkts 6° 18′ 15″; aber in den Finsternissen bringt sie die Evection auf 4° 57′ 42″. In den Quadraturen wird

a) Ibid. c. 9.
b) Almag. Lib. IV, c. 2 et 3.

sie durch die Evection weit größer, nämlich 7° 39′ 6″, und weicht nur um eine Minute von der ptolemäischen ab.

§. 5.

Hipparch hatte die erste Ungleichheit des Mondes durch einen Epicykel oder einen excentrischen Kreis vorgestellt. Da nun Ptolemäus, aus dem angeführten Grunde, für den Epicykel gestimmt war, so glaubte er, nachdem er die zweite Ungleichheit entdeckt hatte, daß man sie alle beide durch einen excentrischen Kreis verbunden mit einen Epicykel vorstellen könnte; aber er sah bald ein, daß ein gewöhnlicher excentrischer Kreis den Erscheinungen kein Genüge that. Man setze nämlich die erste durch einen Epicykel sehr gut vorgestellte Ungleichheit bei Seite, und betrachte nur hier die zweite von 2° 39′, deren durch die Beobachtung gegebnen Bedingungen die sind, daß sie in den Konjunkturen und Oppositionen null und in den beiden Quadraturen wo der Mond immer auf 3 oder 9 Zeichen Anomalie angenommen wird, am größten ist. Es sei (Fig. 24.) C der Mittelpunkt des excentrischen oder fortleitenden Kreises, T der Mittelpunkt der Erde und des Thierkreises AE, bf, kg, dh, die Lagen des Epicykels in der Konjunktion und Opposition und in den beiden Quadraturen; es werde in der Konjunktion A die größte Gleichung 5° 1′ durch den Winkel ATE vorgestellt, so ist gewiß, daß in den Quadraturen b und d, wo der Mond der Erde näher ist, der Durchmesser des Epicykels unter einem größern Winkel gesehen wird, und eine größere Ungleichheit hervorbringt. Alsdann läßt sich der exentrische Kreis leicht so bestimmen, daß der Unterschied 2° 39′ beträgt. Da aber die Entfernung KT noch kleiner ist, als die Entfernungen bT, dT, so würde begreiflich der Winkel KTg der größte seyn, und die daraus entspringende Ungleichheit in der Oppositon statt null zu seyn, am größten werden. Diese Erscheinungen darzustellen, würde, wie wir schon gesagt haben, eine an den Seiten eingedrückte Bahn erfordert, aber das Vorurtheil der kreisförmigen Bewegungen erlaubte dem Ptolemäus nicht, sich von dieser geheiligten Linie zu entfernen. Ii (circuli), sagt er an einem andern Orte, enim diuinorum corporum naturae conueniunt, unde inordinatio et dissimilitudo longe abest a). Um allen diesen Schwierigkeiten auszuweichen dachte sich Ptolemäus die Sache auf folgende Art: er ließ den Mittelpunkt des excentrischen Kreises C sich in einem kleinen Kreise CMON um die Erde T in einer der Bewegung des Mittelpunkts des

a) Almag. Lib. IX, c. 2.

excentrischen Kreises entgegengesetzten Richtung bewegen. Wenn also der Mittelpunkt des Epicykels in A oder K ist, so befindet sich der Mittelpunkt des excentrischen Kreises in C oder O. Auf die Art werden bie beiden Entfernungen, in den Syzygien einander gleich. In den Quadraturen hingegen, wo der Mittelpunkt des Epicykels in B ist, befindet sich der Mittelpunkt des excentrischen Kreises in M, und wenn der erste in D ist, so ist der zweite in N. In den Syzygien ist also die Entfernung des Mondes von der Erde dem um den Halbmesser des kleinen Kreises vermehrten Halbmesser des excentrischen Kreises gleich. In den Quadraturen ist er dem um dieselbe Größe verminderten Halbmesser des excentrischen Kreises gleich. Dieser Durchmesser kann so bestimmt werden, daß der Halbmesser des Epicykels aus dem Punkte T in den gleichen Entfernungen AT, KT gesehen, eine Gleichung von 5° 1′ und in den ebenfalls gleichen Entfernungen eine von 7° 40′ hervorbringt. Begreiflich wird die Gleichung, wenn der Mond in dem Epicykel sich nicht in dem Punkte E, F, G, H befinbet, wo die größten Gleichungen statt finden, überhaupt weniger beträchtlich seyn, als in jeder andern Lage.

§. 6.

Aus diesen Voraussetzungen folgte, daß die größte Entfernung der Erde in der Konjunktion fast doppelt so groß seyn könnte, als die kleinste Entfernung von dem Monde in Oppositition; was sich nicht so verhält. Diese Entfernungen verhalten sich ungefähr wie 1 zu 1, 15 oder wie 7 zu 8. Die Beobachtung der Durchmesser muß, wie wir bemerken werden, zeigen, daß das Verhältniß der fast doppelten Entfernungen sehr weit von dem wahren Verhältnisse entfernt war.

Offenbar war es leicht, aus diesen beiden durch Beobachtung gegebenen Winkel BTF, ATE, dem einen von 7° 40′ dem andern von 5° 1′, die Dimensionen aller Kreise zu bestimmen. Der Halbmesser des Epicykels war schon zu 5, 13 berechnet. Ptolemäus fand den Halbmesser CT des kleinen Kreises 10, 19 und des excentrischen Kreises 49, 41 a).

§. 7.

Die Parallaxe, welche Ptolemäus für 50° vom Scheitel auf 1° 7′ b) angab, ist viel zu groß. Die Schwierigkeit nach dem Mittelpunkte des Mondes zu visiren hat einigen Irrthum hervorbringen können; der größte Fehler kömmt jedoch ohne Zweifel von den Elementen her, deren er sich zur Berechnung

a) Almag. Lib. V, c. 4.
b) Oben im 5 Abschn. §. 7.

der wahren Entfernung des Mondes bediente. Die aus den Tafeln genommenen Längen und Breiten, konnten von den wahren Längen und Breiten, und folglich auch die daraus hergeleitete Entfernung vom Zenith von der wahren sehr verschieden seyn.

Ptolemäus bestimmte die Entfernung des Mondes von der Erde für den Augenblick der Beobachtung zu $39\frac{3}{4}$ Erdhalbmesser; für die mittlere Entfernung in den Quadraturen aber zu 38, 43 und zu 59 für die mittlere Entfernung in den Syzygien. Diese Entfernungen waren, je nachdem der Mond sich in der Erdferne oder Erdnähe befand, noch um den ganzen Halbmesser des Epicykels verschieden, den Ptolemäus folglich zu 10, 20 Halbesser berechnete. Alle diese Entfernungen gaben verschiedene Horizontalparallaxen, die alle zu groß waren, weil sie aus einer zu großen auf 1° 7′ beobachteten Parallaxe hergeleitet waren. Hier folgt die Tabelle von den Entfernungen und Parallaxen nach der ptolemäischen Hypothese.

Quadraturen	In der Erdferne	43, 53	1° 19′ 0″
	Erdnähe	33, 33	1° 44′ 0″
Syzygien	In der Erdferne	64, 10	0° 53′ 44″
	Erdnähe	53, 50	1° 3′ 51″ a)

§. 8.

Ptolemäus beschäftigte sich auch mit der Beobachtung des Sonnen- und Monddurchmessers b). Er erklärte gleich im Anfange, daß er sich der alten Methoden diese Durchmesser vermittelst der Klepsydern und der Zeit, des Aufgangs und Untergangs der Sonnenscheibe in der Nachtgleiche nicht bedienen wolle. Diese Methoden waren für eine Astronomie, welche anfieng, sich zu vervollkommnen, zu mangelhaft geworden. Er verfertigte das Instrument, die Dioptra, welches Hipparch erfunden hatte, und das wir oben c) beschrieben haben. Aber dieß Instrument diente ihm nur, sich zu versichern, daß der Durchmesser der Sonne keiner merklichen Veränderung unterworfen und der Durchmesser des Mondes in seiner größten Entfernung von der Erde, genau dem Sonnendurchmesser gleich sei. Hierauf schränkt er den Gebrauch des Instruments ein, und fand es unzulänglich die Größe dieser Durchmesser

a) Ptolemaeus, Almag. Libro quinto c. 18.
b) Ibid.
c) Erläut. des 1 u. 2 Abschn. §. 15.

selbst zu entdecken. Er zog die Berechnung der Mondsfinsternisse vor, die in der größten Entfernung des Mondes von der Erde eintreten, wo sein Durchmesser dem Sonnendurchmesser gleich ist, und wo man beide zugleich beobachten kann.

Er fand vermittelst der Methode der partiellen Finsternisse den Durchmesser des Mondes in seiner größten Entfernung von der Erde zu 31′20″ a) und in der kleinsten zu 35′20″ b). Diese Durchmesser werden in unsern Zeiten zu 29′25″ und 33′34″ gefunden c). Nun verhält sich 29′25″ zu 33′34″ genau wie 31′20″ zu 35′45″. Die ptolemäischen Durchmesser, die um 2′ zu groß sind, haben also das Verhältniß, das sie haben müssen. Die Beobachtung der verfinsterten Zolle war folglich mit einiger Genauigkeit angestellt worden. Man könnte vermuthen, daß sie, wie wir, ein Instrument hatten, sie zu messen, wenn man nicht sehr starke Gründe hätte, das Gegentheil zu glauben d). Außer der Ungewißheit der Beobachtung war nämlich noch ein Fehler in der berechneten Breite, der ganz auf die Bestimmung des Durchmessers überging. Es ist sogar eine Art von Wunder, daß sie keine gröbere Fehler gemacht haben, wenn man bedenkt, welche Fehler wir noch vor einem halben Jahrhunderte in der Bestimmung der Mondsbreite begiengen. Es ist also sehr merkwürdig, daß der so bestimmte Sonnendurchmesser auf 8″ oder 10″ mit dem in unsern Tagen durch die genauesten und neuesten Beobachtungen e) bestimmten, zusammentrift. Man könnte fast glauben, daß die Alten die Fehler und die Ungewißheiten ihrer Instrumente vollkommen kannten, und folglich durch Gewohnheit und Aufmerksamkeit, eine Art zu beobachten erworben hatten, die sich immer gleich war, und Fehler in demselben Sinne hervorbrachte. Daher hat vielleicht auf das gegenwärtige Resultat, was sich auf den Unterschied der beobachteten Größen gründet, nur der Unterschied dieser Fehler Einfluß und kann eine gewisse Genauigkeit haben.

§. 9.

Ptolemäus hat sich ziemlich früh mit der Rechnung der Parallaxen beschäftigt. Die Erfindung davon gehört dem Hipparch f). Er hatte bemerkt, daß sie auf alle Beobachtungen des Mondes, seine Finsternisse ausgenommen, Einfluß

a) Almag Lib V, c. 14.
b) Ibid. Lib. VI, c. 5.
c) M. de la Lande, astron. art. 1389.
d) Unten §. 14.
e) M. de la Lande, Astron. art. 1388.
f) Erläut. des 3 Abschn. §. 9.

hatte. Wir vermuthen sogar aus Ptolemäus Erzählung, daß Hipparch versucht hatte, die Wirkung der Parallaxe auf die Länge und Breite des Mondes zu berechnen. Diese Rechnungen waren ihm ohne Zweifel zu seiner Abhandlung über die Finsternisse in den verschiednen Klimaten nothwendig a). Verläßt man sich aber auf das Zeugniß von Ptolemäus, so scheint sich Hipparch darin geirrt zu haben. Aus Furcht gegen Ptolemäus ungerecht zu seyn, haben wir ihm die Methoden der Parallaxen gelassen, die er wenigstens vervollkommnet hat.

Zur Erleichterung der Rechnung hat Ptolemäus Tabellen verfertigt b), worin man für die verschiednen bekannten Klimate die Entfernungen des ersten Grades jedes Zeichens der Ekliptik vom Scheitel zu verschiedenen Stunden findet. Zur Seite hat er den Winkel desselben Punktes der Ekliptik mit der Vertikale gesetzt. Eine andere Tabelle enthält die mit der Entfernung vom Zenith korrespondirende Parallaxe c). Die Parallaxe zu berechnen, verfährt er auf folgende Art d). Er sucht aus der Länge des Mondes die korrespondirende Entfernung von dem Scheitel und darauf, die dazu gehörige Parallaxe. Es sei (Fig. 25.) MN die Ekliptik, Z der Scheitel, der Mond in A, ZA die Vertikale des Mondes, NE seine wahre Länge, AE seine Breite; es sei die Parallaxe AB, und folglich B der scheinbare Ort des Mondes, ND, BD, seine scheinbare Länge und Breite, so ist der mit ED parallele Bogen AC die Parallaxe der Länge und BC die Parallaxe der Breite. In dem rechtwinklichen Dreiecke ABC, kannte Ptolemäus AB, die Höhenparallaxe, und den Winkel CAB, den Winkel der Ekliptik mit der Vertikale, oder wenigstens den sehr wenig davon abweichenden Winkel. Daraus leitete er das Verhältniß von AC und BC zu AB her, dieß ist ungefähr dieselbe Methode, deren man sich jetzt bedient. Ptolemäus hat sehr gut bemerkt, daß die Tabelle der Klimate den Bogen ZE giebt, die Parallaxe hingegen von dem Bogen ZA abhängt; allein er sagt auch, daß in den Finsternissen, wo die Breite des Mondes immer sehr klein ist, der Bogen ZA sich mit dem Bogen ZE verwechseln lasse. Eben so kann der Winkel der Vertikale ZE mit der Ekliptik, statt des Winkels der Vertikale mit dem der Ekliptik parallelen Bogen AC genommen werden. Hipparch zeigte, daß man den Bogen ZE durch die Hinzufügung des Bogens IA, der leicht zu berechnen war, korrigiren könne; aber er irrte sich selbst, weil er annahm, daß statt des

a) Erläut. des 3 Abschn. §. 9.
b) Ptolem. Almag. Libro secundo.
c) Ibid. Lib. V, c. 18. d) Ibid. c. 19.

Bogen ZE der Bogen ZI, durch die Tabellen gegeben sei. Diese Korrektion von Hipparch ließ uns glauben, daß der Grund dieser Methoden ihm gehörte. Uebrigens giebt Ptolemäus das Mittel an, bei der Rechnung auf die Breite des Mondes Rücksicht zu nehmen. Es werde aus dem Punkte Z mit dem Radius ZE der Kreisbogen EO beschrieben, wobei der Bogen ZE oder der ihm gleiche ZO und der Winkel ZEM der Ekliptik mit der Vertikale als gegeben angenommen wird. In dem rechtwinklichten Dreiecke AEO ist der Bogen AE bekannt, der die Breite des Mondes ist, und der Winkel OEA, der dem Winkel ZEM gleich ist. Er leitet daraus den Bogen OA her, welcher zu ZE hinzugefügt, die wahre Entfernung des Mondes vom Scheitel und dem Kreisbogen OE oder den Winkel OZE giebt, der von dem Winkel ZEM abgezogen, ihm den Winkel ZIM giebt. Wir erklären diese Methoden etwas umständlich, was wir in der Folge nicht immer thun werden. Allein sie sind interessant, weil man den Zustand der Astronomie in den Zeiten ihrer Wiederentstehung daraus beurtheilen kann. Man sieht schon den Untersuchungs- und Genauigkeitsgeist hervorglänzen, der in unsern Tagen so weit gekommen ist. Ptolemäus hat nicht darauf geachtet, daß die Parallaxe von den scheinbaren Entfernungen vom Zenith und nicht von den wahren abhängt.

§. 10.

Was die Sonnenparallaxe betrift, so mußte man, da sie den Beobachtungen entgieng, um sie zu erfahren, die Entfernung der Sonne von der Erde bestimmen. Ptolemäus schloß mit Recht, daß in einer Finsterniß, wo der Mond halb verfinstert ist, der Halbmesser des Schattens der Breite des Mondes gleich sei, die damals 40′ 40″ war a). Der Mond befand sich in der größten Entfernung; folglich war sein Durchmesser 31′ 20″ und damals ihm zufolge genau dem Sonnendurchmesser gleich.

Es sei (Fig. 26.) GA die Sonne, EI der Mond, CM die Erde, ihr Halbmesser NM gleich 1, CMX der Schattenkegel, NT die größte Entfernung des Mondes von der Erde 64, 10 Erdhalbmesser, wovon jeder gleich NM. In dem rechtwinklichten Dreiecke TNI kannte er TN gleich 64, 10 b), und den Winkel TNI von 15′ 40″, oder den Halbmesser des Mondes, daraus berechnete er die TI, und fand sie gleich 0 Th., 17′ 32″, deren TN 64, 10 enthält. Er nahm auf

a) Almag. Lib. V, c. 14 et 15.
b) 64, 10 bedeutet 64 Theile und 10 Sechszigstel dieser Theile. Die Alten theilten immer von 60 zu 60 ab.

der andern Seite der Erde NP gleich NT. Alsdenn ist in dem Dreieck NPR die Seite NP von 64, 10 und der Winkel PNR oder der Halbmesser des Schattens von 40′ 40″ bekannt; woraus PR gleich 0T. 45′ 38″ gefunden wird. Da aber TN gleich ist NP, so ist PR und TS gleich dem doppelten von NM, das heißt gleich 2, die Summe von PR und TI ist 1 T. 3′ 11″: also IS ist gleich 2, weniger 1 T. 3′ 11″ oder gleich 0 T. 56′ 49″. Aber NM verhält sich zu IS wie AN zu AI, wie DN zu DT; also NM weniger IS zu DN weniger DT wie NM zu DN, 0 T. 3′ 11″ zu 64 T. 10′ wie 1 T. zu DN, welches man 1210 Theilen gleich findet, von denen NT 64, 10 enthält also 1210 Erdhalbmesser.

§. 11.

Vermittelst dieser bestimmten Größen fand Ptolemäus die Verhältnisse der Größe der Sonne, des Mondes und der Erde. Ist der Durchmesser des Mondes 1, so ist der Erddurchmesser $3\frac{2}{3}$ und der Sonnendurchmesser $18\frac{4}{5}$; oder sähe man diese Gestirne in derselben Entfernung, so würden ihre Durchmesser dieß Verhältniß gegen einander haben. Ptolemäus schließt daraus, daß die Sonne ihrem körperlichen Inhalte noch 170 mal größer sei, als die Erde a). Dieß Verhältniß zwischen den Durchmessern des Mondes und der Erde ist ziemlich genau angegeben; aber die Sonne ist bei weitem größer. Er war also der Wahrheit nicht viel näher gekommen als Hipparch, der die Sonne 150 mal größer gefunden hatte als die Erde b). Wir wissen jetzt, daß sie zwölf hundert tausend mal größer ist.

Da die Parallaxen der verschiedenen Gestirne sich umgekehrt verhalten, wie diese Entfernungen, so fand Ptolemäus, daß wenn in der Entfernung von 64, 10 die Monds-Parallaxe 53′ 34″ beträgt die Parallaxe d. Sonne in der Erdf. also in einer Entfernung v. 1210 Erdhalbm. 2′ 51″ seyn müsse, u. so hat er sie auch bestimmt c). So unrichtig diese Parallaxe auch ist, so ist sie doch von den Arabern angenommen worden, und ungeachtet sie bei verschiednen Autoren sehr verschieden angegeben wird, so bestimmte sie doch Tycho im Jahre 1577 noch zu 2′ 54″, ungefähr wie Ptolemäus.

§. 12.

Ptolemäus zeigt, wie wir schon bemerkt haben, daß keine Finsterniß eintreten könne, wenn die Breite des Mondes größer ist (Fig. 27.) als die Summe der Halbmesser des

a) Almag. Lib. V. c. 16.
b) Erläut. des 3 Abschn. §. 14.
c) Almag. Lib. V, c. 17 und 18.

Mondes und des Schattens. In der kleinsten Entfernung des Mondes von der Erde also, wo diese Halbmesser nach Ptolemäus 17′ 40″ und 45′ 56″ betragen, kann es keine Finsterniß geben, wenn die Breite 1° 3′ 36″ beträgt, sondern es findet nur eine Berührung statt, die der Breite BC von 1° 3′ 36″ korrespondirende Entfernung von dem Knoten ist 15° 11′ a). Diese Entfernung ist also die Gränze der Finsternisse.

Die Gränzen der Sonnenfinsternisse lassen sich, wegen der Parallaxe, die nach der Höhe des Mondes verschieden ist, nicht auf eine so einfache und allgemeine Art bestimmen. Wäre keine Parallaxe, so würde jedesmal, wenn die Breite des Mondes kleiner ist, als die Summe der beiden Halbmesser der Sonne und des Mondes eine Sonnenfinsterniß seyn. Da nach Ptolemäus der Halbmesser der Sonne immer 15′ 40″ und der größte Halbmesser des Mondes 17′ 40″ ist, so kann eine Finsterniß eintreten, wenn seine Breite kleiner ist, als 33′ 20″. Allein wegen der Parallaxe sind zwei Fälle zu bemerken. Einmal wenn der Mond nördlicher ist, folglich immer höher über dem Horizont steht, als die Sonne und seine Parallaxe ihn der Sonne nähert. Ptolemäus berechnet die größte Breitenparallaxe zu 58′, und dieser zufolge wird also allemal eine Finsterniß seyn können, wenn die Breite des Mondes kleiner ist als 1° 31′ 20′,; welche einer Entfernung vom Knoten von 17° 41′ entspricht. Soll also eine Finsterniß statt haben, so darf die wahre Konjunktion der Sonne und des Mondes nicht weiter als 17° 41′ vom Knoten eintreten, und die mittlere nicht weiter als 20° 41′. Der zweite Fall ist der, wenn der Mond der Sonne südlich, also weniger als sie über dem Horizonte erhaben ist und seine Parallaxe ihn davon entfernt; alsdann sind die Finsternisse seltner. Es kann sogar die Breite des Mondes null seyn, ohne daß eine Finsterniß eintritt, wenn nämlich seine Breitenparallaxe größer ist als 33′ 20″. Ptolemäus hat auch seine Aufmersamkeit auf die Erscheinungen in den Klimaten nahe am Aequator gewandt, wo sowohl der Mond als die Sonne in ihrer größten Erhöhung über das Zenith gegen Norden hinausgehen.

Alsdann nähert sich der Mond D (Fig 28) ungeachtet er sich auf der südlichen Seite der Sonne befindet, vermöge seiner Parallaxe derselben, und Ptolemäus findet, daß in diesem Falle die größte Entfernung der Konjunktion von dem Knoten 8° 22′ und die Entfernung der mittlern Konjunktion 11° 22′ beträgt. Diese Bestimmungen, welche die Neuern

a) Ibid. Lic. VI, c. 5.

wenig geändert haben a), dienen noch heutzutage bei der Berechnung der Finsternisse dazu, ihre Möglichkeit zu untersuchen und unnützen Rechnungen auszuweichen.

Diese Erscheinungen der Parallaxe beziehen sich auf den nördlichen Theil der Erde. Ptolemäus spricht nicht von dem südlichen; man glaubte kaum, daß er bewohnt seyn könne: wenigstens waren die Bewohner desselben unbekannt, man stand in keiner Verbindung mit ihnen, und die Astronomie berechnete nur die Erscheinungen der Finsternisse und die Veränderungen der Parallaxe für die, welche auf ihre Beobachtung aufmerksam seyn konnten.

§. 13.

In den Untersuchungen über die Finsternisse bemerkte Ptolemäus, zufolge seines Scharfsinns, eine Präcision, die seine Instrumente nicht erreichen konnten, und die er folglich vernachlässigen mußte. Er entdeckte die Reduktion auf die Ekliptik. Der Augenblick der Konjunktion der beiden Gestirne ist der, wo sie dieselbe auf der Ekliptik gerechnete Länge haben, und sich in demselben Breitenkreise PDB (Fig. 29) befinden. Man glaubte anfangs, der Augenblick der Konjunktion wäre, wenn die Länge der beiden Gestirne, z. B. der Sonne und des Mondes, gleich waren. Allein diese Längen AD, AB werden auf zwei verschiednen Kreisen gerechnet, die ungefähr 5° gegen einander geneigt sind. Sind also die beiden Gestirne in demselben Breitenkreise, so ist der Bogen AD nicht genau dem Bogen AB gleich, sondern um eine kleine Größe GD davon verschieden, welche die Reduktion auf die Ekliptik ist, d. h. die bald zu addirende bald abzuziehende Größe, um welche man die Länge des Mondes in seiner Bahn korrigiren muß, wenn man diese Länge auf die Ekliptik reduziren will. Ptolemäus findet, daß für den Mond diese Reduktion, wenn sie am größten ist, 5′ beträgt; in den Finsternissen aber niemals größer als 2′ ist. Es ergiebt sich also daraus in der Rechnung niemals ein Fehler von mehr als ein Sechszehntel einer Stunde oder ungefähr 4′ b). Auch bemerkt er, daß die Mitte einer Mondfinsterniß streng genommen nicht der Augenblick sei, wo der Mond der Sonne gegenüber steht, weil wegen der ungleichen Bewegung der Sonne und des Mondes, die beiden Hälften des Theils der Mondsbahn, der sich im Erdschatten befindet, nicht in gleicher Zeit durchlaufen werden. Er hält jedoch den Unterschied dieser beiden Augenblicke für so gering, daß er für unsern Beobachtungen verschwindet c).

a) M. de la Lande, Astronomie, art. 1759.
b) Almag. Lib. VI, c. 7. c) Ibid. c. 9.

Alle diese scharfsinnigen und sorgfältigen Bemerkungen verrathen einen vollkommnen Astronomen. Denn, um ein solcher zu seyn muß man sich aller bekannten Elemente bedienen, oder wenigstens anzeigen, warum man es nicht gethan hat.

§. 14.

Einer Stelle von Ptolemäus zufolge rechneten die alten Astronomen die verfinsterten Zolle nicht, wie wir jetzt thun, in Beziehung auf den in 12 Theile getheilten Durchmesser, sondern in Beziehung auf die Fläche der Scheibe; daß also, nach ihnen, ein Zoll der zwölfte Theil dieser Scheibe war. So sonderbar diese Methode auch ist, so scheint man sie doch aus Ptolemäus Worten schließen zu müssen. Verum quoniam plurimi eorum, qui eclipticas significationes obseruant, non per diametros circulorum magnitudines obseruationum metiuntur, sed per totas ipsarum superficies, quoniam visus secundum objectionis totum ipsum quod apparet comparat non apparenti. Hiezu kommt noch, daß Ptolemäus, der sich nur der Abtheilung der Zolle auf dem Durchmesser gerechnet, bedient, eine Rechnung und Tabellen giebt, um die eine von diesen Rechnungsarten auf die andere zu reduziren. Wir begreifen nicht, wie die Alten das Verhältniß des hellen Theils des verfinsterten Mondes zu seiner ganzen Scheibe, nach dem, was wir so eben davon gesagt haben, bestimmen konnten. Die Zolle der Beobachtungen der im Almageste angeführten Finsternisse sind jedoch nach Theilen des Durchmessers geschätzt worden a). Ptolemäus hatte sie auf seine Rechnungsart, die heutzutage die unsrige ist, reduzirt.

§. 15.

Jetzt wollen wir eine Vorstellung von seiner Methode geben, die Finsternisse zu berechnen, und zwar zuerst von den Mondfinsternissen handeln b). Er berechnete für den Meridian des Orts den Augenblick der wahren Opposition, und die Entfernung des Mondes von dem Knoten, aus dieser Entfernung fand er in den dazu berechneten Tafeln, die Anzahl der Zolle der Finsternisse, und die Zeit, die der Mond zwischen seinem Eintritte in den Schatten und seinem Heraustreten aus demselben gebrauchte, was er tempus incidentiae et repletionis nannte. Dadurch fand er die Zeit der Dauer in dem Schatten, wenn die Finsterniß mehr als total war. Auf die Art hatte er alle merkwürdigen Zeitpunkte: die Zeit des Anfangs der Finsterniß, der totalen Immersion, des

a) Ibid. Lib. V, c. 14 und an andern Orten.
b) Ibid. Lib. VI, c. 9.

Anfanges der Emersion und den Zeitpunkt des Endes der Finsterniß. Er berechnete die in den dazu nöthigen Tabellen enthaltene Größen auf folgende Art. Der Durchmesser des Schattens, der Durchmesser des Mondes, und seine Länge und Breite waren ihm bekannt; er hatte also auch den Theil des Durchmessers, der in den Schatten trat. Folglich waren ihm 1) die Anzahl der verfinsterten Zolle; 2) die Entfernung (Fig. 30.) des Mittelpunkts G des Mondes von dem Mittelpunkte A des Schattens gegeben. Nun seien die Punkte B und D die Oerter des Mittelpunktes des Mondes im Augenblicke des Anfanges und Endes der Finsterniß; folglich AB und AD, jede gleich der Summe der Halbmesser des Mondes und des Schattens. In den rechtwinklichten und gleichen Dreiecken, ABG, ADG, wo AD, AG, AB bekannt waren, berechnete er leicht BG oder die ihr gleiche Linie GD, welche von dem Augenblicke der Opposition abgezogen oder zu diesem Augenblicke hinzugefügt die Zeitpunkte des Anfangs und Endes der Finsterniß gab.

Trat eine totale Finsterniß, mit Dauer im Schatten, ein, so hatte er, wenn er annahm, daß für die totale Immersion der Mond in E, und für den Anfang der Emersion in F war, AE, AF jede gleich dem Halbmesser des Schattens, weniger dem Halbmesser des Mondes, und daraus leitete er also den Werth von EG und der ihr gleichen Linie GF her. Diese Bögen BG, EG, etc. vermehrte er um ein Zwölftel, weil der Mittelpunkt des Schattens nicht in Ruhe ist, und seine Bewegung, die durch die Bewegung der Sonne verursacht wird, ungefähr zwölmal kleiner ist, als die Bewegung des Mondes a); darauf reduzirte er diese Bogen, wegen der Bewegung des Mondes, auf Zeit. Ptolemäus Genauigkeit ging sogar so weit, daß er zu dieser Reduktion die wahre Stundenbewegung des Mondes berechnete, um auch die kleinen Ungleichheiten, welche in der Zwischenzeit einer Finsterniß statt finden konnten, mit in Rechnung zu bringen.

§. 16.

Was die Sonnenfinsternisse betrifft, so suchte er durch die Tabellen die Stunde vor oder Nachmittage der wahren Konjunktion. Aus der Länge des Mondes und seiner Entfernung vom Meridiane fand er in den für jedes Klima ein-

a) Wir wissen nicht, warum Ptolemäus hier ein Zwölftheil für die Bewegung der Sonne hinzufügt, da er doch c. 5 desselben Buchs VI. sagt, daß die mittlere Bewegung des Mondes dreizehn mal größer ist als die Bewegung der Sonne, was weit genauer ist. Das Verhältniß, was Ptolemäus hier zum Grunde legt, ist nur wahr, wenn der Mond in seiner Erdferne, und seine Bewegung am langsamsten ist.

gerichteten Tabellen die Entfernung LZ (Fig. 31.) des Mondes vom Zenith und den Winkel LDN der Ekliptik mit der Vertikale. Aus der Tabelle der Verschiedenheiten der Aspekten, d. i. der Parallaxen, hatte er die Höhenparallaxe LM, in Beziehung auf die Entfernung des Mondes vom Zenith; und vermittelst des Winkels der Ekliptik mit der Vertikale oder seines Komplements DLS, reduzirte er sie auf die Längenparallaxe AL oder BS. Vorher zog er jedoch die Sonnenparallaxe von der Mondsparallaxe ab. Die Längenparallaxe ist die Entfernung der wahren Konjunktion von der scheinbaren. Wegen der Bewegung der Sonne vermehrte er sie um ein Zwölftel. Diese so vermehrte und auf Zeit reduzirte Parallaxe gab ihm den Augenblick der scheinbaren Konjunktion. Er nahm von neuem in den Tabellen für diesen Augenblick die Entfernung des Mondes vom Scheitel, den Winkel der Ekliptik mit der Vertikale und die Höhenparallaxe, und schloß daraus die Breitenparallaxe LE. Da er bemerkt hatte, daß die Breite des Mondes nahe bei dem Knoten sich zur Entfernung vom Knoten ungefähr wie 1 zu 12 verhielt, so multiplizirt er die Breitenparallaxe mit 12 um die Größe EC zu erhalten, um welche die Parallaxe den Mond näher bei oder weiter entfernt von seinem Knoten erscheinen läßt; er hat folglich alsdann die scheinbare Entfernung CN des Mondes von seinem Knoten, und wenn diese Entfernung innerhalb der von ihm bestimmten Gränzen liegt, so sagt er, es werde eine Finsterniß eintreten. Aus dieser Entfernung sucht er in einer dazu berechneten Tabelle, die der ähnlich ist, wovon wir bei den Mondsfinsternissen geredet haben, die Menge der verfinsterten Zolle und der Incidenz und Repletion. Zu diesen beiden letztern Größen fügt er ein Zwölftel wegen der Bewegung der Sonne hinzu, und reduzirt alles, wegen der wahren und wirklichen Stundenbewegung des Mondes, auf Zeit.

Ptolemäus vergißt jedoch nicht zu bemerken, daß sich die Parallaxe während der Finsterniß beständig ändert, und er zeigt die Art darauf Rücksicht zu nehmen, indem er die Wirkung des Unterschiedes der Parallaxe im Anfange, am Ende und in der Mitte der Finsterniß, für welche die erste Berechnung gemacht worden ist, berechnet. Die Methode, der man sich heutzutage bedient, ist völlig dieselbe, nur vervollkommnet und beruhet auf denselben Gründen.

§. 17.

Er untersucht darauf die Linie, welche die Mittelpunkte der Sonne und des Mondes mit einander vereinigt, und die Richtung derselben in Beziehung auf die Ekliptik und den Horizont. Indem er die Lage dieser Linie in dem Augenblicke der

Konjunktion festsetzt, bestimmt er den Winkel, den alle übrigen Richtungen mit dieser machen, und giebt davon Tabellen a). Wahrscheinlich war dieser Winkel oder vielmehr diese Linie von einigem Gebrauche in der Astrologie; denn Ptolemäus scheint in der Abhandlung de judiciis b) darauf hingewiesen zu haben. Ohne Zweifel richteten sich die astrologischen Prophezeihungen nach dem Punkte des Horizonts, welchem die dunkle Seite des Mondes zugewandt war. Dieser Winkel und diese Linie sind jetzt in der Astronomie von keinem Gebrauche, und man muß sich ihrer auch in der alten Astronomie nicht bedient haben, denn Ptolemäus selbst scheint nicht sehr darauf zu achten. Kepler hat jedoch ihrer erwähnt, und die Methode gegeben, sie zu beobachten, und aus ihnen Resultate zu ziehen.

§. 18.

Wir wenden uns jetzt zu einer etwas umständlichen Erklärung der Theorie der Planeten nach der ptolemäischen Hypothese, einer Hypothese, die immer einige Aufmerksamkeit verdient, da sie fast auf der ganzen Erde vierzehn Jahrhunderte hindurch angenommen und kommentirt worden ist.

Ptolemäus gerieth beim Nachdenken über die Ordnung der Planeten, wegen der beiden kleinsten, der Venus und dem Merkur, sehr in Verlegenheit. Er bemerkte, daß sie keine Parallaxe hatten, und doch setzte er sie unter die Sonne. Geber c) beschuldigt ihn hier ohne Grund eines Widerspruchs. Venus und Merkur, sagt er, müßten, da er sie unter die Sonne setzte, eine größere Parallaxe haben als die Sonne, die nach Ptolemäus eine Parallaxe von etwa 3′ hat; und aus den von ihm selbst bestimmten Entfernungen der Venus und des Merkurs in der Erdnähe folge, daß der erste Planet eine Parallaxe von 3′ und der zweite eine von 7′ habe. Offenbar war Ptolemäus Meinung nicht, daß diese Planeten durchaus keine Parallaxe hätten, sondern daß sie für die damaligen Beobachtungen, deren Genauigkeit wir ungefähr auf 5′ bestimmt haben, unmerklich wäre. Auch hätte Ptolemäus, um die Wirkung der Parallaxe bemerken zu können, Beobachtungen haben müssen, worauf sie Einfluß hatte, und andere, die davon frei waren, was bei Merkur, der sich nur sehr wenig über den Horizont erhebt, nicht der Fall seyn kann.

Die größte Schwierigkeit machte ihm die Erklärung der beiden Umläufe der Planeten sowohl in Beziehung auf die

a) Almag. Lib. VI, c. 11, 12 et 13. Riccioli, Almag. Tom. I, p. 315.
b) Astron. optic. p. 360 et 407.
c) Geberi, Comment. in Almag. Riccioli, Almag. Tom. I, p. 494.

Sonne, als auf den Thierkreis. An dieser Untersuchung hatten, wenn man sich auf Ptolemäus a) verlassen darf, selbst die Astronomen vor Hipparch ihren Scharfsinn geübt. Vielleicht war Sosigenes einer von denen, worauf Ptolemäus hinwies. Sie hatten versucht die Bewegungen der Planeten durch Hypothesen vorzustellen, und Tafeln dafür zu berechnen, die sie mit dem stolzen Titel immerwährender Tabellen schmückten. Wahrscheinlich waren dieß Ephemeriden; allein zum Theil haben sie selbst nicht einmal den Anfang machen, zum Theil die unternommene Arbeit nicht vollenden können. Wir wollen nun das Verfahren des Ptolemäus mittheilen, aus den Beobachtungen die Abmessungen aller Kreise herleiten, in welche er die Bewegungen der Planeten einschloß, und die Abänderungen beschreiben, die er, um alle Erscheinungen zu erklären, zuweilen mit dieser allgemeinen Hypothese vorzunehmen sich genöthigt sah.

§. 19.

Der Anfang mag hier, wie beim Ptolemäus selbst, mit dem Merkur geschehn. Man kann ihn nicht anders sehen, als wenn er sich von der Sonne entfernt, und diese Abschweifungen und vorzüglich die größten sind zur Beobachtung nützlich. Diese Digressionen waren, nach der Meinung des Ptolemäus, eine Folge von der Bewegung in dem Epicykel. Er setzte anhaltend die Beobachtung derselben fort, und bemerkte, daß die größten von diesen Digressionen nicht immer gleich waren; er schrieb dieß der Bewegung im excentrischen Kreise zu. Unter diesen größten ungleichen Abschweifungen wählte er die Größte und die Kleinste. Die eine stellte er durch den Winkel DBG (Fig. 32.) vor, der aus der Erde B gesehen wird, und die andere durch den Winkel ABE; aus den Größen dieser beiden Winkel leitet er die Verhältnisse von AE zu AB, und GD zu BG; und folglich, weil AE gleich GD, auch das Verhältniß AB zu BG wie 120 zu 99 oder wie 69 zu 57 her b).

Da Merkur durchaus diesseits der Sonne seyn und sich um die Erde drehen mußte, so folgte daraus, daß Merkur sich zweimal in der Erdnähe und zweimal in der Erdferne befand c). Nimmt man die Konjunktionen mit der Sonne aus, die damals nicht sichtbar waren, so ist es gewiß, daß es in jeder von diesen östlichen und westlichen Abschweifungen einen Punkt giebt, wo Merkur der Erde gleich weit von ihr entfernt ist. Ptolemäus nahm, wie er für den Mond gethan hatte, einen

a) Almag. Lib. IX, c. 2.
b) Almag. Lib. IX. c. 8. c) Ibid.

kleinen Kreis ONHK (Fig. 32.) an, auf welchem der Mittelpunkt des excentrischen Kreises durch eine der Bewegung des Mittelpunkts des Epicykels entgegengesetzte Bewegung fortgeführt wurde. Daraus folgt, daß die Erde von dem Merkur nicht so weit entfernt ist, wenn sich der Mittelpunkt des Epicykels in L als wenn er sich in G befindet; weil im ersten Falle der Mittelpunkt des excentrischen Kreises in K und im zweiten in H ist: da nun KL und HG immer gleich angenommen werden, so ist BL kürzer als BG. Auf der andern Seite giebt es einen Punkt N, wo dasselbe statt finden muß, und wo Merkur sich zum zweiten male in der kleinsten Entfernung von der Erde befindet. Eben so ist er zweimal in seiner größten Entfernung.

§. 20.

Diese Punkte wurden die Erdnähen und Erdfernen des Epicykels genannt; es gab zwei andere Punkte A und G, wo der Mittelpunkt des Epicykels am weitesten von der Erde entfernt und ihr am nächsten wär, die man die Erdferne und Erdnähe des excentrischen Kreises nennen könnte. Ptolemäus bestimmte sie a), indem er unter den größten Abschweifungen zwei gleiche wählte, eine östliche und eine westliche. Das Mittel zwischen diesen beiden Längen des Merkurs gab ihm den Ort der Erdnähe, und zwei gleiche Abschweifungen unter den kleinsten gewählt, gaben ihm den Ort der Erdferne. Man sieht, daß diese beiden Punkte in der Ekliptik um 180° von einander entfernt seyn müssen; aber man begreift auch, daß durch so schwierige und mit Instrumenten, die keine große Genauigkeit gaben, angestellte Operationen, sich einiger Unterschied finden mußte. Dieß ist jedoch nicht der Fall, und man kann sich des Verdachts nicht enthalten, daß Ptolemäus seine Beobachtungen in seinem Kabinette korrigirte, um sie mit seinen Hypothesen übereinstimmen zu lassen. Ohne Mühe findet er zwei vollkommen gleiche Abschweifungen, er macht niemals eine Reduktion, indem er die Bewegung des Merkurs mit in Rechnung bringt, um sie auf diese Gleichheit zu bringen. Wie groß auch die Vortheile eines heitern Himmels seyn mögen, so ist es doch nicht sehr wahrscheinlich, daß man immer die Beobachtungen so hat, wie man sie haben will. Wenn er aus diesen Beobachtungen die Längen der Erdferne und Erdnähe schloß, so fand er sie genau und ohne Unterschied um 180° von einander entfernt. Vermittelst alter Beobachtungen berechnet er die Lage der Absidenlinie 400 Jahre vor ihm, und findet, daß sie in dieser Zeit um 4° vorgerückt ist; dieß war

a) Ibid. c. 7.

genau das Rückwärtsgehen der Aequinoktialpunkte; er hatte 7° mehr finden müssen. Wer sieht nicht, daß er davon nur viere fand, weil er sich einbildete, daß dieß wegen der Bewegung der Aequinoktialpunkte so seyn müßte, und daß er nicht mehr finden wollte, weil eine eigenthümliche Bewegung der Absidenlinie ihn in eine neue Erklärung würde verwickelt haben.

§. 21.

Es ist zu bemerken, daß bei dieser von Ptolemäus erfundenen Merkurstheorie es zwei Excentricitäten BF und CF gab. In der Mondstheorie, wo sich Ptolemäus ungefähr desselben Kunstgriffs bediente, giebt es nur eine; der Mittelpunkt des excentrischen Kreises, der auf dem kleinen Kreise CKHN fortgeführt wird, dreht sich um den Mittelpunkt B der Erde und der Welt. Hier könnte er in einer Entfernung BH vor der Erde vorbei; in der Mondstheorie hatte es Ptolemäus nur mit der Excentricität dieses Planeten zu thun; hier hat die Excentricität der Erde eine Wirkung, die sich mit der des Merkurs verwickelt; und deswegen war Ptolemäus gezwungen, den kleinen Kreis CKHN von dem Mittelpunkte B zu entfernen. Hätte sich dieser Punkt B in dem Umfange des Kreises befunden, so würde es keine zwei Erdfernen und zwei Erdnähen gegeben haben; die kürzeste Entfernung würde BG gewesen seyn. Die Entfernung des Merkurs von der Erde verändert sich wirklich; 1) im Verhältnisse seiner Entfernung von der Sonne, je nachdem er auf dieser oder jener Seite ist; 2) im Verhältnisse seiner Excentricität; 3) im Verhältnisse der Excentricität der Erde. Auch sieht man, daß seine Entfernung in der gegenwärtigen Theorie sich im Verhältnisse des Durchmessers des Epicykels, des Durchmessers des kleinen Kreises und der Entfernung BH verändert. Alles dieß geschieht nicht in den Verhältnissen, in denen es geschehen sollte; aber die Merkurstheorie ist sehr schwer und die Hypothese war von der Natur zu sehr entfernt.

Nimmt man den Halbmesser des excentrischen Kreises CF und FG in 60 Theile getheilt an, so enthält der Halbmesser des Epicykels $22\frac{1}{2}$, der Halbmesser des kleinen Kreises 3 und die Entfernung BH 3 solcher Theile.

Die Venustheorie muß viel Aehnlichkeit mit der Merkurstheorie haben. Indeß findet doch ein merklicher Unterschied statt, nämlich die Verschiedenheit ihrer eignen Excentricitäten. Die Excentricität des Merkurs ist sehr groß und der Venus sehr klein; auch sahe Ptolemäus ein, daß er den kleinen

a) Almag. Lib. IX. Riccioli, Almag. T. I. p. 565.

Kreis CKHN entbehren könne. Er zieht die Excentricität der Venus nicht in Betracht, die die Beobachtungen ihn nicht bemerken ließen, und er achtet nur auf die Wirkung der Excentricität der Erde, indem er sie der Venusbahn beilegt. Um sie zu finden verfährt er auf folgende Art; nachdem er, wie in der Merkurstheorie (Fig. 33.) die Punkte H und K, die Erdferne und Erdnähe bestimmt hatte, so wählte a) er zwei Beobachtungen der größten Abschweifungen, einer östlichen und einer westlichen, welche angestellt wurden, wenn der Mittelpunkt des Epicykels, oder die Sonne, welche dieselbe Bewegung hat, 90° von der Erdferne entfernt war. Diese beiden Abschweifungen EDn, FDn waren ungleich, und ihr Unterschied mDn, oder BDC war die doppelte Wirkung der Excentricität. Aus der Größe dieses Unterschiedes oder dieses Winkels, der durch die Beobachtung gegeben ist, schloß er das Verhältniß von BC zu BD; diese Excentricität BC theilte er in A in zwei gleiche Theile, wo er den Mittelpunkt der Excentricität hinsetzte, und in C den Mittelpunkt eines Kreises, den er den Aequanten oder den Kreis nannte, in welchem die Bewegungen in gleichen Zeiten gleich waren.

Wenn der Halbmesser des excentrischen Kreises AH in 60 Theile getheilt wurde, so hielt BC $2\frac{1}{2}$, AB folglich $1\frac{1}{4}$, und der Halbmesser des Epicykels $43\frac{1}{4}$.

§. 22.

Man wird fragen, warum Ptolemäus sowohl in dieser als in allen übrigen Theorien sich des sogenannten Aequanten bediente, der ein bloß erdichteter und selbst unnützer Kreis war, weil er nur den Mittelpunkt des excentrischen Kreises an die Stelle setzen durfte, wohin er den Mittelpunkt des Aequanten setzt? Seine Hypothese würde mehr physisch gewesen seyn; denn sein excentrischer Kreis ist ja physisch: der auf einem Epicykel fortgeführte Planet konnte es auch scheinen. Zu einer Zeit, wo man keinen einfachern und der Natur würdigern Mechanismus kannte, konnte man glauben, daß die Bewegungen der Planeten so vor sich gingen. Aber es war dem Ptolemäus nicht unbekannt, daß dieser Aequant nicht existirte. Man kann glauben, daß er sich aus zwei Gründen dazu bestimmt hat b): einmal damit es einen Punkt gäbe, von welchem aus die kreisförmigen Bewegungen, d. h. die beschriebnen Winkel in gleichen Zeiten gleich waren; denn die Alten nahmen, wie wir schon oft bemerkt haben, lieber zu den

a) Almag. Lib. IX, c. 3.
b) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 513.

gezwungensten Voraussetzungen ihre Zuflucht, als daß sie auf irgend eine Art diese Einförmigkeit aufgegeben hätten: und zweitens, weil er wollte, daß der Mittelpunkt des Epicykels in der Erdferne der Erde näher und in der Erdnähe weiter davon entfernt wäre, als die ganze Excentricität es erlaubt hätte.

§. 23.

Ptolemäus machte für die drei obern Planeten, Saturn, Jupiter und Mars, dieselben Voraussetzungen als für die Venus; er nahm nämlich einen Epicykel an, in welchem der Planet in Absicht der Sonne seinen Umlauf vollendete; der Mittelpunkt dieses Epicykels bewegte sich auf dem Umfange eines excentrischen Kreises um die Erde, dessen Mittelpunkt gleich weit von dem Mittelpunkte der Erde und dem Mittelpunkte des Aequanten entfernt war, um welchen die in gleichen Zeiten beschriebnen Bogen gleich waren.

Wir haben gesagt, daß sich Ptolemäus der Oppositionen der Planeten mit der Sonne bediente; er wählte drei Beobachtungen, wie er es für den Mond gethan hatte a); die Methode würde zu weitläuftig hier zu erzählen seyn. Man muß nur bemerken, daß die Oppositionen der Planeten, die im Ptolemäus angeführt werden, in Rücksicht auf den mittlern Ort der Sonne bestimmt sind. Da dieser Astronom die Sonne sich auf einem excentrischen Kreise bewegen läßt, der durch eine gleiche Bewegung um seinen Mittelpunkt beschrieben wird, und, so zu sagen, diesen Punkt als den Mittelpunkt des Universums ansieht, so hielt er es für nothwendig, die Bewegungen aller himmlischen Körper darauf zu beziehen, und bestimmte daher den wahren Ort der Planeten in Beziehung auf die mittlere Bewegung der Planeten. Kepler wich zuerst davon ab, und fühlte, daß die Oppositionen der Planeten mit dem mittlern Orte der Sonne uns falsche Lagen geben, die uns zu Irrthümern verleiten können b).

Ptolemäus schloß aus den Beobachtungen die folgenden Dimensionen für die drei Planeten, den Halbmesser des excentrischen Kreises in 60 Theile getheilt angenommen.

	Halbmesser d. Epicyk.		Entfernung d. Mittelp. d. Aequanten vom Mittelp. d. Erde		Entfernung d. Mittelp. d. exc. K. v. Mittelp. d. Erde	
♄	6 T.	30	6 T.	50	3 T.	25
♃	11	30	5	30	2	45
♂	39	30	12	0	6	0 c).

a) Oben §. 2. b) Cassini, Elemens d'astron. p. 352.
c) Ptolem. Almag. Lib. X et XI.

Wir wollen nichts von dem Stillstehen und Rückwärtsgehen sagen, deren Dauer Ptolemäus nach seiner Hypothese berechnet. Wir haben nicht die Absicht einen vollständigen Auszug aus dem Buche des Ptolemäus zu geben, sondern wollen unsre Leser blos mit dem Geiste seiner Methoden und seiner Erklärungen bekannt machen; und wir glauben über diesen Gegenstand genug gesagt zu haben.

Hier folgen die Neigungen, so wie sie Ptolemäus für jeden Planeten bestimmt:

	Neigung des excentr. Kr.	Neig. d. Epicykels
♄	2° 26′	4° 30′
♃	1° 24′	2° 26′
♂	1° 0′	2° 15′
♀	0° 10′	2° 30′
☿	0° 45′	6° 15′ a).

§. 24.

Ptolemäus bestätigte die fortschreitende Bewegung der Sterne und das Rückwärtsgehen der Aequinoktialpunkte, welches Hipparch entdeckt hatte; er bemerkte, daß sie seit Hipparch alle 100 Jahre einen Grad fortgerückt, und die Breiten beständig dieselben geblieben wären; die Abweichungen hingegen sich merklich verändert hätten. Dieß war alles, was Hipparch erfunden, aus Vorsicht aber noch nicht zu bestätigen gewagt hatte.

Ptolemäus bediente sich der Konjunktionen des Mondes mit einigen Sternen oder ihrer Okkultationen, um daraus den Ort dieser Sterne vermittelst des in den Tabellen berechneten Orts des Mondes herzuleiten. Da diese Tabellen nur zwei Gleichungen hatten, die überdieß nur in den Syzygien und Quadraturen einige Genauigkeit hatten, so mußte offenbar die berechnete Länge des Mondes von der wahren sehr verschieden seyn. Eben so waren auch die Durchmesser nicht sehr genau bekannt, sondern zu groß, allein dieß war die geringste Quelle des Irrthums; und endlich gab die Parallaxe, die von Ptolemäus viel zu groß bestimmt wurde, immer einen falschen scheinbaren Ort. Indeß geben doch bei allen diesen Quellen des Irrthums, die Beobachtungen, die er berechnet hat, Resultate, deren Uebereinstimmung uns in Erstaunen setzt, und hier bemerkt zu werden verdient.

Nach einer Beobachtung von Timochares, die er im Jahr 455 Nabonassars anstellte, findet er die Länge des hel-

a) Almag. Lib. XIII, c. 3.

len Sterns in den Plejaden 29° 30′ des Widders und seine nördliche Breite 3° 40′. Nach einer von Agrippa in Bithynien im Jahr 840 Nabonassars angestellten Beobachtung findet er diese Länge 3° 15′ des Stiers, die Breite 3° 40′; der Stern war also um 3° 45′ in 375 Jahren, und folglich 1° in 100 Jahren vorgerückt, ohne seine Breite verändert zu haben a).

Nach einer Beobachtung von Timochares im Jahre 454 Nabonassars, findet Ptolemäus die Länge der Kornähre der Jungfrau 22° 20′, die südliche Breite 2°. Nach einer zweiten Beobachtung vom Jahre 466 war diese Länge 22° 30′ und die Breite 2°. Endlich im Jahre 845 findet man nach einer Beobachtung von Menelaus zu Rom dieselbe Länge zu 25° 15′ und immer genau 2° Breite. Dieß ist ein Fortschreiten von 3° 55′ in 391 Jahren oder von 3° 45′ in 379 Jahren, was ungefähr noch 1° in 100 Jahren beträgt.

Nach einer Beobachtung des nördlichsten Sterns an der Stirn des Skorpions, welche Timochares im Jahre 464 anstellte, fand er die Länge des Sterns zu 12° des Skorpions mit einer nördlichen Breite von 1° 20′. Aber im Jahre 845 fand er durch eine Beobachtung von Menelaus zu Rom angestellt die Länge desselben Sterns zu 15° 55′ des Skorpions und seine Breite 1° 20′, was noch 3° 55′ in 391 Jahren oder 1° in 100 Jahren macht.

Da diese Bestimmungen sehr wahrscheinlich beträchtlichen Fehlern unterworfen sind, sowohl wegen des Fehlers der Beobachtung selbst, als wegen der Ungewißheit des berechneten Orts des Mondes, so ist es merkwürdig, daß sie mit einer solchen Genauigkeit übereinstimmen; und man kann nicht umhin zu glauben, daß Ptolemäus die Rechnung nach seinen Reduktionen eingerichtet hat, um in seine Resultate mehr Uebereinstimmung zu bringen, und den Folgen, die er über die Natur und Größe der Bewegung der Fixsterne daraus zieht, mehr Gewicht zu geben. Es war uns sehr angenehm dieß Beispiel von einer Uebereinstimmung geben zu können, das uns schon in Verwunderung gesetzt hat b); Ptolemäus bediente sich sicher irgend eines Betrugs um zu dieser Einförmigkeit der Resultate zu gelangen. Wir glauben jedoch nicht, daß weder die Beobachtungen noch die Rechnungen falsch sind: seine Zeitgenossen würden ihn in Absicht der Beobachtungen, die er citirte, der Unwahrheit haben beschuldigen können; und wir selbst könnten es in Ansehung der Rechnung, weil wir die Tabellen haben, woraus

a) Almag. Lib. VII, c. 3.
b) Oben §. 20.

sie genommen sind. Wir glauben lieber, daß er, wie wir es heutzutage machen, sein Resultat durch ein von einer großen Anzahl von Bestimmungen genommnes Medium, bestimmt hat; und daß er, um das geringe Zusammentreffen dieser Bestimmungen und ihre Abweichungen zu verbergen, nur diejenigen gegeben hat, die mit dem mittlern Resultate aller übrigen zusammenstimmten. Diese Konjektur, die sehr natürlich ist, scheint uns den Ptolemäus bis zu einem gewissen Punkte rechtfertigen, den Beobachtungen, die er anführt, Zutrauen geben und eine Uebereinstimmung erklären zu können, die sie sonst verdächtig machen würde.

§. 25.

Das im siebenten Buche des Almagests enthaltene Sternverzeichniß enthält 1028 Sterne, ungeachtet man gewöhnlich sagt, daß es 1022 enthalte. Dieß ist das Verzeichniß von Hipparch, das Ptolemäus auf seine Zeit reduzirt hat, indem er ihre Längen um 2° 40′ vermehrte a). Die Zahl der fürs bloße Auge sichtbaren Sterne muß nach der verschiednen Schärfe des Gesichts und nach der Vorsicht, die man anwendet, um keinen davon entwischen zu lassen, sehr verschieden seyn. Wir haben gesagt, daß man nach Plinius 1600 in 72 Sternbildern zählte b). Wenn man den Rabbinen glauben will, so hatten sie 12000 gefunden c). Die Chineser hatten ohne Teleskope bis auf 2500 gezählt. Moestlin, den Kepler citirt, hat einen Geistlichen gekannt, der 40 Sterne in dem Schilde des Orions unterschied, dahingegen andere kaum 11 oder 12 sehen. Moestlin sah in den Plejaden deutlich 14, wo man gewöhnlich nur 6 oder 7 sieht d). Dieß ist ohne Zweifel die Ursache, warum einige gesagt haben, dieß Sternbild bestehe aus sieben, und andere, es bestehe aus sechs Sternen, wie Ovid e).

Quae septem dici, sex tamen esse solent. Diese Verschiedenheit rührt von der Verschiedenheit des Gesichts her.

Eine Zählung der Sterne, bei der man gewiß war, daß man keinen ausgelassen hatte, war in der That nicht leicht. Wahrscheinlich bedienten sich Hipparch und Ptolemäus dazu irgend eines Instruments. Der P. Mabillon sagt in seiner Reise nach Deutschland f), daß er in einem alten Manuskripte eine Figur gefunden habe, wo Ptolemäus

a) Almag. Lib. VII, c. 5.
b) Oben Erläut. des 3 Abschn. §. 19.
c) Kepler, in dissertatione, cum nuncio sidereo, p. 23.
d) Kepler.
e) Fastis, Lib. IV. v. 170.
f) Pag. 46.

vorgestellt sei, wie er die Sterne durch einen langen Tubus betrachtet. Dieß Manuskript war aus dem dreizehnten Jahrhunderte, von einem Mönche Namens Konrad, vier hundert Jahre vor Erfindung der Teleskope geschrieben. Man vermuthete, daß er sie gekannt habe a); allein eine so schöne Erfindung wäre nicht so lange unbekannt und unfruchtbar geblieben. Man hat Grund zu glauben, daß der Mönch diese Figur aus irgend einem ältern Manuskripte kopirt habe. Eben so findet man in China die Idee zu einem langen Tubus, der zu der Beobachtung der Gestirne bestimmt war b). Wir glauben, daß beide gedient haben, die Seitenstrahlen abzuhalten um einen Gegenstand deutlicher zu sehen, und daß Ptolemäus und Hipparch sich dieses Instruments bedienten, die Sterne zu zählen, und sie von einander zu unterscheiden. Dieß war das Mittel die kleinern Sterne der sechsten Größe zu bemerken. Man weiß aus der Erfahrung, daß diese Röhren selbst, wenn sie nur von Papier sind, das Sehen erleichtern c). Man findet noch den Gebrauch dieser Röhren im zehnten Jahrhunderte. Als sich Gerbert, der hernach Pabst war, zu dem Kaiser Otto III. begeben hatte, kam sein Schüler nach Magdeburg, wo er eine Uhr verfertigte, nachdem er den Polarstern vermittelst eines Tubus beobachtet hatte d). Dieser Tubus ist sehr merkwürdig. Man hat fälschlich geglaubt, daß es Gläser waren e). Nach der Zeit, da wir diese Idee von dem Gebrauche der Röhren gehabt haben, sind wir noch mit einer Stelle von Geminus f) bekannt worden, die es zu beweisen scheint: Geminus sagt, wenn er von der täglichen Bewegung der Sterne in Kreisen redet: Quod vero circularem (mundus) faciat motum, ex eo manifestum est, quod omnes stellae ex eodem loco oriantur, et in eundem locum occidant. Praeterea etiam per dioptra omnes stellae spectatae videntur circularem motum in tota circumductione dioptrorum. Die von Hipparch erfundene Dioptra g)

a) Man hat geglaubt, das Porta (Mag. nat. Lib 17, c. 11) von dem Tubus des Ptolemäus geredet hatte. Es ist wahrscheinlicher, daß er eine Art von Vergrößerungsglas oder Spiegel gemeint habe, der auf den Leuchtthurm von einem Ptolemäus, einem Könige von Aegypten, gesetzt war, vermittelst dessen man die Schiffe auf dem Meere 60 oder gar 600 Meilen weit sehen konnte; aber alles dieß ist dunkel und hat keine Autorität. (Hist. Acad. Inscript. Tom. I. p. 111.)

b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 120 S.

c) Philosoph. Transact. an. 1668 n°, 37 et 39.

d) Hist. lit. de la France, T. VI, am Ende.

e) Mem. Acad. Inscript. T. XX, p. 450.

f) Geminus, c. X. Uranol. p. 42.

g) Oben Erläut. des 3 Abschn. §. 15.

bestand aus einem aus zwei Linealen gebildeten Winkel, der dazu diente, den Durchmesser der Gestirne zu fassen, um ihn zu messen; dieß Instrument meinte Geminus nicht. Man zieht aus dieser Stelle zwei wichtige Schlüsse, einen, daß die Alten sich langer Röhren bedienten um die Sterne zu betrachten und zu zählen; per dioptra omnes stellae spectatae: einen andern, daß diese Röhren ohne Zweifel auf Aequatorialarmillen befestigt waren, um der täglichen Bewegung der Sterne zu folgen, in tota circumductione dioptrorum: der Name dieser langen Röhre war Dioptra; dieß zeigt seinen Zweck an, weil das Wort im Griechischen Durchsehen bedeutet. Diese Röhre diente vielleicht auch zur Beobachtung der Mondsfinsternisse.

§. 26.

Diese 1028 Sterne sind in 16 der ersten Größe, 46 der zweiten, 208 der dritten, 474 der vierten, 217 der fünften, 9 dunkle, 5 neblichte eingetheilt, ohne das Haupthaar der Berenice zu rechnen, welches einen hellen und zwei dunkle Sterne enthielt. Wir wissen nicht, was Ptolemäus unter diesen dunklen Sternen verstand; aber es ist sehr merkwürdig, daß die Alten die 5 Nebelsterne mit bloßem Auge haben sehen können. Es ist zu bemerken, daß es unter den Nebelsternen dreierlei Arten giebt, solche, die ein weißliches und glänzendes Ansehen haben, wie die Milchstraße; andere, welche aus einem Haufen von Sternen bestehen; und endlich die, welche gemischt sind, und zu beiden von diesen Arten gehören. Unter den Nebelsternen im ptolemäischen Sternenverzeichnisse sind zwei von den beiden letztern Arten. Der Nebelstern des Krebses ist seit der Entdeckung der Fernröhre für einen Haufen Sterne erkannt worden. Der Nebelstern im Orion ist ein ziemlich beträchtlicher weißlicher Raum, in welchem man sieben kleine Sterne unterscheidet a). Diese beiden Nebelsterne konnten sehr leicht bemerkt werden; das Licht der kleinen vereinigten Sterne macht sie sichtbar; aber daß man die drei andern bemerkt hat, ist außerordentlich. Der Nebelstern des Perseus ist so bezeichnet, wie der in den Verzeichnissen von Ulug-beigh, Tycho und dem Landgrafen von Hessenkassel; aber man findet ihn in den Verzeichnissen von Hevel und Flamstead als einen einfachen Stern von der sechsten oder siebenten Größe wieder: sollte er abnehmen, sollte er seit Hipparch und Ptolemäus seinen Nebel verloren haben, oder ist es wohl gar nur eine Täuschung ihres Gesichts? Der Nebelstern, der unter den unförmlichen Sternen des Skorpions bemerkt

a) La Lande, Astron. art. 837.

wird, findet sich in keinem andern Verzeichnisse als in dem von Ulug-beigh. In dem britannischen Verzeichnisse findet man zwei Sterne an der Spitze des Schwanzes des Skorpions, mit ν bezeichnet, der eine von der dritten, der andere von der vierten Größe. Man wird die beiden vereinigten Sterne für einen Nebelstern gehalten haben, oder der Nebelstern muß verschwunden seyn. Am merkwürdigsten aber ist der Nebelstern, den Ptolemäus als doppelt in dem Auge des Schützen bemerkt, und der sich wirklich in dem brittischen Verzeichnisse befindet. Diese Nebelsterne sind darin als Sterne der fünften und sechsten Größe bemerkt worden. Wie rein mußte also die Luft in diesen für die Astronomie günstigen Klimaten seyn, da man mit bloßem Auge einen Nebelstern von der sechsten Größe sehen konnte. Vielleicht waren auch diese Nebelsterne damals größer und sichtbarer. H. v. Mairan vermuthete, daß diese Veränderungen möglich seien a).

§. 27.

Unter der Zahl von 1028 Sternen sind ungefähr 106, die nicht in den Sternbildern begriffen sind, und unförmliche Sterne genannt werden. Aus diesen unförmlichen Sternen haben die Neuern die Sternbilder zusammengesetzt, die sie den ptolemäischen Sternbildern hinzugefügt haben. Ein Beweis von den großen Veränderungen, die diese Sternbilder zur Zeit dieses Astronomen gelitten haben, ist, daß man unter den unförmlichen seines Verzeichnisses Sterne der dritten und zweiten Größe findet. Selbst Arktur, ein Stern erster Größe, ist nicht unter den Sternen des Bärenhüters begriffen, sondern gehört unter die Zahl der Unförmlichen, die sich neben ihm befinden; nichts ist natürlicher als dieß. Die Sterne der ersten Größe, die merkwürdiger sind als alle übrigen, sind der Ursprung der Sternbilder gewesen. Um sie herum hat man die Sterne geordnet b); da aber die Bewegung der Sterne in der Länge ihre Lage in Absicht der Koluren verändert hat, so hat man die Sternbilder nach den alten Beschreibungen, so gut man konnte, gezeichnet; und um diese alten Beschreibungen mit den neuern Erscheinungen in Uebereinstimmung zu bringen, hat man die Figuren verändert, und einen sehr schönen Stern, der vielleicht ursprünglich den Mittelpunkt davon einnahm, ausserhalb dieser Figuren gesetzt.

§. 28.

Was Ptolemäus betrifft, so nahm er mit den 49 Sternbildern des Hipparch keine großen Veränderungen vor;

a) Aurore boreale, p. 262. Memoires de l'Academie des Sciences, 1759, p. 465.
b) Gesch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 350. S.

er reduzirte sie auf 48. In der nördlichen Halbkugel zählte er das Haupthaar der Berenice nicht mit, und zertheilte das Sternbild des Pferdes in zwei, das große und kleine Pferd. Auf die Art zählte er wie Hipparch 21 nördliche Sternbilder; die Bilder des Thierkreises ließ er ungeändert. In der südlichen Halbkugel ließ er das Sternbild weg, das Hipparch den Fluß, der aus dem Wassermanne fließt, genannt hatte, er vereinigte es mit dem Sternbilde des Wassermanns, und in diesem Theile des Himmels zählte er nur 15, da Hipparch 16 gezählt hatte.

Man sagt, daß das Haupthaar der Berenice nicht im Ptolemäus vorkömmt. Es ist wahr, es befindet sich nicht in der Anzahl der Sternbilder, in welche er den Himmel eintheilt; indeß ist es doch älter als dieser Astronom a). Ptolemäus selbst erwähnt desselben. Unter den unförmlichen Sternen sind drei Sterne um den Löwen, wovon der eine sehr glänzend ist, den er πλόκαμος nannte, lateinisch Cincinnus. Offenbar hat er von dem Haupthaar der Berenice reden wollen. Er hat die Prinzessinn nicht nennen wollen; vielleicht glaubte er, daß das Haupthaar der Berenice sie genug bezeichnete. Allein er hat kein besonderes Sternbild daraus gemacht, und auf die Schmeichelei, der zu folge das Opfer, welches die Königinn mit ihrem Haupthaar gemacht hatte, an dem Himmel geheiligt war, keine Rücksicht genommen.

§. 29.

Ptolemäus hatte, wie Hipparch b), eine Himmelskugel verfertigt c), woran er die Sterne und Sternbilder gesetzt hatte. Der Grund war dunkel, so wie der Grund des Himmels bei der Nacht; die Sterne waren von einer, ihrer Größe angemessenen Farbe, und die Sternbilder wenig von dem Grunde verschieden. Die Dimensionen dieser Kugel sind uns nicht gegeben; aber wahrscheinlich war sie sehr groß, denn sonst würde man die auf die Art durch Farben klassifizirte Sterne schwer v. einander haben unterscheiden können. Sie ist weiter nicht merkwürdig, als daß er den ersten Grad der Eintheilung der Ekliptik in dem Punkt gesetzt hat, der der Länge des Sirius entspricht, weil wegen des Rückwärtsgehens der Aequinoktialpunkte der Ort der Sterne auf dieselbe nicht mehr bezogen werden konnte.

Von allen Kreisen der Sphäre war ohne Zweifel keine darauf gezogen als die Ekliptik; denn er sagt, daß er es nicht

a) Oben 1ster Abschn. §. 28. und Erläut. desselb. Abschn. §. 21.
b) Oben 4 Abschn. §. 26.
c) Almag. Lib. VIII. c. 3.

vortheilhaft gefunden habe, die Punkte der Nachtgleichen und Solstitien darauf zu bemerken, weil sich die Beziehungen der Sterne auf diese Punkte beständig änderten; die Koluren waren also nicht auf die Kugel gezeichnet. Er wollte den Gebrauch seines Globus ewig machen, er wollte, daß die Erscheinungen darauf eben so unveränderlich wären, als die Erscheinungen des gestirnten Himmels. Aber man kann daraus vermuthen, daß er und Hipparch diese Veränderung der Länge der Sterne nicht als die Wirkung einer ihnen eigenthümlichen Bewegung, sondern, wie dieß wirklich der Fall ist, als eine Folge des Rückwärtsgehens der Aequinoktialpunkte, was auch die unbekannte Ursache davon war, angesehen haben. Wir haben schon oben a) etwas gesagt, was dieß bestätigen kann.

Indeß rechnet Ptolemäus in seinem Verzeichnisse von dem Frühlings-Nachtgleichepunkte oder von dem ersten Grade des Widders an, indem er bemerkt, daß man für künftige Zeiten die Länge in dem Verhältnisse 1° in 100 Jahren vermehren müsse b); er scheint also gewissermaßen auf den 1° des Widders den Punkt zu setzen, von welchem an man die Längen rechnen muß. Er ist also der Erfinder dieses Gebrauchs, den seit seiner Zeit die Astronomen beständig befolgt haben.

§. 30.

Es leidet keinen Zweifel, daß Ptolemäus einige Wirkungen der Refraktion gekannt hat; er ist sogar nicht der erste: diese Kenntniß war wenigstens zwei hundert Jahre älter. Wir haben gezeigt, daß Posidonius und Kleomedes davon geredet haben c). Kepler d) glaubt, daß die Alten die Refraktion gekannt haben. Dieß scheinen ihm mehrere Stellen zu beweisen, unter andern eine Stelle von Martianus Capella, die hier folgt: Sol enim in nullam (zodiaci) excedens partem, in medio libramento fertur, absque ipso librae confinio. Nam ibi se aut in austrum aquilonemue deflectit ad dimidium fere momentum e). Wenn Momentum hier Grad bedeutet, was wohl seyn könnte, so kann man die Wirkung und Größe der Refraktion nicht besser ausdrücken; nur begreift man nicht gut, wie die Sonne gegen Mittag fortbewegt würde. Die Wirkung der Refraktion in unsrer Hemisphäre bringt sie immer gegen Norden. Da übrigens Ptole-

a) Oben 4 Abschn. §. 29.
b) Almag. Lib. VII, c. 5.
c) Oben 4 Abschn. §. 37 u. 40.
d) Kepler Paralip. ad Vitel. p. 150.
e) Mart. Capella, Lib. VIII.

mäus vor Martianus Capella lebte, so verliert er dadurch nicht.

Ptolemäus hatte ein Werk über die Optik geschrieben, worin diese Lehre entwickelt war. Dieß läßt eine Stelle von Roger Baco, die Montucla citirt, vermuthen. "Nach„dem Baco a) bemerkt hat, daß man sich in dem Orte der „Gestirne nahe am Horizonte irre, nachdem er selbst es durch „Beobachtung zu beweisen gesucht hat, fügt er die Worte hinzu; „sic autem Ptolemaeus in Lib. V de opticis, et Alha„zen in VII. Der letzte lehrt wirklich in der angeführten „Stelle, dieselbe Lehre; er erklärt, auf welche Art man sich „davon durch Beobachtung überzeugen könne; und giebt zur „Ursache dieser Refraktion den Unterschied der Durchsichtigkeit „der Luft an, die uns unmittelbar umgiebt, und des Aethers „über derselben" b). Es ist gewiß, daß Ptolemäus an mehrern Stellen des Almagests von der Verschiedenheit redet, die in den Beobachtungen durch die Veränderung der Atmosphäre hervorgebracht wird c); aber wahrscheinlich meinte er nur die Dünste, die sich in der Luft erheben, ihr ihre Durchsichtigkeit rauben und die Planeten und Sterne des Morgens am Horizonte zur Zeit ihres Sichtbarwerdens nicht so deutlich sehen lassen. Die Stelle von Baco beweiset, daß Ptolemäus die Refraktion gekannt, und vielleicht ihre Wirkungen beschrieben hat; aber wir glauben nicht, daß die Methode sie durch Beobachtung zu bestimmen von ihm ist, denn er würde sie gewiß in seinem Almageste erklärt haben. Auch hatte er zu viel Genie, als daß er nicht so gleich sollte bemerkt haben, daß man die beobachteten Entfernungen vom Zenith wegen der Wirkung der Refraktion korrigiren müßte, wie er sie wegen der Wirkung der Parallaxe korrigirt hatte.

§. 31.

Ptolemäus ist, nach der allgemeinen Meinung, der erste, der Tabellen von der Bewegung der Planeten berechnet hat, aus welchen man ihre vergangene, gegenwärtige und künftige Lage finden kann. Nimmt man die Tabellen der Indianer aus, die wir für weit älter halten, so sind gewiß die Tabellen der Sonne, des Mondes und der fünf Planeten, wie auch die andern Hülfstabellen des Almagests, die ersten und einzigen, die wir noch besitzen. H. Weidler lobt den Ptolemäus, daß er dieß große Werk zu unternehmen gewagt hat. Grade deswegen, weil das Werk zu groß ist,

a) Opus majus, edit. 1733, p. 79 et 399.
b) Histoire des mathém. Tom. I, p. 308.
c) Almag. Lib. VII, c. 6.

können wir es ihm nicht ganz zuschreiben. Die ersten Unternehmungen sind nicht so groß; man macht eine große Strecke Landes nicht auf einmal, sondern stückweise urbar. Wir glauben, daß die Sonnen- und Mondstafeln, wie wir schon bemerkt haben a), von Hipparch sind; Ptolemäus machte die Planetentheorie vollständig: aber man muß bemerken, daß, wenn er auch der erste war, der in der Unternehmung ihre Bewegung durch Hypothesen vorzustellen, glücklich gewesen ist, er doch nicht der erste war, der es versuchte, noch der erste, der Tabellen verfertigte; er sagt es selbst b): aber weder diese Tafeln, noch irgend Nachrichten von ihrer Verfertigung, sind bis zu uns gekommen.

§. 32.

Suidas c) erzählt, daß Ptolemäus zwei Bücher unter dem Titel de apparentiis et significationibus, d. h. von dem Aufgange und Untergange der Sterne und dem Zustande der Atmosphäre, der sie begleiten muß, hinterlassen hat: Usserius sagt selbst, daß er vier Bücher gesehen habe, die man mit dem Namen Ptolemäus geziert hätte. Das eine von diesen beiden Büchern ist das, was der P. Petau übersetzt und in sein Uranologium mit eingerückt hat. Man hat gezweifelt, ob es wirklich von Ptolemäus sei; aber der P. Petau entscheidet, und, wie uns dünkt, mit Recht dafür. Das zweite existirt nicht, oder es ist das, was von Leonicus ins Lateinische übersetzt ist, und sich auch im Uranologium befindet d).

In dem ersten ist der Aufgang und Untergang der Sterne in Beziehung auf die Tage des ägyptischen unbeweglichen Jahrs, das im Herbst anfängt, und für verschiedene Klimate bemerkt. Diese Klimate sind darin durch die Anzahl der Stunden des längsten Tages bezeichnet. Das Wort hora, das fast in jeder Zeile wiederholt wird, hat dem Pater Petau ein Räthsel geschienen, das er seinen Lesern errathen läßt e); es war indeß nicht schwer. Man sieht aus einer Anmerkung am Ende, daß Ptolemäus die Absicht gehabt hat, den Parallelkreis zu bezeichnen, unter welchem die Beobachtungen sind angestellt worden. Er konnte ihn nicht besser als durch die Stunde des längsten Tages bezeichnen, wie er schon in der Tabelle der Klimate des Almagests gethan hatte. Dieß ist nach der Bemerkung des H. Freret f) ein Beispiel von der Zerstreuung,

a) Oben Erläut. des 3 Abschn. §. 6.
b) Almag. Lib. IX, c. 2.
c) Beim Worte Ptolemäus.
d) P. 92. e) Variae dissert. p. 417.
f) Freret, defense de la chronol. p. 484.

welche oft die scharfsichtigsten Augen abhält, die deutlichsten Sachen zu sehen.

Die meisten von diesen Beobachtungen sind unter dem Klima von 13 Stunden angestellt worden, welches das Klima von Meroe ist; von 13½ Stunde, dem von Syene; von 14 Stunden, dem von Alexandrien; von 14½ Stunden, dem von Rhodus; endlich von 15 Stunden, dem Klima von Griechenland und dem Hellespont. Es sind auch einige darunter, die dem Klima von 15½ und 16 Stunden gehören. Das letztere ist das Klima der Mündung des Borysthenes oder des nördlichen Asiens, wo nach unserer Vermuthung die Astronomie in uralten Zeiten kultivirt worden ist a).

§. 33.

Es ist zu bemerken, daß Ptolemäus in der Tabelle der Klimate seines Almagests, sie auch durch ihre Breite bezeichnet, was er hier nicht thut; ohne Zweifel, weil die Astronomen, deren Beobachtungen er anführt, die Klimate nur durch die Zahl der Stunden angezeigt hatten. Es scheint sogar, daß diese Astronomen darin mehr als Autoren und Gewährsmänner der mit den Erscheinungen der Sterne verbundenen Prophezeiungen und nicht als Beobachter dieser Erscheinungen angeführt sind. Die Anzahl dieser Astronomen ist groß; Dositheus, der zu Colonis beobachtete; Philippus im Peloponnes und in Lokrida, Kalippus um den Hellespont; Meton zu Athen, auf den Cycladen, in Macedonien und Thracien; Konon und Metrodor in Italien; Hipparch in Bithynien; Metrodor in Macedonien und Thracien; woraus unsrer Meinung nach erhellt, daß jeder von diesen verschiedenen Autoren, Kalender für den Ort, wo er beobachtete, geschrieben hatte: sie kündigten darin Wind, Regen, Kälte und die übrigen Veränderungen an, die den Aufgang und Untergang gewisser Sterne nach den Bemerkungen, die sie Gelegenheit zu machen, gehabt hatten, begleiten mußten. Ptolemäus hat darauf für jeden Tag des Jahrs und nach den Lagen seines Fixsternenverzeichnisses, den Aufgang und Untergang der dreißig schönsten Sterne des Himmels für die fünf Klimate von dreizehn bis sechszehn Stunden oder von Meroe bis an die Mündung des Borysthenes berechnet; und die mit den Phänomenen verbundenen Prophezeihungen dieser Astronomen gesammelt; weshalb er sie allein citirt. Folgendes ist ein Beispiel davon; nachdem er gesagt hat, daß für das Klima von dreizehn Stunden, die Kornähre der Jungfrau den 7ten Oktober aufgeht, so fügt er

a) Gesch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 107 S.

für den Tag darauf hinzu: spica oriens Democrito tempestatem excitat. Sagt dieß nicht deutlich, daß nach Demokrit den Tag nach dem Aufgange der Kornähre der Jungfrau ein Orkan eintreten werde?

Man bemerke, daß keiner von den Astronomen, wovon wir soeben geredet haben, in einem nördlichern Klima als dem Hellespont beobachtet hat, daß die Prophezeihungen, welche die Erscheinungen der Sterne für die Klimate von $15\frac{1}{2}$ und 16 Stunden begleiten, ohne die Namen des Verfassers vorkommen, und man wird zugeben, daß wir nicht ohne Grund diese Beobachtungen einer Astronomie zugeschrieben haben, die älter als die Griechen war, und zwar der Astronomie, die vielleicht aus der nördlichen Tartarei und den Gegenden von Selinginskoi gekommen ist, und die Elemente dieser Wissenschaft in Asien verbreitet hat a).

§. 34.

Der zweite Kalender von Ptolemäus, den Leonicus übersetzt hat, scheint auf eine ganz verschiedene Art eingerichtet zu seyn. Er ist nach der Ordnung des Jahrs und der römischen Monate regulirt und fängt mit dem Januar an. Dieß ist eine Kompilation der alten Kalender; denn man bemerkt darin dieselben Nachtgleichen und Sonnenstillstände auf verschiedene Tage. Der Aufgang und Untergang derselben Sterne ist darin auch mehrere male wiederholt, aber ohne die Klimate anzuzeigen. Man findet darin mehrere Aufgänge, die für weiter nichts als für Fragmente sehr alter Kalender gehalten werden können, die zur Zeit des Chiron und selbst lange vor ihm, wie wir schon bemerkt haben b), in Aegypten und im Orient gemacht waren, und durch die ersten Kolonien, welche sich mit Inachus, Cecrops, Danaus und Cadmus in Griechenland niederliessen, dahin gebracht wurden c).

Wenn dieser Kalender wirklich von Ptolemäus ist, so sieht man eben nicht, aus welchem Grunde er diese Kompilation unternommen hat. Die Alten, wie Chiron, Eudoxus, Meton, rc. die die Bewegung der Firsterne nicht kannten, konnten die Verschiedenheiten des von verschiedenen Astronomen beobachteten Aufganges der Sterne als Beobachtungsfehler ansehen und aus Furcht schlecht zu wählen, sie alle vereinigen. Aber Ptolemäus kannte den Unterschied, welchen die Jahrhunderte und Klimate auf die Zeit des Aufgangs und Untergangs

a) Sternk. des Alterth. 1 B. 114 S.
b) Oben 1 B. 27 S. 2 Band 396 S.
c) Freret, Defense de la chronol. p. 485.

der Sterne hervorbringen; er gab selbst Nachricht davon a): warum hat er also keins von beiden unterschieden?

§. 35.

Man legt dem Ptolemäus noch ein Werk bei unter dem griechischen Titel τετραβιβλος oder im Lateinischen quadripartitus. Diese vier Bücher enthalten nur astrologische Regeln oder die Kunst die Zukunft vermittelst verschiedener Aspekten sowohl der Planeten als der Sterne, vorherzusagen, welche durch die Veränderung ihrer Konfigurationen Eigenschaften und Einflüsse verändern. Man findet darin sowohl das Schicksal von Privatpersonen, als ganzer Reiche. Es ist ungewiß, ob dieß Werk von Ptolemäus ist; Gauric wagt nicht zu behaupten, daß er der Verfasser davon ist b). Gassendi und der P. de Challes c) halten es dieses großen Mannes unwürdig. Unserer Meinung nach ist die Sache schwer zu entscheiden: es ist wahr, Ptolemäus hat sein Almagest nicht mit astrologischen Irrthümern befleckt; er sagt nicht ein Wort, das darauf bezogen werden könnte; allein, da er in einem Lande lebte, wo die Astrologie mit der Astronomie verbunden war, so scheint es schwer gewesen zu seyn sich davor zu verwahren. Das τετραβιβλος sowohl als das Almagest ist an dieselbe Person gerichtet, nämlich an Syrus, woraus folgt, daß es vielleicht von einerlei Hand ist. Er hat vielleicht nur die beiden Wissenschaften von einander getrennt, wie er es mit der Geographie machte, die er besonders behandelte, und wovon er im Almageste eben so wenig, als von der Astrologie spricht. Man zweifelt jedoch nicht, daß die Geographie von ihm ist.

Die andern Werke von Ptolemäus sind: 1) eine Sammlung von astrologischen Aphorismen, die im Jahre 1535 von Joach. Camerarius herausgegeben sind. Cardan, Argolus und einige andre haben geglaubt, daß dieß Werk nicht von Ptolemäus, sondern von Hermes Trismegistus sei. 2) Eine Planisphäre, gedruckt zu Venedig 1558 nebst einem Kommentare von Friederich Commandin. Diese Planisphäre ist eine Projektion der Sphäre auf die Ebne des Aequators. Sie scheint eine Erfindung von Ptolemäus zu seyn. Die Alten hatten Armillen oder Astrolabien gehabt, welche alle Kreise der Sphäre in derselben Ordnung

a) Almag. Lib. VIII. c. 6.
b) In praefat. Almag.
c) Gassendi, in Philos. Epicur. Tom. II, p. 501. De Challes cours de Math. T. I, p. 50.

als am Himmel vorstellten. Hipparch hatte eine ganze Himmelskugel gemacht, worauf die Sternbilder vorgestellt waren. Ptolemäus kam auf die Idee die Sphäre auf eine Ebne zu reduziren; er setzte das Auge in den Pol, und indem er nach jedem Punkte der Kreise der Sphäre oder nach jedem Sterne der Sternbilder einen bis zum Durchschneiden des Aequators verlängerten Gesichtsstrahl zog, so bezeichnete dieser Strahl auf dieser Ebne den Ort des Gegenstandes. Er hatte also auf einer Ebne die Vorstellung des Himmels, die ein wenig von der Wahrheit abweicht. Ein Gemälde ist eine Projektionsebne, die sich zwischen dem Auge und dem Gegenstande befindet, worauf jeder von dem Gegenstande bis zum Auge gezogne Strahl, beim Durchgang durch dieselbe seinen Ort bezeichnet. Hier liegt die Projektionsebne in Absicht des Auges hinter dem Gegenstande. Wir haben gesehen, daß der Bischof Synesius a) dem Hipparch die Ehre dieser Erfindung zueignet; aber wir wissen nicht, auf welche Autorität er sich dabei gründet. Die Planisphäre von Ptolemäus oder wenigstens seine Abhandlung darüber besitzen wir noch, und diese Projektionsmethode führt noch seinen Namen: 3) Die Abhandlung de Analemmate: 4) Von den Hypothesen der Planeten: 5) Eine Chronologie von den assyrischen, medischen, persischen, griechischen und römischen Königen seit Nabonassar: 6) ein großes Werk über die Musik in drei Büchern.

§. 36.

Das Almagest ins Lateinische übersetzt wurde zum erstenmale zu Venedig 1515 unter der Aufsicht des P. Lichtenstein gedruckt; der Uebersetzer ist unbekannt. Die lateinische Uebersetzung von Georg von Trapezunt wurde auch zu Venedig 1527 gedruckt.

Der griechische Text 1538 erschien zu Basel durch die Besorgung Simons Grynäus, der von einem Manuskripte Gebrauch machte, das dem Regiomontan gehört hatte.

Alle Werke von Ptolemäus, die Geographie ausgenommen, erschienen zu Basel 1541.

Das erste Buch des Almagests wurde griechisch zu Würtenberg 1549 von E. Steinhold nebst einer Version und Noten herausgegeben.

Schreckenfuchsius gab eine neue lateinische Ausgabe von allen Werken des Ptolemäus, die Geographie ausgenommen, zu Basel 1551 heraus.

Johann Baptist Porta übersetzte das zweite Buch des Almagests. Dieß Werk wurde zu Neapel 1505 gedruckt.

a) Oben 3 Abschn. §. 26.

§. 37.

Wir wollen den Ptolemäus nicht verlassen ohne ihn gegen eine sehr große Beschuldigung zu rechtfertigen zu suchen. Einige Astronomen haben behauptet, Ptolemäus sei kein Beobachter gewesen; aber wie will man einen solchen Verdacht beweisen können? Er hat zwar aus den Schriften des Hipparchs und seiner Vorgänger geschöpft, allein man darf daraus nicht schließen, daß er die Beobachtungen, die er anführt, nicht angestellt hat. Wären diese Beobachtungen eingebildet, wie würde er denn die meisten Elemente der Planetentheorie so richtig getroffen haben a)? und wären bloß diese Beobachtungen nicht von ihm: warum verfuhr er in andern Fällen nicht eben so? Zum Beispiel die Bestimmung der Größe der Bewegung der Fixsterne ist auf Beobachtungen von Menelaus und Agrippa gegründet; gab es irgend eine Gelegenheit, wo er hätte in Versuchung gerathen können, sich die Beobachtungen eines andern zuzueignen, so war es hier. Diese Bestimmung war natürlich und wichtig; er hat sie jedoch nicht gemacht. Ptolemäus hat weder eine Beobachtung annehmen können noch müssen. Wir glauben wohl, daß er sich der List bediente, nur die von ihm angestellten Beobachtungen zu geben, die mit dem mittlern Resultate aller übrigen übereinstimmten. Dieser Kunstgriff, den wir keinesweges billigen, ist jedoch kein Verbrechen; warum sollte er aber übrigens die Beobachtungen der Planeten, die er sich zuschreibt, nicht angestellt haben? Es ist ungleich verdienstvoller, daß er seine Hypothesen, so mangelhaft sie auch seyn mögen, erfunden, daß er die Idee zum Almageste, dem Depot aller astronomischen Kenntnisse, gefaßt, als daß er die größte Anzahl von Beobachtungen angestellt hat. Ptolemäus wußte wohl, daß er der Nachwelt einen Schatz hinterließ, ungeachtet er vielleicht nicht voraussah, daß dieß Buch die Astronomie bis auf Kopernikus erhalten, und vierzehn Jahrhunderte hindurch allein studiert werden würde.

§. 38.

Mehrere geschickte Astronomen haben die Genauigkeit seiner Beobachtungen in Zweifel gezogen. "Die Größe der "Bewegung der Sonnenerdferne, die aus den Beobachtungen "von Walther entspringt, sagt Cassini b), stimmt ge"nauer mit den Beobachtungen von Hipparch als denen "von Ptolemäus überein, der in der Bestimmung der

a) Oben §. 19 u. 24.
b) Elemens d'astron. p. 196.

"Erdferne der Sonne sowohl als der Schiefe der Ekliptik, von "dem, was Hipparch bestimmt hatte, abzuweichen nicht scheint "gewagt zu haben".

"Kepler, sagt er an einem andern Orte a), zeigt bei "der Untersuchung der von Ptolemäus angestellten Beob- "achtungen des Mars b), daß man nicht ganz auf ihre Genauig- "keit rechnen darf; er urtheilt selbst aus der Methode, deren "er sich zur Bestimmung der Lage der Fixsterne bedient hat, "daß sie damals um 30′ weiter fortgerückt waren, als er sie "bemerkt hatte."

Wir haben selbst gesagt c), daß der durch den Mond bestimmte Ort der Sterne nicht sehr genau seyn konnte; aber das ist der Fehler der Methode und der Instrumente; und wenn dieser Astronom es nicht eben so gut gemacht hat, als nach seiner Zeit geschehen ist, da man seinen Arbeiten mit neuen Erfindungen und vervollkommneten Instrumenten zu Hülfe kommt, folgt daraus wohl, daß er nicht Beobachter gewesen sei und die Lage eines Fixsterns nicht habe bestimmen können?

§. 39.

Die Instrumente der alexandrinischen Schule zur Zeit Hipparchs und Ptolemäus und nach ihnen waren die, welche wir in dem zweiten Buche dieser Geschichte beschrieben haben; die von Hipparch erfundene Dioptra (Fig. 23.), die dazu bestimmt war, die Durchmesser zu messen; sie bestand aus zwei Linealen, welche auf einem dritten beweglich waren und einander genähert werden konnten um die beiden Enden des Durchmessers zu fassen d); das Triquetrum (Fig. 42) oder die parallaktischen Lineale, die von Ptolemäus erfunden wurden die Parallaxen zu messen.

Ausserdem war noch das Astrolabium von Ptolemäus da, das seitdem allen Astrolabien zum Muster gedient hat. Dieß Instrument war ein kupferner Kreis von mittelmäßiger Größe nach Ptolemäus in 360° und jeder von diesen Graden in so viel Theile als möglich eingetheilt. Innerhalb dieses ersten Kreises war ein zweiter beweglicher Kreis in derselben Ebene eingefügt. Auf dem Umfange dieses letzten Kreises waren zwei kleine gleiche Cylinder an den beiden Enden eines seiner Durchmesser angebracht. Das Ganze wurde von einem Fuße getragen und vermittelst eines Lothbleies vertikal aufge-

a) Elemens d'astron. p. 467.
b) In stella Martis, c. LXIX, p. 326.
c) Oben §. 24.
d) Oben 3 Abschn. §. 21.

stellt. Der Punkt, von dem dieser Faden ausging, bestimmte das Zenith dieses Instruments. Vermittelst einer Mittagslinie stellte man dieß Instrument in die Ebne des Meridians, und wenn man die Entfernung der Sonne vom Zenith messen wollte, so ließ man den innern Kreis sich so bewegen, daß der Schatten des obern kleinern Cylinders genau auf den untern Cylinder fiel. Auf dem untern Kreise befand sich ein Zeiger, der auf den Abtheilungen des äussern Kreises die Grade der Entfernung der Sonne vom Zenith bemerkte.

§. 40.

Ptolemäus beschreibt ein zweites Instrument, (Fig. 37.) das aus einem viereckten Steine oder Stück Holz bestand; aus einem von den Winkeln beschreibt er auf einer Seite der sehr polirten Oberfläche einen Viertelkreis, wobei er den Scheitel dieses Winkels zum Mittelpunkte nimmt. An diesen Mittelpunkt setzt er einen kleinen Cylinder, der zum Gnomon dient, und senkrecht unter demselben fügt er einen zweiten kleinen Cylinder hinzu, wovon man den Gebrauch eben nicht gut einsieht, wenn er anders nicht zur Absehenslinie dient, wie wir sogleich sagen werden. Der Viertelkreis ist in Grade und Theile des Grades eingetheilt. Ist dieß Instrument in der Richtung des Meridians aufgestellt, so zeigt der Schatten des obern Cylinders auf den Abtheilungen des Quadranten die Entfernung BD der Sonne vom Zenith an. Man richtete das Instrument vermittelst eines Senkbleis AF, das die beiden kleinen Cylinder berühren mußte, und dieß war der Gebrauch des untern Cylinders, der nur diente, die Absehenslinie anzudeuten: man müßte denn annehmen, daß dieser zweite Cylinder längs des Kreisbogens fortbewegt werden konnte, und dazu diente, den Schatten des obern Cylinders zu empfangen, wie in dem ersten Instrumente, das wir beschrieben haben; allein weder Ptolemäus noch Theon sagen es a).

Wir dürfen nicht vergessen zu bemerken, daß Theon ausdrücklich sagt, daß man diesem Instrumente vermittelst einer Wasserwage eine horizontale Lage gab b).

Dieß Instrument ist das Muster unserer Quadranten. Man hatte damit angefangen, sich ganzer Kreise zu bedienen um den ganzen Umfang der Himmelskreise in vier Theilen zu umfassen. Als man aber bemerkte, daß der Aequator und die Ekliptik durch die Aequinoktial- und Solstitialpunkte in vier, und die Kreise, die durch die Pole gingen, durch diese

a) Ptolem. Lib. I, c. 11, und der Komment. von Theon.
b) Theons Kommentar Lib. I, c. 2.

Punkte in zwei, und durch den Aequator oder die Ekliptik noch in zwei Theile getheilt war, so sahe man, daß ein Viertel vom Umfange des Kreises zu allen den Himmelsmessungen zureichte. Vielleicht führten auch die parallaktischen Regeln von Ptolemäus darauf. In der isischen Tabelle findet man die Figur eines Quadranten mehrere male wiederholt gezeichnet; er ist auf eine Säule aufgetragen und man sieht darauf Linien gezogen, welche fast Transversalen gleichen. Man sehe diese Tafel im Pignorius und Kircher.

§. 41.

Nach Ptolemäus findet man in der alexandrinischen Schule den Hypsikles von Alexandrien, einen Schüler des Isidor, der unbekannt ist. Er lebte unter den Antoninen und schrieb ein Buch de ascensionibus, das Erasmus Bartholinus zu Paris 1657 griechisch nebst der lateinischen Uebersetzung von Jac. Mentelius hat drucken lassen. Die alexandrinische Schule besaß ein Manuskript μικρὸς ἀστρονόμος oder κρονοῦμενος genannt. Pappus a) erwähnt dieses Manuskripts, welches folgende Abhandlungen enthielt: 1) Theodosii sphaericorum libri III; 2) Euclidis data, optica, catoptrica et phaenomena; 3) Theodosii de habitationibus, item de diebus et noctibus libri II; 4) Autolyci liber de sphaera, et de ortu et occasu stellarum inerrantium; 5) Aristarchi Samii liber de magnitudinibus et distantiis solis et lunae; 6) Hypsiclis liber de ascensionibus; 7) Menelai sphaericorum libri III. Fabricius sagt b), daß diese verschiedenen Abhandlungen sich vereinigt im Manuskripte in einigen Bibliotheken finden; man hat auch davon eine arabische Uebersetzung von Thebith c). Die Araber nannten sie Zwischenabhandlungen; ohne Zweifel zwischen den Elementen Euklids und dem Almageste. Fügt man diese beiden Werke zu dieser Sammlung hinzu, so hat man die Summe von Kenntnissen des zweiten Jahrhunderts der christlichen Zeitrechnung.

§. 42.

Im dritten Jahrhunderte blüheten Porphyr und Censorin. Der erste ein platonischer Philosoph lebte unter der Regierung Aurelianus. Suidas d) erzählt, daß er eine Einleitung in die Astronomie geschrieben habe. H. Weidler e) glaubt, daß es dasselbe Werk ist,

a) Collec. mathemat. Lib. VI.
b) Bibliotheca graeca, Lib. III, cap. 5, 12.
c) Weidler, p. 186.
d) Im Wörterbuche.
e) Weidler, Ibid.

das mit dem Tetrabiblos des Ptolemäus in der Baseler Edition 1569 von Hieronymus Wolf gedruckt ist; aber Wolf behauptet, daß es nicht von Porphyr sei. Censorin hat uns in seinem Buche de die natali kostbare Ueberreste des Alterthums über die Tage, Monate und Jahre der Alten, und vorzüglich über das, was man das große Jahr nennt, aufbewahrt. Wir haben es in diesem Werke oft citirt.

§. 43.

Um das Jahr 280 blühete Anatolius von Alexandrien, der nach Eusebius Bischof zu Laodicea war; er war ein berühmter Literator, Redner und Philosoph. Da er auch in der Mathematik Kenntnisse besaß, so wurde er zum Haupte der peripatetischen Schule in Alexandrien ernannt. Er ist es, der den Vorschlag that, sich der metonischen Periode zu bedienen um das Osterfest zu reguliren. Ungeachtet Eusebius, S. Cyrillus, Victor, Bischof von Capua, und Dionysius der Kleine, nachher den Osterzirkel verbesserten, so gehört doch die Ehre dieser Anwendung dem Anatolius. Bucherius hat das Werk dieses Bischofs, unter dem Titel de paschalibus canonibus übersetzt und drucken lassen. Man hat noch einige andere Fragmente von Anatolius, die Fabricius in seine Bibliotheca graeca eingerückt hat a).

Während dieser Zeit begünstigte Septimius Severus zu Rom die Astronomie, jedoch mit der Astrologie vereinigt b). Alexander Severus schützte die Mathematiker, gab ihnen Pensionen und öffentliche Lehrstellen c); allein da die Astrologie Mißbrauch davon machte, so verboten Diokletian und Maximian durch ein strenges Edikt, die Kunst die Zukunft vorherzusagen, die damals mit der Mathematik verwechselt wurde; dieß geschah auch durch Constantius und Constantinus d).

§. 44.

Julius Firmikus Maternus hat uns unter der Regierung Constantins ein Werk in acht Büchern unter dem Titel Astronomicon poeticum hinterlassen; aber dieß ist ein bloß astrologisches Werk, das keine Aufmerksamkeit verdient. Es ist 1499 zu Venedig in einer Sammlung des Aratus, Manilius, Proclus rc. abgedruckt worden. Diese Sammlungen sind mehrere Male veranstaltet und ge-

a) Lib. III, 2, p. 275.
b) Aelius Spart. in vitâ Septim. Sever. c. III.
c) Aelius Lamp. in vitâ Alex. Sev. c. 27. 44.
d) In cod. Iustin. Lib. IX, tit. 18.

druckt worden. Nicolaus Prakner, ein Astrolog wie Firmicus, hat, wie Weidler sagt, dieß Werk 1551 mit einigen andern kleinen Werken derselben Art von Ptolemäus und den Arabern herausgegeben. Firmikus war aus Sicilien; er war anfangs Heide, gieng aber zur christlichen Religion über a).

Theon der Jüngere, von Suidas der Philosoph genannt, studierte in der alexandrinischen Schule. Wahrscheinlich war er Beobachter; er erzählt selbst seine Beobachtung einer Sonnenfinsterniß im Jahre 365 b). Er ist bekannter durch den Kommentar, den er über das Almagest zur Erleichterung der Lektüre desselben geschrieben hat. Camerarius hat 1538 diesen Kommentar mit dem griechischen Texte von Ptolemäus herausgegeben. Der Kardinal Bessarion, der wegen seines Geschmacks an der Literatur berühmt ist, sagte, daß er diesen Kommentar mehr schätzte als eine Provinz c). Man eignet dem Theon die Noten über den Aratus d) zu. Indeß glaubt man, daß sie nicht von ihm allein, sondern von mehrern Schriftstellern sind, die denselben Namen führten; weil sie viele Wiederholungen und selbst entgegengesetzte Meinungen enthalten. Dieß Zusammentreffen von mehrern Theonen, die über dasselbe Werk Noten schreiben, würde merkwürdiger seyn, als einen und denselben Mann zwischen entgegengesetzten Meinungen schwanken zu sehen.

Riccioli e) legt ihm zwei Werke bei, eins von dem Aufgange des Hundssterns, das andere von dem kleinen Astrolabium.

§. 45.

Ammianus Marcellinus f) bezeugt, daß in dem vierten Jahrhunderte die Astronomie zu Alexandrien geehrt wurde, und daß sich in dieser Stadt eine große Menge Gelehrte befanden; wir können es indeß kaum glauben. Wären damals so viele berühmte Gelehrte gewesen, so würden ihre Namen und einige von ihren Werken bis auf uns gekommen seyn. Wir glauben wohl, daß es in diesem Jahrhunderte Gelehrte zu Alexandrien gegeben hat, so wie es deren zu allen Zeiten, die auf die glänzenden folgten, gab. Der Ruhm großer Männer, die nicht mehr sind, muntert eine große Menge mittelmäßiger

a) Weidler.
b) Comment. Theon. in Almag. p. 334, edit. 1538.
c) Camerarius in praef.
d) Weidler, p. 189.
e) Riccioli, Almag. Tom. I, p. XLV.
f) Hist. Lib. XXII. Weidler, p. 189. in not.

Köpfe auf, ihnen zu folgen; aber es fehlt ihnen an Kraft und ihr Name stirbt mit ihnen. Kaum giebt es noch einen so berühmten Namen, wie Theon, der der Vergessenheit entgeht. Der Ruhm Alexandriens war nicht mehr; das Genie hatte sich darin erschöpft, und die Fortschritte der Astronomie erwarteten die Araber.

Der angeführte Geschichtschreiber hat die Meinungen der alexandrinischen Philosophen dieses Jahrhunderts über die Kometen aufbewahrt. Man sieht, daß sie ohne Wahl alle Meinungen gesammelt hatten, die in den verschiedenen Jahrhunderten aufgestellt waren. Einige glaubten, daß das ausgedehnte Licht der Kometen von dem Lichte mehrerer vereinigten Sterne gebildet würde; andere, daß es aus den trocknen Ausdünstungen der Erde entstände, welche sich nach und nach im Aether entzündeten und emporstiegen; einige, daß es das überall selbst während der Nacht verbreitete Sonnenlicht wäre, das uns von irgend einer dichten Wolke zugeschickt würde. Andre sagten wieder, daß eine Wolke, die höher als gewöhnlich stiege, so glänzen könne, weil sie durch die Nähe des ätherischen und höhern Feuers erleuchtet würde: endlich betrachteten die letztern und ohne Zweifel die geringste Anzahl die Kometen als Planeten ähnliche Gestirne, deren Lauf unbekannt sei. Chaldäische, ägyptische und griechische Meinungen, alles ist hier mit einander vereinigt; wir müssen daraus schließen, daß die große Menge, die sich in verschiedene Meinungen theilte, sich in dem Punkte vereinigte, daß sie die Kometen in die Klasse der Meteore setzte, und dieser Umstand, verbunden mit dem Stillschweigen Ptolemäus über diese Gestirne, beweiset demonstrativisch, daß er sie selbst als sublunarische Feuer ansah: denn es ist natürlich zu glauben, daß die Meinungen Ptolemäus und Hipparchs auf den großen Haufen Einfluß hatten. Die vernünftige Meinung über die Natur der Kometen hatte sich daselbst wie eine Art von Vorurtheile erhalten; man war nicht im Stande, sie zu schätzen, und verwirrte sie mit den übrigen.

§. 46.

Paulus von Alexandrien schrieb Anfangsgründe der Wahrsagungskunst; ein Werk, das man zu einer Zeit, wo man die Kenntniß der Zukunft in allen Ueberresten des Alterthums suchte, ins Lateinische übersetzt hat. Er handelt nur gelegentlich von der Astronomie, von dem Stillstehen der Planeten, das wie im Ptolemäus erklärt wird; auch sind dieß und ähnliche Werke vergessen worden, wie sie es verdienen. Es ist indeß zu Wittenberg 1588 gedruckt worden a).

a) Weidler, p. 190.

Pappus von Alexandrien war einer von den Kommentatoren des Ptolemäus a); aber dieß Werk ist verloren: ein Fragment über das fünfte Buch ist in den Kommentar von Theon eingerückt b). Dieser Geometer hat auch das Werk von Aristarch de magnitudinibus et distantiis solis et lunae c) kommentirt. Man sieht aus der Bemerkung, die wir vorhin gemacht haben, daß die alexandrinische Schule nichts weiter als Kommentatoren hatte. Pappus muß jedoch von der Menge ausgezeichnet werden: er hat den Wissenschaften durch seine mathematischen Sammlungen einen wesentlichen Dienst geleistet. Dieß sind kostbare Ueberreste des Alterthums; man findet darin die Erfindungen und selbst den Geist der alten Geometer.

Weidler d) erwähnt eines Consuls, Namens Theodor Manlius, der ein Werk unter dem Titel de natura rerum et de astris geschrieben hatte, das nur dadurch bekannt ist, daß es Claudian in dem diesem Consul dedicirten Panegyrikus lobt e).

Derselbe Geschichtschreiber setzt hier, d. h. ins vierte Jahrhundert, den Achilles Tatius, von dem wir die Elemente der Astronomie unter dem Titel isagoge ad phaenomena Arati haben. Man zweifelt jedoch, ob Achilles Tatius nicht vor Julius Firmikus gelebt hat, der seiner zu erwähnen scheint f), was uns sehr wahrscheinlich dünkt. Uebrigens ist dieß Datum nicht wichtig; ein Jahrhundert mehr oder weniger hat nichts interessantes in Absicht der Epoche der Autoren, die die Werke der andern erklären. Nicht als ob das Werk des Achilles Tatius nicht nützlich sei, wir haben es mehrere male citirt; er handelt darin von der Welt, vom Himmel, von den Sternen und Planeten; von ihrem Aufgange und Untergange, von der Eintheilung der Himmelssphäre, von dem großen Jahre ꝛc. Es ist von dem Pater Petau ins Lateinische übersetzt g). Achilles Tatius wurde Christ und Bischof von Alexandrien. Aus Irrthum von Riccioli oder durch irgend einen Druckfehler ist er ins Jahr 890 gesetzt worden.

§. 47.

Im fünften Jahrhunderte lebte Synesius Bischof von Ptolemaides, ein Schüler der Hypatia der Tochter Theons.

a) Suidas, in Lexico. Comm. Eutoc. Wallisii opera Tom. III, p. 549.
b) P. 231, 236. c) Oper. Wallisii, T. III, p. 569.
d) P. 191. e) Claudianus in panegyrico.
f) Lib. IV, c. 10. g) Uranologium.

Man hat von ihm eine Rede an den Paeonius, womit er das Geschenk eines Astrolabiums oder einer Planisphäre von seiner Erfindung begleitete. Das Werk, worin er dieß Astrolabium beschreibt, ist verloren gegangen. Diese Planisphäre war, wie es scheint, im Großen und nach den Regeln der Projektion gemacht. Wir vermuthen, daß das Auge in den Pol gesetzt war, weil gesagt wird a), daß die Zwischenräume der Sterne am Pole größer schienen als die andern. In der Planisphäre von Hipparch, wovon wir geredet haben b), hatte man sich, wenn man sich auf eine Stelle der Epistel von Synesius verläßt, damit begnügt, die sechszehn Sterne der ersten Größe zu bemerken, die dazu dienten des Nachts die Zeit zu wissen; in diesem hingegen hatte man die Sterne bis auf die der sechsten Größe bemerkt.

Man findet ferner in diesem Jahrhunderte den Rufus Festus Avienus, der das Gedicht des Aratus in lateinische Verse übersetzte, zu welchem er vieles hinzugesetzt hat, wovon Aratus nicht geredet hat, und das er aus der Interpretation des Germanicus und der griechischen Scholiasten genommen hatte. Dieß Werk ist in die Sammlung der lateinischen Interpreten des Aratus, welche Theon Graminäus 1559 herausgab c), und in viele andere ähnliche Sammlungen mit eingerückt. Makrobius ist ein wegen seiner Saturnalien und seines Kommentars über den Traum des Scipio berühmter Schriftsteller; seine Werke enthalten einige astronomische Kenntnisse, die wir hier ausgezogen haben.

Martianus Capella, ein Karthaginenser, ist uns ebenfalls durch sein Buch de nuptiis Philologiae et Mercurii nützlich geworden. Das sechste und siebente Buch handelt von der Arithmetik und Geometrie, das achte von der Astronomie. Er handelt darin von der Welt im allgemeinen, von den Kreisen der Sphäre, den Polen, den Solstitien, den Sternbildern, dem Aufgange und Untergange der Sterne, den Planeten ꝛc. Er lehrt darin, daß Merkur und Venus sich um die Sonne bewegen d). Merkwürdig ist es, daß er etwas weiter oben e) versichert, er sei in allem, was er sage, dem Eratosthenes, Hipparch und Ptolemäus gefolgt; dieß bestätigt unsern Verdacht f), daß das Stillschweigen des

a) Synesii Epist. Weidler 193 et 194.
b) Oben 3 Abschn. §. 26.
c) Weidler, p. 194.
d) In nuptiis Philolog. et Merc. p. 289, 297.
e) Ibid. p. 274.
f) Oben in dem hierzu gehörigen Abschn. §. 22.

Ptolemäus freiwillig seyn könnte. Martianus Capella hat diese Astronomen nicht immer gut verstanden, denn er ist in einige Irrthümer, selbst in Beziehung auf seine Zeit, gefallen, die Riccioli entdeckt hat a).

§. 48.

Proklus mit dem Zunamen Diadochus, ein platonischer Philosoph, ein Schüler und Nachfolger des Sirianus in der Schule zu Athen, hat mehrere Werke über die Grammatik, Philosophie und Mathematik geschrieben; auch ein Werk de sphaeris et de circulis coelestibus, das nur Auszug aus den Elementen des Geminus ist: es ist nur griechisch und lateinisch zu Strasburg 1539 und 1611, und in Sammlungen 1547, 1549, 1589 gedruckt worden. Er hat noch ein anderes Werk unter dem Titel Hypotyposis astronomicarum positionum geschrieben, das sich hinter der Ausgabe des Almagests von 1551 befindet. Er giebt darin die Beschreibung und den Gebrauch einiger Instrumente der alten Astronomie. Wir haben es benutzt, aber man hat gesehen, daß Vitruv in Absicht der Klepsydern uns weit interessantere Beschreibungen hinterlassen hat. In seinem Kommentare über das erste Buch des Euklid b) sagt er, wie die Astrologie oder Astronomie damals eingetheilt war. Der erste Theil war die Gnomonik, welche die Abtheilung der Stunden und die Errichtung der Gnomonen zum Gegenstande hatte: der zweite die Meteoroskopik, welcher von den Unterschieden der Höhen der Gestirne und ihren Aspekten handelte und verschiedene astrologische Lehrsätze enthielt; endlich der dritte die Dioptrik, welche vermittelst des Instruments dieses Namens die Entfernungen der Sonne, des Mondes und der Planeten zu bestimmen lehrte. Das Wort Dioptrik kommt von διὰ, durch, und ὄπτομαι, sehen, her. Die Neuern haben diesen Namen für den Theil der Optik beibehalten, der von dem Sehen durch Gläser handelt.

Riccioli glaubt c), daß man zwei Proklus unterscheiden müsse, den einen vom Jahr 84, und den andern, der nach Ptolemäus ums Jahr 514 lebte; es würde daraus folgen, daß die Werke, wovon wir so eben geredet haben, zum Theil dem einen zum Theil dem andern gehören: allein die Kritik und die Trennung derselben würde vielleicht unmöglich seyn, auch sind die Werke selbst so viel nicht werth.

Es ist zu bezweifeln, ob nicht in den Hypotyposen von Proklus Dinge untergeschoben sind. 1) Er citirt sich p. 379

a) Almag. Tom. I, p. 503.
b) Seite 12 edit. 1533.
c) Riccioli, Almag. Tom. I, Seite XLII.

und 397 selbst: 2) Er scheint den Alfergan zu citiren, der weit später lebte: überdieß scheint er p. 388. von der schwankenden Bewegung zu reden, die Thebith erfunden haben soll. Allein dieser letzte Beweis würde nicht zureichend seyn, weil diese dem Thebith zugeschriebene Erfindung älter seyn kann als er.

§. 49.

Thius, der um das Jahr 500 lebte, war wirklich Astronom. Bouillaud a) hat aus einem Manuskripte der königlichen Bibliothek sieben Beobachtungen ausgezogen, die einzigen, welche zwischen den Beobachtungen von Ptolemäus, und Albategnius existiren. Sie sind zur Untersuchung der mittlern Bewegungen der Planeten nützlich. Es ist zu bedauern, daß wir weiter keine Nachrichten von seinen Arbeiten und Beobachtungen haben.

Laurentius, der unter Justinian lebte, ist nur durch das Zeugniß bekannt, das ihm Suidas b) giebt, daß er ein Werk über die Monate und über die Vorbedeutungen geschrieben hat. Der Kaiser Leo scheint auch einige von seinen Beobachtungen zu erwähnen c).

Aurelius Cassiodor blühte unter dem Kaiser Anastasius und unter dem Könige der Gothen Theodorich. Zuerst war er Statthalter von Sicilien, darauf Kanzler und endlich Mönch und Gelehrter. Er hat über die vier Wissenschaften, die Arithmetik, die Musik, die Geometrie und die Astronomie geschrieben. Seine Schriften gehen aber nur ins Allgemeine und sind sehr kurz. Die ganze Astronomie ist auf zwei Seiten enthalten. Merkwürdiger ist, daß er die Astrologie als religions- und vernunftwidrig verdammt. Er hat auch Methoden zu einigen Rechnungen gegeben, die sich auf die Kirchenrechnung beziehen, z. B. die Epakte für ein Jahr der christlichen Zeitrechnung zu finden.

Simplicius lebte unter der Regierung Justinians; er mußte sich nach Persien entfernen, weil er der heidnischen Religion zugethan war. Es wäre merkwürdig, wenn ein Philosoph der Märtyrer einer solchen Religion gewesen wäre. Bouillaud d) behauptet, daß er die Astronomie zu Alexandrien gelehrt habe. Ungeachtet sich dieß so verhält, so verdiente doch sein Kommentar über den Aristoteles, worin man viele astronomische Fakta findet, daß er hier citirt wurde.

a) Astron. philol. in Prolegom. p. 6.
b) Im Wörterb. c) In Tacticorum epilogo.
d) Astron. philol in Prolegom. p. 14.

§. 50.

Isidor, Erzbischof von Sevilla im siebenten Jahrhunderte, lebte bis zum Jahre 636. Sein Buch über die Abstammungen oder die Etymologie ist merkwürdig; es würde interessanter seyn, wenn mehr Gelehrsamkeit und Kritik darin wäre. Das dritte Buch handelt von den vier Wissenschaften, welche damals die Gelehrten beschäftigten, Arithmetik, Musik, Geometrie und Astronomie, nicht um dieselben zu vermehren, sondern um die einfachsten und gemeinsten Kenntnisse zu erläutern. Dieß Buch handelt von den Erfindern der Astronomie, ihren Schriftstellern, ihrem Zwecke, der Gestalt der Welt und des Himmels, der Lage, der Bewegung und der Abtheilung der Himmelskugel, der Größe der Sonne und des Mondes, ihrer Bewegung, den Finsternissen, dem Unterschiede der Sterne und der Planeten ꝛc. Isidor erwähnt a) noch 500 Jahre nach Ptolemäus der Meinung des Berosus, daß der Mond eine dunkle und eine erleuchtete Hemisphäre hat; er stellt dieß ungereimte System der wahren Ursache der Erleuchtung des Mondes an die Seite, und überläßt dem Leser die Wahl b), er wußte nicht mehr davon. Er glaubte, daß sich die Sphäre mit einer so großen Schnelligkeit bewegte, daß sie den Untergang der Welt bewirken würde, wenn die Planeten durch ihre eigne Bewegung denselben nicht aufhielten c). Er hat noch weit ungereimtere Meinungen; er sagt, zum Beispiel, daß es oben Wasser gäbe, das dazu bestimmt wäre, die Weltaxe zu befeuchten und ihre Entzündung zu verhindern d); daß die Gestirne durch verständige Wesen regiert würden e); endlich, daß die Sonne beim Aufgange zugleich von den Völkern Indiens und Großbrittanniens gesehen werde f). Man kann also glauben, daß dieser gute Bischof im siebenten Jahrhunderte die Ründung der Erde und die Erscheinung der Nacht- und Tagfolge nicht kannte. So groß war damals die Unwissenheit derjenigen, die für Gelehrte galten! Die Philosophie bestand darin, Himmelswasser zu erdenken um die Weltaxe wie die Axe eines Rades damit zu befeuchten. Dieß sind die großen Ideen dieser Jahrhunderte, der Nachfolger der alexandrinischen Astronomen. Er hat deswegen nicht weniger für einen großen Astronomen gegolten. H. Weidler sagt: saeculo septimo inter doctos excelluit Isidorus g).

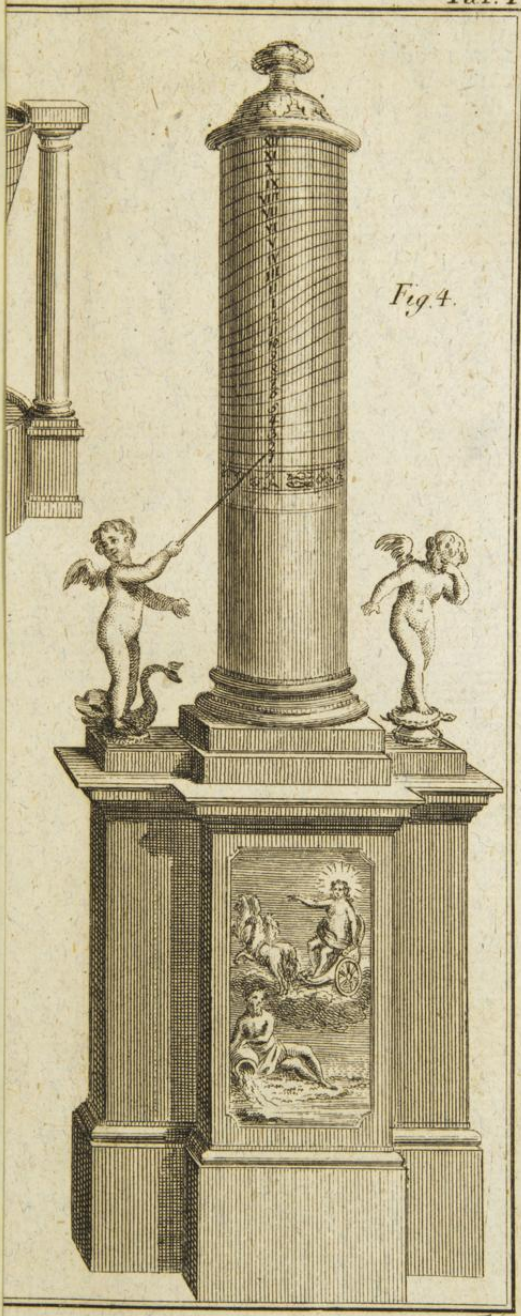
a) Lib. III, originum, c. 23.
b) Ibid. C. 52.
c) Ibid. C. 34.
d) Ejusd. de natura rerum coelestium, cap. 14.
e) Ibid. c. 27.
f) Ibid. c. 16.
g) P. 200.

§. 51.

Nicht weniger merkwürdig ist die Abhandlung über die Verfertigung der Sphäre des Aratus von Leontius einem Mechaniker. Der größte Theil ist davon auf uns gekommen. Leontius hatte wirklich eine Sphäre verfertigt, worauf die Lagen der Sterne in Beziehung auf die Koluren wie auf der Sphäre des Aratus gezeichnet waren. Der Plan ist sonderbar; denn er sah zu seiner Zeit ein, daß die Erscheinungen des Himmels sehr von den Beschreibungen des Aratus verschieden waren und sogar etwas von den ptolemäischen abwichen. Es war ihm nicht unbekannt, daß Hipparch die Fehler des Aratus gerügt hatte. Man muß sich mit Recht verwundern, daß er im siebenten Jahrhunderte einen Globus nach den seit Hipparchs Zeit für fehlerhaft anerkannten Beschreibungen verfertigte. Leontius schreibt den Fehler nicht der Bewegung der Sterne in der Länge zu; er scheint ihn nicht gekannt zu haben. Er giebt a) zum Grunde an, daß Aratus dem Eudoxus gefolgt sei, der von den Sachen, wovon er sprach, nicht genug unterrichtet war; und er fügt den elenden Grund hinzu, daß dieser Dichter sein Werk nicht wegen der Vervollkommnung der Wissenschaft, sondern zum Nutzen der Seeleute, geschrieben habe, als wenn die Irrthümer in den Lagen der Sterne den Seeleuten gleichgültig wären. Man bemerke die Langsamkeit der Fortschritte der Kenntnisse: hier ist ein Mann, der nicht weiß, daß die Erscheinungen des Himmels sich verändert haben, oder wenigstens, daß die Beschreibungen des Aratus mangelhaft sind; es ist ihm nicht unbekannt, daß Hipparch das Gedicht und die Fehler des Aratus lebhaft getadelt, aber er weiß noch nicht, daß derselbe Hipparch, sieben oder acht hundert Jahre vor ihm, die Bewegung der Sterne in der Länge entdeckt hat; daß diese von Ptolemäus bestätigte Bewegung im Almageste aufgezeichnet ist. Alles dieß war ihm unbekannt; und doch schließt man zuweilen aus der Kenntniß eines Faktums auf die Kenntniß eines andern; und auf die Art kann selbst ein scharfsinniger Kritiker fehlen.

a) De fabric. sphaerae Arati.

Ende des ersten Bandes.



T. 1.

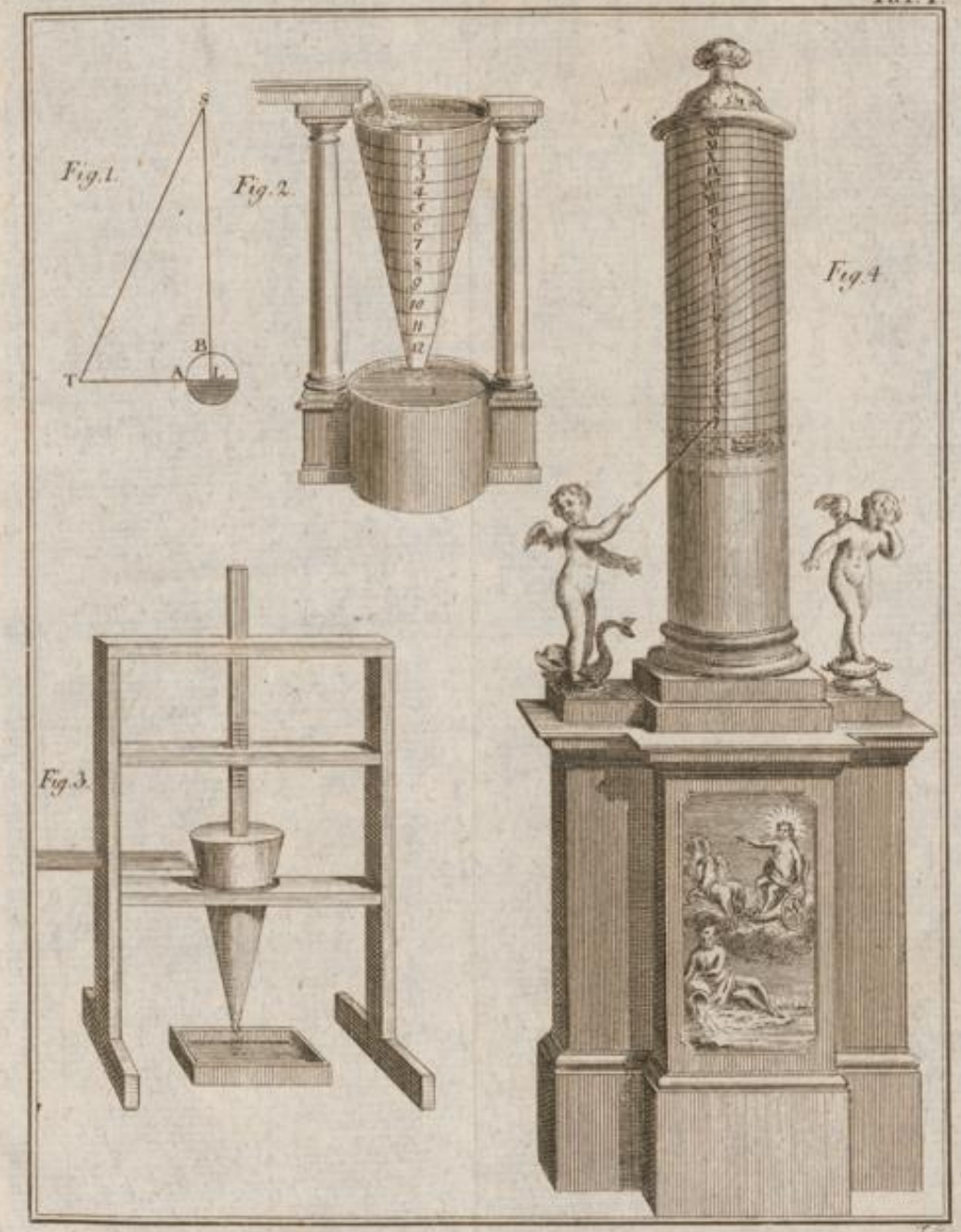
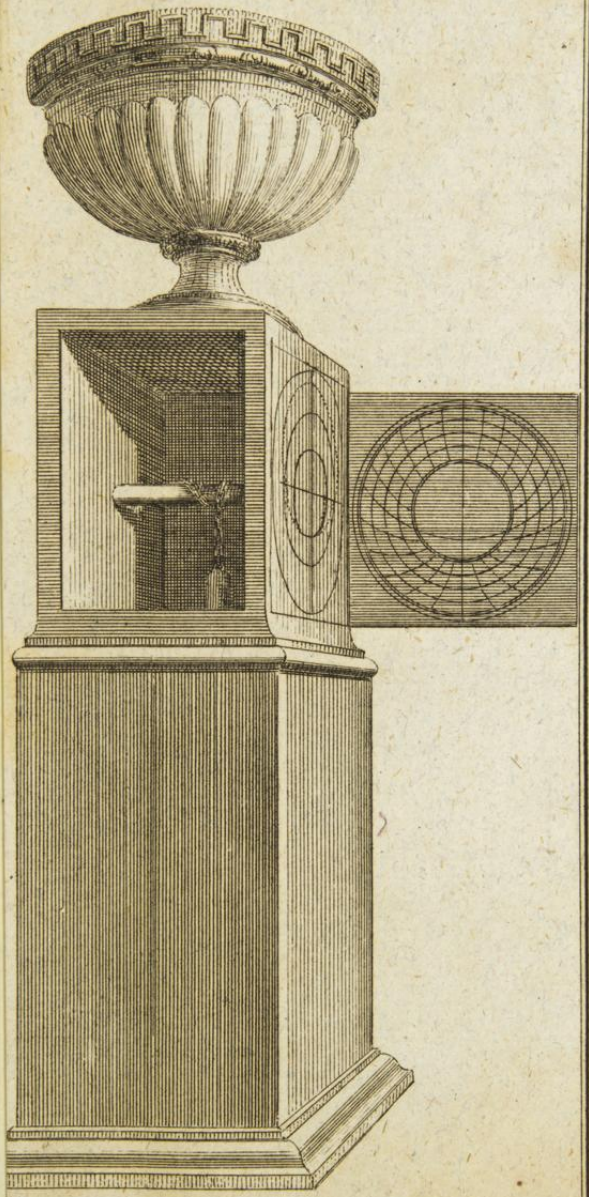


Fig. 1.
S
B
T
A
L
Fig. 2.
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Fig. 3.
Fig. 4.

Fig. 6.



J. L. sc.

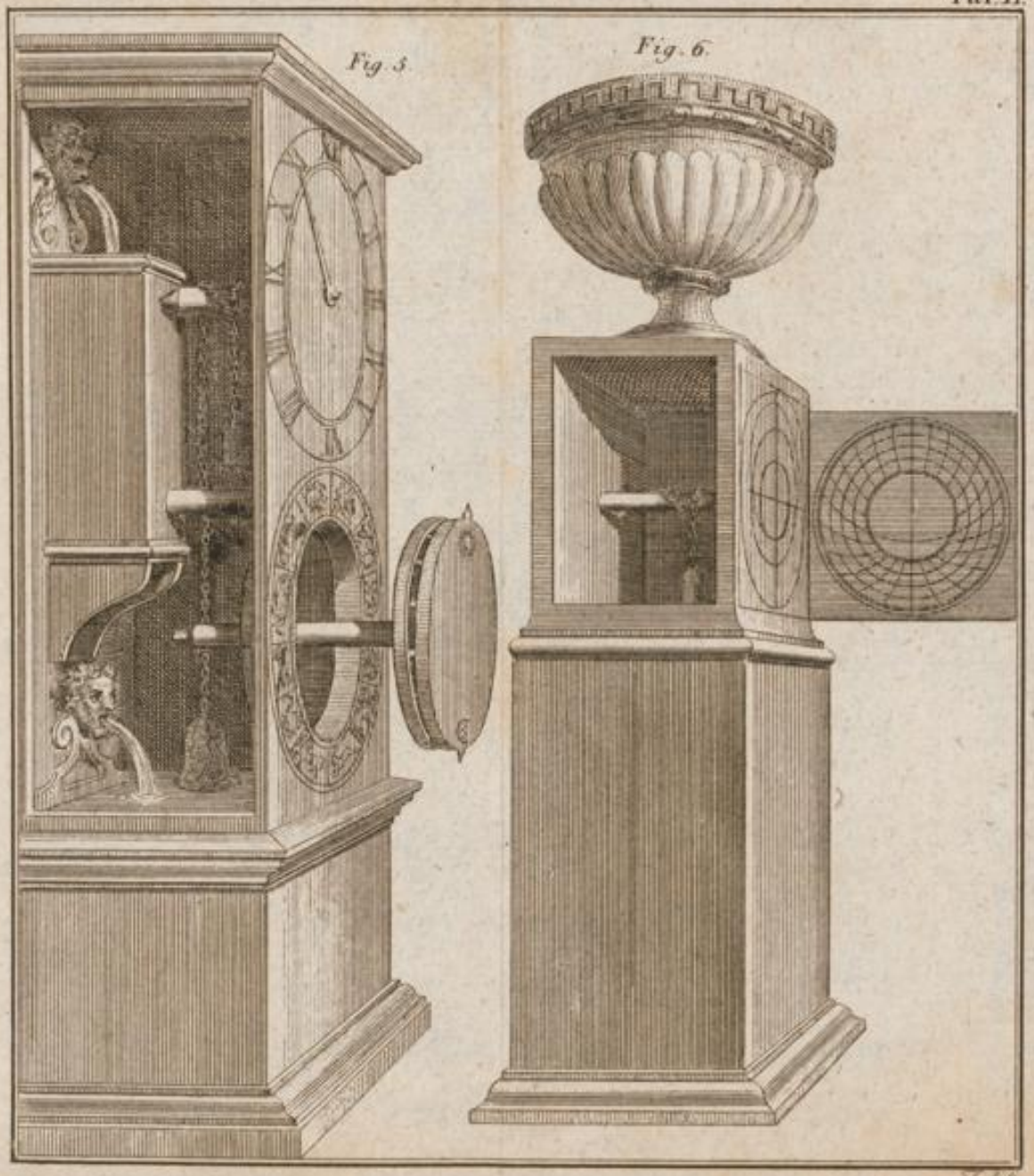


Fig. 5.
Fig. 6.

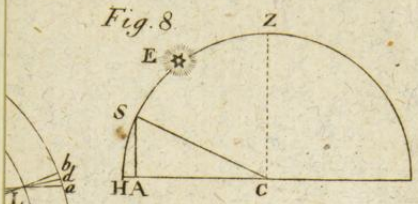


Fig. 8
Z
E
S
H A
C


b
d
a
L

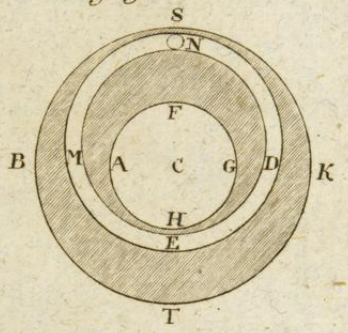


Fig. 9.
S
N
F
B
M
A
C
G
D
K
H
E
T


b
H

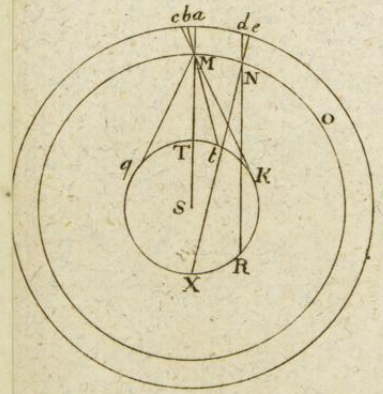


Fig 11.
cba
de
M
N
o
q
T
t
K
S
R
X

Fig. 7. a

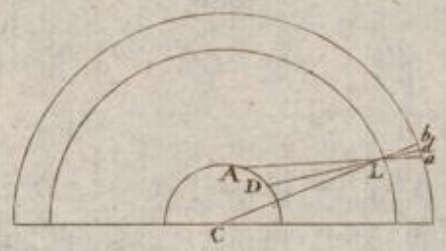


Fig. 8

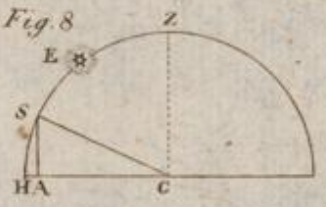


Fig. 9

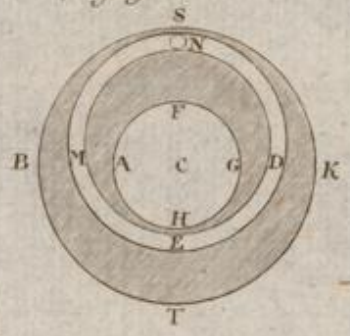


Fig. 7. b

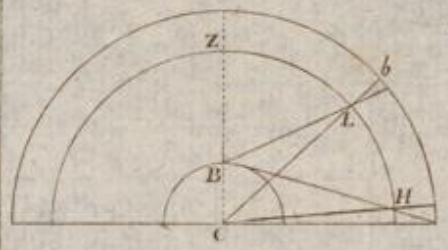


Fig 11.

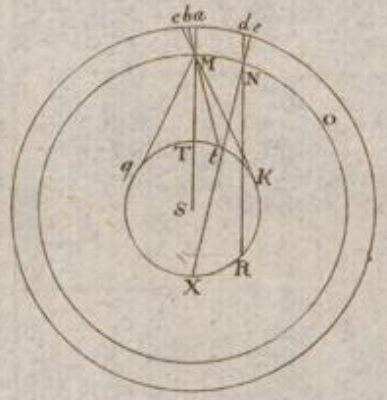


Fig. 10.

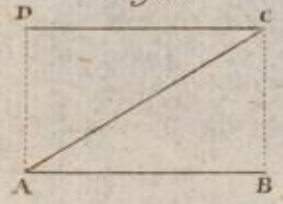
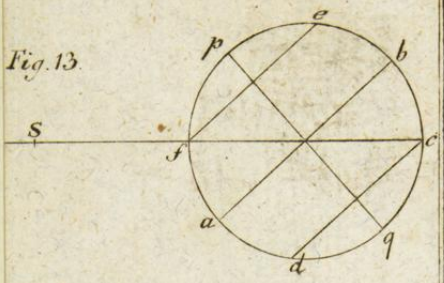


Fig. 13.



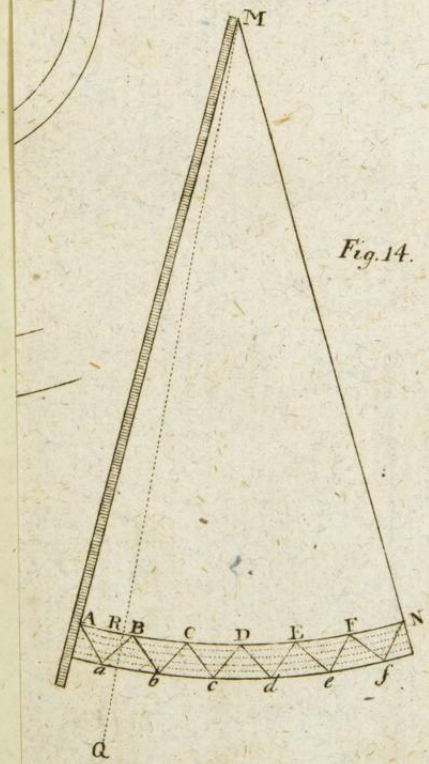


Fig. 14.

J. L. f.

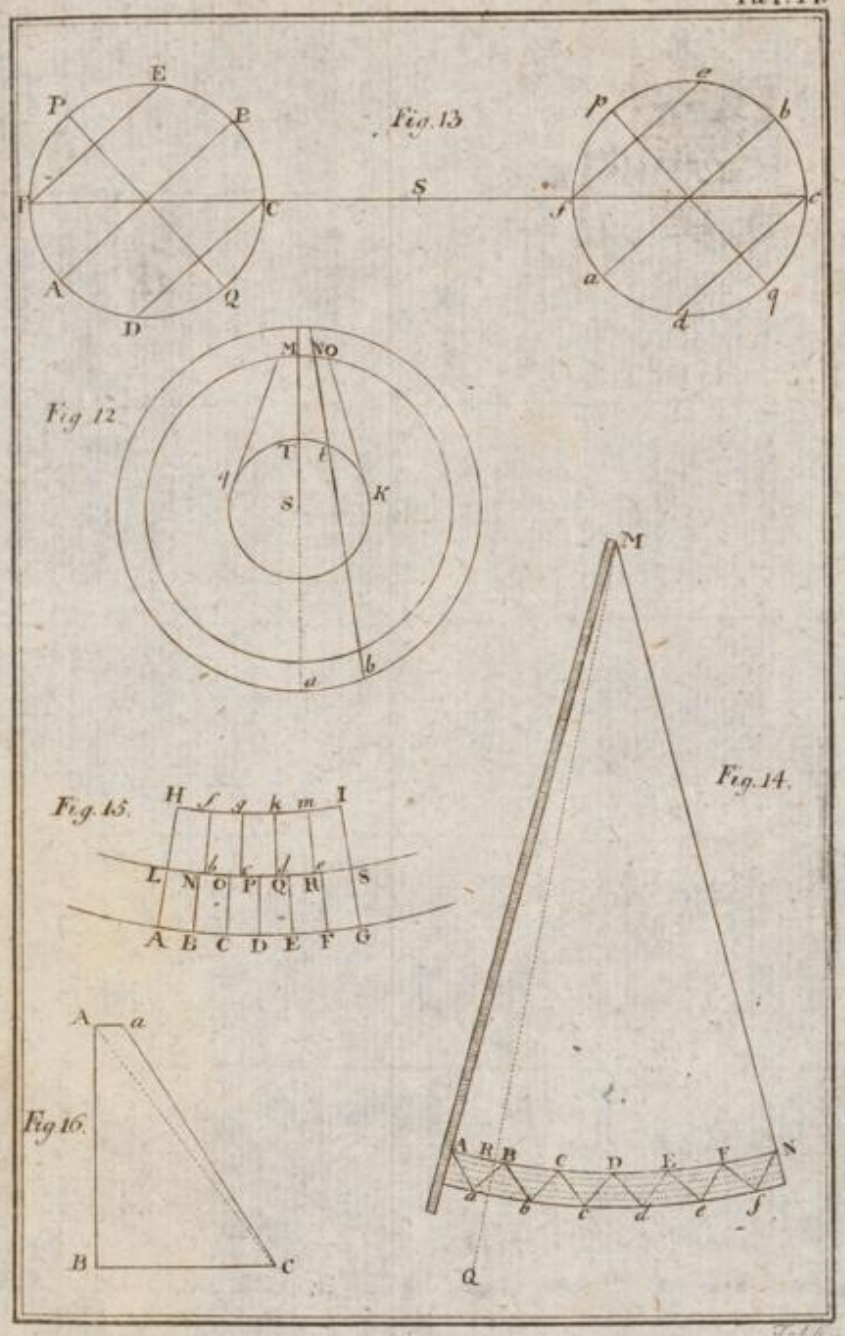
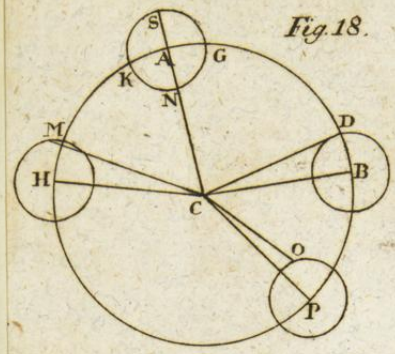
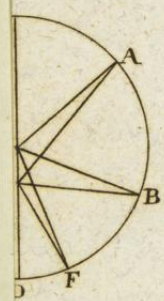
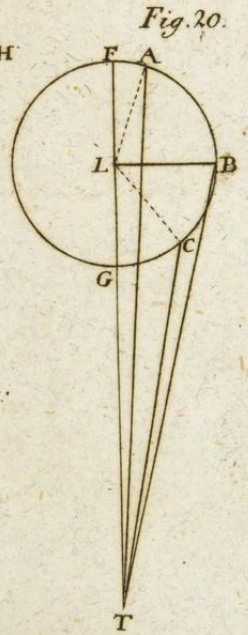


Fig. 13
E
P
P
F
C
A
Q
D
S
e
p
b
f
c
a
q
d
Fig. 12
M
N
O
I
l
q
S
K
a
b
Fig. 15.
H
f
g
k
m
I
L
N
O
P
Q
R
S
A
B
C
D
E
F
G
Fig. 16.
A
a
B
C
Fig. 14.
M
A
B
C
D
E
F
N
a
b
c
d
e
f
Q







T-t Sc.

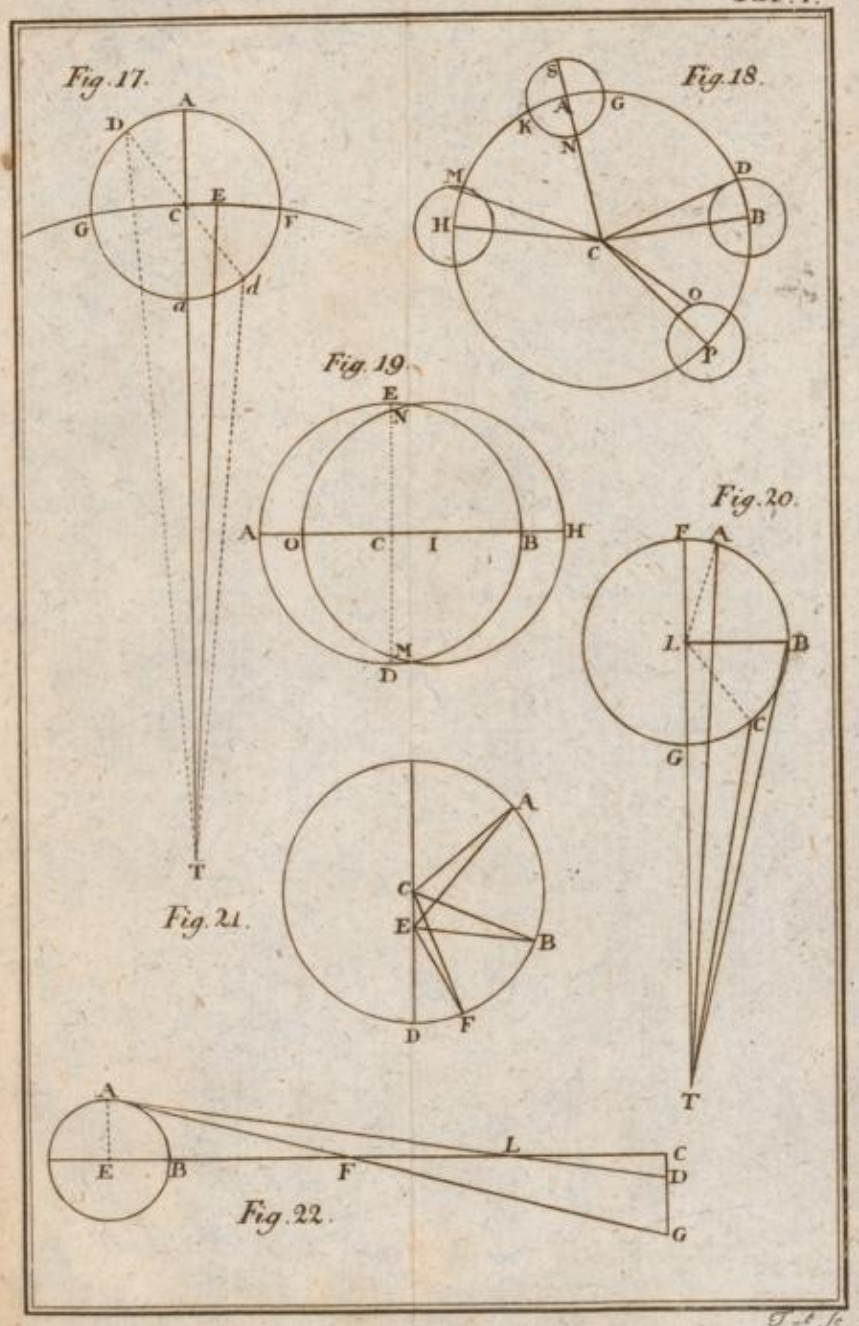
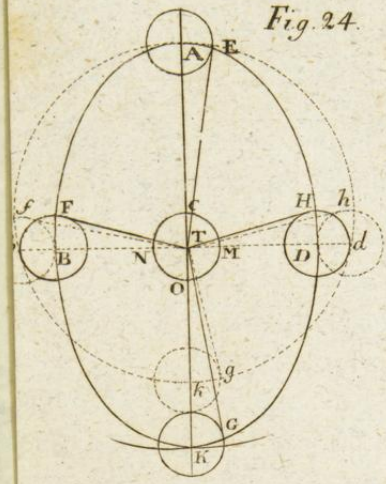


Fig. 17.
A
D
E
C
G
F
a
d
T
Fig. 18.
S
A
G
K
N
M
D
H
B
C
O
P
Fig. 19.
E
N
A
O
C
I
B
H
M
D
Fig. 20.
F
A
L
B
C
G
T
Fig. 21.
A
C
E
B
D
F
Fig. 22.
A
E
B
F
L
C
D
G

Fig. 24.



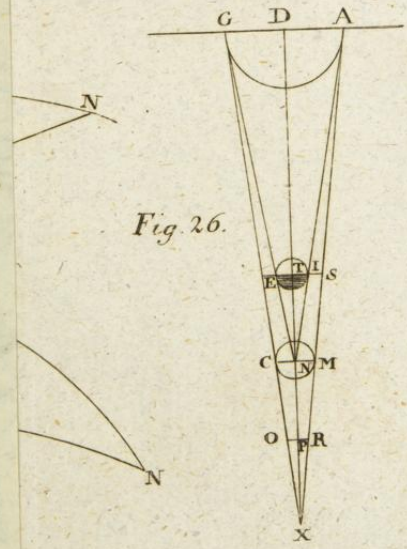


Fig. 26.

Fig. 23.

Fig. 24.

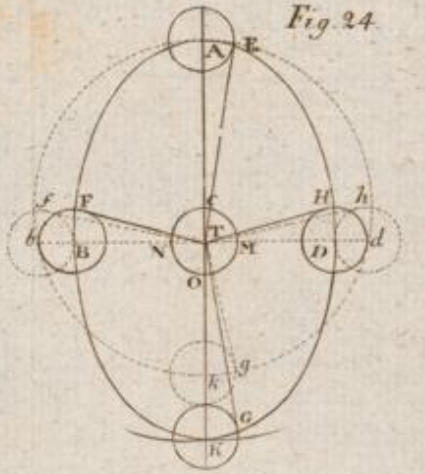


Fig. 25.

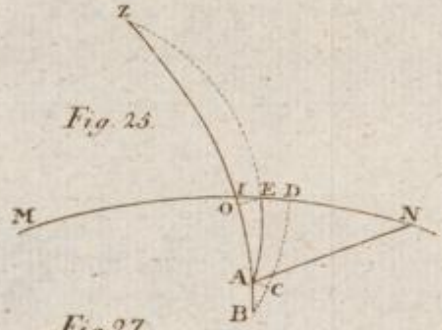


Fig. 27.

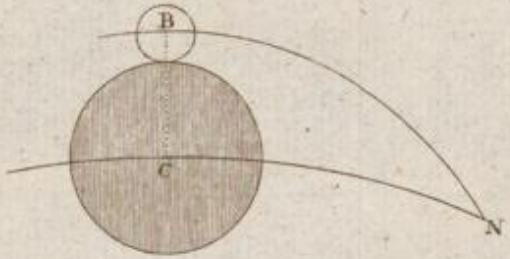
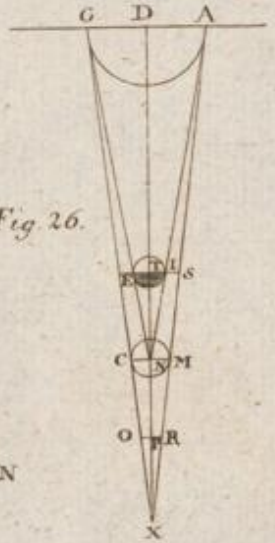
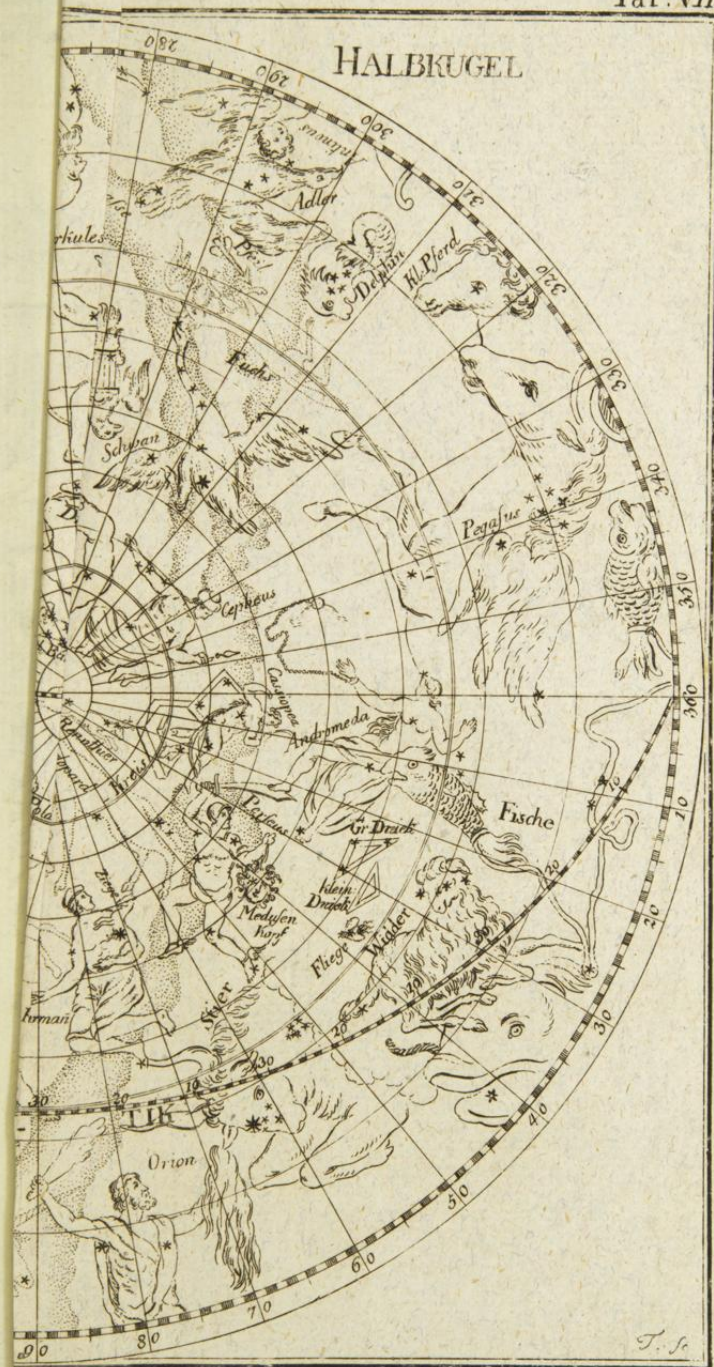
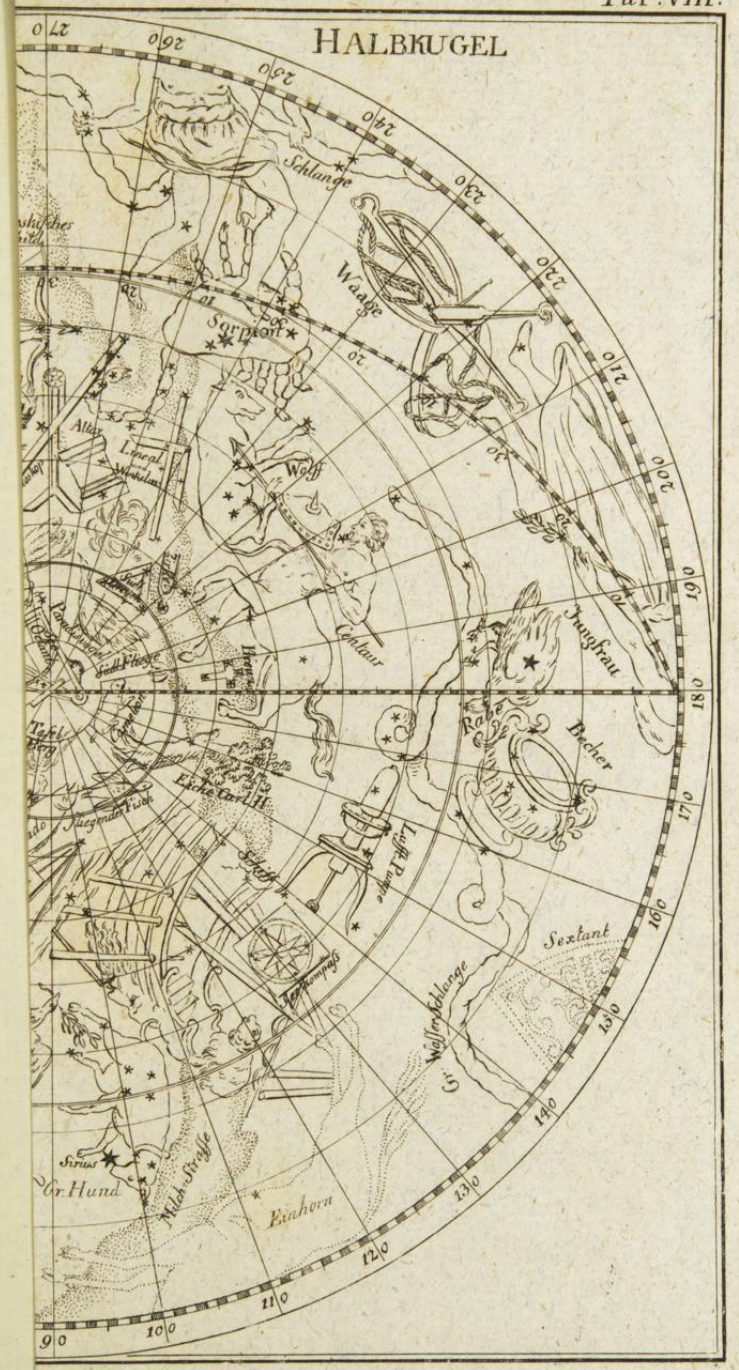


Fig. 26.

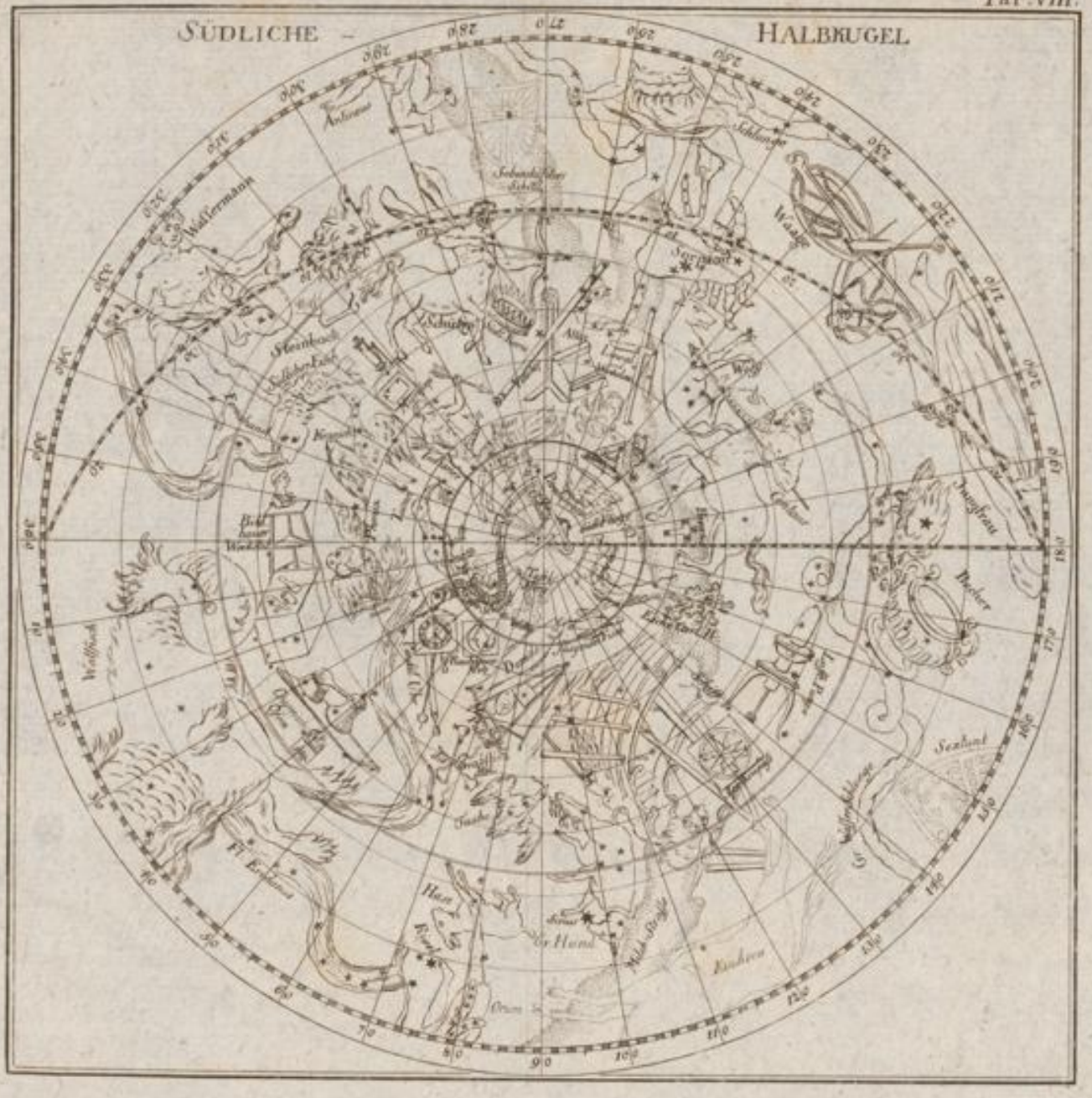



HALBKUGEL
Adler
Delphin
Kl. Pferd
Fuchs
Schwan
Pegasus
Cepheus
Andromeda
Perseus
Gr. Dreieck
Fische
Medusen Kopf
Fliegt. Dreieck
Widder
Stier
Orion
Hercules
Drache
Zwillinge
Fuhrman
Pole
Polarstern
Wagen
Ursa
Lyra
T. f.


NORDLICHE HALBKUGEL
Adler
Pegasus
Fische
Bärenhüter
Jungfrau
Löwe
Krebs
Zwillinge
Stier
Orion
Einhorn
Hund
Hasen
Eridanus
Walfisch
Sextant
Wasserschlange
Ecliptik
Equator


HALBKUGEL
Schlange
Waage
Sarpion
Wolff
Centaur
Jungfrau
Becher
Sextant
Wasserschlange
Gr. Hund
Sirius
Milch-Strasse
Einhorn
Schiff
Tafel Berg
Eiche Carl II.
Landkarte
Seal Flagge
Alter
Lineal
Winkelmaß
Tauchergloke
Lampe
Rabe
Stegreif Fisch
9 0
10 0
11 0
12 0
13 0
14 0
15 0
16 0
17 0
18 0
19 0
20 0
21 0
22 0
23 0
24 0
25 0
26 0
27 0

SÜDLICHE — HALBKUGEL



.28.

Fig. 29.

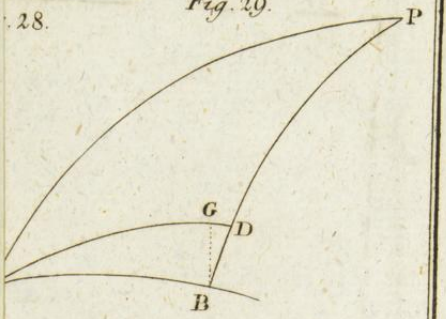
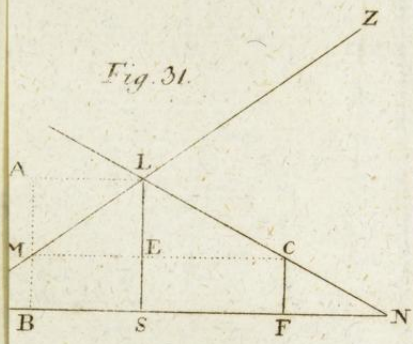


Fig. 31.



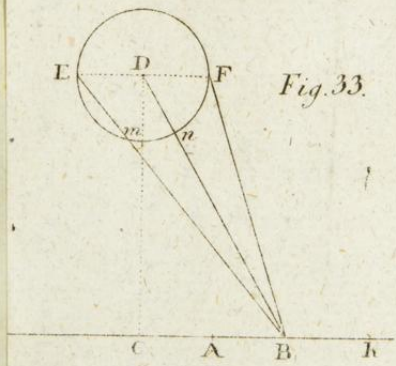


Fig. 33.

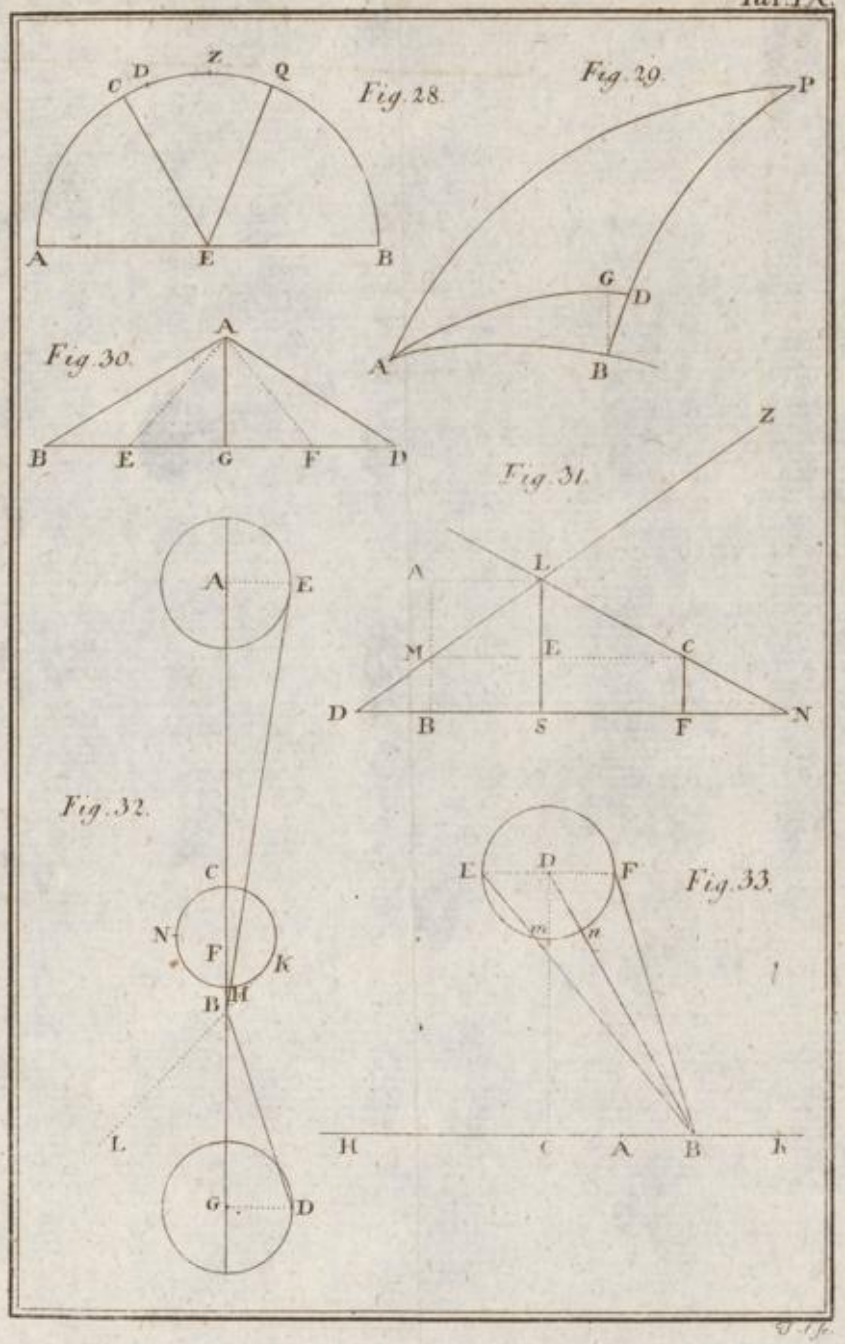


Fig. 28.
C D Z Q
A E B
Fig. 29.
P
G D
A B
Fig. 30.
A
B E G F D
Fig. 31.
Z
A L
M E C
D B S F N
Fig. 32.
A E
C
N F K
B H
L
G D
Fig. 33.
L D F
m n
H C A B K

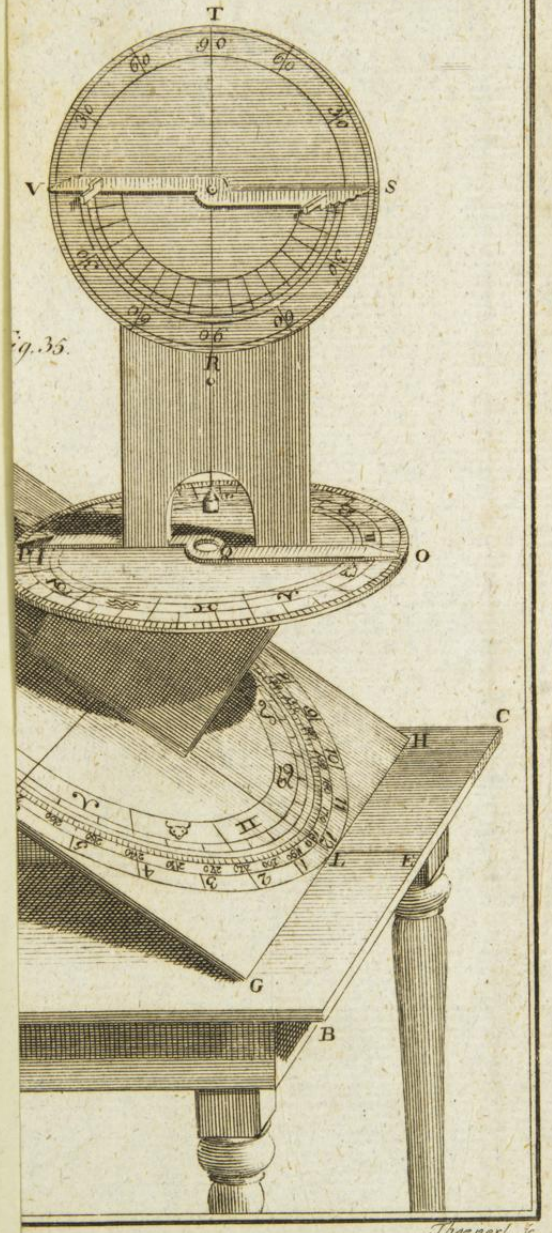


Fig. 35.

Thoenert. fc.

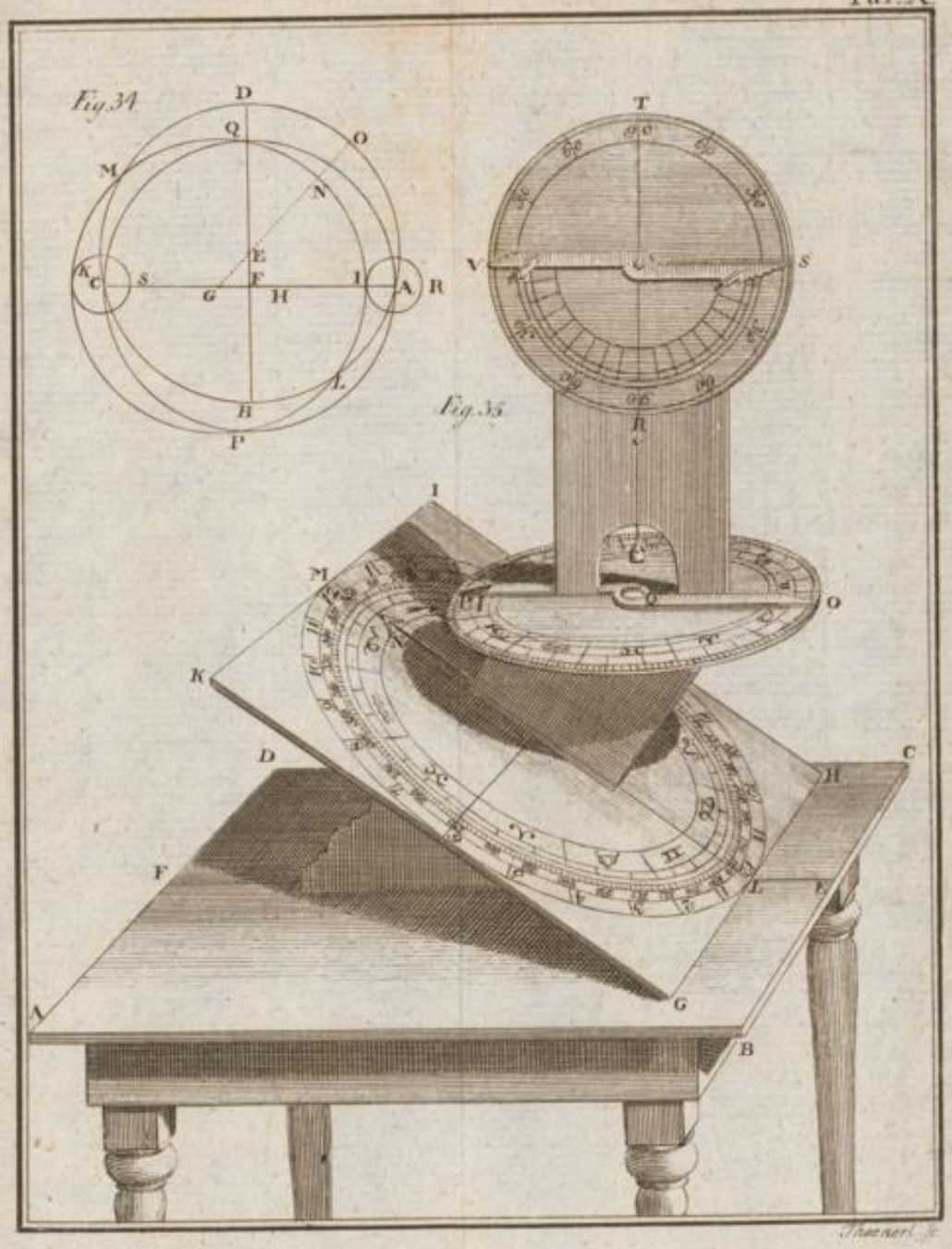


Fig. 34.
D
Q
O
M
N
E
K
C
S
G
F
H
I
A
R
L
B
P
Fig. 35.
T
V
S
R
I
M
O
K
D
H
C
F
L
E
A
G
B

Fig. 37.

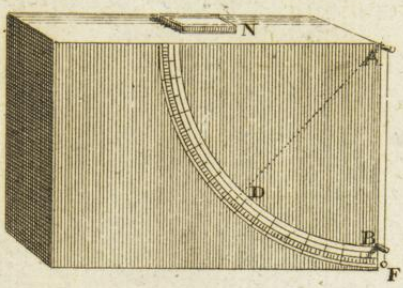


Fig. 38.

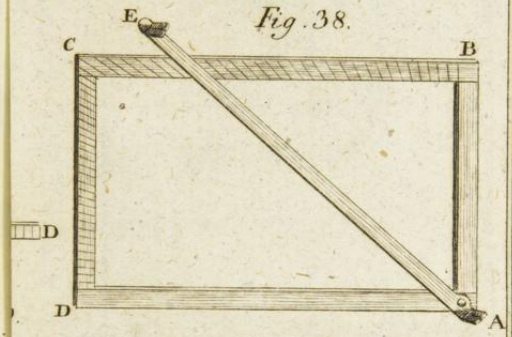
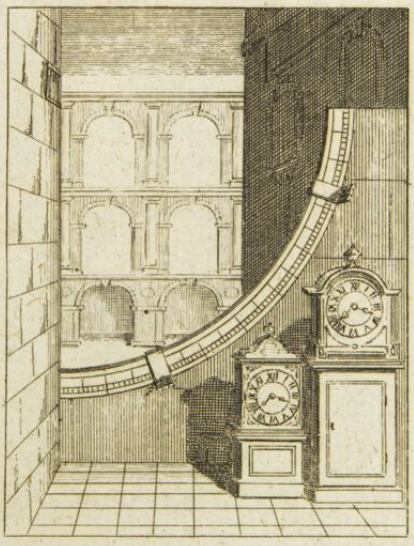


Fig. 41.



J. L. sc

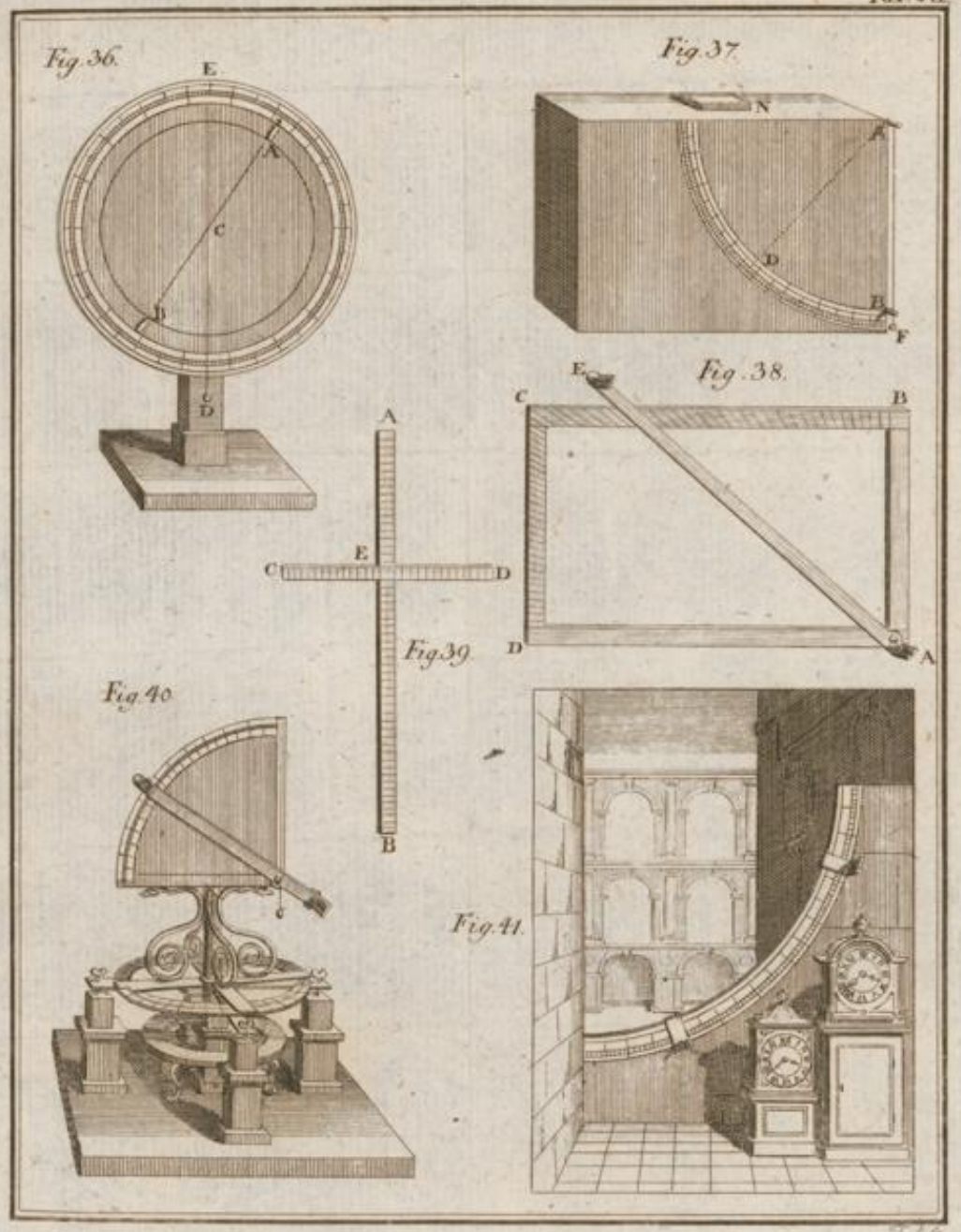
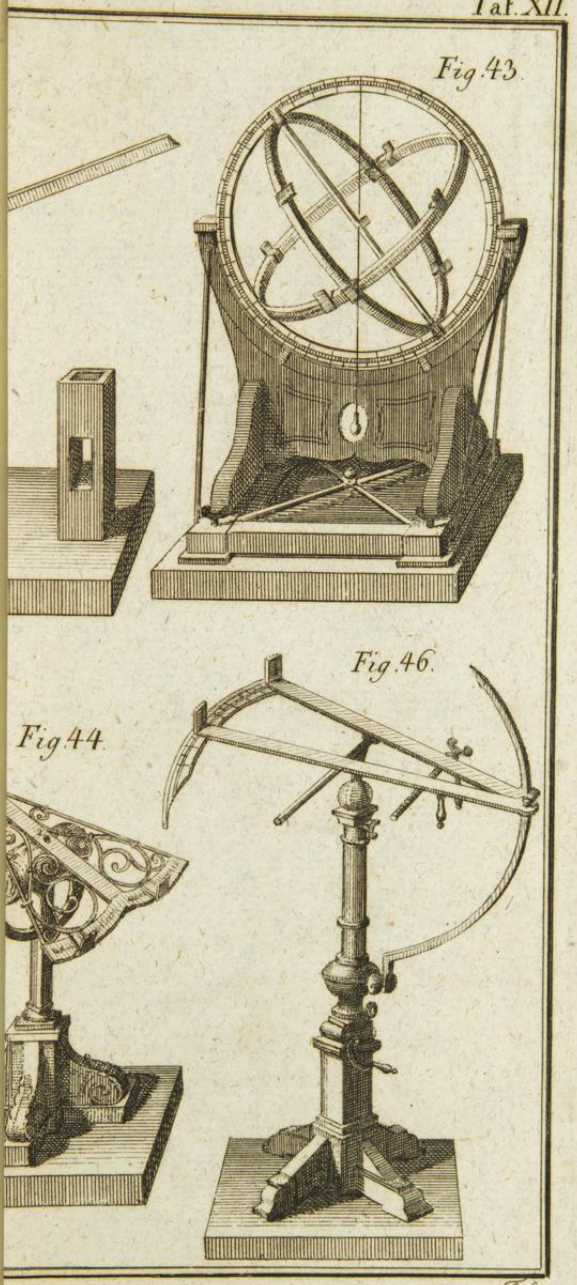


Fig. 36.
E
A
C
B
D
Fig. 37.
N
A
D
B
F
Fig. 38.
E
C
B
D
A
A
E
C
D
B
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.



T. sc.

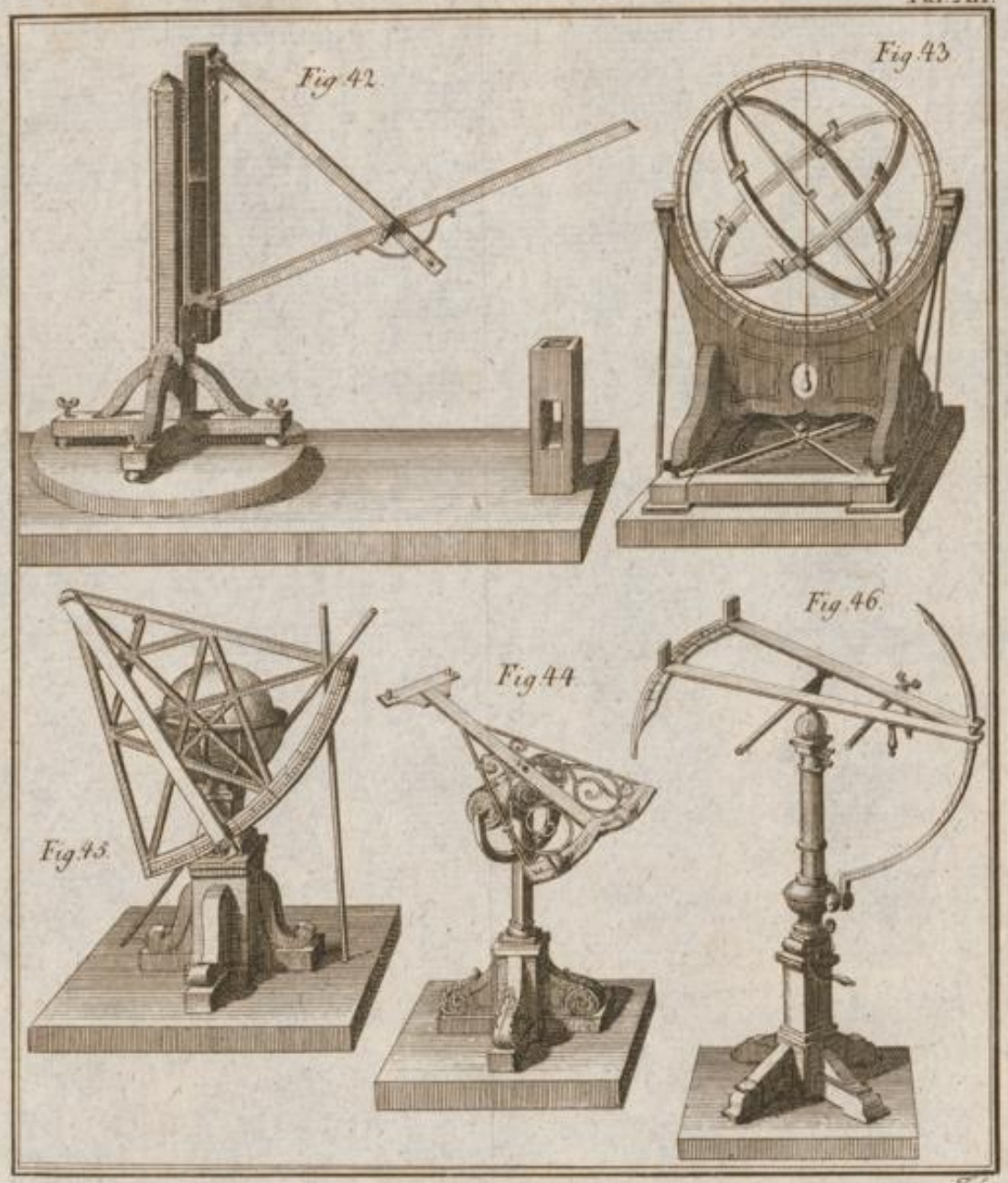


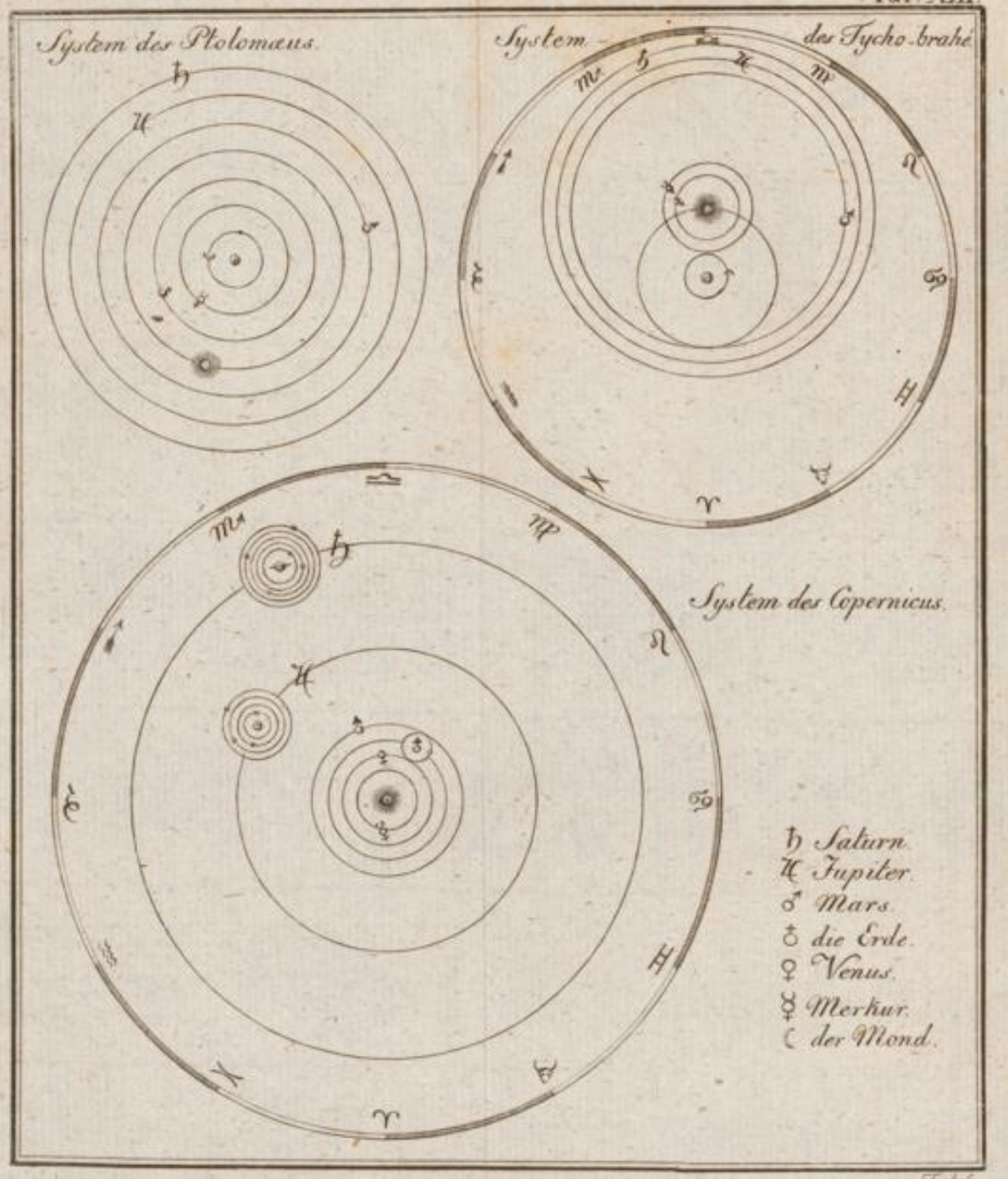
Fig. 42.
Fig. 43
Fig. 45.
Fig. 44
Fig. 46.

System des Tycho-brahé.

System des Copernicus.

♄ Saturn.
♃ Jupiter.
♂ Mars.
♁ die Erde.
♀ Venus.
☿ Merkur.
☾ der Mond.

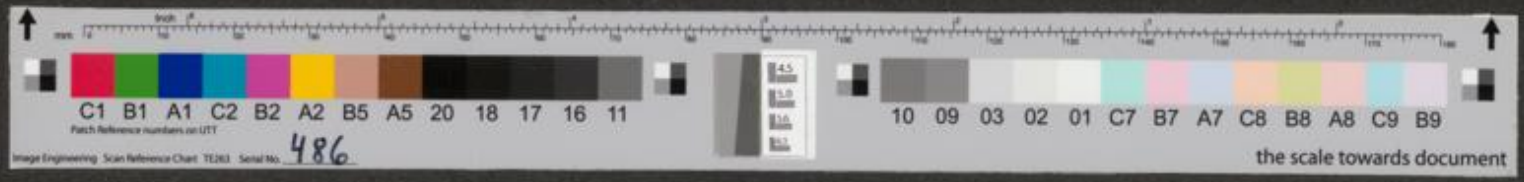
T-t. fc.

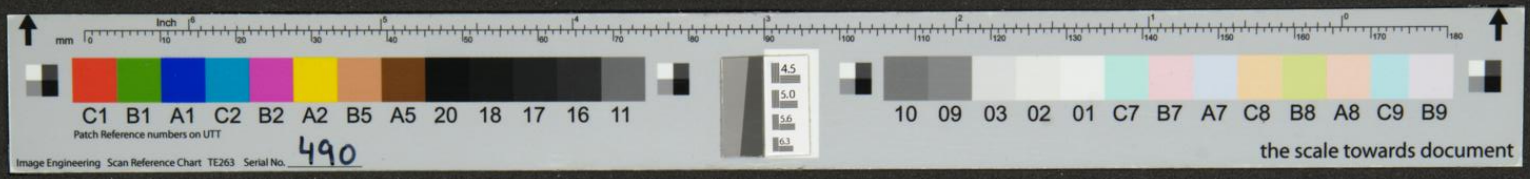

System des Ptolomæus.
System des Tycho-brahé
System des Copernicus.
♄ Saturn.
♃ Jupiter.
♂ Mars.
♁ die Erde.
♀ Venus.
☿ Merkur.
☾ der Mond.

T. t. f.

The work itself and the containing map(s) were digitized with different types of scanners. The Colorchecker shown here refers to the map(s) only.

Das Werk selbst und die enthaltene(n) Karte(n) wurden mit unterschiedlichen Scannern digitalisiert. Dieser Colorchecker gilt nur für diese Karte(n).




mm
Inch
C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
Patch Reference numbers on UTT
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 490
4.5
5.0
5.6
6.3
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document