

Fünftes Buch.

Uebersicht der Geschichte der Astronomie.

Die Ordnung, in welcher ich die wichtigsten Resultate des Weltsystems dargestellt habe, ist nicht diejenige, welche der menschliche Geist bey ihrer Erforschung befolgt hat. Sein Gang war verworren und unsicher; oft gelangte er nur nach Erschöpfung der falschen Voraussetzungen, auf welche seine Einbildungskraft ihn geleitet hatte, zur wahren Ursache der Erscheinungen, und die Wahrheiten, die er entdeckte, waren fast immer mit Irrthümern verknüpft, welche die Zeit und die Beobachtung davon entfernt hat. Ich will nun mit wenigen Worten das Gemälde seiner Versuche und des Erfolgs derselben entwerfen. Man wird in demselben sehen, wie die Astronomie viele Jahrhunderte hindurch in ihrer Kindheit bleibt, wie sie in der alexandrinischen Schule diese verläßt und fortschreitet, hierauf bis auf die Zeiten der Araber, durch deren Beobachtungen sie weiter vervollkommnet wurde, stille steht, wie sie endlich in den drey letzten Jahrhunderten sich mit schnellen Schritten zu der

Höhe erhebt, auf welcher wir sie heutzutage stehen sehen.

Erstes Kapitel.

Von der alten Astronomie bis auf die Stiftung der alexandrinischen Schule.

Das Schauspiel des Himmels mußte zu jeder Zeit die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich ziehen, besonders in den glücklichen Klimaten, wo die Heiterkeit der Luft zur Beobachtung der Gestirne einlud. Zum Behufe des Ackerbaues war es nothwendig, die Jahreszeiten zu unterscheiden, und die Zurückkunft derselben vestzusezen; man bemerkte bald, daß der Auf- und Untergang der vornehmsten Sterne, in dem Augenblicke, wenn sie sich in den Sonnenstralen verlieren, oder aus denselben hervorgehen, zu dieser Absicht dienen könnte. Man sieht auch fast bey allen Völkern diese Art der Beobachtungen, bis auf die Zeiten, in welchen ihr Ursprung sich verliert, zurückgehen. Aber einige grobe Bemerkungen über den Auf- und Untergang der Sterne machten noch keine Wissenschaft aus; und die Astronomie fängt erst mit der Epoche an, wo

man, nachdem die früheren Beobachtungen gesammelt und mit einander verglichen, auch die himmlischen Bewegungen sorgfältiger, als zuvor, verfolgt worden waren, die Geseze dieser Bewegungen zu bestimmen versuchte. Die Bewegung der Sterne in einer gegen den Aequator geneigten Bahn, die Bewegung des Monds, die Ursache seiner Lichtgestalten und der Finsternisse, die Kenntnifs der Planeten und ihrer Umläufe, und die sphärische Gestalt der Erde konnten Gegenstände dieser alten Astronomie seyn; aber die wenigen auf uns gekommenen Denkmäler davon sind nicht zu reichend, um die Epoche, und die Ausdehnung derselben vestzusezen. Wir können über ihr hohes Alterthum nur nach den auf uns gekommenen astronomischen Perioden, nach einigen richtigen Begriffen der *Chaldäer* und *Egypter* über das Weltsystem, und nach dem genauen Verhältnisse mehrerer sehr alten Maaße zu dem Umkreise der Erde urtheilen. Die Anordnung des Wechsels der Weltbegebenheiten hat es so gefügt, das, da diejenige unter den Künsten, welche allein dazu geschickt ist, die Ereignisse der vergangenen Jahrhunderte auf eine dauerhafte Art auf die Nachwelt zu bringen, eine neuere Erfindung

ist, das Andenken der ersten Erfinder in den Wissenschaften und Künsten gänzlich erloschen ist. Große Völker, von welchen die Geschichte kaum die Namen kennt, sind von ihren Wohnplätzen verschwunden; ihre Jahrbücher, ihre Sprache, selbst ihre Städte, alles ist vernichtet, und von Denkmälern ihrer Wissenschaften und ihres Kunstfleisses ist nichts übrig geblieben, als eine verworrene Ueberlieferung und einige zerstreute Bruchstücke von ungewissem Ursprunge.

Die praktische Astronomie dieser ersten Zeiten schränkte sich, wie es scheint, auf die Beobachtungen des Auf- und Untergangs der vornehmsten Sterne, auf ihre Bedeckungen durch den Mond und die Planeten und auf die Finsternisse ein. Man verfolgte den Gang der Sonne vermittelst der Sterne, welche das Licht der Dämmerungen verdunkelte, und vielleicht auch durch die Veränderungen des Mittagsschattens des Gnomons; man bestimmte die Bewegung der Planeten durch die Sterne, denen sie in ihrem Laufe sich näherten. Um alle diese Gestirne und ihre verschiedenen Bewegungen wieder zu erkennen, theilte man den Himmel in Sternbilder, und insbesondere wurde die Zone des Himmels, von welcher die

Sonne, der Mond und die Planeten sich niemals entfernen, und welche den Namen des *Thierkreises* führt, in die zwölf folgenden Sternbilder getheilt: *Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Scorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische*. Man nannte sie *Zeichen*, weil sie zur Unterscheidung der Jahreszeiten dienten; so bezeichnete der Eintritt der Sonne in das Zeichen des Widders zur Zeit des Hipparchus, den Anfang des Frühlings; hierauf durchlief dies Gestirn den Stier, die Zwillinge, den Krebs, etc. aber die rückläufige Bewegung der Nachtgleichen änderte diesen Gang der Jahreszeiten. Da indessen die Beobachter daran gewöhnt waren, den Anfang des Frühlings mit dem Eintritte der Sonne in den Widder zu bezeichnen, so behielten sie diese Bezeichnungsart bey, und unterschieden zu dieser Absicht die Sternbilder von den Zeichen des Thierkreises; die letzteren waren jezt bloß etwas eingebildetes, das zur Darstellung der Bewegung der Sonne diente. Jezt, da man alles auf die einfachsten Begriffe und Ausdrücke zurückzuführen sucht, fängt man an, die Zeichen des Thierkreises nicht mehr zu betrachten, und die Lage der Sterne in der Ekliptik durch ihre

Entfernung von der Nachtgleiche zu bezeichnen.

Einige von den den Sternbildern des Thierkreises gegebenen Namen scheinen sich auf die Bewegung der Sonne zu beziehen; der Krebs zum Exempel zeigt das Zurückgehen dieses Gestirns zum Stillstande an, und die Wage bezeichnet die Gleichheit der Tage und Nächte in der Nachtgleiche. Andere Namen scheinen sich auf den Ackerbau und das Klima des Volks, das den Thierkreis bildete, zu beziehen.

Die ältesten Beobachtungen, welche mit zureichenden Bestimmungen auf uns gekommen sind, um in der Astronomie davon Gebrauch machen zu können, sind die zu *Babylon* in den Jahren 719 und 720 vor der christlichen Zeitrechnung angestellten Beobachtungen von drey Mondsfinsternissen. Ptolemäus, der sie in seinem *Almageste* anführt, bediente sich ihrer zur Bestimmung der mittleren Bewegung des Monds. Ohne Zweifel hatte Hipparchus und er keine älteren, die genau genug gewesen wären, um zu dieser Bestimmung tauglich zu seyn, deren Genauigkeit sich verhält, wie die Entfernung zwischen den äußersten Beobachtungen. Diese Be-

trachtung kann uns über den Verlust der neun-
 zehnhundert Jahrgänge von Beobachtungen
 trösten, deren die *Chaldäer*, wenn man dem
 Simplicius glauben darf, zur Zeit Alexan-
 ders sich rühmten, und welche Aristoteles,
 durch die Vermittelung des Kallisthenes
 mitgetheilt bekam.

Sie konnten aber doch nur durch eine lange
 Reihe von Beobachtungen die Periode von
 6585 $\frac{1}{3}$ Tagen entdecken, die sie *Saros* nannten,
 und welche den Vorzug hat, den Mond sehr
 nahe in die nämliche Lage in Ansehung seines
 Knoten, seiner Erdnähe und der Sonne zurück-
 zuführen; daher gaben die in einer Periode
 beobachteten Finsternisse ein einfaches Mittel
 an die Hand, die in den folgenden Perioden
 zu erwartenden vorauszusagen. Die Monds-
 Sonnenperiode von sechshundert Jahren
 scheint auch den Chaldäern bekannt gewesen
 zu seyn. Diese zwey Perioden sezen eine ziem-
 lich genaue Kenntnifs von der Länge des Jahrs
 voraus; es ist sogar wahrscheinlich, daß sie
 den Unterschied des siderischen und tropi-
 schen Jahres bemerkt, und von dem Gnomon
 und den Sonnenuhren Gebrauch gemacht ha-
 ben. Endlich wurden einige von ihnen durch
 die Betrachtung des Schauspiels der Natur auf

den Gedanken geführt, daß die Bewegungen der Kometen, wie die der Planeten, Perioden unterworfen seyen, die sich nach ewigen Gesetzen richten.

In *Egypten* ist die Astronomie eben so alt, als in *Chaldäa*. Die *Egypter* kannten, lange vor der christlichen Zeitrechnung, den Viertelstag, um welchen das Jahr größer, als 365 Tage, ist; und gründeten auf diese Kenntniß die *sothische* *) Periode von 1460 Jahren, welche, nach ihnen, die Monate und Feste ihres aus 365 Tagen bestehenden Jahrs zu den nämlichen Jahrszeiten zurückbrachte. Die genaue Richtung der Seiten ihrer Pyramiden nach den vier Hauptweltgegenden giebt eine vortheilhafte Vorstellung von ihrer Beobachtungsart; auch ist es wahrscheinlich, daß sie Methoden, die Finsternisse zu berechnen, gekannt haben. Was aber ihrer Astronomie die meiste Ehre macht, ist die feine und wichtige Bemerkung der Bewegungen des Merkurs und der Venus um die Sonne. Der Ruf ihrer Priester zog die ersten Philosophen *Griechenlands* dahin; und nach aller Wahrscheinlichkeit hatte die

*) Sie bekam diesen Namen daher, weil sie mit dem ersten Tage des Monats *Thoth* ihren Anfang nahm.

Schule des Pythagoras ihnen die richtigen Begriffe zu danken, die sie vom Weltgebäude verbreitete.

Bey den Völkern, von welchen bisher die Rede war, wurde die Astronomie blos in den Tempeln und von Priestern getrieben, die ihre Kenntnisse zur Bevestigung des Reichs des Aberglaubens, dessen Diener sie waren, gebrauchten. Sie verbargen sie sorgfältig unter Sinnbildern, die sie der leichtglaubigen Unwissenheit von Heroen und Göttern vorlegten, deren Handlungen nichts anders waren, als eine Allegorie von den himmlischen Erscheinungen und den Naturwirkungen; eine Allegorie, welche das Nachahmungsvermögen, eine der vornehmsten Triebfedern der moralischen Welt, bis auf uns fortgeführt hat, dadurch, daß es solche in unsern Religionsunterricht mischte. Um die Völker desto leichter zu unterjochen, benutzten sie das so natürliche Verlangen, in die Zukunft einzudringen, und erfanden die *Astrologie*. Da der Mensch durch die Täuschungen der Sinne verleitet wird, sich als den Mittelpunkt des Weltalls zu betrachten, so war es leicht, ihn zu überreden, daß die Gestirne auf die Begebenheiten seines Lebens einen Einfluß hätten, und sol-

che voraus anzeigen könnten. Dieser, seiner Eigenliebe werthe, und seiner unruhigen Neugierde nothwendige Irrthum scheint eben so alt zu seyn, als die Astronomie; er hat sich auch sehr lange erhalten, und ist erst am Ende des vorigen Jahrhunderts, durch die Kenntniß unserer wahren Verhältnisse zu der Natur, verdrängt worden.

In *Persien* und *Indien* verliert sich der Anfang der Astronomie in der Dunkelheit, in welche der Ursprung dieser Völker eingehüllet ist.

Nirgends fällt dieser Anfang so weit zurück, als in *China*, und zwar nach einer unbestreitbaren Reihe historischer Denkmäler. Die Ankündigungen der Finsternisse und der Kalender wurden dort immer als ein wichtiger Gegenstand betrachtet, für welchen man ein mathematisches Tribunal errichtete; aber die ängstliche Anhänglichkeit der *Chinesen* an ihre alten Gebräuche, die sich sogar bis auf die Methoden der Astronomie erstreckt, hat diese Wissenschaft bey ihnen in ihrer Kindheit erhalten.

Die indianischen Tafeln geben eine vollkommenerere Astronomie zu erkennen; aber alles bestimmt uns, zu glauben, daß sie nicht
seh:

sehr alt seyen. Ich gehe hier ungerne von der Meinung eines berühmten Gelehrten *) ab, der, nachdem er seine Laufbahn durch Arbeiten, die den Wissenschaften und der Menschheit nützlich waren, verherrlicht hatte, als ein Opfer der blutdürstigsten Tyranney starb, und den Beleidigungen eines irreführten Volks, das die Zurüstungen zu seiner Hinrichtung grausamer Weise verlängerte, die Ruhe und Würde des Gerechten entgegensetzte. Die indianischen Tafeln haben zwey Hauptepochen, deren eine bis auf das Jahr 3102 vor der christlichen Zeitrechnung, die andere bis auf das Jahr 1491 zurückfällt. Diese Epochen sind durch die mittleren Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten so mit einander verbunden, daß eine von ihnen nothwendig erdichtet ist. Der vorerwähnte berühmte Schriftsteller hat in seiner Abhandlung über die Astronomie der Indianer zu behaupten gesucht, daß die erste dieser Epochen auf Beobachtung gegründet sey. Ungeachtet seiner Beweise, die mit dem ganzen Interesse, das er den verwickeltesten Gegenständen zu geben wußte, dargestellt sind, halte ich es für sehr

*) Die meisten Leser errathen wohl von selbst, daß dies der edle Bailly ist.

wahrscheinlich, daß diese Epoche ausgedacht worden sey, um den Bewegungen der Himmelskörper einen gemeinschaftlichen Ursprung im Thierkreise zu geben. In der That findet man, wenn man von der Epoche des Jahrs 1491 an, mittelst der indianischen Tafeln, bis zum Jahre 3102 vor der christlichen Zeitrechnung aufsteigt, eine allgemeine Conjunction der Sonne, des Monds und der Planeten, wie diese Tafeln voraussetzen; da aber diese Conjunction von dem Resultate unserer besten Tafeln zu viel abweicht, als daß sie hätte Statt finden können, so zeigt sie uns, daß die Epoche, worauf sie sich bezieht, nicht auf Beobachtungen gegründet ist. Einige Elemente der indianischen Astronomie scheinen sogar zu zeigen, daß sie noch vor dieser ersten Epoche bestimmt worden seyen; so konnte die Mittelpunktsgleichung der Sonne, welche sie auf 2,°4173 setzt, diese GröÙe nur um das Jahr 4300 vor der christlichen Zeitrechnung haben. Aber unabhängig von den Irrthümern, deren die Bestimmungen der *Indianer* fähig waren, muß man bemerken, daß sie die Ungleichheiten der Sonne und des Monds bloß in Beziehung auf die Finsternisse betrachtet haben, bey welchen die Jahrgleichung des

Monds mit der Mittelpunktsgleichung der Sonne sich vereinigt, und sie ohngefähr um $22'$ vermehrt, welches etwa der Unterschied unserer Bestimmungen von denen der Indianer ist.

Mehrere Elemente, wie die Mittelpunktsgleichungen des Jupiters und Mars, sind in den indianischen Tafeln so verschieden von denen, wie sie für ihre erste Epoche seyn sollten, daß man aus den andern Elementen nichts zum Vortheile ihres Alterthums schliessen kann. Die Beschaffenheit dieser Tafeln im Ganzen, und besonders die Unmöglichkeit der Conjunction, die sie für die nämliche Epoche voraussetzen, beweisen im Gegentheile, daß sie in neueren Zeiten, wo nicht verfertigt, doch wenigstens berichtigt worden sind. Indessen läßt das alte Ansehen der Indianer es nicht bezweifeln, daß sie zu allen Zeiten die Astronomie getrieben haben; und die merkwürdige Genauigkeit der mittleren Bewegungen, die sie der Sonne und dem Monde gegeben haben, hat nothwendig sehr alte Beobachtungen erfordert.

Die *Griechen* haben erst lange nach den *Egyptern*, deren Schüler sie waren, die Astronomie zu treiben angefangen. Es ist schwer aus den Fabeln, welche die ersten Jahrhun-

derte ihrer Geschichte ausfüllen, ihre astronomischen Kenntnisse herauszufinden; es scheint bloß, daß sie dreyzehn- oder vierzehnhundert Jahre vor der christlichen Zeitrechnung den Himmel in Sternbilder eingetheilt haben; denn auf diese Epoche muß man die Sphäre des Eudoxus beziehen. Ihre zahlreichen philosophischen Schulen zeigen, vor der Stiftung der alexandrinischen, keinen Beobachter; sie trieben in denselben die Astronomie als eine bloß speculative Wissenschaft, und überließen sich dabey meistens leeren Speculationen.

Es ist sonderbar, daß bey dem Anblicke einer solchen Menge von Systemen, die einander bekämpften, ohne etwas zu lehren, die sehr einfache Bemerkung, daß das einzige Mittel, die Natur kennen zu lernen, darin bestehe, daß man sie durch Versuche fragt, so vielen Philosophen, worunter mehrere Männer von großem Geiste waren, entgangen ist. Man wird sich aber darüber nicht wundern, wenn man bedenkt, daß die ersten Beobachtungen, da sie bloß einzelne Ereignisse, und ohne Reiz für die mit Ungeduld zu den Ursachen forteilende Einbildungskraft, zeigten, äußerst langsam auf einander folgen mußten. Es war erforderlich, daß eine lange

Reihe von Jahrhunderten sie in hinreichend großer Menge anhäuften, um unter den Erschütterungen Verhältnisse zu entdecken, die dadurch, daß sie sich immer weiter und weiter erstreckten, mit dem Interesse der Wahrheit das der allgemeinen Speculationen vereinigten, wozu der menschliche Geist sich zu erheben ununterbrochen bestrebt ist.

Indessen sieht man mitten unter den philosophischen Träumen der Griechen richtige Begriffe über die Astronomie durchschimmern, die sie auf ihren Reisen auffaßten, und hernach vervollkommneten. Thales, geboren zu *Miletus*, im Jahr 640 vor der christlichen Zeitrechnung, gieng, um sich zu unterrichten nach Egypten; nach seiner Zurückkunft nach Griechenland stiftete er die *ionische* Schule, und lehrte in derselben die sphärische Gestalt der Erde, die Schiefe der Ekliptik und die wahre Ursache der Sonnen- und Mondfinsternisse; ja er brachte es, ohne Zweifel durch Anwendung der Methoden oder der Perioden, welche die egyptischen Priester ihm mitgetheilt hatten, so weit, sie vorauszusagen.

Thales hatte zu Nachfolgern den Anaximander, Anaximenes und Anaxagoras. Man schreibt dem ersten die Erfindung

des Gnomons und der geographischen Charten zu, wovon jedoch die Egypter schon Kenntniss gehabt zu haben scheinen. Anaxagoras wurde von den Atheniensern verfolgt, weil er die Lehren der ionischen Schule vortragen hatte. Man warf ihm vor, daß er den Einfluß der Götter auf die Natur dadurch vernichte, daß er ihre Erscheinungen unveränderlichen Gesezen zu unterwerfen suche. Verbannt mit seinen Kindern verdankte er die Erhaltung seines Lebens blos den Bemühungen des Perikles, seines Schülers und Freundes, welchem es gelang, die Verwandlung der Todesstrafe in eine Landesverweisung zu bewirken.

So hatte die Wahrheit, wenn sie sich auf der Erde vestsetzen wollte, fast immer mit angenommenen Irrthümern zu kämpfen, welche mehr als einmal für die, welche sie bekannt machten, traurige Folgen hatten.

Aus der ionischen Schule gieng der Stifter einer neuen noch viel berühmteren hervor. Pythagoras, geboren zu Samos um das Jahr 590 vor der christlichen Zeitrechnung war zuerst ein Schüler des Thales. Dieser Philosoph gab ihm den Rath, nach Egypten zu reisen, wo er sich in die Mysterien der

Priester einweihen liefs, um sich in ihrer Gelehrsamkeit gründlich zu unterrichten. Nachdem in der Folge die Bramanen seine Neugierde angezogen hatten, gieng er, um sie aufzusuchen, bis an die Ufer des *Ganges*. Nach der Zurückkunft in sein Vaterland nöthigte ihn der Despotismus, unter welchem es damals seufzete, sich auf immer aus demselben zu entfernen; er begab sich also nach Italien, wo er seine Schule stiftete. Alle astronomischen Wahrheiten der ionischen Schule wurden in der *pythagorischen* mit weiterer Entwicklung vorgetragen; aber was sie vorzüglich auszeichnet, ist die Kenntniß der zwey Bewegungen der Erde, der um sich selbst, und der um die Sonne. Pythagoras ahmte den egyptischen Priestern, denen er sie wahrscheinlich zu danken hatte, darin nach, daß er sie dem großen Haufen sorgfältig verbarg; durch seinen Schüler Philolaus aber wurde sie sehr lichtvoll dargestellt.

Nach den Pythagoräern bewegen sich nicht nur die Planeten, sondern auch die Kometen um die Sonne, und die letzteren sind keine vorübergehenden atmosphärischen Meteore, sondern ewig daurende Naturwerke. Diese völlig richtigen Begriffe vom Weltsy-

steme wurden von Seneca aufgefaßt, und mit dem Enthusiasmus dargestellt, welchen ein hoher Begriff von einem der größten Gegenstände der menschlichen Kenntnisse in der Seele des Philosophen erwecken muß. „Wir wollen uns nicht darüber wundern, sagt er, daß man das Gesez der Bewegung der Kometen nicht kennt, die man so selten sieht, und daß man weder den Umfang noch das Ende des Umlaufs dieser Gestirne kennt, die sich auf so ungeheure Weiten entfernen. Es sind erst fünfzehnhundert Jahre, daß Griechenland die Sterne gezählt und ihnen Namen gegeben hat. . . . Die Zeit wird kommen, da, durch den fortgesetzten Fleiß mehrerer Jahrhunderte, Dinge, die uns jezt noch verborgen sind, deutlich werden erkannt werden, und die Nachwelt wird sich wundern, daß so klare Wahrheiten uns entgangen seyen.“

In eben dieser Schule hatte man auch die Vorstellung, daß die Planeten bewohnt, die Fixsterne aber durch den Weltraum zerstreute Sonnen und die Mittelpunkte eben so vieler Planetensysteme seyen. Diese philosophischen Ansichten hätten durch ihre Gröfse und ihre Richtigkeit den Beyfall des Alterthums

erhalten müssen; da sie aber mit Meinungen der Systeme, wie die von der Harmonie der himmlischen Sphären war, vermischt vorge- tragen wurden, und von den Beweisen, die sie erst später durch ihre Uebereinstimmung mit allen Beobachtungen erhielten, entblößt waren; so ist es kein Wunder, daß ihre den Täuschungen der Sonne widersprechende Wahrheit verkannt wurde.

Die Geschichte der Astronomie bey den Griechen, zeigt weiter nichts merkwürdiges, bis auf die Stiftung der *alexandrinischen* Schule, aufser einigen Versuchen des Eudoxus zur Erklärung der himmlischen Erscheinungen, und dem neunzehnjährigen Cykel, welchen Meton ausdachte, um die Umläufe der Sonne und des Monds zu vereinigen. Es ist vortheilhaft und einfach zugleich, blos die Umläufe der Sonne zum Zeitmaasse zu gebrauchen; aber im ersten Zeitalter der Völker boten die Lichtgestalten des Monds ihrer Unwissenheit eine so natürliche Eintheilung der Zeit dar, daß sie durchgängig angenommen wurde. Sie ordneten, ihre Feste und ihre Spiele nach der Zurückkunft dieser Lichtgestalten; und wenn die Bedürfnisse des Ackerbaues sie nöthigten, sich an die Sonne zu halten, um die Jahrszei-

ten zu unterscheiden, so entsagten sie deswegen ihrem alten Gebrauche, die Zeit nach den Umläufen des Monds zu messen, nicht, sondern suchten zwischen diese und die Umläufe der Sonne eine Übereinstimmung zu bringen, die sich auf *Perioden* gründete, welche eine genaue Zahl von Umläufen dieser beyden Gestirne umfassen. Unter solchen Perioden ist die genaueste in einem kurzen Zeitraume die von 19 Sonnenjahren, oder 235 Mondwechseln (Lunationen). Daher wurde sie, da sie Meton dem bey den olympischen Spielen versammelten Griechenlande zur Grundlage des Kalenders vorgeschlagen hatte, mit allgemeinem Beyfalle aufgenommen, und in allen griechischen Städten und Kolonien einstimmig eingeführt.

Zweytes Kapitel.

Von der Astronomie seit der Stiftung der alexandrinischen Schule bis auf die Araber.

Bisher hat uns die praktische Astronomie der verschiedenen Völker bloß gröbere Beobachtungen gezeigt, die sich auf die Erscheinungen der Jahreszeiten und der Finsternisse, als Ge-

genstände ihrer Bedürfnisse oder ihres Schreckens, beziehen. Einige auf sehr lange Zwischenzeiten gegründete Perioden, und glückliche Muthmaßungen über die Beschaffenheit des Weltgebäudes, mit vielen Irrthümern vermischt, machten ihre ganze theoretische Astronomie aus. In der *alexandrinischen* Schule sehen wir zu allererst ein zusammenhängendes System von Beobachtungen, die mit Winkelmessern angestellt, und nach trigonometrischen Methoden berechnet sind. Damals nahm die Astronomie eine neue Gestalt an, welche die folgenden Jahrhunderte nur vervollkommen haben. Man bestimmte die Lage der Fixsterne, verfolgte die Planeten sorgfältig, lernte die Ungleichheiten der Sonne und des Mondes besser kennen; kurz die alexandrinische Schule gab dem ersten astronomischen Systeme, welches das Ganze der himmlischen Bewegungen umfasset, sein Daseyn, einem Systeme, das in der That weit unter dem stand, welches die *pythagorische* Schule aufgestellt hatte, das aber auf Vergleichung der Beobachtungen gegründet war, und in dieser Vergleichung selbst das Mittel, es umzustossen, und zum Systeme der Natur zu erheben, an die Hand gab.

Nach dem Tode Alexanders theilten

seine vornehmsten Feldherrn sein Reich unter sich, und Ptolemäus Soter erhielt *Egypten* zu seinem Antheile. Seine Liebe zu den Wissenschaften und seine Freygebigkeit zogen eine große Anzahl von Gelehrten aus Griechenland nach *Alexandria*, der Hauptstadt seiner Staaten. Sein Sohn Ptolemäus Philadelphus, der Erbe seines Throns und seines Geschmacks, suchte sie durch besondere Begünstigungen daselbst zu erhalten. Ein großes Gebäude, (das *Museum*) worin sie Wohnung und Unterhalt fanden, schloß eine Sternwarte und die berühmte Bibliothek ein, welche Demetrius Phalereus *) mit so vielem Fleiße und so großen Kosten zusammenbrachte. Sie fanden hier die nöthigen Werkzeuge und Bücher, und ihre Nacheiferung wurde durch die Gegenwart des Fürsten erweckt, welcher oft kam, um sich mit ihnen über ihre Arbeiten zu unterhalten.

Aristyllus und Timocharis waren, etwa 300 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung, die ersten Beobachter dieser neuen Schule. Durch ihre Beobachtungen der vornehmsten Fixsterne des Thierkreises wurde

*) Dies wird von vielen, namentlich auch von Brückern, bezweifelt.

Hipparchus zur Entdeckung des Vorrückens der Nachtgleichen geführt, und auf ihre Beobachtungen der Planeten gründete Ptolemäus seine Theorie von der Bewegung dieser Gestirne.

Der erste Astronome, den wir nach diesen in der alexandrinischen Schule finden, ist Aristarchus von Samos. Dieser machte die feinsten Elemente der Astronomie zum Gegenstande seiner Untersuchungen. Er beobachtete den Sommerstillstand des Jahrs 281. vor der christlichen Zeitrechnung. Er bestimmte die Gröfse des Sonnendurchmessers, und fand ihn dem 720 sten Theile der Peripherie gleich, welche Angabe zwischen den beyden Grenzen das Mittel hält, in welche Archimedes diesen Durchmesser wenige Jahre nachher durch eine sinnreiche Methode einschlofs, nach welcher ihm derselbe gröfser schien, als $\frac{1}{200}$, und kleiner, als $\frac{1}{164}$ des rechten Winkels. Was aber dem Geiste des Aristarchus am meisten Ehre machte, ist die Art, wie er die Entfernung der Sonne von der Erde zu bestimmen suchte. Er beobachtete den zwischen der Sonne und dem Monde eingeschlossenen Winkel in dem Augenblicke, da er die Hälfte der Sonnenscheibe für erleuchtet hielt, und nach-

dem er ihn ohngefähr $96^{\circ},7$ groß gefunden hatte, schloß er daraus, daß die Sonne achtzehn- bis zwanzigmal weiter von uns entfernt sey, als der Mond, ein Resultat, das, trotz seiner Genauigkeit, die Grenzen des Weltgebäudes doch weit über diejenigen hinausrückte, welche man ihm sonst gegeben hatte. Aristarchus brachte die Meinung der pythagorischen Schule von der Bewegung der Erde wieder in Umlauf; da aber seine Schriften über diesen Gegenstand verlohren gegangen sind, so wissen wir nicht, wie weit er es durch dieses Hülfsmittel in der Erklärung der himmlischen Erscheinungen gebracht habe. Nur so viel wissen wir, daß dieser scharfsinnige Astronome die Fixsterne aus dem Grunde in unvergleichbar grössere Entfernungen, als die Sonne, von uns gesetzt habe, weil die Bewegung der Erde auf ihre scheinbare Lage keinen merklichen Einfluß hätte. Er scheint also im ganzen Alterthume derjenige gewesen zu seyn, der von der Gröfse des Weltgebäudes die richtigsten Begriffe hatte.

Sein Nachfolger Eratosthenes verdankt seinen Ruf hauptsächlich seiner Erdmessung und seiner Beobachtung der Schiefe der Ekliptik. Nachdem er zu *Siena* einen Brun-

nen bemerkt hatte, den die Sonne, am Tage des Sonnenstillstands, seiner ganzen Tiefe nach erleuchtete, so beobachtete er im nämlichen Sonnenstillstande, die Mittagshöhe der Sonne zu *Alexandria*, und fand den Bogen des Himmels zwischen den Scheitelpunkten dieser beyden Städte, dem fünfzigsten Theile der Peripherie gleich; und da ihre Entfernung auf 500 Stadien geschätzt wurde, so setzte Eratosthenes die Länge des Erdumkreises auf 250 tausend Stadien. Die Ungewisheit, worin man sich in Absicht auf den Werth des von diesem Astronomen gebrauchten Stadiums befindet, macht die Beurtheilung der Genauigkeit dieser Messung unmöglich.

Aristoteles, Kleomedes, Posidonius und Ptolemäus haben vier andere Bestimmungen von der Gröfse des Erdumkreises gegeben, und solche auf 400, 300, 240, und 180 tausend Stadien gesetzt. Die sehr einfachen Verhältnisse dieser Messungen unter einander führen auf den Gedanken, dafs sie blos Ausdrückungen der nämlichen Messung in verschiedenen Stadien seyen. Das alexandrinische Stadium hielt 400 grofse Ellen (coudées) von der nämlichen Länge, wie das Nilmaafs (le nilomètre) von *Cairo*, welches, nach Fre.

ret, viele Jahrhunderte lang unverändert geblieben ist, und bis über den Sesostris hinaufgeht; seine Gröfse ist; nach den in den neuesten Zeiten angestellten genauen Messungen, 1,7119 Fufs, welches für den Werth des alexandrinischen Stadiums 684,76 Fufs giebt. Nun ist es natürlich, anzunehmen, dafs dieses Stadium das des Ptolemäus sey, und in diesem Falle wäre der Umkreis der Erde nach diesem Astronomen, 123256800 Fufs grofs, was von dem Resultate der wirklichen Messungen, die ihn auf 123178320 Fufs sezen, sehr wenig unterschieden ist.

Wenn die Messungen des Posidonius, Kleomedes und Aristoteles mit der des Ptolemäus einerley sind, so sind die ihnen zugehörigen Stadien 513,570; 410,856; und 308,142 Fufs. Vergleicht man nun die alten Wegmaafse von vielen bekannten Oertern mit den wirklichen Entfernungen derselben, so findet man im Alterthume diese verschiedenen Stadien mit einer Genauigkeit wieder, welche die Identität dieser vier Erdmessungen wahrscheinlich macht. Es ist daher wahrscheinlich, dafs sie alle von einer sehr alten und sehr genauen Messung abhängen, sie mag nun wirklich mit grofser Sorgfalt ausgeführt worden seyn,

seyn, oder es mögen sich die Beobachtungsfehler gegen einander aufgehoben haben, wie dies bey der von Fernel und selbst bey der von Picard unternommenen Erdmessung der Fall war. Wir wissen zwar, daß Posidonius selbst einen Bogen des Erdmeridians gemessen hat, und seine Operation verstatet, wiefern man solches nach den Umständen, welche davon auf uns gekommen sind, beurtheilen kann, keine große Genauigkeit. Man ist aber berechtigt zu glauben, daß er bloß zur Absicht gehabt habe, die älteren Erdmessungen zu berichtigen, die er beybehielt, da er sie mit der seinigen beynahe übereinstimmend fand.

Die Beobachtung der Schiefe der Ekliptik durch den Eratosthenes ist deswegen schätzbar, weil sie ihre à priori durch die Theorie der Schwere bekannte Abnahme bestätigt. Die Entfernung der Wendekreise fand er kleiner, als $53^{\circ}06$, und größer, als $52^{\circ}06$, welches, nach einem Mittel, für die Schiefe der Ekliptik $26^{\circ}50$ giebt. An diesem Resultate änderte Hipparch nach neueren Beobachtungen nichts.

Unter allen Astronomen des Alterthums ist Hipparchus aus *Bithynien* derjenige,

II. Theil.

Q

welcher sich durch die große Menge und Genauigkeit seiner Beobachtungen, durch die wichtigen Resultate, die er aus ihrer Vergleichung unter einander und mit den älteren Beobachtungen zu ziehen wußte, und durch die Methode, die er bey seinen Untersuchungen befolgte, aufs beste um die Astronomie verdient gemacht hat. Er lebte zu *Alexandria* um das Jahr 140 vor der christlichen Zeitrechnung.

Nicht zufrieden mit dem, was man bis auf ihn gethan hatte, wollte Hipparch ganz von vorne anfangen, und nichts annehmen, als Resultate, die sich auf eine neue Untersuchung der älteren Beobachtungen, oder auf neue und genauere Beobachtungen, als die seiner Vorgänger waren, gründeten. Nichts beweist die Unzuverlässigkeit der egyptischen und chaldäischen Beobachtungen über die Sonne und Fixsterne stärker, als die Nothwendigkeit, worin er sich befand, bey seinen Theorien von der Sonne und dem Vorrücken der Nachtgleichen, die Beobachtungen der ersten Astronomen der alexandrinischen Schule zum Grunde zu legen. Er bestimmte die Länge des tropischen Jahres durch Vergleichung einer von seinen Beobachtungen des

Sommerstillstands der Sonne, mit einer solchen, welche Aristarchus von *Samos* 145 Jahre vorher angestellt hatte, und fand diese Länge 365,24667 Tagen gleich. Sie ist ohngefähr um $4\frac{1}{2}$ Minute zu groß; aber er bemerkte selbst die Ungenauigkeit einer auf die Beobachtung der Sonnenstillstände gegründeten Bestimmung, und den Vorzug, den die Beobachtungen der Nachtgleichen in dieser Absicht hätten. Hipparch erkannte ferner, daß von der Frühlingsnachtgleiche bis zur Herbstnachtgleiche 187 Tage, hingegen von der letzteren bis zur ersteren nur 178 Tage verflössen; er beobachtet auch, daß diese beyden Zwischenzeiten durch die Sonnenstillstände in ungleiche Theile getheilt würden, so daß $94\frac{1}{2}$ Tage verflössen von der Frühlingsnachtgleiche bis zum Sommerstillstande der Sonne, hingegen $92\frac{1}{2}$ Tage von diesem Stillstande bis zur Herbstnachtgleiche. Um diese Unterschiede zu erklären, ließ Hipparch die Sonne in einer kreisförmigen Bahn sich gleichförmig bewegen; aber an Statt die Erde in deren Mittelpunkt zu stellen, entfernte er sie um den vier und zwanzigsten Theil des Halbmessers davon, und setzte die Erdferne in den sechsten Grad der Zwillinge. Vermit-

telst dieser Bestimmungsstücke verfertigte er die ersten Sonnentafeln, deren die Geschichte der Astronomie Meldung thut. Die Mittelpunktsgleichung, welche sie voraussetzen, war zu groß; und es ist zu vermuthen, daß ihre Vergleichung mit den Finsternissen, in welchen diese Gleichung mit der Jahrgleichung des Monds vermehrt erscheint, Hipparchen in seinem Irrthume bestärkt, ja vielleicht solchen selbst veranlaßt habe. Er täuschte sich auch darin, daß er die elliptische Sonnenbahn als kreisförmig, und die wirkliche Geschwindigkeit dieses Gestirns als gleichförmig betrachtete. Wir sind heutzutage durch die Messungen ihres scheinbaren Durchmessers vom Gegentheile versichert; aber Beobachtungen dieser Art waren zu Hipparchs Zeiten unmöglich, und seine Sonnentafeln sind, trotz ihrer Unvollkommenheit, ein bleibendes Denkmal seines Geistes, das Ptolemäus, dreihundert Jahre nach ihm, so hoch schätzte, daß er es nicht berührte. Nach diesem betrachtete dieser große Astronome die Bewegungen des Monds; er maß seine Umlaufszeit durch Vergleichung der Finsternisse; er bestimmte die Excentricität und Neigung seiner Bahn, die Bewegungen seiner Knoten und sei-

ner Erdferne, nebst seiner Parallaxe, woraus er die der Sonne, mittelst der Dicke des Schattenkegels der Erde, an der Stelle, wo der Mond bey seinen Verfinsterungen ihn durchschneidet, herzuleiten suchte, wodurch er ohngefähr auf Aristarchs Resultat kam. Er stellte eine große Menge von Planetenbeobachtungen an; weil er aber zu sehr Liebhaber der Wahrheit war, um über die Bewegungen derselben unsichere Theorien aufzustellen, so überließ er seinen Nachfolgern das Geschäft, solche zu Stande zu bringen.

Ein neuer Fixstern, der zu seiner Zeit erschien, gab ihm Veranlassung zur Verfertigung eines neuen Verzeichnisses dieser Sterne, um die Nachwelt in den Stand zu setzen, die Veränderungen, welche das Schauspiel des Himmels in der Folge der Zeit erleiden könnte, zu erkennen, und weil er überdies die Wichtigkeit eines solchen Verzeichnisses für die Beobachtungen des Monds und der Planeten empfand. Die Methode, deren er sich dazu bediente, ist die, welche Aristyllus und Timocharis schon angewandt hatten, und einerley mit der, welche wir im ersten Buche erläutert haben. Die Frucht dieser langen und mühsamen Unternehmung war die wich-

tige Entdeckung des Vorrückens der Nachtgleichen. Da nämlich Hipparchus seine eigenen Beobachtungen mit den von diesen Astronomen erhaltenen verglich, so erkannte er, daß die Fixsterne ihre Lage gegen den Aequator geändert, aber die nämliche Breite über der Ekliptik behalten hätten, daß man also, um diese verschiedenen Veränderungen zu erklären, nur der Himmelskugel eine rechtläufige Bewegung um die Pole der Ekliptik zu ertheilen brauchte, woraus eine rückläufige Bewegung der Nachtgleichen in Ansehung der Fixsterne folgte. Er stellte aber seine Entdeckung mit dem Vorbehalte dar, welchen die Ungenauigkeit der Beobachtungen des Aristyllus und Timocharis ihm eingeben mußte.

Die Geographie verdankt dem Hipparchus die Methode, die Oerter auf der Erde durch ihre Breite und Länge zu bestimmen, zu welcher letzteren Bestimmungsart er zuerst der Mondsfinsternisse sich bediente. Die zahlreichen Berechnungen, welche alle diese Untersuchungen erforderten, gaben der sphärischen Trigonometrie in seinen Händen das Daseyn. Seine vornehmsten Werke sind nicht auf uns gekommen, sondern mit der alexan-

drinischen Bibliothek verlohren gegangen, und wir kennen seine Arbeiten nur aus dem *Almageste* des *Ptolemäus*.

Die Zwischenzeit von beynahe dreyhundert Jahren, um welche diese zwey Astronomen von einander entfernt sind, enthält einige Beobachter, z. B. den *Agrippa*, *Menelaus* und *Theon*. Ferner bemerken wir in dieser Zwischenzeit die Verbesserung des Kalenders durch *Julius Cäsar*, und die genaue Kenntnifs der Ebbē und Fluth des Meeres. *Posidonius* erkannte die Geseze dieser Erscheinung, welche durch ihre offenbaren Beziehungen auf die Bewegungen des Monds und der Sonne der Astronomie angehört, und wovon der Naturkenner *Plinius* eine durch ihre Genauigkeit merkwürdige Beschreibung gegeben hat.

Ptolemäus, geboren zu *Ptolemäis* in *Egypten*, lebte zu *Alexandria* um das Jahr 130 der christlichen Zeitrechnung. *Hipparchus* hatte den Vorsatz gefasst, die Astronomie umzuschaffen, und ihr Lehrgebäude über einer neuen Grundlage aufzuführen. *Ptolemäus* nahm diesen Plan wieder vor, der zu groß ist, um von einem einzigen Menschen ausgeführt zu werden; und in seinem großen

Werke, das den Titel: *Almagest*, führt, gab er eine vollständige Abhandlung von dieser Wissenschaft.

Seine wichtigste Entdeckung ist die der *Evection* des Monds. Bis auf ihn hatte man die Bewegungen dieses Gestirns bloß in Beziehung auf die Finsternisse betrachtet; Ptolemäus hingegen, der sie durch seinen ganzen Lauf verfolgte, fand, daß die Mittelpunkts- gleichung der Mondsbahn in den Syzygien kleiner ist, als in den Quadraturen; er bestimmte das Gesez dieses Unterschieds, und setzte den Werth desselben mit großer Genauigkeit fest. Um ihn darzustellen, liefs er den Mond auf einem Epicykel sich bewegen, der von einem excentrischen Kreise herumgeführt wird, nach der Methode, die man dem Geometer Apollonius zuschreibt, und deren auch Hipparchus sich bedient hatte.

Es war die allgemeine Meinung des Alterthums, daß die gleichförmige und kreisförmige Bewegung, als die vollkommenste und einfachste, die der Gestirne seyn müßte. Dieser Irrthum hat sich bis auf Keplern erhalten, den er bey seinen Untersuchungen noch lange aufgehalten hat. Ptolemäus, der ihn auch annahm, und die Erde in den

Mittelpunkt der himmlischen Bewegungen setzte, versuchte die Ungleichheiten derselben unter diesen falschen Voraussetzungen darzustellen.

In dieser Absicht war schon Eudoxus darauf gefallen, jeden Planeten an mehrere concentrische und mit verschiedenen Bewegungen versehene Sphären zu bevestigen; da aber dieser Astronome nicht erklärt hatte, wie diese Sphären, durch ihre Einwirkung auf die Planeten, alle in ihren Bewegungen beobachteten Verschiedenheiten hervorbrächten, so verdient seine Hypothese kaum eine Erwähnung in der Geschichte der Astronomie. Eine viel sinnreichere Vorstellungsart besteht darin, daß man auf einer ersten Peripherie, deren Mittelpunkt die Erde einnimmt, den Mittelpunkt einer zweyten sich bewegen läßt, auf welcher sich wiederum der Mittelpunkt einer dritten bewegt; und so fort bis zur letzten Peripherie, welche das Gestirn gleichförmig beschreibt. Wenn der Halbmesser einer dieser Peripherien die Summe der andern Halbmesser übertrifft, so ist des Gestirns scheinbare Bewegung um die Erde aus einer mittleren gleichförmigen Bewegung und aus mehreren Ungleichheiten zusammengesetzt, die von den

Verhältnissen abhängen, welche die Halbmesser der verschiedenen Pheripherien und die Bewegungen ihrer Mittelpunkte und des Gestirns zu einander haben; und man kann also durch Multiplication und gehörige Bestimmung dieser Gröfsen die Ungleichheiten dieser scheinbaren Bewegung darstellen. Dies ist die allgemeinste Art die Hypothese der Epicykeln und der excéntrischen Kreise zu betrachten, welche Ptolemäus bey seinen Theorien der Sonne, des Mond's und der Planeten annahm. Er setzte diese Gestirne in Bewegung um die Erde in folgender Ordnung der Entfernungen: *Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn.* In Ansehung des Plazes, den *Venus* und *Merkur* einnehmen müßten, waren die Astronomen getheilt; die ältesten, deren Meinung Ptolemäus folgte, setzten sie unter die Sonne, einige andere aber über sie; die *Egypter* endlich liessen sie um dieses Gestirn sich bewegen. Es ist sonderbar, daß Ptolemäus dieser letzteren Hypothese nicht einmal erwähnt hat, welche die Sonne in den Mittelpunkt der Epicykeln dieser beyden Planeten setzt, an Statt sie um einen erdichteten Mittelpunkt sich drehen zu lassen. Aber überzeugt, daß sein System allein den drey oberen Plane-

ten gemäß seyn könnte, wandte er es auch auf die zwey unteren an, und so wurde er durch eine falsche Anwendung des Grundsazes der Gleichförmigkeit der Naturgeseze irre geführt, welcher, wenn er von der Entdeckung der Egypter über die Bewegungen des Merkurs und der Venus ausgegangen wäre, ihn auf das wahre Weltsystem geleitet haben würde.

Wenn man mittelst der Epicykeln den Ungleichheiten der scheinbaren Bewegung der Gestirne Genüge thun kann, so ist es unmöglich, zugleich auch die Veränderungen ihrer Entfernungen darzustellen. Zur Zeit des Ptolemäus waren diese Veränderungen in Ansehung der Planeten, deren scheinbare Durchmesser man damals nicht genau messen konnte, viel weniger merklich. Aber die Mondsbeobachtungen waren schon zureichend, ihm den Irrthum seiner Hypothesen zu zeigen, nach welchen des Monds Durchmesser in der Erdnähe bey den Quadraturen das Doppelte von seinem Durchmesser in der Erdferne bey den Syzygien seyn würde. Die Bewegungen der Planeten in der Breite brachten neue Verwirrungen in sein System; jede neue Ungleichheit, auf deren Entdeckung die Beobachtungskunst bey ihrer weiteren Vervollkommnung

führte, lud ihm einen neuen Epicykel auf; es verwickelte sich also, an Statt durch die weiteren Fortschritte der Astronomie bestätigt zu werden, immer mehr und mehr, und schon dieser einzige Umstand muß uns überzeugen, daß dieses System nicht das der Natur ist. Wiefern man es aber als ein Mittel betrachtet, die himmlischen Bewegungen der Berechnung zu unterwerfen, so macht dieser erste Versuch des menschlichen Geistes über einen so verwickelten Gegenstand dem Scharfsinne seines Urhebers Ehre.

Ptolemäus bestätigte die von Hipparchus entdeckte Bewegung der Nachtgleichen; durch Vergleichung seiner Beobachtungen mit den Beobachtungen dieses großen Astronomen erwies er ferner die respective Unbeweglichkeit der Fixsterne, ihre beständige Breite über der Ekliptik, und ihre Bewegung in der Länge, deren jährliche Gröfse er zu $111''$ fand, wie Hipparchus sie vermuthet hatte. Wir wissen heutzutage, daß diese Gröfse sehr nahe $154''$ war, was nach dem Zeitraume, um welchen die Beobachtungen des Hipparchus und Ptolemäus von einander entfernt sind, einen Irrthum von mehr als einem Grade in ihren Beobachtungen

vorauszusetzen scheint. Der Schwierigkeit ungeachtet, womit die Bestimmung der Länge der Fixsterne für die Beobachter verbunden war, welche kein genaues Zeitmaafs hatten, wundert man sich doch, daß sie so große Fehler begangen haben, besonders wenn man die Uebereinstimmung der Beobachtungen betrachtet, welche Ptolemäus zur Stütze seines Resultats macht. Man hat ihm vorgeworfen, daß er sie abgeändert habe, aber dieser Vorwurf ist ungegründet; sein Irrthum in der jährlichen Bewegung der Nachtgleichen scheint von seinem allzugroßen Vertrauen auf die Resultate des Hipparchus über die Größe des tropischen Jahres und die Bewegung der Sonne herzukommen. In der That hat Ptolemäus die Länge der Sterne durch ihre Vergleichung, theils mit der Sonne mittelst des Monds, theils mit dem Monde selbst, bestimmt, wobey es darauf ankam, sie mit der Sonne zu vergleichen, weil die synodische Bewegung des Monds durch die Finsternisse genau bekannt war; da nun Hipparchus das Jahr zu lang, und folglich die Bewegung der Sonne in der Länge zu klein angenommen hatte, so ist klar, daß dieser Irrthum die Längen der Sonne und des Monds, deren Ptolemäus

sich bediente, vermindern mußte. Die Bewegung in der Länge, die er den Fixsternen beylegte, ist also um einen, von der Sonne in der Zeit, um welche Hipparchus in der Bestimmung der Länge des Jahres gefehlt hat, beschriebenen Bogen zu klein.

Zur Zeit des Hipparchus war die Gröfse des tropischen Jahrs 365,24234 Tage; dieser große Astronome setzte sie auf 365,24667; der Unterschied ist 433", und in dieser Zeit durchläuft die Sonne einen Bogen von 47". Setzt man diese zu der durch Ptolemäus bestimmten jährlichen Präcession von 111", so erhält man 158" für die Präcession, die er gefunden haben würde, wenn er von der wahren Gröfse des tropischen Jahres ausgegangen wäre, und alsdann würde er nur um 4" gefehlt haben.

Diese Bemerkung giebt uns Anlaß zu der Untersuchung, ob, wie man allgemein glaubt, das Sternverzeichnis des Ptolemäus blos das vom Hipparchus gefertigte und vermittelt einer jährlichen Präcession von 111" für die Zeit des ersteren eingerichtet sey. Man gründet diese Meinung darauf, daß der beständige Irrthum der Längen der Sterne in diesem Verzeichnisse verschwindet, wenn man es auf

Hipparchs Zeit bezieht. Aber die Erklärung, die wir von diesem Irrthume gegeben haben, rechtfertigt den Ptolemäus gegen den Vorwurf, daß er Hipparchs Werk sich zugeeignet habe, und es scheint der Gerechtigkeit gemäß, ihm zu glauben, wenn er bestimmt sagt, daß er die Sterne seines Verzeichnisses, selbst die von der sechsten Gröfse, beobachtet habe. Er bemerkt zugleich, daß er die Lagen der Fixsterne, welche Hipparchus in Beziehung auf die Ekliptik bestimmt hatte, wiederum beynahe eben so gefunden hätte, daß also die Unterschiede dieser Lagen in beyden Verzeichnissen unbeträchtlich gewesen seyn müssen. Die Sternbeobachtungen des Ptolemäus und der wahre Werth den er der Evection gegeben hat, bürgen also für seine Genauigkeit als Beobachter. In der That sind die drey von ihm beobachteten Nachtgleichen fehlerhaft; es scheint aber, daß er, weil er für Hipparchs Sonnentafeln zu sehr eingenommen gewesen, seine Beobachtungen der Nachtgleichen, die damals gar nicht leicht waren, und deren Fehler sich schon aus einer Unordnung seines Armillarinstruments zureichend erklären lassen, mit denselben in Uebereinstimmung gebracht habe.

Das von Ptolemäus aufgeführte Lehrgebäude der Astronomie hat sich beynahe vierzehnhundert Jahre lang erhalten; und selbst heutzutage noch, da es nun gänzlich zerstört ist, bleibt sein Almagest, das als die Niederlage der alten Beobachtungen anzusehen ist, eins der schätzbarsten Denkmäler des Alterthums.

Auch der Geographie hat Ptolemäus keine geringeren Dienste erwiesen, dadurch daß er alle Bestimmungen der Länge und Breite der bekannten Oerter sammelte, und zu der Projections-Methode für die Verfertigung der geographischen Charten den Grund legte. Er hat außerdem ein großes Werk über die Optik verfertigt, das nicht auf uns gekommen ist, und worin er die Erscheinung der astronomischen Strahlenbrechungen erklärt zu haben scheint; endlich hat er noch verschiedene Abhandlungen über die Chronologie, Musik, Gnomonik und Mechanik geschrieben. So viele Arbeiten über so vielerley Gegenstände sezen einen großen Geist voraus, und versichern ihm eine ausgezeichnete Stelle in der Geschichte der Wissenschaften. Da, bey der Erneuerung der Astronomie, sein System dem der Natur Plaz machen mußte, so rächte man sich an seinem Urheber wegen des Despotismus,

mus, womit er zu lange geherrscht hatte. Man klagte den Ptolemäus an, daß er die Entdeckungen seiner Vorgänger sich zugeeignet hätte; aber zu seiner Zeit waren die Werke des Hipparchus und der übrigen alexandrischen Astronomen bekannt genug, um ihn zu entschuldigen, daß er das, was ihnen angehörte, von seinen eigenen Entdeckungen nicht unterschied. Was die allzulange Herrschaft seiner Irrthümer betrifft, so muß man diese den Ursachen zuschreiben, welche Europa wieder in die Unwissenheit gestürzt haben. Das Ansehen des Ptolemäus hat mit dem des Aristoteles und Des Cartes einerley Schicksal gehabt. Kaum hatte man ihre Irrthümer erkannt, so gieng man von einer blinden Bewunderung zu einer ungerechten Verachtung über. Denn selbst in den Wissenschaften sind die nützlichsten Revolutionen nie von Leidenschaft und Ungerechtigkeit frey gewesen.

D r i t t e s K a p i t e l .

*Von der Astronomie der Araber, Chinesen
und Perser.*

Mit den Arbeiten des Ptolemäus endigte sich der Ruhm der alexandrinischen Schule. Zwar erhielt sie sich noch fünfhundert Jahre lang, aber die Nachfolger des Hipparchus und Ptolemäus schränkten sich darauf ein, die Werke dieser zu erklären, und setzten zu ihren Entdeckungen nichts merkwürdiges hinzu.

Das von Eroberungssucht beherrschte, durch innere Unruhen erschütterte, durch die Bürgerkriege, worin seine unruhige Freyheit endlich erlosch, um dem kriegerischen und oft wüthenden Despotismus seiner Kaiser Platz zu machen, mit Blute überströmte Rom, that, ungeachtet es lange Zeit der Siz der Tugenden, des Ruhms und der Gelehrsamkeit war, nichts für die Wissenschaften; keine einzige, ihrer Aufnahme zuträgliche, Anstalt wurde von den Römern gestiftet oder beschützt. Die Zertrümmerung des Reichs, eine unvermeidliche Folge seiner zu großen Ausdehnung, führte ihren Verfall mit sich; und die Fackel der Wissenschaften wurde, nach ihrem Erlöschen unter

den Einfällen der Barbaren, nur bey den Arabern wieder angesteckt.

Kaum hatte dieses, durch Fanatismus über das Gewöhnliche erhabene, Volk, nachdem es seine Religion und seine Eroberungen über einen großen Theil der Erde verbreitet hatte, die Annehmlichkeiten des Friedens gekostet, als es sich den Wissenschaften und der Gelehrsamkeit mit Eifer ergab. Kurze Zeit vorher hatte es durch Einäscherung der berühmten alexandrinischen Bibliothek das schönste Denkmal derselben zerstört. Umsonst bat der Philosoph Philoponus inständig um ihre Erhaltung. *„Wenn diese Bücher, antwortete Omar, dem Koran gemäfs sind, so sind sie unnütz, wenn sie ihm aber widersprechen, so sind sie verabscheuungswürdig.* So ging dieser unermessliche Schatz von Gelehrsamkeit und Erfindung verlohren. Bald folgten Reue und Klagen auf diese barbarische Handlung, und die Araber erkannten bald, dafs sie durch diesen unersezlichen Verlust sich selbst der kostbarsten Frucht ihrer Eroberungen beraubt hätten.

Unter den *Chalifen*, welche ihre Liebe zur Astronomie auszeichneten, nennt die Geschichte hauptsächlich den *Almamon*, einen Fürsten aus der Familie der *Abassiden*, und

Sohn des in Asien so berühmten Harun Al Raschid, welcher zu Babylon um das Jahr 314 regierte. Nachdem er den griechischen Kaiser Michael III. überwunden hatte, legte er ihm unter andern Friedensbedingungen auch diese auf, daß ihm die besten griechischen Schriften überliefert würden. Unter diesen befand sich das Almagest, welches er übersetzen liefs; und auf solche Art verbreitete er unter den Arabern die astronomischen Kenntnisse, wodurch die alexandrinische Schule sich berühmt gemacht hatte. Er begnügte sich nicht damit die Gelehrten durch Wohlthaten aufzumuntern, sondern war selbst Beobachter; er bestimmte die Schiefe der Ekliptik, und liefs einen Grad der Erde in einer grossen Ebene von Mesopotamien messen.

Die durch diesen Fürsten und seine Nachfolger der Astronomie gewidmeten Aufmunterungen brachten eine grosse Anzahl geschickter Astronomen hervor, unter welchen Al Batani (Albatagnius) den ersten Platz behauptet. Von ihm hat man eine Beobachtung der Schiefe der Ekliptik, welche von Refraction und Parallaxe befreyet, $26^{\circ},2182$ für diese Schiefe um das Jahr 880 giebt. Alle arabischen Beobachtungen geben ohngefähr das

nämliche Resultat, woraus man eine hundert-jährige Abnahme von ohngefähr 159" herleitet.

Al Batani fand die jährliche Bewegung der Nachtgleichen $168'',3$, und die Länge des tropischen Jahres 365,24056 Tagen gleich. Das erste dieser Elemente ist um $14''$ zu groß; das zweyte um mehr als $1\frac{1}{2}$ Minuten zu klein; aber diese Fehler hängen lediglich von den Beobachtungen des Ptolemäus ab, womit Al Batani die seinigen verglich; und er würde der Wahrheit viel näher gekommen seyn, wenn er die des Hipparchus dazu gebraucht hätte.

Dieser große Astronome vervollkommnete die Theorie der Sonne; er setzte die Entfernung des Mittelpunkts der Erde von dem ihrer Bahn, diese Bahn für kreisförmig und ihren Halbmesser für die Einheit angenommen, auf 0,03465, welches für die Excentricität der Sonnen-Ellipse 0,017325 giebt. Um den Anfang des Jahrs 1750 war sie 0,016814; ihre Abnahme in einem Zeitraume von ohngefähr 870 Jahren hätte also 0,00511 betragen.

Die Theorie der Schwere giebt, wenn man die wahrscheinlichsten Werthe der Massen der Planeten annimmt, 0,003967 für diese Abnahme; der Unterschied liegt in den Grenzen

der Fehler, deren diese Werthe, und die Beobachtungen des Al Batani fähig sind.

Eben diese Beobachtungen führten ihn auf die Entdeckung der eigenen Bewegung der Erdferne der Sonne; er beobachtete sie in $24^{\circ},76$ der Zwillinge seit Hipparchus Zeiten mehr vorgerückt, als sie es bloß nach dem Verhältnisse der Bewegung der Nachtgleichen hätte seyn sollen. Nach unsern besten Tafeln war der Ort der Erdferne im Jahre 880 in $26^{\circ},23$ der Zwillinge; Al Batani hat also bey seiner Bestimmung nur um $1\frac{1}{2}$ Grade gefehlt, welches, bey einem so feinen Elemente, für sein Jahrhundert eine große Genauigkeit ist. Diese Resultate sind nicht nur durch ihre Genauigkeit, sondern besonders auch deswegen schätzbar, weil sie die einzigen sind, welche für die, durch die Theorie der Schwere und die seculare Gleichung des Mondes erwiesene Abnahme der Excentricität der Sonnenbahn, eine directe Bestätigung abgeben. Sie müssen zu der Beobachtung der Schiefe der Ekliptik, wovon Al Batani sagt, daß sie sorgfältig, vermittelst einer langen Alhidade, und unter Befolgung aller im Almageste angezeigten Vorichtsregeln, angestellt worden sey, ein großes Vertrauen erwecken.

Diese Arbeiten des Al Batani finden sich in seinem auf uns gekommenen Werke *über die Sternwissenschaft*. Ausser dem sind zwey Sonnenfinsternisse und eine Mondfinsterniß, die in den Jahren 977, 978, 979 von Ibn Jonis bey *Cairo* beobachtet worden, und zur Kenntniß der Beschleunigung der Mondsbe-
 wegung geführt haben, das wichtigste, was uns die Astronomie der Araber gewährt. Ein-
 zig mit Beobachtungen beschäftigt, forschten sie nicht nach den Ursachen der himmlischen Erscheinungen, und änderten nichts an dem ptolemäischen Systeme.

Die *Perser*, welche lange Zeit einerley Fürsten mit den Arabern unterworfen gewesen waren, und einerley Religion bekannt hatten, schüttelten um die Mitte des eilften Jahrhun-
 derts das Joch der Chalifen ab. Um diese Zeit erhielt ihr Kalender durch die Bemühungen des Astronomen Omar Cheyam eine neue Gestalt, die sich auf die sinnreiche Einschaltungsart gründete, nach welcher auf 33 Jahre 8 Schaltjahre kamen. Holagu Ilekan, einer ihrer Fürsten, versammelte die geschicktesten Astronomen in *Maragha*, wo er eine prächtige Sternwarte bauen liefs, über welche er dem Nasiredin die Aufsicht anvertraute. Aber

kein Fürst von dieser Nation zeichnete sich durch seinen Eifer für die Astronomie mehr aus, als Ulugh Beigh, den man zu den größten Beobachtern zählen muß. Er verfertigte selbst in *Samarcand*, der Hauptstadt seiner Staaten, ein neues Fixstern-Verzeichniß, und die besten Sonnen- und Planetentafeln, die man vor Tycho Bراهه hatte. Er setzte das jährliche Vorrücken der Nachtgleichen auf $159''$, und maß im Jahre 1437 mit einem grossen Instrumenten-Vorrathe die Schiefe der Ekliptik, die er $26^{\circ}, 1475$ gleich fand.

Anderthalbhundert Jahre früher zeigt uns die *chinesische* Astronomie mehrere von Cheou-King, einem sehr geschickten Astronomen, mittelst eines sehr hohen Gnomons mit vieler Sorgfalt angestellte Sonnenbeobachtungen. La Caille hat die Länge des Jahrs übereinstimmend mit der von uns angenommenen daraus hergeleitet; und die Schiefe der Ekliptik $26^{\circ}, 1519$ gleich für das Jahr 1218, als die Epoche dieser Beobachtungen, woraus eine hundertjährige Abnahme von $153''$ folgt; und ich selbst gründete die Angabe dieser Abnahme von $154'', 3$ hauptsächlich auf diese Beobachtungen und auf die des Al Batani. Die Geschichte der chinesischen Astronomie er-

wähnt auch noch einiger Sternbedeckungen durch die Planeten, und einer großen Anzahl von Sonnen- und Mondfinsternissen. Ohne Zweifel sind unter den Handschriften, welche unsere Bibliotheken enthalten, noch andere Beobachtungen vorhanden, welche über die Theorie der secularen Ungleichheiten der himmlischen Bewegungen und über den wahren Werth der Massen der Planeten, einen der wichtigsten Gegenstände, dessen Berichtigung die neuere Astronomie noch wünschen läßt, viel Licht verbreiten würden. Die Untersuchung dieser Beobachtungen muß besonders die Aufmerksamkeit in den morgenländischen Sprachen geübter Gelehrten beschäftigen; denn es ist gewiß nicht minder wichtig, die großen Veränderungen des Weltsystems kennen zu lernen, als die Revolutionen der Reiche.

V i e r t e s K a p i t e l .

Von der Astronomie im neueren Europa.

Das neue Europa verdankt den Arabern die ersten Lichtstralen, welche die Finsternisse zerstreuet haben, worin es mehr, als zwölfhundert Jahre lang eingehüllet gewesen war. Sie waren unsere Lehrer, wie vormals die

Egypter die Lehrer der Griechen waren, und durch ein besonderes Verhängnifs, sind die Wissenschaften, die sie uns überliefert haben, bey diesen Völkern verschwunden, wie die Astronomie aus den Tempeln von Egypten und Chaldäa in eben dem Maafse verschwand, als sie in der Schule zu Alexandria Fortschritte machte.

Alphonsus, König von *Castilien*, war einer der ersten Fürsten, welche die in Europa wieder auflebende Astronomie begünstigten. Diese Wissenschaft zählt wenig so eifrige Beschützer; er wurde aber von den Astronomen, die er mit grossen Kosten um sich versammelt hatte, schlecht unterstützt, und die von ihnen verfertigten Tafeln standen mit dem außerordentlichen Aufwande, den sie veranlasset hatten, in keinem Verhältnisse. Als ein Mann von einem richtigen Blicke fand Alphonsus das Gewirre so vieler Kreise, worin man die Himmelskörper sich bewegen liefs, anstößig; denn er dachte, die Mittel der Natur müßten viel einfacher seyn. Deswegen sagte er einmal: „*Hätte Gott mich zu Rathe ziehen wollen, so würden die Dinge in eine bessere Ordnung gekommen seyn.*“ Durch diese Aeußerung, die man ihm als eine Vermessenheit angerechnet

hat, gab er zu verstehen, daß man noch weit entfernt wäre, den Mechanismus des Weltgebäudes zu kennen.

Zur Zeit des Alphonsus zeichnete sich der teutsche Kaiser Friedrich II. durch seine Liebe zu der Astronomie aus. Seinen Aufmunterungen verdankt man die erste lateinische Uebersetzung des Almagests, die nach einer arabischen Handschrift gemacht wurde, weil die griechische Sprache damals in diesen Gegenden unbekannt war.

Wir kommen endlich auf die berühmte Epoche, da die Astronomie einen schnellen Schwung nahm, und durch ununterbrochene Fortschritte sich zu der Höhe erhob, auf welcher wir sie jezt sehen.

Peurbach, Regiomontan und Walther bereiteten der Astronomie diese glückliche Zeit vor; und Copernicus brachte sie durch die glücklichen Erklärungen der himmlischen Erscheinungen, vermittelt der Bewegungen der Erde um sich selbst, und um die Sonne, zum Daseyn. Da ihm, wie dem Alphonsus, die äußerste Verwickelung des ptolemäischen Systems anstößig war, so suchte er bey den alten Philosophen eine einfachere Anordnung des Weltgebäudes. Er sahe, daß

die Egypter die Venus und den Merkur um die Sonne in Bewegung gesetzt hätten; daß Nicetas, nach der Erzählung des Cicero, die Erde sich um ihre Axe drehen lassen, und dadurch die Himmelskugel von der unbegreiflichen Geschwindigkeit befreyet hätte, die man ihr hatte ertheilen müssen, um ihre tägliche Umwälzung zu Stande zu bringen. Aristoteles und Plutarchus lehrten ihn, daß die *Pythagoräer* die Erde und die Planeten um die Sonne, die sie in den Mittelpunkt der Welt setzten, sich hätten bewegen lassen. Diese lichtvollen Vorstellungen überraschten ihn, er wandte sie auf die astronomischen Beobachtungen an, welche die Zeit beträchtlich vielfältiget hatte, und er hatte die Genugthuung zu sehen, daß sie ohne Zwang sich nach der Theorie der Bewegungen der Erde bequemen. Die von Ptolemäus zur Erklärung der bald rechtläufigen, bald rückläufigen Bewegungen der Planeten ausgedachten Kreise verschwanden, und Copernicus sahe in diesen sonderbaren Ereignissen blos durch die Verbindung der Bewegung der Erde mit denen der Planeten bewirkte Erscheinungen. Die tägliche Bewegung aller Gestirne war blos die Umdrehungsbewegung der Erde, und das

Vorrücken der Nachtgleichen verwandelte sich in eine kleine Bewegung der Erdaxe. Endlich kündigte alles in diesem Systeme jene schöne Einfachheit an, die uns bey den Mitteln der Natur bezaubert, wenn wir glücklich genug sind, sie zu entdecken. Copernicus machte es in seinem Werke, *über die Umläufe der Himmelskörper*, bekannt; und um die angenommenen Vorurtheile nicht dagegen zu empören, stellte er es nur als eine Hypothese dar.

„Da die Astronomen, sagt er in seiner Zueignungsschrift, an den Pabst Paul III. sich die Freyheit genommen haben, Kreise auszudenken, um die Bewegungen der Gestirne zu erklären, so glaubte ich eben sowohl mir die Freyheit nehmen zu dürfen, zu untersuchen, ob die Voraussetzung der Bewegung der Erde die Theorie dieser Bewegungen nicht genauer und einfacher mache.“ Diesem großen Manne ward es nicht verstattet, noch selbst ein Zeuge von dem Fortgange seines Werks zu werden; er starb fast plötzlich am Blutgange in einem Alter von 71 Jahren, wenige Tage nachdem er das erste Exemplar davon erhalten hatte. Er war zu *Thorn* im polnischen Preussen den 19ten Januar 1472 gebohren; lernte im Hause seines Vaters die griechische und

lateinische Sprache, und gieng alsdann, um seine Studien fortzusezen, nach *Cracow*. In der Folge wurde er durch seinen Geschmack an der Astronomie, und durch das Ansehen, das *Regiomontanus* sich erworben hatte, hingerissen, und der Wunsch, ihm gleich zu kommen, bestimmte ihn zu einer Reise nach Italien, wo diese Wissenschaft mit Erfolge vorgetragen wurde. Er besuchte zu *Bologna* die Vorlesungen des *Dominicus Maria*. Da er nach Rom kam, erwarb er sich durch seine Talente eine öffentliche Lehrstelle; endlich verließ er diese Stadt, um seinen Wohnsitz in *Frauenburg* zu nehmen, wo sein Oheim, der damalige Bischoff von *Wermeland* ihm ein *Canonicat* verschafft hatte. In diesem ruhigen Aufenthalte brachte er durch 36 Jahre lang fortgesetzte Beobachtungen und Betrachtungen seine Theorie der Bewegungen der Erde zu Stande. Nach seinem Tode wurde er in der Domkirche zu *Frauenburg*, ohne Gepränge und Denkmal, begraben; aber sein Andenken wird eben so lange dauern, als die großen Wahrheiten, die er, mit einer solchen Klarheit, daß sie endlich die Täuschungen der Sinne zerstreuten, und die Schwierigkeiten, welche Unbekanntschaft mit den Gesezen der

Mechanik ihnen entgegensezte, überwand, wieder in Umlauf gebracht hat.

Diese Wahrheiten hatten noch mit Hindernissen von einer andern Art zu kämpfen, welche, da sie aus einem verehrten Boden hervorkamen, sie erstickt haben würden, wenn nicht die schnellen Fortschritte aller mathematischen Wissenschaften zusammengewirkt hätten, um sie zu bevestigen. Die Religion wurde zur Hülfe gerufen, um ein astronomisches System zu zerstören, und man quälte, durch wiederholte Verfolgungen, einen der Vertheidiger desselben, dessen Entdeckungen seinem Jahrhunderte und seinem Vaterlande Ehre machten. Rhäticus, ein Schüler des Copernicus, war der erste, der seine Vorstellungen annahm, aber sie machten wenig Glück, bis auf den Anfang des siebzehnten Jahrhunderts, wo sie solches hauptsächlich den Arbeiten und Schicksalen des Galilei zu danken hatten.

Ein glücklicher Zufall veranlassete die Bekanntmachung des bewundernswürdigsten Werkzeugs, welches der menschliche Kunstfleiß erfunden hat, und welches dadurch, daß es den astronomischen Beobachtungen eine unerwartete Ausdehnung und Genauigkeit gab,

am Himmel neue Ungleichheiten und neue Welten wahrnehmen liefs.

Galilei hatte kaum von den ersten Versuchen mit dem Teleskope Nachricht erhalten, als er sich beeiferte, es zu vervollkommen. Da er es nach den Sternen richtete, erkannte er die Lichtgestalten der Venus, welche Copernicus aus seiner Theorie geschlossen hatte, und von dieser Zeit an zweifelte er nicht mehr an der Bewegung dieses Planeten um die Sonne. Die Jupiterstrabanten, die er in der Folge entdeckte, zeigten ihm eine neue Aehnlichkeit der Erde mit den Planeten. Endlich beobachtete er noch die Sonnenflecken, und die Erscheinungen des Rings vom Saturn. Da er diese Entdeckungen bekannt machte, zeigte er zugleich, das sie die Bewegungen der Erde unwidersprechlich bewiesen. Aber die Vorstellung dieser Bewegung wurde durch eine Versammlung der Kardinäle für kezerisch erklärt, Galilei, ihr berühmtester Vertheidiger für das Inquisitionsgericht gefordert, und genöthiget, sie zu widerrufen, um einem harten Gefängnisse zu entgehen.

Bey dem Manne von Geist ist die Leidenschaft für die Wahrheit eine der stärksten Leidenschaften. Ueberzeugt, das man, um ihr Eingang

Eingang zu verschaffen, sie nur ins Licht zu setzen brauche, brennt er vor Verlangen, sie auszubreiten, und die Hindernisse, die man ihm entgegensezt, dienen, da sie ihm Irrthum und Ungerechtigkeit im Bunde zeigen, um sie zu zerstören, bloß dazu, ihn noch mehr zu reizen, und seine Kraft noch höher zu spannen. Galilei, durch seine eigenen Beobachtungen von der Bewegung der Erde überzeugt, dachte lange Zeit auf ein neues Werk, worin er alle Beweise dafür zu entwickeln sich vorgenommen hatte.

Aber um sich zugleich der Verfolgung zu entziehen, deren Opfer er hätte werden müssen, wählte er die Auskunft, sie in der Form von Dialogen zwischen drey Personen, deren eine das copernicanische System gegen die Angriffe eines *Peripatetikers* vertheidigt, darzustellen. Man sieht wohl, daß der Vortheil auf der Seite des Vertheidigers dieses Systems war; da aber Galilei nicht zwischen ihnen entschied, und den Einwürfen der Anhänger des Ptolemäus so viel Gewicht gab, als nur möglich war, so durfte er wohl erwarten, im Genusse der Ruhe, die sein hohes Alter und seine Arbeiten verdienten, nicht gestört zu werden. Die Aufnahme dieser Dialogen, und die siegreiche Art, womit in denselben alle

Schwierigkeiten gegen die Bewegung der Erde gehoben waren, machten die Inquisition wieder aufmerksam. Galilei wurde in seinem siebzigsten Jahre aufs neue vor dieses Tribunal gefordert, und selbst die Verwendung des Großherzogs von Toskana konnte ihn der Nothwendigkeit, daselbst zu erscheinen, nicht überheben. Man schloß ihn in ein Gefängniß ein, wo man eine zweyte Wiederrufung seiner Meynungen von ihm forderte, unter Androhung der für die wieder abgefallenen Kezer bestimmten Strafe, wenn er fortfahren würde, das copernicanische System bekannt zu machen. Man ließ ihn folgende Abschwörungsformel unterschreiben: „Ich Galilei, der ich „in meinem siebzigsten Jahre mich persönlich „vor dem Gerichte eingefunden, auf den Knien „liegend, und die Augen auf die heiligen Evan- „gelien, die ich mit meinen Händen berühre, „gerichtet, schwöre ab, verfluche und ver- „wünsche mit redlichem Herzen und wahren „Glauben die Ungereimtheit, Falschheit und „Kezerey der Lehre von der Bewegung der „Erde etc.“ Welch ein Anblick war das, einen ehrwürdigen Greis, berühmt durch ein langes, der Erforschung der Natur einzig gewidmetes Leben, gegen das Zeugniß seines eigenen Ge-

wissens die Wahrheit, die er mit Ueberzeugungskraft erwiesen hatte, auf den Knien abschwören zu sehen! Ein Urtheil der Inquisition verdamnte ihn zu immerwährender Gefangenschaft. Ein Jahr hernach wurde er, auf die Verwendungen des Großherzogs, in Freyheit gesetzt; um ihm aber unmöglich zu machen, der Gewalt der Inquisition sich zu entziehen, wurde ihm verboten, das Gebiet von *Florenz* zu verlassen. Er war im Jahr 1564 zu *Pisa* (nach andern zu *Florenz*) geboren, und kündigte schon frühe die Anlagen an, die er in der Folge entwickelte. Die Mechanik verdankt ihm viele Entdeckungen, worunter die wichtigste seine Theorie des Falls der Körper ist. Galilei war mit dem Schwanken des Mondes beschäftigt, als er das Gesicht verlor, und drey Jahre nachher starb er zu Arcetri im Jahre 1642. Seinen Verlust betrauerte Europa, das durch seine Arbeiten erleuchtet, und über das von einem verhafsten Tribunale gegen einen so großen Mann gefällte Urtheil aufgebracht war.

Während dies in Italien vorging, entdeckte Kepler in Teutschland die Bewegungsgesetze der Planeten. Ehe wir aber seine Entdeckungen erzählen, wird es gut seyn, uns

weiter hinauf zu begeben, und die Fortschritte der Astronomie im Norden von Europa, seit dem Tode des Copernicus bekannt zu machen.

Die Geschichte dieser Wissenschaft zeigt uns um diese Zeit eine große Anzahl vortreflicher Beobachter. Einer der berühmtesten war Wilhelm IV. Landgraf von Hessen-Cassel. Er ließ zu Cassel eine Sternwarte erbauen, die er mit sorgfältig gearbeiteten Werkzeugen versah, und auf welcher er lange Zeit selbst beobachtete. Er nahm zwey vorzügliche Astronomen, Rothmann und Just Byrgius zu sich; und Tycho verdankte seinen dringenden Verwendungen die Vortheile, welche König Friedrich von *Dänemark* ihm verwilligte.

Tycho Brahe, einer der größten Beobachter, die gelebt haben, war zu *Kundstorp* in *Norwegen* geboren. Sein Geschmack an der Astronomie zeigte sich von seinem vierzehnten Jahre an, aus Gelegenheit einer Sonnenfinsternis, die im Jahre 1560 sich ereignete. In diesem Alter, wo das Nachdenken so selten ist, flößte die Richtigkeit der Berechnung, welche diese Erscheinung angekündigt hatte, ihm ein lebhaftes Verlangen ein, die Gründe davon kennen zu lernen; und dies Verlangen wurde

durch die Hindernisse, die ihm von seinem Erzieher und seiner Familie entgegengesetzt wurden, nur noch vermehrt. Er reisete nach Teutschland, wo er Verbindungen des Briefwechsels und der Freundschaft mit den vorzüglichsten Gelehrten und Liebhabern der Astronomie, und besonders mit dem Landgrafen von Hessen-Cassel errichtete, der ihn auf die schmeichelhafteste Art aufnahm. Nach seiner Zurückkunft in sein Vaterland wurde er durch seinen Monarchen Friedrich, der ihm die kleine Insel *Hveen* im *Oeresund* schenkte, bestimmt, sich daselbst vestzusezen. Er bauete hier eine berühmte Sternwarte unter dem Namen *Uranienburg*, wo er während eines Aufenthalts von 21 Jahren einen ungeheuren Haufen von Beobachtungen sammelte, und mehrere wichtige Entdeckungen machte. Nach Friedrichs Tode bekam der Neid gegen Tycho freyen Spielraum, und nöthigte ihn, seinen stillen Wohnsitz zu verlassen. Seine Zurückkunft nach *Kopenhagen* befriedigte die Wuth seiner Verfolger nicht. Ein Minister (sein Name muß, wie die Namen aller derer, die ihre Gewalt gemißbraucht haben, um die Fortschritte der Vernunft aufzuhalten, der Verwünschung aller Zeitalter Preis gegeben wer-

den) Walchendorp brachte es dahin, daß ihm verboten wurde, seine Beobachtungen fortzusetzen. Glücklicherweise fand Tycho wieder einen mächtigen Beschützer an dem Kaiser Rudolph II., der ihn gegen eine ansehnliche Besoldung zu sich nahm, und ihm zu Prag eine bequeme Wohnung anwies. In dieser Stadt raffte ihn ein unvermutheter Tod den 24ten October 1601 mitten aus seinen Arbeiten und in einem Alter hinweg, wo die Astronomie noch große Dienste von ihm erwarten konnte,

Erfindungen neuer Werkzeuge, neue Verbesserungen älterer, eine viel größere Genauigkeit bey den Beobachtungen, ein weit vorzüglicheres Fixstern-Verzeichniß, als das von Hipparchus und Ulug Beigh, die Entdeckung der Ungleichheit des Monds, die man die *Variation* nennt, die Entdeckung der Bewegung der Knoten und der Neigung der Monds-bahn, die wichtige Bemerkung, daß die Kometen jenseits dieser Bahn sind, eine vollkommene Kenntniß von den astronomischen Strahlenbrechungen, endlich sehr zahlreiche Beobachtungen der Planeten, welche Keplers Entdeckungen zur Grundlage gedient haben, dies sind die wichtigsten Dienste, welche

Tycho Brahe der Astronomie erwiesen hat. Eingenommen von den Einwendungen, welche die Gegner des Copernicus der Bewegung der Erde entgegensezten, und vielleicht auch verleitet durch die Eitelkeit, seinen Namen einem astronomischen Systeme zu geben, verkannte er das der Natur. Nach ihm ist die Erde im Mittelpunkte des Weltalls unbeweglich; alle Gestirne bewegen sich täglich um die Weltaxe, und die Sonne führt bey ihrem jährlichen Umlaufe die Planeten mit sich fort. In diesem schon bekannten Systeme sind die Erscheinungen die nämlichen, wie in dem der Bewegung der Erde. Man kann überhaupt jeden beliebigen Punkt, z. B. den Mittelpunkt des Monds, als unbeweglich betrachten, wenn man nur die Bewegung, von welcher er getrieben wird, allen Sternen in entgegengesetzter Richtung ertheilt. Ist es aber nicht physisch ungereimt, anzunehmen, daß die Erde im Weltraume ruhe, während die Sonne die Planeten fortführt, in deren Mitte sie selbst eingeschlossen ist? Sollte wohl die bey der Hypothese von der Bewegung der Erde mit der Umlaufszeit der Erde um die Sonne so gut übereinstimmende Entfernung beyder einem Geiste, der die Stärke der Analogie zu empfin-

den vermag, noch einen Zweifel an der Wahrheit dieser Hypothese übrig lassen können?

Man muß gestehen: Tycho, obschon ein großer Beobachter, war in Erforschung der Ursachen nicht glücklich; sein unphilosophischer Geist war sogar von den Vorurtheilen der *Astrologie* angesteckt, die er auch zu vertheidigen versuchte.

In seinen letzten Jahren hatte Tycho einen Schüler und Gehülfen an Keplern, der im Jahre 1571 zu Weil *) im Herzogthum *Wirtemberg* gebohren, und einer von den seltenen Menschen war, welche die Natur von Zeit zu Zeit den Wissenschaften schenkt, um durch sie große Theorien, die durch die Arbeiten mehrerer Jahrhunderte vorbereitet waren, zu Stande zu bringen. Die wissenschaftliche Laufbahn schien ihm anfänglich nicht sehr geschickt, seinen Durst nach Ruhm zu befriedigen; aber die Ueberlegenheit seines Geistes und die Aufmunterungen Mästlins führten

*) Im astron. Jahrbuche f. 1791 sagt der gelehrte Herr Pfarrer Wurm: „Ob Kepler zu Mogstätt oder zu Weil gebohren sey, wird, nach Vollendung aller möglichen Untersuchung, die ich darüber angestellt, wahrscheinlich immer so ungewiß bleiben, als Homers Geburtsort.“

ihn zur Astronomie, welcher er sich mit der ganzen Thätigkeit einer für den Ruhm leidenschaftlich eingenommenen Seele hingab.

Aus ungeduldigem Bestreben, die Ursache der Erscheinungen kennen zu lernen, ahndet der Gelehrte, der eine lebhaftere Einbildungskraft besitzt, sie oft, ehe die Beobachtungen ihn darauf führen könnten. Ohne Zweifel ist es sicherer, von den Erscheinungen zu den Ursachen aufzusteigen, aber die Geschichte der Wissenschaften beweist uns, daß dieser langsame Gang nicht immer der der Erfinder gewesen ist. Welche Klippen hat der zu fürchten, der seine Einbildungskraft zur Führerin nimmt! Voraus für das, was sie ihm vorhält, eingenommen, und weit entfernt es zu verwerfen, wenn die Erscheinungen ihm entgegen sind, ändert er die letzteren, um sie seinen Hypothesen anzupassen; er verstümmelt, wenn ich so sagen darf, das Werk der Natur, um es dem seiner Einbildungskraft ähnlich zu machen, ohne zu bedenken, daß die Zeit mit der einen Hand diese eiteln Phantome zerstört, und mit der andern die Resultate der Rechnung und Erfahrung bestätigt. Ein für die Aufnahme der Wissenschaften wahrhaft nützlicher Philosoph ist der, welcher mit einer umfas-

senden Einbildungskraft eine große Strenge in seinen Schlüssen, und bey seinen Beobachtungen vereinigt, und zugleich auf der einen Seite von dem Verlangen, sich zu der Ursache der Erscheinungen zu erheben, und auf der andern von der Furcht, sich in Ansehung derjenigen, welche er ihnen beylegt, zu täuschen, beunruhiget wird.

Den ersten dieser Vorzüge verdankte Kepler der Natur, den andern dem Tycho Brahe. Dieser große Beobachter, den er in Prag besuchte, und welcher in Keplers ersten Werken seinen Geist, mitten unter den geheimnißvollen Analogien der Figuren und Zahlen, womit sie angefüllt waren, erkannt hatte, munterte ihn auf, zu beobachten, und verschaffte ihm den Titel eines kaiserlichen Mathematicus. Der wenige Jahre hernach erfolgte Tod des Tycho setzte Keplern in den Besiz der schätzbaren Sammlung seiner Beobachtungen, und er machte davon den nützlichsten Gebrauch, indem er drey der wichtigsten Entdeckungen, die man in der Naturphilosophie gemacht hat, darauf gründete.

Eine Opposition des Mars bestimmte Keplern, sich vorzugsweise mit den Bewegungen dieses Planeten zu beschäftigen. Seine Wahl

war glücklich, weil die Bahn des Mars eine der am meisten excentrischen in dem Planetensysteme ist, die Ungleichheiten seiner Bewegung merklicher sind, und die Geseze derselben sich leichter und sicherer müssen entdecken lassen. Obschon die Theorie von der Bewegung der Erde den grössten Theil der Kreise vernichtete, womit Ptolemäus die Astronomie überladen hatte, so hatte doch Copernicus ihrer noch mehrere beybehalten, um die wirklichen Ungleichheiten der Himmelskörper zu erklären. Kepler, betrogen, wie er, durch die Meinung, daß ihre Bewegungen kreisförmig und gleichförmig seyn müßten, versuchte lange Zeit, die des Mars unter dieser Voraussetzung darzustellen. Endlich durchbrach er, nach einer großen Anzahl von Versuchen, die er in seinem berühmten Werke: *Commentarii de Stella Martis*, umständlich erzählt, das Hinderniß, welches ihm ein durch den Beyfall aller Jahrhunderte im Ansehen erhaltener Irrthum entgegensezte; er erkannte, daß die Bahn des Mars eine Ellipse sey, deren einen Brennpunkt die Sonne einnehme, und daß der Planet sich so in derselben bewege, daß der aus seinem Mittelpunkte an den der Sonne gehende Radius Vector den Zeiten proportionirte Flächen be-

schreibe. Diese Resultate dehnte Kepler auf alle Planeten aus, und machte im Jahre 1626 nach dieser Theorie die rudolphinischen Tafeln bekannt, die in der Astronomie auf immer merkwürdig seyn werden, weil sie die ersten waren, die sich auf die wahren Geseze der Bewegungen der Planeten gründeten.

Ohne die Speculationen der Griechen über die Curven, welche der Schnitt eines Kegels durch eine Ebene beschreibt, würden diese schönen Geseze vielleicht noch unbekannt seyn. Da die Ellipse eine von diesen Curven ist, so veranlassete ihre längliche Gestalt bey Kepler den Gedanken, den Planeten Mars, dessen Bahn er für oval erkannt hatte, in einer solchen sich bewegen zu lassen; und vermittelt der zahlreichen Eigenschaften, welche die alten Geometer von den Kegelschnitten entdeckt hatten, versicherte er sich bald von der Wahrheit dieser Voraussetzung. Die Geschichte der Wissenschaften zeigt uns viele Beyspiele solcher Anwendungen der reinen Geometrie und ihrer Vortheile; denn in der unermesslichen Kette der Wahrheiten greift alles in einander, und oft war eine einzige Beobachtung zureichend, um die dem Scheine nach unnütze aus unserm Verstande in die

Natur einzuführen, deren Erscheinungen nichts anders, als die mathematischen Resultate einer kleinen Anzahl unveränderlicher Geseze sind.

Die Empfindung von dieser Wahrheit gab wahrscheinlich den geheimnißvollen Analogien der *Pythagoräer* das Daseyn. Sie hatten auch Keplern verführt, und er verdankte ihnen eine seiner schönsten Entdeckungen. Ueberzeugt, daß die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne diesen Analogien gemäß angeordnet seyn müßten, verglich er sie lange Zeit theils mit den regulären Körpern der Geometrie, theils mit den Tönen der Musik. Endlich fiel er nach siebzehn Jahre lang fortgesetzten Betrachtungen und Berechnungen auf den Gedanken, die Potenzen der Zahlen, welche sie ausdrücken, mit einander zu vergleichen; und fand, daß die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten sich zusammen verhalten, wie die Würfel der großen Axen ihrer Bahnen; ein sehr wichtiges Gesez, welches er in dem Systeme der Jupiterstrabanten zu erkennen den Vortheil hatte, und welches sich auf alle Trabantensysteme erstreckt.

Man muß erstaunen, daß Kepler die allgemeinen Geseze der elliptischen Bewegung

nicht auch auf die Kometen angewandt hat. Aber verführt durch eine feurige Einbildungskraft liefs er den Faden der Analogie fallen, der ihn zu dieser grossen Entdeckung führen mußte. Ueberzeugt, das die Kometen nicht, als Meteore wären, die im Aether entstünden, verabsäumte er, wie er selbst gesteht, ihre Bewegungen zu studiren, und so blieb er mitten auf der Bahn stehen, die er eröffnet hatte, und überliefs seinen Nachfolgern einen Theil des Ruhms, den er noch einärndten konnte. Zu seiner Zeit fieng man kaum an, die Methode zu ahnden, die man bey der Untersuchung der Wahrheit befolgen muß, zu welcher der grosse Geist nur durch einen gewissen Instinct gelangte, indem er oft mit seinen Entdeckungen viele Irrthümer vereinigte. Anstatt durch eine Reihe von Inductionen aus besondern Erscheinungen zu andern mehr umfassenden, und von diesen zu den allgemeinen Naturgesetzen sich mit Mühe zu erheben, war es leichter und angenehmer, alle Erscheinungen unter Verhältnisse der Schicklichkeit und Harmonie zu ordnen, welche die Einbildungskraft nach Willkühr schuf und modelte. So erklärte Kepler die Anordnung des Sonnensystems aus den Gesezen der musikalischen Harmonie.

Man sieht, daß er, selbst noch in seinen letzten Schriften, sich mit diesen träumerischen Speculationen so sehr gefällt, daß er sie als *die Seele* und *das Leben* der Astronomie betrachtet. Er hat die Excentricität der Erdbahn, die Dichtigkeit der Sonne, ihre Parallaxe, und noch andere Resultate daraus hergeleitet, deren Ungenauigkeit ein Beweis von den Irrthümern ist, denen man sich aussetzt, wenn man sich von der durch die Beobachtung vorgezeichneten Bahn verirret.

Nachdem Kepler die Epicykeln, welche Copernicus beybehalten hatte, zerstört, die Curve, welche die Planeten um die Sonne beschreiben, bestimmt, und die Geseze ihrer Bewegungen erkannt hatte, kam er dem Grundsaze, woraus diese Geseze herfließen, zu nahe, um ihn nicht zu ahnden. Die Untersuchung dieses Grundsazes beschäftigte oft seine lebhafteste Einbildungskraft; aber der Zeitpunkt war noch nicht gekommen, diesen letzten Schritt zu machen, der eine tiefere Kenntnifs der Mechanik und eine vollkommene Geometrie erforderte. Indessen führte die Verkettung der Wahrheiten Keplern, mitten unter seinen fruchtlosen Versuchen, und seinen zahlreichen Verirrungen, doch

auf richtige Blicke über diesen Gegenstand, in dem Werke, worin er seine wichtigsten Entdeckungen bekannt gemacht hat. „Die
 „Schwere, sagt er in seinen *Commentarien über*
 „den Mars, ist eine körperliche und gegen-
 „seitige Eigenschaft unter ähnlichen Körpern.
 „Die schweren Körper haben kein Bestreben
 „nach dem Mittelpunkte der Welt, aber nach
 „dem des runden Körpers, von welchem sie
 „einen Theil ausmachen; und wenn die Erde
 „nicht kugelförmig wäre, so würden die
 „schweren Körper nicht gegen ihren Mittel-
 „punkt, sondern nach verschiedenen Punkten
 „zu fallen. Wenn der Mond und die Erde
 „nicht in ihren respectiven Entfernungen
 „zurückgehalten würden, so würden sie auf
 „einander fallen, wobey der Mond $\frac{3}{4}$ des
 „Wegs, die Erde aber den Rest zu machen
 „hätte, wenn man ihre Dichtigkeit gleich
 „setzte.“ Er glaubt auch, daß die Attraction
 des Monds die Ursache von der Ebbe und
 Fluth des Meeres sey, und er vermuthet, daß
 die Unregelmäßigkeiten der Mondsbe-
 wegung durch die vereinigten Wirkungen
 der Sonne und der Erde auf den Mond
 verursacht werden.

Die Astronomie verdankt Keplern noch
 mehrere wichtige Entdeckungen. Sein Werk
 über

über die Optik ist voll von neuen und wichtigen Dingen; er erklärt darin den vor ihm unbekanntem Mechanismus des Sehens, und giebt die wahre Ursache von dem *aschfarbigen Lichte* des Monds an; er verdankt aber diese letztere seinem Lehrer Mästlin, dem sowohl diese Entdeckung, als die Anführung Keplers zur Astronomie, und die Bekehrung Galilei's zum copernicanischen Systeme Ehre macht. Endlich hat Kepler in seinem Werke, das den Titel führt: *Stereometria doliorum*, Aussichten über das Unendliche eröffnet, die einen Einfluss auf die Revolution hatten, welche die Geometrie am Ende des letzten Jahrhunderts erfuhr *).

Bey so vielen Ansprüchen auf Bewunderung lebte dieser große Mann im Elende, während die überall geehrte Sterndeuterey reichlich belohnt wurde. Glücklicherweise findet der Mann von Geist im Genusse der Wahrheit, die sich ihm enthüllt, und in der Aussicht auf die gerechte und dankbare Nach-

*) Wer Gelegenheit dazu hat, der versäume nicht, eine lehrreiche Abhandlung des Herrn Prof. Pfeleiderer, unter dem Titel: *Kepleri methodus solida quaedam sua dimetiendi illustrata, et cum methodis Geometrarum posteriorum comparata*. Tubingae 1795. 4to. darüber nachzusehen.

welt Trost bey der Undankbarkeit seiner Zeitgenossen. Kepler hatte Besoldungen erhalten, die ihm immer schlecht ausbezahlt wurden. Als er sich daher an den Reichstag nach Regensburg begeben hatte, um die Rückstände davon einzutreiben, so starb *) er daselbst den 5ten November 1631. Er hatte in seinen letzten Jahren noch den Vortheil, die Entdeckung der Logarithmen entstehen zu sehen, und zu benutzen. Man verdankt dies bewundernswürdige Kunstwerk dem schottischen Baron Neper. Dadurch, daß diese Erfindung die Arbeit mehrerer Monate auf einige Stunden abkürzt, verdoppelt sie, wenn man so sagen kann, das Leben der Astronomen, und erspart ihnen die von langen Rechnungen unzertrennlichen Irrthümer und Ermüdungen; auch ist sie für den menschlichen Geist um so viel be-

*) Keplers Schicksal veranlassete bey Herrn Hofrath Kästner ein Epigramm, das ich hier einzurücken mir nicht verbieten kann:

Kein Sterblicher ist je so hoch gestiegen,
Als Kepler stieg, und starb in Hungersnoth:
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
Drum ließen ihn die Körper ohne Brod!

Wer sollte aber wohl glauben, daß es noch am Ende des achtzehnten Jahrhunderts dergleichen Körper gäbe, die mit Keplers Zeitgenossen in dem Wahne stehen: *Mathematicos ex aura vivere, et sola ingenii gloria contentos esse posse?*

friedigender, weil er sie ganz aus seinem eigenen Boden gezogen hat. In den Künsten gebraucht der Mensch die Materialien und die Kräfte der Natur, um seine Macht zu verstärken; hier aber ist alles lediglich sein Werk.

Auf Keplers und Galilei's Arbeiten folgten bald die von Huygen s. Sehr wenige Menschen haben sich durch die Wichtigkeit und Erhabenheit ihrer Untersuchungen um die Wissenschaften so sehr verdient gemacht. Die glückliche Anwendung, die er von dem Pendel bey den Uhren machte, ist eins der schönsten Geschenke, die man der Astronomie gemacht hat. Er erkannte, daß die sonderbaren Erscheinungen des Saturns durch einen sehr dünnen Ring verursacht werden, der diesen Planeten umgiebt; sein anhaltender Fleiß in Beobachtung derselben führte ihn zur Entdeckung eines Saturnstrabanten. Die Geometrie, Mechanik und Optik verdanken ihm eine große Anzahl von Entdeckungen; und wenn dieser Mann von seltenem Geiste auf den Einfall gekommen wäre, seine Lehrsätze von der Centrifugalkraft mit seinen schönen Untersuchungen über die Evoluten, und mit den keplerischen Gesezen zu verbinden: so würde er seine Theorie von den krummlinigten Bewe-

gungen, und die von der allgemeinen Schwere, bis dahin erhoben haben, wohin sie in der Folge Newton erhob. Aber eben in dergleichen Annäherungen bestehen die Entdeckungen.

Um eben diese Zeit machte sich Hevel der Astronomie durch unermessliche Arbeiten nützlich. Es hat wenige so unermüdete Beobachter gegeben; und es ist nur zu bedauern, daß er die Anwendung der Fernröhre bey den Quadranten nicht anwenden wollte, welche Erfindung der Beobachtungen eine bis dahin unbekante Genauigkeit gegeben hat.

Mit diesem Zeitpunkte bekam die Astronomie einen neuen Schwung durch die Stiftung der gelehrten Gesellschaften. Die Natur ist in ihren Erzeugnissen und in ihren Erscheinungen so mannichfaltig, und es ist so schwer, in ihre Ursachen einzudringen, daß, um sie kennen zu lernen, und sie zu nöthigen, uns ihre Geseze zu enthüllen, es nothwendig ist, daß eine große Menge Menschen ihre Einsichten und ihre Kräfte vereinigen. Besonders ist eine solche Vereinigung alsdann nothwendig, wenn die Wissenschaften bey ihrer Erweiterung einander berühren, und wechselseitige Hülffleistungen von einander fordern. Alsdann zieht der Naturforscher den Geometer zu

Rathe, um sich von den Erscheinungen, die er beobachtet, zu den allgemeinen Ursachen zu erheben; und der Geometer fragt auf seinem Wege den Naturforscher, um seine Untersuchungen durch ihre Anwendung auf die Erfahrung nutzbar zu machen, und um sich durch diese Anwendungen selbst neue Bahnen in der Analyse zu brechen. Aber der wichtigste Vortheil der gelehrten Gesellschaften ist der philosophische Geist, der nothwendig in denselben einheimisch werden, und sich von ihnen aus über eine ganze Nation, und über alle Gegenstände verbreiten muß. Der einzelne Gelehrte kann sich unbesorgt dem Geiste des Systems überlassen, er hört nur von ferne her Widerspruch; aber in einer gelehrten Gesellschaft endigt sich das Zusammenstoßen der systematischen Meinungen bald mit ihrer Vernichtung; und das Verlangen, sich gegenseitig zu überzeugen, veranlasset unter den Mitgliedern die Uebereinkunft, nichts anzunehmen, als Resultate der Beobachtung und Rechnung. Auch hat die Erfahrung bewiesen, daß seit dem Ursprunge dieser Anstalten die wahre Philosophie sich allgemein verbreitet hat. Dadurch, daß sie das Beyspiel gaben, wie man alles der Prüfung einer strengen Vernunft un-

terwerfen müsse, haben sie die Vorurtheile verdrängt, welche nur zu lange in den Wissenschaften geherrscht und die besten Köpfe der vorigen Jahrhunderte getheilt hatten. Sie haben der gelehrten Aufschneiderey beständig eine Masse von Kenntnissen entgegen gesetzt, woran Irrthümer abprellen mußten, die mit einem Enthusiasmus aufgenommen waren, der sie unter andern Umständen würde erhalten haben. Endlich sind in ihrem Schoofse die großen Theorien entstanden, die ihre Allgemeinheit der Fassungskraft des gemeinen Hauens entrückt; und die, da sie sich durch zahlreiche Anwendungen über die Natur und die nützlichen Künste verbreiten, besondere Aufmunterungen verdienen.

Unter allen gelehrten Gesellschaften sind die *Akademie der Wissenschaften zu Paris*, und die *königliche Societät zu London* die zwey berühmtesten, wegen der großen Menge und Wichtigkeit ihrer Entdeckungen in den Wissenschaften, und besonders in der Astronomie. Die erste wurde im Jahre 1606. durch Ludwig XIV. gestiftet, der den Glanz voraussah, den die Wissenschaften und Künste über sein Reich verbreiten mußten. Dieser durch Colbert auf eine würdige Art unterstützte Monarch

lud mehrere auswärtige Gelehrten ein, sich in seiner Hauptstadt niederzulassen. Huygens folgte dieser schmeichelhaften Einladung, und machte in der Mitte der Akademie, von welcher er eins der ersten Mitglieder war, sein bewundernswürdiges Werk *de Horologio oscillatorio* bekannt. Ohne Zweifel würde er auch seine Tage in seinem neuen Vaterlande beschlossener haben, wenn nicht das unglückliche Edict dazwischen gekommen wäre, das gegen das Ende des letzten Jahrhunderts Frankreich so vieler nützlicher Bürger beraubte. Huygens verließ also ein Land, aus welchem man die Religion seiner Väter verbannte, und begab sich nach dem *Haag*, wo er den 14. April 1629. geboren war, und den 5. Junius 1695. starb.

Eben so wurde Dominicus Cassini durch die Freygebigkeit Ludwigs XIV. nach Paris gezogen, welcher die Astronomie durch vierzig Jahre lang fortgesetzte nützliche Arbeiten mit einer Menge von Entdeckungen bereicherte. Dahin gehören die Theorie der Jupiterstrabanten, deren Bewegungen er durch Beobachtungen ihrer Verfinsterungen bestimmte. Die Entdeckung von vier Saturnstrabanten, die Entdeckung der Umdrehung Jupiters

um seine Axe, und der seinem Aequator parallelen Streifen, der Umdrehung des Mars, und des Thierkreislichts; die ziemlich genaue Kenntniß der Sonnenparallaxe, eine sehr genaue Refractionstafel, und besonders die vollständige Theorie von dem Schwanken des Monds, welche erst nach seinem Tode erschien.

Die große Zahl der Mitglieder der Akademie, welche Astronomen von seltenem Verdienste waren, und die Grenzen dieser kurzen historischen Uebersicht verstaten mir nicht, von ihren Arbeiten Rechenschaft zu geben. Es genügt mir daher, zu bemerken, daß die Anwendung des Fernrohrs bey dem Quadranten, die Erfindung des Mikrometers und Helio- meters, die allmähliche Fortpflanzung des Lichts, die Größe der Erde und ihrer Abplattung und die Abnahme der Schwere an dem Aequator, lauter aus dem Schoofse der Akademie der Wissenschaften hervorgegangene Erfindungen sind.

Der königlichen Societät zu *London*, die um einige Jahre älter ist, als die Akademie der Wissenschaften, hat die Astronomie keine geringeren Verbindlichkeiten. Unter den Astronomen, welche sie hervorgebracht hat, nenne ich *Flamsteed*, als einen der größten Beob-

achter, die gelebt haben; ferner Halley, der durch seine zur Aufnahme der Wissenschaften unternommenen Reisen, durch seine schöne Arbeit über die Kometen, die ihn auf die Entdeckung der Zurückkunft des Kometen vom Jahre 1759 führte, und durch den sinnreichen Gedanken, die Durchgänge der Venus durch die Sonne zur Bestimmung der Parallaxe der letzteren zu gebrauchen, berühmt ist; endlich Bradley, der sich durch zwey der schönsten Entdeckungen in der Astronomie, nämlich durch die der *Abirrung* des Lichts der Fixsterne und des *Wankens* der Erdaxe verewiget hat.

Nachdem die Anwendung des Pendels bey den Uhren, und der Fernröhre bey dem Quadranten den Beobachtern die kleinsten Veränderungen in der Lage der Himmelskörper merklich gemacht hatte; so suchten sie die jährliche Parallaxe der Fixsterne zu bestimmen: denn es war natürlich, zu denken, daß eine so große Ausdehnung, wie die des Durchmessers der Erdbahn ist, in der Entfernung dieser Sterne noch merklich sey. Da sie nun dieselbigen zu allen Jahreszeiten sorgfältig beobachteten, wurden sie kleine Veränderungen gewahr, die den Wirkungen der Parallaxe bisweilen günstig, meistens aber entgegen waren.

Zur Bestimmung des Gesezes dieser Veränderungen war ein Werkzeug von einem großen Halbmesser und einer äußerst genauen Theilung nothwendig. Der Künstler, der es zu Stande brachte, verdient an dem Ruhme des Astronomen Antheil zu nehmen, der ihm seine Entdeckungen verdankt. Graham, ein berühmter englischer Uhrmacher, verfertigte einen großen Sector, womit Bradley im Jahre 1727. die Aberration der Fixsterne erkannte. Um sie zu erklären, hatte dieser große Astronome den glücklichen Gedanken, die Bewegung der Erde mit der des Lichts zu verbinden, welche Römer gegen das Ende des letzten Jahrhunderts, mittelst der Verfinsterungen der Jupiterstrabanten entdeckt hatte. Man muß sich wundern, daß keiner von den damals lebenden vorzüglichen Gelehrten, die die Bewegung des Lichts kannten, auf die sehr einfachen Wirkungen, auf die scheinbare Lage der Fixsterne, die daraus folgten, aufmerksam war. Aber der in Bildung der Systeme so geschäftige Geist des Menschen hat fast immer darauf gewartet, daß Beobachtung und Erfahrung ihm wichtige Wahrheiten bekannt machten, welche eine einfache Schlussreihe ihm hätte entdecken können. So kam es, daß die

Erfindung der Teleskope um mehr als dreyhundert Jahre auf die der Linsengläser folgte, und auch selbst dann noch einem bloßen Zufalle zu danken war.

Im Jahre 1745. entdeckte Bradley durch Beobachtung das *Wanken* der Erdaxe. Bey allen diesen scheinbaren Veränderungen der Fixsterne, die er mit einer außerordentlichen Sorgfalt beobachtete, wurde er nichts gewahr, das eine merkliche Parallaxe anzeigte.

Die auf verschiedenen Seiten der Erdkugel angestellten Messungen der Grade der Erdmeridiane und des Pendels; — Operationen, wozu Frankreich das Beyspiel gegeben hat, dadurch dafs es den ganzen Bogen des Meridians, von welchem es durchschnitten wird, maß, und Mitglieder seiner Akademie an den Nordpol und den Aequator schickte, um daselbst die Gröfse dieser Grade und die Stärke der Schwere zu bestimmen; — die zur Beobachtung der beyden Durchgänge der Venus durch die Sonne in den Jahren 1761. und 1769. unternommenen Reisen, und die genaue Kenntniß der Dimensionen des Sonnensystems, als die Frucht dieser Reisen; die Erfindung der achromatischen Fernröhre und der Seeuhren; die durch Herschel in im Jahre 1781. gemachte

Entdeckung des Planeten *Uranus*; die seitdem von eben diesem Beobachter gemachten Entdeckungen seiner zwey Trabanten, und von zwey neuen Saturnstrabanten; endlich die Vervollkommnung aller astronomischen Theorien, und die Zurückführung aller himmlischen Erscheinungen ohne Ausnahme auf den Grundsatz der allgemeinen Schwere: dies sind, nebst Bradley's Entdeckungen, die wichtigsten Verbindlichkeiten, welche die Astronomie unserem Jahrhunderte hat, welches mit dem vorigen immer der glänzendste Zeitraum derselben seyn wird.

F ü n f t e s K a p i t e l.

Von der Entdeckung der allgemeinen Schwere.

Nachdem ich beschrieben habe, durch welche Bemühungen der menschliche Geist sich nach und nach zur Kenntniß der Geseze der himmlischen Bewegungen erhoben habe; so habe ich nun noch zu zeigen, wie er zur Entdeckung des allgemeinen Grundsazes, wovon diese Geseze abhängen, gelangt sey.

Des Cartes versuchte zuerst die Bewegungen der Himmelskörper auf die Mechanik

zurückzuführen; er dachte sich Wirbel von einer feinen Materie, in deren Mittelpunkte er diese Körper setzte; die Wirbel der Planeten führten die Trabanten fort, und der Wirbel der Sonne führte die Planeten, die Trabanten, und ihre verschiedenen Wirbel mit sich. Die nach allen Richtungen hingehenden Bewegungen der Kometen haben diese Wirbel vernichtet, wie sie die materiellen Himmel und das ganze Gerüste der von den alten Astronomen ausgedachten Kreise vernichtet hatten. Des Cartes war also in der Mechanik des Himmels um nichts glücklicher, als Ptolemäus in der Astronomie; aber ihre Arbeiten waren für die Wissenschaften nicht unnütz. Ptolemäus hat die kleine Zahl der von den Alten entdeckten astronomischen Wahrheiten durch vierzehn Jahrhunderte der Unwissenheit hindurch auf uns gebracht.

Des Cartes, der zu einer Zeit erschien, wo alle Köpfe sich in einer Gährung befanden, die er noch vermehrte, setzte an die Stelle der alten Irrthümer andere, mehr verführerische, die durch das Ansehen seiner geometrischen Entdeckungen unterstützt wurden, und zerstörte so die Herrschaft des Aristoteles und Ptolemäus, die eine weisere Philosophie

schwerlich erschüttert hätte. Indem er aber von dem Grundsatz ausgieng, daß man damit anfangen müßte an allem zu zweifeln, so erinnerte er uns selbst, seine Meinungen einer strengen Prüfung zu unterwerfen, und sein System konnte dem Stosse der neuen Wahrheiten, die ihm entgegen waren, nicht lange widerstehen.

Für Newton war es aufbehalten, uns den allgemeinen Grundsatz der himmlischen Bewegungen bekannt zu machen. Die Natur sorgte neben dem, daß sie ihn mit einem grossen Geiste begabte, auch dafür, ihn in die vortheilhafteste Zeit zu setzen. Die Geometrie des Unendlichen fing an von allen Seiten durchzuberechnen. Wallis, Wrenn und Huygens hatten die Geseze der Bewegung entdeckt; die Entdeckungen des letztern über die Evoluten und über die Centrifugalkraft führten natürlicherweise auf die Theorie der Bewegung in krummen Linien. Kepler hatte diejenigen bestimmt, welche die Planeten beschreiben, und die allgemeine Gravitation angedeutet; endlich hatte Hook deutlich gesehen, daß ihre Bewegungen das Resultat einer Wurfskraft, verbunden mit der Anziehungskraft der Sonne, sind. Der Mechanik

des Himmels fehlte es also, um zu ihrer Reife zu kommen, nur noch an einem Manne von Geist, der diese Entdeckungen zu verallgemeinern, und das Gesez der Schwere daraus herzuleiten wufste; und dies ist es, was Newton in seinem unsterblichen Werke: *Principia Philosophiae naturalis mathematica* bewerkstelliget hat.

Dieser in so vielen Hinsichten berühmte Mann wurde zu *Woolstrop* in England gegen das Ende des Jahrs 1642, in welchem Galilei starb, geboren. Seine ersten Versuche in der Mathematik kündigten schon an, was er einst werden würde. Ein flüchtiges Durchlesen elementarischer Werke war bey ihm hinreichend, sie zu verstehen; er durchlief hierauf die Geometrie von Des Cartes, Keplers Optik und die Arithmetik des Unendlichen von Wallis; und da er sich bald zu neuen Erfindungen erhob, so war er noch vor seinem 27. Jahre im Besize seiner *Fluxionsrechnung* und seiner Theorie des Lichts. Aus Liebe zur Ruhe und aus Furcht vor gelehrten Streitigkeiten, die er vielleicht bey einer frühern Bekanntmachung seiner Entdeckungen eher vermieden haben würde, eilte er nicht, sie ans Licht zu stellen. Doctor Barrow, dessen Schüler und Freund

er war, legte, zu seinem Vortheile, sein mathematisches Lehramt auf der Universität zu *Cambridge* nieder. Während er dieses verwaltete, gab er endlich den dringenden Anforderungen der königlichen Societät zu *London* und den Bitten Halley's so weit nach, daß er seine *Principien* bekannt machte. Die Universität, deren Mitglied er war, wählte ihn zu ihrem Repräsentanten in der Parlementsversammlung des Jahrs 1688, und in der Versammlung des Jahrs 1701. bekleidete er diese Stelle noch einmal. Er wurde zum Director der Münze ernannt, und von der Königin Anna in den Ritterstand erhoben. Im Jahr 1703. wurde er zum Präsidenten der königlichen Societät erwählt, und dies blieb er ununterbrochen bis an seinen im Jahr 1727. erfolgten Tod. Er genoß endlich, während seines langen Lebens, die allerhöchste Achtung, und nach seinem Tode ehrte ihn seine Nation, deren Ehre er gewesen war, durch die ausgezeichnetste Begräbnissfeyer.

Im Jahr 1666. richtete Newton, bey seinem Aufenthalte auf dem Lande, sein Nachdenken zum erstenmale auf das Weltsystem. Der Fall der Körper, der auf dem Gipfel der höchsten Berge beynahe eben so erfolgt, wie
an

an der Erdoberfläche, brachte ihn auf die Vermuthung, daß die Schwere sich bis zum Monde erstrecke, und dadurch, daß sie sich mit der Wurfbewegung dieses Trabanten verbinde, ihn in einer elliptischen Bahn um die Erde herumführe. Um diese Vermuthung zur Gewisheit zu bringen, mußte er das Gesez der Abnahme der Schwere kennen. Newton erwog, daß, wenn die Schwere gegen die Erde den Mond in seiner Bahn erhält, die Planeten, durch ihre Schwere gegen die Sonne, auf gleiche Art in ihren Bahnen erhalten werden müssen. Nun folgt es aus dem Verhältnisse zwischen den Quadraten der Umlaufzeiten der Planeten und den Würfeln der großen Axen ihrer Bahnen, daß ihre Centrifugalkraft, und folglich auch ihr Bestreben gegen die Sonne in dem Verhältnisse des Quadrats ihrer Entfernungen von diesem Gestirne abnimmt. Newton trug also dieses Gesez der Abnahme der Schwere auf die Erde über. Er gieng von den Erfahrungen über den Fall der Körper aus, und bestimmte die Höhe, von welcher der Mond, sich selbst überlassen, in einem kurzen Zeitraume gegen die Erde fallen würde. Diese Höhe ist der Quersinus des Bogens, den er in der nämlichen Zeit beschreibt;

II. Theil.

U

die Mondsparrallaxe giebt diesen Quersinus in Theilen des Erdhalbmessers. Um also das Gesez der dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportionirten Schwere mit der Beobachtung zu vergleichen, war es nothwendig, die Größe dieses Halbmessers zu kennen. Da aber Newton damals nur eine fehlerhafte Messung des Erdmeridians vor sich hatte, so gelangte er zu einem andern Resultate, als er erwartete; und da er vermuthete, es möchten unbekannte Kräfte sich mit der Schwere des Mondes verbinden, so gab er seine ersten Gedanken auf. Einige Jahre nachher veranlafte ihn ein Brief von Doctor Hook, die Natur der von geworfenen Körpern um den Mittelpunkt der Erde beschriebenen Curve zu untersuchen. Picard hatte eben seine Gradmessung in Frankreich geendiget; und vermittelst dieser Messung erkannte Newton, daß der Mond blos durch die Kraft der Schwere, vorausgesetzt, daß sie dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportionirt sey, in seiner Bahn erhalten würde. Nach diesem Geseze fand er, daß die durch die Körper bey ihrem Falle beschriebene Linie eine Ellipse ist, deren einen Brennpunkt der Mittelpunkt der Erde einnimmt. Da er nun weiter betrach-

tete, daß die Planetenbahnen gleichfalls Ellipsen sind, in deren Brennpunkten der Mittelpunkt der Sonne liegt, so hatte er die Genugthuung zu sehen, daß seine Auflösung, die er bloß aus Neugierde unternommen hatte, auf die größten Gegenstände der Natur anwendbar wäre. Er brachte mehrere, die elliptische Bewegung der Planeten betreffende Sätze in Ordnung; und da Doctor Halley ihn aufgemuntert hatte, sie bekannt zu machen, so arbeitete er sein großes Werk, die *Principien*, aus, welches im Jahr 1687. erschien. Diese Umstände, wovon uns Pemberton, ein Zeitgenosse und Freund Newtons, Nachricht gegeben hat, beweisen, daß dieser große Geometer die wichtigsten Lehrsätze von der Centrifugalkraft schon im Jahr 1666, erfunden hatte, welche Huygens erst sechs Jahre nachher, am Ende seines Werks *de Horologio oscillatorio* bekannt machte. Es ist in der That sehr glaublich, daß der Erfinder der Fluxionsmethode, der von dieser Zeit an im Besitze dieser Methode gewesen zu seyn scheint, diese Lehrsätze leicht habe erfinden können.

Newton war auf das Gesez der Abnahme der Schwere mittelst des Verhältnisses zwischen den Quadraten der Umlaufzeiten

der Planeten und den Würfeln der großen Axen ihrer als kreisförmig angenommenen Bahnen gekommen; er bewies, daß dieses Verhältniß bey den elliptischen Bahnen allgemein Statt habe, und daß es eine gleiche Schwere der Planeten gegen die Sonne anzeige, wenn man sie in gleiche Entfernungen von ihrem Mittelpunkte setzt. Die nämliche Gleichheit der Schwere gegen den Hauptplaneten hat bey allen Trabantensystemen Statt, und bey den Erdkörpern hat sie Newton durch sehr genaue Versuche bewiesen.

In der Folge zeigte dieser große Geometer, indem er diese Untersuchungen verallgemeinerte, daß ein geworfener Körper, vermöge einer gegen seinen Brennpunkt gerichteten und dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportionirten Kraft, sich in jedem Kegelschnitte bewegen könne; er entwickelte die verschiedenen Eigenschaften der Bewegung in Curven dieser Art; er bestimmte die Bedingungen, welche erfordert werden, um den Schnitt zu einem Kreise, zu einer Ellipse, Parabel oder Hyperbel zu machen, welche blos von der ursprünglichen Lage und Geschwindigkeit der Körper abhängen. Wie diese Geschwindigkeit, diese Lage, und die anfängliche

Richtung der Bewegung immer beschaffen seyn mögen, so hat Newton einen Kegelschnitt angegeben, den der Körper beschreiben kann, und in welchem er folglich sich bewegen muß; dies dient zur Antwort auf einen Vorwurf, den ihm Johann Bernoulli gemacht hat, daß er nicht bewiesen habe, daß die Kegelschnitte die einzigen Curven seyen, die ein Körper beschreiben könne, der von einer dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportionirten Kraft getrieben werde. Diese Untersuchungen auf die Bewegung der Kometen angewandt, zeigten ihm, daß diese Gestirne, nach den nämlichen Gesezen, wie die Planeten, sich um die Sonne bewegen, mit dem einzigen Unterschiede, daß ihre Ellipsen sehr länglicht sind; und er gab auch die Mittel an, die Elemente dieser Ellipsen durch Beobachtungen zu bestimmen.

Da Newton erwog, daß die Trabanten um ihre Planeten sich sehr nahe so bewegen, als wenn diese Planeten unbeweglich wären, so erkannte er, daß auch sie der nämlichen Schwere gegen dieses Gestirn folgen. Die Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung liefs ihn nicht daran zweifeln, daß die Sonne gegen die Planeten falle, und diese gegen ihre

Trabanten, ja, daß auch die Erde von allen Körpern, die gegen sie fallen, angezogen wird. Diese Eigenschaft dehnte er so fort durch die Analogie auf alle Theile der Himmelskörper aus, und stellte als einen Grundsatz auf, daß *jedes materielle Element alle Körper in geraden Verhältnisse seiner Masse, und in umgekehrten des Quadrats seiner Entfernung von denselben anziehe.*

Nachdem Newton auf diesen Grundsatz gekommen war, so sahe er die großen Erscheinungen des Weltsystems aus demselben herfließen. Indem er die Schwere auf der Oberfläche der Himmelskörper als das Resultat der Attractionen aller ihrer Elemente betrachtete, so gelangte er zu den merkwürdigen Wahrheiten, daß die Anziehungskraft eines Körpers oder einer sphärischen Schichte gegen einen aufser ihr befindlichen Punkt die nämliche ist, wie wenn ihre Masse in ihrem Mittelpunkte vereinigt wäre; und daß ein in einer sphärischen Schichte, oder überhaupt in einer zwischen zwey ähnlichen und ähnlichliegenden elliptischen Flächen eingeschlossenen Schichte befindlicher Punkt von allen Seiten gleich stark angezogen wird. Er bewies, daß die Umdrehungsbewegung der Erde sie bey den Polen

habe applatten müssen, und er bestimmte die Geseze der Veränderung der Grade und der Schwere, unter der Voraussetzung, daß sie eine gleichartige Masse sey. Er sahe, daß die Wirkung der Sonne und des Monds auf das Erdsphäroid eine Bewegung seiner Umdrehungsaxe hervorbringen, das Zurückgehen der Nachtgleichen verursachen, die Gewässer des Weltmeers erheben, und in dieser großen flüssigen Masse die Schwingungen unterhalten müsse, die man unter dem Namen der *Ebbe* und *Fluth* daran beobachtet. Endlich versicherte er sich, daß die Ungleichheiten der Monds- bewegung von den vereinigten Wirkungen der Sonne und des Monds auf diesen Trabanten herrühren. Aber, das ausgenommen, was die elliptische Bewegung der Planeten und Kometen, und die Attraction der sphärischen Körper betrifft, sind alle diese Entdeckungen von Newton blos aus dem Groben gearbeitet worden. Seine Theorie von der Gestalt der Planeten ist durch die Voraussetzung ihrer Gleichartigkeit eingeschränkt. Seine Auflösung der Aufgabe von dem Vorrücken der Nachtgleichen ist zwar sehr sinnreich, aber trotz der scheinbaren Uebereinstimmung seines Resultats mit den Beobachtungen, doch in mehre-

ren Hinsichten mangelhaft. Unter der großen Anzahl der Störungen der himmlischen Bewegungen hat er blos die der Mondbewegung betrachtet, wovon die beträchtlichste, die *Evection*, seinen Untersuchungen entgangen ist. Das Daseyn des von ihm entdeckten Grundsatzes hat er vollkommen erwiesen, aber die Entwicklung seiner Folgen und seiner Vortheile war das Werk der Nachfolger dieses großen Geometers. Die Unvollkommenheit, welche die Rechnung des Unendlichen in den Händen ihres Erfinders haben mußte, verstatete ihm nicht, die schweren Aufgaben, welche die Theorie des Weltsystems vorlegt, vollständig aufzulösen, und er war oft genöthiget, bloße Wahrnehmungen zu geben, die immer ungewiß sind, bis sie durch eine genaue Berechnung bestätigt werden. Dieser unvermeidlichen Mängel ungeachtet sichert die Wichtigkeit und Allgemeinheit der Entdeckungen, eine große Menge origineller und tiefer Blicke, welche die Keime von den glänzendsten Theorien der Geometer dieses Jahrhunderts gewesen sind, und die schöne Darstellung dieser Dinge, den mathematischen Principien der Naturphilosophie den Vorrang vor den übrigen Werken des menschlichen Geistes,

Dieses Werk und die eben so originelle Abhandlung des nämlichen Verfassers von der Optik haben außerdem das Verdienst, die besten Muster zu seyn, die man sich in den Wissenschaften vorsezen kann. Man sieht in denselben die glücklichsten Anwendungen der Methode, welche darin besteht, sich durch eine Reihe von Inductionen von den vornehmsten Erscheinungen zu den Ursachen zu erheben, und so fort von den Ursachen zu den besondern Umständen der Erscheinungen zurückzugehen.

Dies ist die sicherste Methode, die uns bey der Untersuchung der Wahrheit leiten kann. Kein Philosoph ist dieser Methode mehr getreu geblieben, als Newton. Sie hat ihn sowohl zu seinen Entdeckungen in der Analysis, als zu dem Grundsaze der allgemeinen Schwere und zu den Eigenschaften des Lichts geführt. Die englischen Gelehrten, die Newtons Zeitgenossen waren, haben sie nach seinem Beyspiele angenommen, und sie ist die Grundlage von einer großen Anzahl vortrefflicher Werke geworden, welche damals erschienen. Die Philosophen des Alterthums gingen den entgegengesetzten Weg; sie stellten sich an die Quelle von allen, und erdach-

ten allgemeine Gründe, um alles zu erklären. Ihre Methode, welche nichts, als leere Systeme zur Welt gebracht hatte, fand unter Des Cartes Händen keinen Fortgang mehr. Zu Newtons Zeiten wandten sie Leibniz, Malebranche und andere Philosophen mit gleich schlechtem Erfolge an. Endlich haben die Unbrauchbarkeit der Hypothesen, die sie veranlassen hat, und die Fortschritte, welche die Wissenschaften der Methode der Inductionen verdanken, die guten Köpfe zu dieser letzteren Methode hingezogen, welche der Kanzler Baco mit aller Stärke der Vernunft und der Beredsamkeit eingeführt, und Newton durch seine Entdeckungen noch mehr empfohlen hatte.

Dieser große Geometer hat seine Theorie des Weltsystems vermittelst der *Synthesis* dargestellt. Es scheint indessen, daß er die meisten seiner Lehrsätze durch die *Analysis*, deren Grenzen er ansehnlich erweitert hat, gefunden habe, aber seine Vorliebe zur *Synthesis* und seine große Achtung für die Geometrie der Alten bestimmten ihn, diese Lehrsätze, und selbst seine Fluxionsmethode, in die synthetische Form einzukleiden. Man muß es bedauern, daß er bey ihrer Darstellung nicht

den Weg, auf welchem er dazu gelangt war, eingeschlagen, und die Beweise mehrerer Resultate, wie z. B. die Gleichung des Körpers von dem kleinsten Widerstande, unterdrückt hat, indem er das Vergnügen, seine Meinung errathen zu lassen, dem, seine Leser zu belehren, vorzog. Die Kenntniß der Methode, die einen Mann von Geist geleitet hat, ist der Aufnahme der Wissenschaften und selbst seinem eigenen Ruhme nicht minder zuträglich, als seine Entdeckungen; und der wichtigste Nutzen, den der berühmte, zwischen Leibniz und Newton über der Rechnung des Unendlichen entstandene Streit gehabt hat, bestand darin, daß man dadurch den Gang dieser zwey großen Männer bey ihren ersten analytischen Arbeiten kennen lernte.

Newton's bemerkte Vorliebe zur Synthesis läßt sich mit der Schönheit und Leichtigkeit entschuldigen, womit er seine Untersuchungen über die Bewegung der Körper in den Kegelschnitten an die Untersuchungen der alten Geometer über die Natur dieser Curven anknüpfen konnte. Die geometrische Synthesis hat ausserdem den Vorzug, daß sie ihren Gegenstand nie aus dem Gesichte verlieren läßt, und den ganzen Weg, von den ersten Grundsätzen an,

bis zu deren letzten Folgerungen erleuchtet; an Statt daß die Analysis uns den Hauptgegenstand bald vergessen läßt, um uns mit abstracten Combinationen zu beschäftigen, und uns erst am Ende wieder zu demselben führt. Aber indem man sich auf solche Art von den Gegenständen abschneidet, nachdem man so viel von ihnen herausgenommen, als unentbehrlich ist, um zu dem gesuchten Resultate zu gelangen, indem man sich sofort den Operationen der Analysis hingiebt, und alle seine Kräfte aufbehält, um die Schwierigkeiten, die sich dabey zeigen, zu überwinden; so wird man durch die Stärke und Allgemeinheit dieser Methode auf Resultate geführt, die der Synthesis oft unzugänglich wären. Die Theorie des Weltsystems stellt eine große Zahl von Beyspielen dieser Vorzüge der Analysis auf, welcher diese Theorie eine Vollkommenheit verdankt, die sie nie erreicht haben würde, wenn man darauf bestanden hätte, die von Newton vorgezeichnete Bahn zu verfolgen. Die Fruchtbarkeit der Analysis ist so groß, daß man nur die besonderen Wahrheiten in diese allgemeine Sprache zu übersezen braucht, um aus ihren bloßen Ausdrücken eine Menge von neuen und unerwarteten Wahrheiten her-

vorgehen zu sehen. Keine andere Sprache ist für diese Art von Zierlichkeit (*élégance*) in gleichem Maasse empfänglich, welche in der Entwicklung einer langen Reihe von Ausdrücken besteht, die unter einander zusammenhängen, und sämmtlich aus einem einzigen Grundausdrucke herfließen. Mit diesen Vorzügen vereinigt die Analysis noch den, daß sie immer zu den einfachsten Methoden führen kann. Man braucht sie zu dem Ende nur auf eine geschickte Art anzuwenden, durch eine vortheilhafte Wahl der unbekanntenen Grössen, und dadurch, daß man den Resultaten die Form giebt, welche sich am leichtesten geometrisch construiren, oder in Zahlen ausdrücken läßt. Auch haben sich die Geometer dieses Jahrhunderts, von ihrer Ueberlegenheit überzeugt, vorzüglich angelegen seyn lassen, ihr Gebiet zu vergrößern, und dessen Grenzen zu erweitern.

Indessen müssen die geometrischen Betrachtungen nicht vernachlässiget werden. Sie sind von dem größten Nutzen in den Künsten. Ausserdem ist es ein würdiger Gegenstand der Neugierde, sich die verschiedenen Resultate der Analysis im Raume darzustellen, und umgekehrt, alle Eigenschaften der Linien und

Flächen und alle Veränderungen der Bewegung der Körper, in den Gleichungen, welche sie ausdrücken, zu lesen. Diese Annäherung der Geometrie und der Analysis verbreitet ein neues Licht über diese beyden Wissenschaften; die intellectuellen Operationen der letzteren, durch die Bilder der ersten versinnlicht, lassen sich leichter auffassen, und mit mehr Interesse verfolgen; und wenn die Beobachtung diese Bilder in der Wirklichkeit darstellt, und die geometrischen Resultate in Naturgesetze verwandelt; wenn diese Gesetze das Weltall umfassen, und dessen vergangene und künftige Zustände unsern Augen enthüllen, so läßt uns der Anblick dieses erhabenen Schauspiels das edelste Vergnügen empfinden, das für die menschliche Natur aufbehalten ist.

Ohngefähr fünfzig Jahre verflossen von der Entdeckung der allgemeinen Schwere an, ohne daß man etwas merkwürdiges zu derselben hinzusetzte. Diese ganze Zeit war dieser großen Wahrheit nöthig, um allgemein gefaßt zu werden, und die Hindernisse zu übersteigen, die ihr das System der Wirbel und vielleicht auch die Eigenliebe der Geometer, die Newtons Zeitgenossen waren, entgegensetzte. Nachdem aber ihre Nachfolger

den glücklichen Gedanken gehabt hatten, die Analysis auf die himmlischen Bewegungen anzuwenden, und sie auf Differentialgleichungen zu bringen, die sich genau oder durch convergirende Näherungen integriren ließen, so gelang es ihnen, alle bekannten Erscheinungen des Weltsystems aus dem Geseze der Schwere zu erklären, und auf solche Art den astronomischen Theorien und Tafeln eine unerwartete Genauigkeit zu geben. Zu diesem Behufe war es nothwendig, zu gleicher Zeit die Mechanik, Optik und Analysis des Unendlichen zu vervollkommen, welche ihre Fortschritte hauptsächlich den Bedürfnissen der Physik des Himmels verdanken. Man wird ihr noch mehr Genauigkeit und Einfachheit geben können; aber die Nachwelt wird es ohne Zweifel mit Danke erkennen, daß die Geometer dieses Jahrhunderts ihr keine einzige astronomische Erscheinung überliefert haben, von welcher sie nicht die Ursache und die Geseze bestimmt hätten. Man muß *Frankreich* die Gerechtigkeit widerfahren lassen, zu bemerken, daß, wenn *England* den Vorzug gehabt hat, der Entdeckung der allgemeinen Schwere das Daseyn zu geben, man die zahlreichen Entwicklungen dieser Entdeckung

und die Revolution, welche sie in der Astronomie hervorgebracht hat, hauptsächlich den französischen Geometern und den durch die Akademie der Wissenschaften gegebenen Aufmunterungen zu danken habe.

Sechstes Kapitel.

Betrachtungen über das Weltsystem und über die künftigen Fortschritte der Astronomie.

Wir wollen jetzt unsere Blicke auf die Anordnung des Sonnensystems und auf seine Verhältnisse gegen die Fixsterne richten. Die unermessliche Sonnenkugel, der Brennpunkt seiner Bewegungen, dreht sich in $25\frac{1}{2}$ Tagen um sich selbst; ihre Oberfläche ist mit einem Meere von der Lichtmaterie bedeckt, dessen lebhaftere Aufwallungen veränderliche Flecken bilden, die oft sehr zahlreich, und zuweilen größer, als die Erde, sind. Ueber diesem Meere erhebt sich eine ungeheure Atmosphäre; jenseits dieser bewegen sich die Planeten mit ihren Trabanten in beynahe kreisförmigen Bahnen, und in Ebenen, die gegen den Sonnenäquator etwas geneigt sind. Unzählbare Kometen entfernen sich, nachdem sie der Sonne

Sonne nahe gekommen sind, von ihr auf Weiten, welche beweisen, daß ihr Gebiet sich weiter, als die bekannten Grenzen des Planetensystems erstrecke. Dieses Gestirn wirkt nicht bloß durch seine Attraction auf alle diese Kugeln, und setzt sie dadurch in Bewegung um sich her, sondern es verbreitet auch sein Licht und seine Wärme über sie. Ihre wohlthätige Wirkung bringt Thiere und Pflanzen hervor, welche die Oberfläche der Erde bedecken, und die Analogie macht es uns glaublich, daß sie auf den Planeten ähnliche Wirkungen äußere. Denn es ist nicht natürlich zu denken, daß die Materie, deren Fruchtbarkeit wir unter so vielen Gestalten sich entwickeln sehen, auf einem so großen Planeten, wie Jupiter ist, unfruchtbar sey, der wie die Erdkugel, seine Tage, Nächte und Jahre hat, und auf welchem die Beobachtungen Veränderungen anzeigen, welche sehr wirksame Kräfte voraussetzen. Der Mensch, der nach der Temperatur eingerichtet ist, worin er auf der Erde lebt, könnte, nach aller Wahrscheinlichkeit, auf den andern Planeten nicht leben. Aber muß es nicht eine unendliche Mannfaltigkeit von Organisationen nach dem Verhältnisse der verschiedenen Tempera-

turen der Weltkörper geben? Wenn schon der bloße Unterschied der Elemente und der Klimate so viel Manchfaltigkeit in die Erzeugnisse der Erde bringt, um wie viel mehr verschieden müssen die der verschiedenen Planeten und ihrer Trabanten seyn? Auch die lebhafteste Einbildungskraft kann sich davon keine Vorstellung machen, aber ihr Daseyn ist sehr wahrscheinlich.

Obschon die Elemente des Planetensystems willkürlich sind, so haben sie doch sehr merkwürdige Verhältnisse zu einander, die uns über ihren Ursprung aufklären können. Wenn man es mit Aufmerksamkeit betrachtet, so erstaunt man, alle Planeten von Abend gegen Morgen, und beynahe in einerley Ebene um die Sonne, alle Trabanten nach einerley Richtung und beynahe in einerley Ebene mit ihren Planeten, um diese Planeten sich bewegen, endlich die Sonne, die Planeten und Trabanten, deren Umdrehungsbewegungen man beobachtet hat, in der Richtung und beynahe in der Ebene ihrer Wurfsbewegungen um sich selbst sich drehen zu sehen.

Eine so außerordentliche Erscheinung ist kein Werk des Zufalls, sondern zeigt eine allgemeine Ursache an, die alle diese Bewegungen bestimmt hat. Um eine Näherung von der Wahrscheinlichkeit zu erhalten, wo-

mit diese Ursache angezeigt ist, wollen wir bemerken, daß das Planetensystem, wie wir es heutzutage kennen, aus sieben Planeten und vierzehn Trabanten besteht; die Umdrehungsbewegung hat man an der Sonne, an fünf Planeten, an dem Monde, an dem Ringe des Saturns und an seinem letzten Trabanten beobachtet; diese Bewegungen, mit den Umlaufsbewegungen zusammengekommen, machen eine Summe von dreyßig Bewegungen, die nach einerley Richtung vor sich gehen. Wenn man sich vorstellt, die Ebene einer rechtläufigen Bewegung liege anfänglich in der der Ekliptik, neige sich aber in der Folge gegen diese letztere, und durchlaufe alle Grade der Neigung von Null an bis zur halben Peripherie: so ist klar, daß die Bewegung bey allen Neigungen, die unter hundert Graden sind, rechtläufig, bey denen aber, die darüber sind, rückläufig seyn werde; so daß man bloß durch die Veränderungen der Neigung die rechtläufigen und rückläufigen Bewegungen darstellen kann. Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, zeigt uns also das Sonnensystem neun und zwanzig Bewegungen, deren Ebenen gegen die der Erde aufs höchste um den vierten Theil der Peripherie geneigt sind.

Setzt man nun, ihre Neigungen seyen das Werk des Zufalls gewesen, so hätten sie sich bis auf die halbe Peripherie erstrecken können, und die Wahrscheinlichkeit, daß eine von ihnen den vierten Theil derselben zum wenigsten übertroffen hätte, wäre $1 - \frac{1}{2^9}$ oder $\frac{516870911}{516870912}$; es ist daher äußerst wahrscheinlich, daß die Richtung der Bewegungen der Planeten kein Werk des Zufalls ist; und dies wird noch wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, daß die Neigung der meisten dieser Bewegungen gegen die Ekliptik sehr klein, und weit unter dem vierten Theil der Peripherie ist.

Eine andere eben so merkwürdige Erscheinung des Sonnensystems ist die geringe Excentricität der Bahnen der Planeten und Trabanten, während die der Kometen sehr länglicht sind; die Bahnen dieses Systems zeigen also keine mittleren Abstufungen zwischen einer großen und einer kleinen Excentricität. Wir sind auch hier genöthiget, die Wirkung einer regelmäßigen Ursache anzuerkennen: der blose Zufall würde nicht den Bahnen aller Planeten eine beynahe kreisförmige Gestalt gegeben haben; die Ursache also, welche die Bewegungen dieser Körper bestimmt hat, muß sie beynahe kreisförmig gemacht haben. Diese Ur-

sache muß auch auf die große Excentricität der Kometenbahnen einen Einfluß gehabt haben, und zwar, was ganz außerordentlich ist, ohne einigen Einfluß auf die Richtungen ihrer Bewegungen. Denn wenn man die Bahnen der rückläufigen Kometen, als gegen die Ekliptik um mehr als hundert Grade, geneigt betrachtet, so findet man, daß die mittlere Neigung der Bahnen aller beobachteten Kometen der Größe von hundert Graden sehr nahe kommt; wie es seyn muß, wenn diese Körper aufs Blinde hin in den Weltraum geschleudert worden sind.

Man hat also, um zu der Ursache der ursprünglichen Bewegungen des Planetensystems aufzusteigen, folgende fünf Erscheinungen:

- 1) Die Bewegungen der Planeten nach einerley Richtung und beynahe in einerley Ebene;
- 2) die Bewegungen der Trabanten nach einerley Richtung und beynahe in einerley Ebene mit denen der Planeten;
- 3) die Umdrehungsbewegungen dieser verschiedenen Körper und der Sonne, in einerley Richtung mit ihren Wufsbewegungen, und in wenig unterschiedenen Ebenen;
- 4) die geringe Excentricität der Bahnen der Planeten und Trabanten;
- 5) endlich die große Excentricität der Kometen-

bahnen, wie sehr auch ihre Neigungen dem Zufalle überlassen gewesen seyn mögen.

Buffon ist, so viel ich weiß, der erste, der seit der Entdeckung des wahren Weltsystems versucht hat, bis zum Ursprunge der Planeten und Trabanten aufzusteigen. Er nimmt an, daß ein Komet, der auf die Sonne fiel, einen Strom Materie von ihr abgerissen habe, der sich in der Entfernung in verschiedenen grösseren oder kleineren, und von diesem Gestirne mehr oder weniger entfernten Kugeln vereinigte. Diese Kugeln sind die Planeten und Trabanten, die durch ihre Erkältung dunkel und vest geworden sind.

Diese Hypothese thut der ersten von den fünf vorerwähnten Erscheinungen Genüge; denn es ist klar, daß alle auf solche Art entstandene Körper sich ohngefähr in der Ebene bewegen müssen, welche durch den Mittelpunkt der Sonne und durch die Richtung des Stroms der Materie ging, der sie hervorgebracht hat. Aber die vier übrigen Erscheinungen scheinen mir vermittelst derselben unerklärbar. In der That muß alsdann die absolute Bewegung der Elemente eines Planeten nach der Richtung der Bewegung seines Schwerpunkts gehen; aber daraus folgt nicht, daß

die Umdrehungsbewegung des Planeten nach der nämlichen Richtung gehe: die Erde könnte sich also von Morgen gegen Abend drehen, und die absolute Bewegung von jedem ihrer Elemente würde doch von Abend gegen Morgen gerichtet seyn. Was ich von der Umdrehungsbewegung der Planeten gesagt habe, läßt sich auch auf die Umlaufsbewegung der Trabanten anwenden, deren Richtung bey der Hypothese, von welcher die Rede ist, mit der der Wurfsbewegung der Planeten nicht nothwendig einerley ist.

Die geringe Excentricität der Planetenbahnen ist bey dieser Hypothese nicht nur sehr schwer zu erklären, sondern ihr ganz entgegen. Man weiß aus der Theorie der Centralkräfte, daß, wenn ein Körper, der sich in einer in sich selbst zurücklaufenden Bahn um die Sonne bewegt, die Oberfläche dieses Gestirns streift, er beständig bey jedem seiner Umläufe wieder dahin zurückkommen werde. Daraus aber folgt, daß die Planeten, wenn sie anfänglich von der Sonne wären abgerissen worden, sie bey jedem Umlaufe berühren, und ihre Bahnen an Statt kreisförmig zu seyn, sehr excentrisch seyn würden. Es ist wahr, daß ein Strom von der Sonne abgerissener Ma-

terie nicht genau mit einer ihre Oberfläche streifenden Kugel verglichen werden kann. Der Stofs, den die Theile dieses Stroms von einander erhalten, und die wechselseitige Anziehung, die sie gegen einander ausüben, kann durch eine Veränderung der Richtung ihrer Bewegungen ihre Sonnennähen von der Sonne entfernen. Aber ihre Bahnen müßten immer sehr excentrisch seyn, oder es würde wenigstens der außerordentlichste Zufall erfordert, um ihnen so kleine Excentricitäten zu geben, wie die der Planetenbahnen sind. Endlich sieht man bey Buffon's Hypothese nicht, warum die Bahnen von ungefähr achtzig bisher beobachteten Kometen sämmtlich sehr länglicht sind. Es fehlt also sehr viel, daß diese Hypothese den oben erwähnten Erscheinungen Genüge thäte. Wir wollen nun sehen, ob es möglich sey, sich zu ihrer wahren Ursache zu erheben.

Da diese Ursache die Bewegungen der Planeten und Trabanten verursacht, oder ihnen ihre Richtung gegeben hat, so muß sie, von welcher Beschaffenheit sie immer seyn mag, alle diese Körper umfasset haben, und wegen der ungeheuren Entfernung dieser Körper von einander kann sie nichts anders, als

eine Flüssigkeit von einer unermesslichen Ausdehnung gewesen seyn. Um ihnen eine bey nahe kreisförmige Bewegung um die Sonne nach einerley Richtung geben zu können, mußte diese Flüssigkeit die Gestirne wie eine Atmosphäre umgeben. Die Betrachtung der Bewegungen der Planeten führt uns also auf den Gedanken, daß, vermöge einer ausnehmend großen Wärme die Atmosphäre der Sonne sich anfänglich über alle Planetenbahnen hinaus erstreckt, und sich erst nach und nach bis auf ihre jezigen Grenzen zurückgezogen habe; was durch ähnliche Ursachen kann bewirkt worden seyn, wie diejenige war, welche das lebhaft glänzende Schimmern des berühmten Sterns, den man im Jahre 1572. im Sternbilde der Kassiopeia plötzlich sah, hervorgebracht und mehrere Monate lang unterhalten hat.

Die große Excentricität der Kometenbahnen führt zu dem nämlichen Resultate. Sie zeigt einleuchtend das Verschwinden einer großen Zahl minder excentrischer Bahnen, welches um die Sonne eine Atmosphäre voraussetzt, die sich über die Sonnennähe der Kometen, von welchen Beobachtungen möglich sind, hinauserstreckt, und diejenigen, welche

sie während ihrer großen Ausdehnung durchschnitten, durch Vernichtung ihrer Bewegungen mit der Sonne vereinigt hat. Alsdann sieht man, daß es gegenwärtig nur solche Kometen geben müsse, die während dieser Zeit jenseits der Atmosphäre waren; und da wir nur solche beobachten können, die in ihrer Sonnennähe der Sonne nahe genug kommen, so müssen ihre Bahnen sehr excentrisch seyn. Zugleich sieht man, daß ihre Neigungen die nämlichen Unregelmäßigkeiten zeigen müssen, als wenn diese Körper aufs Blinde hin wären geschleudert worden, weil die Atmosphäre der Sonne auf ihre Bewegungen keinen Einfluß gehabt hat. Die lange Dauer der Umläufe der Kometen, die große Excentricität ihrer Bahnen, und die Manchfaltigkeit ihrer Neigungen erklären sich also sehr natürlich vermittelst dieser Atmosphäre.

Aber wie hat sie die Bewegungen des Umlaufs und der Umdrehung der Planeten bestimmt? Wenn diese Körper in diese Flüssigkeit gekommen wären, so würde ihr Widerstand sie auf die Sonne geworfen haben; man kann daher vermuthen, daß sie an den successiven Grenzen dieser Atmosphäre, durch die Verdichtung der Zonen, welche sie, wie im vo-

rigen Buche gezeigt worden ist, bey ihrer Erkältung und Verdichtung auf der Oberfläche dieses Gestirns, in der Ebene ihres Aequators absetzen mußte, entstanden seyen. Man kann auch vermuthen, daß die Trabanten auf ähnliche Art aus den Atmosphären der Planeten entstanden seyen. Die fünf obenerwähnten Erscheinungen fließen natürlich aus diesen Hypothesen her, welchen die Saturnsringe einen neuen Grad von Wahrscheinlichkeit geben.

Wie es übrigens mit diesem Ursprunge des Planetensystems sich immer verhalten mag, den ich mit demjenigen Mistrauen vortrage, welches alles, was nicht ein Resultat der Beobachtung oder Rechnung ist, einflößen muß; so ist so viel gewiß, daß seine Elemente auf solche Art geordnet sind, daß es die größte Beständigkeit behaupten muß, wenn diese nicht von äußern Ursachen gestört wird. Vermöge des einzigen Umstandes, daß die Bewegungen der Planeten und Trabanten bey nahe kreisförmig sind, nach einerley Richtung gehen, und in wenig unterschiedenen Ebenen liegen, macht dieses System blos Schwingungen um einen mittleren Zustand, wovon es immer nur sehr wenig sich entfernt; die mittleren Bewegungen der Umdrehung und des

Umlaufs seiner verschiedenen Körper sind gleichförmig, und ihre mittleren Entfernungen von den Brennpunkten der Hauptkräfte, die sie treiben, beständig.

Es scheint, daß die Natur am Himmel alles angeordnet habe, um die Dauer dieses Systems sicher zu stellen, durch Rücksichten, die denen ähnlich sind, die sie uns auf der Erde auf eine so bewundernswürdige Art zu beobachten scheint, um die Erhaltung der Individuen, und die Fortdauer der Gattungen zu bewirken.

Wir wollen jetzt unsere Blicke über das Sonnensystem hinaus richten. Unzählbare Sonnen, welche die Mittelpunkte von eben so vielen Planetensystemen seyn können, sind durch den unermesslichen Weltraum zerstreut, und in einer solchen Entfernung von der Erde, daß der ganze Durchmesser der Erdbahn, von ihrem Mittelpunkte aus betrachtet, unmerklich ist. Mehrere Sterne leiden an ihrer Farbe und an ihrer Klarheit sehr merkwürdige periodische Veränderungen; es giebt andere, welche plötzlich erschienen, und, nachdem sie eine Zeit lang ein lebhaftes Licht verbreitet hatten, wieder verschwunden sind. Welche ungeheure Veränderungen mußten auf der

Oberfläche dieser großen Körper vorgehen, um in dem Abstände, der uns von ihnen trennt, so merklich zu seyn! Alle diese unsichtbar gewordenen Körper sind an der nämlichen Stelle, wo man sie beobachtet hat, weil sie solche während der Zeit ihrer Sichtbarkeit nicht verändert haben. Es giebt also in den Räumen des Himmels so beträchtliche dunkle Körper, und vielleicht in eben so großer Anzahl, als die Fixsterne. Ein leuchtender Stern von gleicher Dichtigkeit mit der Erde, dessen Durchmesser 250mal größer wäre, als der der Sonne, würde, vermöge seiner Attraction, keinen von seinen Stralen bis zu uns kommen lassen; es ist daher möglich, daß die größten leuchtenden Körper des Weltalls, eben aus dem Grunde unsichtbar sind. Ein Stern, der zwar nicht so groß, aber doch beträchtlich größer als die Sonne wäre, würde die Geschwindigkeit des Lichts merklich schwächen, und mithin seine Aberration vergrößern. Dieser Unterschied in der Aberration der Fixsterne, ein Verzeichniß derer, die bloß erscheinen, mit Beobachtungen ihrer Lage im Augenblicke ihres vergänglichen Glanzes, die Bestimmung aller veränderlichen Sterne und ihrer periodischen Lichtabwechselungen, endlich die eigenen Be-

wegungen aller der großen Körper, die, vermöge ihrer wechselseitigen Attraction, und wahrscheinlich auch anfänglicher Stöße, unermessliche Bahnen beschreiben; dies werden, in Ansehung der Fixsterne, die wichtigsten Gegenstände der künftigen Astronomie seyn.

Es scheint, daß diese Sterne, an Statt in ohngefähr gleichen Entfernungen durch den Weltraum zerstreut zu seyn, in verschiedene Gruppen, deren jede aus mehreren Milliarden von Sternen besteht, zusammen verbunden seyen. Unsere Sonne und die glänzendsten Fixsterne machen wahrscheinlich einen Theil einer solchen Gruppe aus, welche, aus unserem Standpunkte gesehen, sich um den Himmel herzuziehen scheint, und die *Milchstraße* bildet. Die große Menge von Sternen, die man im Felde eines nach diesem Streifen gerichteten großen Teleskops zugleich erblickt, beweist uns seine unermessliche Tiefe, die tausendmal größer ist, als die Entfernung des *Sirius* von der Erde. Wenn man sich davon entfernte, so würde sie endlich unter der Gestalt eines blassen und zusammenhängenden Lichts von einem kleinen Durchmesser erscheinen; denn alsdann würde die *Irradiation*, die auch bey den stärksten Teleskopen besteht,

die Zwischenräume der Sterne bedecken und unmerklich machen. Es ist daher wahrscheinlich, daß die sternlosen Nebelflecken aus sehr großen Entfernungen gesehene Sterngruppen sind, denen man nur näher zu kommen brauchte, um sie unter ähnlichen Gestalten, wie die Milchstraße, zu sehen. Die gegenseitigen Entfernungen der Sterne, welche jede Gruppe bilden, sind zum wenigsten hunderttausendmal größer, als die Entfernung der Sonne von der Erde; man kann also von der ungeheuren Ausdehnung dieser Gruppen nach der Menge der Sterne urtheilen, die man in der Milchstraße sieht. Wenn man ferner über die geringe Breite und die große Zahl der Nebelflecken nachdenkt, die durch unvergleichbar größere Zwischenräume von einander getrennt sind, als die Sterne, woraus sie bestehen; so wird es der über die Unermesslichkeit des Weltalls erstaunten Einbildungskraft schwer, sich Grenzen dabey zu denken.

Aus diesen Betrachtungen, die sich auf die teleskopischen Beobachtungen gründen, folgt, daß die Nebelflecken, welche uns scharf genug begrenzt erscheinen, um ihre Mittelpunkte mit Genauigkeit angeben zu können, für uns die festesten Gegenstände am Himmel,

und diejenigen sind, auf welche die Lage aller Gestirne am schicklichsten bezogen werden kann. Es folgt ferner daraus, daß die Bewegungen der Körper unsers Sonnensystems sehr zusammengesetzt sind. Der Mond beschreibt eine beynahe kreisförmige Bahn um die Erde; aber aus der Sonne gesehen, beschreibt er eine Reihe von Epicykloiden, deren Mittelpunkte in der Peripherie der Erdbahn liegen. Ebenso beschreibt die Erde eine Reihe von Epicykloiden, deren Mittelpunkte in der Curve liegen, welche die Sonne um den Schwerpunkt unsers Nebelflecks beschreibt; endlich beschreibt die Sonne selbst eine Reihe von Epicykloiden, deren Mittelpunkte in der Curve liegen, welche der Schwerpunkt unsers Nebelflecks um den des Weltalls beschreibt. Die Astronomie hat schon einen großen Schritt gemacht, da sie uns die Bewegung der Erde und die Reihe von Epicykloiden kennen lehrte, welche der Mond und die Trabanten auf den Planetenbahnen beschreiben. Es ist noch übrig, die Bahn der Sonne und die des Schwerpunkts ihres Nebelflecks zu bestimmen. Aber, wenn Jahrhunderte nöthig waren, um die Bewegungen des Planetensystems zu erkennen, was für einen ungeheuren Zeitraum wird die Bestim-

mung der Bewegungen der Sonne und der Fixsterne erfordern? Die Beobachtungen fangen an sie wahrnehmen zu lassen; und man hat versucht, sie aus einer bloßen Ortsveränderung der Sonne zu erklären, welche ihre Umdrehungsbewegung anzuzeigen scheint. Mehrere Beobachtungen lassen sich ziemlich gut darstellen, wenn man annimmt, das Sonnensystem rücke gegen das Sternbild des Herkules fort. Andere Beobachtungen scheinen zu beweisen, daß diese scheinbaren Bewegungen der Fixsterne aus der Verbindung ihrer wahren Bewegungen mit der der Sonne entstehen. Die Zeit wird über diesen Gegenstand sonderbare und wichtige Wahrheiten entdecken.

Auch über unser eigenes System sind noch zahlreiche Entdeckungen zu machen übrig. Der Planet Uranus und seine neuentdeckten Trabanten lassen das Daseyn einiger bisher noch nicht beobachteten Planeten vermuthen. Ferner hat man die Umdrehungsbewegungen und die Abplattung mehrerer Planeten, und der meisten Trabanten noch nicht beobachten können; endlich kennt man die Massen aller dieser Körper noch nicht mit zureichender Genauigkeit. Die Theorie ihrer Bewegungen

ist eine Reihe von Näherungen, deren Convergenz zugleich von der Vervollkommnung der Werkzeuge und den Fortschritten der Analysis abhängt, und daher von Tag zu Tag neue Grade der Genauigkeit erhalten muß. Man wird durch genaue und vielfältige Messungen die Ungleichheiten der Figur der Erde und die Veränderung der Schwere auf ihrer Oberfläche bestimmen. Die Zurückkunft der bereits beobachteten Kometen, die Erscheinungen neuer, besonders solcher, die, da sie sich in hyperbolischen Bahnen bewegen, von einem Systeme zum andern irren können; die Störungen, welche alle diese Gestirne leiden, und welche in der Nähe eines großen Planeten ihre Bahnen gänzlich ändern können, wie man vermuthet, daß dies dem Kometen vom Jahre 1770. durch die Wirkung des Jupiters begegnet sey; die Zufälle, welche die große Annäherung und selbst der Stofs dieser Körper, auf den Planeten und Trabanten verursachen können; endlich die Veränderungen, welche die Bewegungen des Sonnensystems von Seiten der Fixsterne erfahren, dies sind die vornehmsten Gegenstände, welche dieses System den Untersuchungen der künftigen Astronomen und Geometer darbietet.

In ihrem ganzen Umfange betrachtet ist die Astronomie das schönste Denkmal des menschlichen Geistes, die edelste Urkunde seines Verstandes. Verführt durch die Täuschungen der Sonne und die Eigenliebe hat er sich lange Zeit als den Mittelpunkt der Bewegungen der Gestirne betrachtet, aber sein Stolz ist durch die leeren Schrecknisse, die sie ihm eingejagt haben, bestraft worden. Endlich haben die Arbeiten mehrerer Jahrhunderte den Schleyer weggezogen, welcher das Weltsystem bedeckte. Dann sah sich der Mensch auf einem kleinen, in dem großen Umfange des Sonnensystems, welches selbst nur ein unmerklicher Punkt in dem unermesslichen Welt- raume ist, kaum bemerkbaren Planeten. Die erhabenen Resultate, wozu diese Entdeckung ihn geführt hat, können ihn wegen des kleinen Plazes, den sie ihm im Weltall anweist, hinreichend trösten. Wir wollen den Schatz dieser erhabenen Kenntnisse, das Vergnügen denkender Wesen, sorgfältig erhalten, und noch vermehren. Sie haben der Schiffahrt und der Geographie wichtige Dienste geleistet; aber ihre größte Wohlthat ist die, daß sie die durch außerordentliche Erscheinungen am Himmel veranlaßten Schrecknisse zerstreuet,

und die aus Unbekanntschaft mit unsern wahren Verhältnissen gegen die Natur entstandenen Irrthümer zerstört haben, welche um so viel trauriger waren, da die gesellschaftliche Verbindung sich einzig auf diese Verhältnisse stützen muß. *Wahrheit* und *Gerechtigkeit* sind ihre unveränderlichen Geseze. Ferne sey von uns die gefährliche Maxime, daß es zuweilen nützlich sey, davon abzuweichen, und die Menschen zu betrügen, oder zu unterjochen, um ihr Glück zu bevestigen. Grausame Erfahrungen haben zu allen Zeiten gelehrt, daß diese geheiligten Geseze nie ungestraft übertreten worden sind.